

**ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA  
TELESA PODZEMNE VODE**

**VEČSTANOVANJSKI OBJEKT - OSKRBOVANA  
STANOVANJA SAVSKI KLIN**

**maj 2023**

**NASLOV:** **ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA  
TELESA PODZEMNE VODE ZA VEČSTANOVANJSKI  
OBJEKT – OSKRBOVANA STANOVANJA SAVSKI KLIN**

**INVESTITOR:** **APC INVEST, d.o.o.**  
**Ogrinova ulica 50, 1291 Škofljica**

**NAROČNIK:** **Krog studio za arhitekturo in grafično oblikovanje,  
d.o.o.**  
Krakovski nasip 22, 1000 Ljubljana

**NAROČILNICA:** **potrditev ponudbe, dne 18. 4. 2022**

**ŠTEVILKA NALOGE:** **128/2023**

**DATUM:** **17. 5. 2023 (po reviziji 22. 5. 2023)**

**IZDELOVALEC:** **GIGA-R d.o.o.**  
**Hraše 19b, 1216 Smlednik**

**Direktorica:** **Margita Žaberl, univ. dipl. biol.**

**Sodelavci:** **Maša Zagorac, mag. ekol. biod.**

**REVIDENT:** **GEOLOGIJA d.o.o. Idrija**  
**Prešernova ul. 2**  
**5280 Idrija**  
**Jože Janež, univ. dipl. inž. geol.**

## KAZALO

<b>1. UVOD</b>	<b>6</b>
1.1 NAMEN POSEGA	6
1.2 METODA	6
1.3 PREDPISI	6
<b>2. LOKACIJA POSEGA</b>	<b>7</b>
<b>3. GEOLOŠKE RAZMERE</b>	<b>8</b>
3.1 STRATIGRAFSKO LITOLOŠKE RAZMERE	8
3.2 GEOLOŠKE RAZMERE OŽJEGA OBMOČJA	12
3.3 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI	13
3.4 SEIZMIČNOST TERENA	13
<b>4. HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE</b>	<b>14</b>
4.1 PODZEMNE VODE	14
4.1.1 Obseg in velikost vodonosnika Ljubljanskega polja	14
4.1.2 Hidrogeološka zgradba vodonosnika Ljubljanskega polja	14
4.1.3 Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji	19
4.2 POVRŠINSKE VODE	23
4.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI	23
4.3.1 Vodovarstvena območja	23
4.3.2 Vodni viri	24
4.3.3 Kakovost podzemne vode	25
<b>5. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR</b>	<b>26</b>
5.1 PROSTORSKI AKTI	26
5.2 POGOJI GRADNJE ZARADI UPRAVLJANJA Z VODAMI, DOPUSTNI OBJEKTI IN DEJAVNOSTI TER DODATNI POGOJI ZA NJIHOVO GRADNJO OZIROMA UPORABO	27
<b>6. OPIS IN ZNAČILNOSTI POSEGA (VIR: DGD)</b>	<b>29</b>
6.1 SPLOŠNO	29
6.2 OPIS POSEGA	29
6.2.1 Funkcionalna zasnova	29
6.2.2 Konstrukcija	29
6.2.3 Temeljenje objektov	29
6.2.4 Prometna ureditev	30
6.2.5 Komunalna in energetska ureditev	30
6.2.5.1 Kanalizacija	30
6.2.5.2 Vodovod	30
6.2.5.3 Ogrevanje, prezračevanje	30
6.2.5.4 Električno omrežje	31
6.2.5.5 Telekomunikacijsko omrežje	31
6.2.5.6 Odpadki	31
6.2.6 Požarna zaščita	31
6.3 IZVAJANJE GRADNJE	31
<b>7. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL</b>	<b>33</b>
7.1 ONESNAŽEVALA V ČASU GRADNJE	33
7.2 OBRATOVANJE	33
7.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL	34
V ANALIZI TVEGANJA SMO OCENI, DA JE ONESNAŽENJE PODZEMNE VODE MOŽNO Z MINERALNIMI OLJI IN SICER V ČASU GRADNJE KOT TUDI V ČASU OBRATOVANJA	34
<b>8. OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL</b>	<b>37</b>

8.1	MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA.....	37
8.2	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA .....	38
8.3	CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA.....	41
8.4	OPIS OGROŽENOSTI PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV .....	41
<b>9.</b>	<b>OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV.....</b>	<b>42</b>
9.1	OPREDELITEV SCENARIJEV.....	42
9.2	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADNJE .....	42
9.2.1	Scenarij normalnega razvoja dogodkov .....	42
9.2.2	Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	42
9.2.3	Scenarij najslabše možnosti .....	43
9.3	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA .....	43
9.3.1	Scenarij normalnega in alternativnega razvoja dogodkov.....	43
9.3.2	Scenarij najslabše možnosti .....	44
<b>10.</b>	<b>DOLOČITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV .....</b>	<b>44</b>
<b>11.</b>	<b>OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE.....</b>	<b>45</b>
11.1	RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA .....	45
11.1.1	Ocena referenčnega stanja .....	45
11.2	RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA .....	46
11.3	PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKE METODE.....	47
<b>12.</b>	<b>VARSTVENI UKREPI .....</b>	<b>48</b>
12.1	UKREPI, KI SO ŽE UPOŠTEVANI V PROJEKTNi DOKUMENTACIJI .....	48
12.2	OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL .....	48
12.2.1	Dodatni varstveni ukrepi v času gradnje, v analizi tveganja določeni ukrepi .....	48
12.3	OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA .....	50
<b>13.</b>	<b>MONITORING .....</b>	<b>51</b>
<b>14.</b>	<b>SKLEPNA OCENA.....</b>	<b>52</b>
<b>15.</b>	<b>VIRI PODATKOV IN LITERATURA .....</b>	<b>53</b>

#### Seznam tabel:

Tabela 1:	Osnovne naravne značilnosti Vodonosnega sistema Ljubljansko polje.....	14
Tabela 2:	Najnižji in najvišji ugotovljen nivo vode na vodomernih postajah .....	22
Tabela 3:	Prepovedi, omejitve in podrobnejši pogoji za VVO II B (Priloga 3 Uredbe o vodovarstvenem območju za telo vodonosnika Ljubljanskega polja).....	27
Tabela 4:	Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO II B – izvajanje gradbenih del.....	27
Tabela 5:	Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi.....	34
Tabela 6:	Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev potencialnih onesnaževal na predmetnem območju .....	34
Tabela 7:	Opredelitev kemičnih snovi in pripravkov kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa).....	35
Tabela 8:	Vhodni podatki in izračuni .....	39
Tabela 9:	Možna onesnaževala med gradnjo in obratovanjem.....	45
Tabela 10:	Vhodni podatki za izračun relativne občutljivosti (S) .....	46
Tabela 11:	Količine onesnaževal za različne scenarije med gradnjo .....	46
Tabela 12:	Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) v času gradnje.....	47
Tabela 13:	Količine onesnaževal za različne scenarije med obratovanjem objekta .....	47

<i>Tabela 14: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) v času obratovanja.....</i>	<i>47</i>
--	-----------

## Seznam slik:

<i>Slika 1: Lokacija posega – širše območje (vir: Atlas okolja).....</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Ožje območje lokacije posega (vir: Atlas okolja) .....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 3: Izsek iz OGK - z označeno lokacijo posega (Vir: Osnovna geološka karta SFRJ: lista Kranj in Ljubljana).....</i>	<i>10</i>
<i>Slika 4: Geološki presek Celovška cesta- Stegne-vodarna v Klečah-Sava pri Ježici (Žlebnik, 1971) z legendo.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika 5: Vodonosni sistem Ljubljanskega polja (izsek s karte vodonosnikov in vodonosnih sistemov R Slovenije) .....</i>	<i>14</i>
<i>Slika 6: Hidrogeološki profil vodonosnika Ljubljanskega polja (Žlebnik, 1971).....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 7: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Rejec Brancelj, 2005) .....</i>	<i>17</i>
<i>Slika 8: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Rejec Brancelj, 2005) .....</i>	<i>18</i>
<i>Slika 9: Hidrogeološki profil (Dravljje – Vodarna Kleče 1 – Roje – Sava).....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 10: Karta smeri toka in nivojev podzemne vode - visokovodno stanje (Geološki zavod Slovenije).....</i>	<i>21</i>
<i>Slika 11: Letalski posnetek z lokacijami piezometrov, kjer se spremlja količinsko in kakovostno stanje podzemne vode in z označenimi črpalnimi vrtnami vodarne Hrastje (Atlas okolja, maj 2023).....</i>	<i>22</i>
<i>Slika 12: Karta podlage vodonosnika (povzeto po: »Hidrogeološke raziskave na vplivnem območju pivovarne Union d.d.«; IRGO, maj 2000). .....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 13: Vodovarstvena območja – širše območje (Vir: Atlas okolja).....</i>	<i>24</i>
<i>Slika 14: Namenska raba prostora po OPN (vir: Urbinfo MOL).....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 15: Širjenje onesnaževala lažjega od vode v nezasičeni in zasičeni coni medzrnskega vodonosnika (prirejeno po Fetterju, 1999).....</i>	<i>38</i>
<i>Slika 16: Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (Vir: Jaron at al, 1996).....</i>	<i>40</i>

## 1. UVOD

### 1.1 NAMEN POSEGA

Nosilec posega APC INVEST d.o.o., namerava na območju južno od Kranjčeve ceste v Ljubljani, med zgradbo POP TV in Univerzitetnim rehabilitacijskim inštitutom RS – Soča zgraditi stanovanjsko stavbo s 107 oskrbovanimi stanovanji.

V pritličju in nadstropju so predvideni tudi poslovni prostori, v kleti pa garaža s parkirišči, shrambe, servisni prostori in skladišče etažnega lastnika Soča oprema.

Objekta se priključita na prometno omrežje, vodovod, kanalizacijo, toplovod, elektriko in telekomunikacije.

Po določilih *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23)* se predmetno območje nahaja na ožjem vodovarstvenem območju na podobmočju milejšim vodovarstvenim režimom z oznako VVO II B.

### 1.2 METODA

Analiza tveganja je izdelana kot deterministična analiza tveganja, določena s Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16), in z uporabo podatkov o načrtovanem posegu, ki jih je predložil izdelovalec projektne dokumentacije, javnih podatkov o stanju podzemnih voda in arhivskih podatkov izdelovalca analize tveganja.

### 1.3 PREDPISI

Podlage za izdelavo analize tveganja:

- Zakon o vodah /ZV-1/ (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV1A, 57/12-ZV-1B, 100/13-ZV-1C, 40/14-ZV-1D, 56/15-ZV-1E, 65/20)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16)

Predpisi s področja varstva okolja, ki jih je pri obravnavanem posegu potrebno upoštevati v povezavi z varstvom podzemnih voda:

- Zakon o varstvu okolja /ZVO-1/ (UL RS, št. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-OdlUS, 112/06-OdlUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08-ZVO-1B, 108/09-ZVO-1C, 57/12-ZVO-1E, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17-GZ, 21/18-ZNOrg, 84/18-ZIURKOE)
- Gradbeni zakon (GZ) (UL RS, št. 61/17, 72/17)
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami /ZVNDN/ (UL RS, št. 64/94, 33/02-Odl.US, 87/01-ZMatD, 41/04-ZVO-1, 28/06, 97/10, 21/18-ZNOrg)
- Zakon o kemikalijah /ZKem/ (Ur.l. RS, št. 36/1999, 11/2001-ZFfS, 65/2003, 47/2004-ZdZPZ, 61/2006-ZBioP, 16/08, ZKem-C – 9/11, 83/12-ZFfS-1)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15)
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (UL RS, 25/09)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15, 129/20)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08)
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11)
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16, 30/16)
- Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18)

## 2. LOKACIJA POSEGA

Lokacija predvidenega posega se nahaja v severnem delu mestne občine Ljubljana (MOL), v katastrski občini Bežigrad, med Kranjčevo ulico, stavbo Pop Tv, Univerzitetnim rehabilitacijskim Inštitutom Soča in Parkiriščem Zale.

Novogradnja je predvidena na zemljiščih s parc. št. 1325/1, 1325/2, 1331/3, 1347/13, 1326/2, 1326/3, 1326/4, 1326/5, vse k.o. Bežigrad (2636). V obstoječem stanju je zemljišče nepozidao in deloma zaraščeno.

Bližnja in širša okolica je gosto pozidana.

Na lokaciji posega in v njeni bližini ni površinskih voda. Reka Ljubljanica je od posega oddaljena ca. 1,7 km južno, rekla Sava pa 1,8 km severno.

Zemljišče je ravno, kota terena je okoli 298,5 m n.v.



*Slika 1: Lokacija posega – širše območje (vir: Atlas okolja)*





Slika 2: Ožje območje lokacije posega (vir: Atlas okolja)

### 3. GEOLOŠKE RAZMERE

#### 3.1 STRATIGRAFSKO LITOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na območju Ljubljanskega polja. Ljubljansko polje je del velike Ljubljanske udorine, ki je nastala v pliokvartarnem obdobju zaradi več faznega tektonskega ugrezanja. Občasna močna seizmična aktivnost priča, da njeno oblikovanje še ni zaključeno.

Naplavine Ljubljanskega polja so odložene v tektonsko udorino. Njeno podlago gradijo v glavnem kamnine karbonske starosti. To so glinasti skrilavci in muljevci s plastmi kremenovega peščenjaka.

Ljubljansko udorino je zapolnjevalo več različnih rek in potokov, ki so pritekali z obrobja in so sodelovali pri procesu zasipavanja Ljubljanskega polja. Največji del Ljubljanskega polja zapolnjujejo prodno-peščene naplavine reke Save, ki je prodni material prinašala z višje ležečih območij svoje doline, zato je njegova sestava zelo pestra (različni karbonati, kremenovi peščenjaki, kremen, keratofir). Prodno peščene naplavine so ponekod spriete v konglomerat.

##### Konglomeratni in prodni zasip Ljubljanskega polja

Ljubljansko polje je tektonska udorina podolgovate kotanjaste oblike, ki je nastala v pliokvartarnem obdobju. V udorino so bile odložene naplavine Ljubljanskega polja. Pri procesu zasipavanja Ljubljanskega polja je z naplavinami v največji meri sodelovala reka Sava in manj manjše reke in rečice z bližnjega obrobja. Sestava proda sega od karbonatov, kremenovih peščenjakov, kremen do keratofirjev. Peščeno prodni nanosi so ponekod spriete v konglomerat.

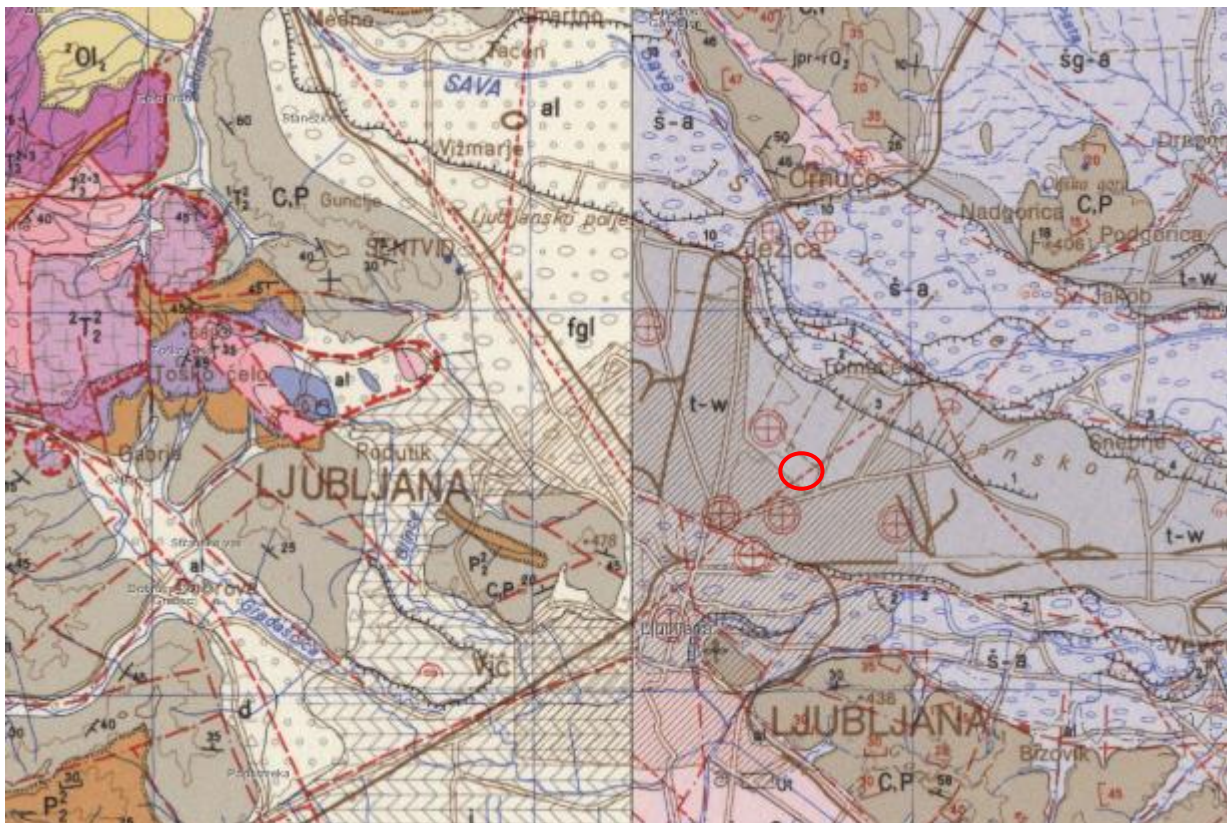


Skupna debelina peščeno prodnih ter konglomeratnih plasti je zelo različna, ker je tudi podlaga zasipov različno globoko pogreznjena. Med Tacnom in Črnučami nastopajo permokarbonske plasti v strugi Save. Na severnem in zahodnem obrobju Ljubljanskega polja (Gameljne, Medno, Brod) so plasti peščenega proda in konglomerata debele le nekaj metrov. V osrednjem delu Ljubljanskega polja, od Spodnjih Gameljnih prek Kleč do Dravelj, je predkvartarna podlaga močnejše pogreznjena. Skupna debelina kvartarnih sedimentov je tod od 70 do 105 m (Rejec Brancelj, 2005). Druga poglobljena kotanja je med Jarškim Brodom, Šentjakobom ter vodarno Hrastje in Žalami, kjer so kvartarne plasti debele od 70 do 80 m. Od Črnuč, na severnem robu, se podlaga pogloblja proti jugovzhodu. Na področju Tomačevskega proda, severovzhodno od mostu preko Save je na globini 20 m. Na severovzhodnem robu Bežigrada, vzhodno od križišča Vojkova - priključek obvoznice Ljubljana Tomačevo, je podlaga na globini 33 m. Od Tomačevskega rondoja se podlaga strmo spušča do globine 70 m pri Obrijah in preko 100 m proti jugovzhodu. Med Jarškim prodom, Mostami in Hrastjem se po podatkih vrtanja, predvsem pa geofizikalnih meritev, vleče depresija v podlagi z najnižjo koto v najglobljem delu pri Žalah. Na Flajšmanovi ulici je s piezometrom FLP-1/04, podlaga peščeno prodnatih zasipov navrtana na globini 104,2 m. Od Navja se podlaga peščeno prodnatih zasipov polagoma dviga proti jugozahodu, proti Ljubljanskim vratom. Med Brinjem na levem bregu Save ter Zgornjo Zadobrovo in Studencem poteka v smeri sever- jug visoko dvignjena predkvartarna podlaga permokarbonskih sedimentov. Tu je debelina kvartarnih sedimentov le od 8 do 20 m. Na območju med Spodnjo Zadobrovo in Zalogom pa leži permokarbonska podlaga ponovno nekoliko globlje. Debelina kvartarnih sedimentov je tu od 20 do 40 m (Rejec Brancelj, 2005). Debelina pleistocenskih plasti doseže pri Klečah okrog 100 m (Žlebnik, 1971).

Geološko sestavo kvartarnih sedimentov Ljubljanskega polja je najbolj pregledno podal Žlebnik (1971). Po legi od zgoraj navzdol je ločil naslednje niz sedimentov:

- humus,
- mlajšepleistocenski prodni zasip,
- glina in glina s prodniki,
- mlajši konglomeratni zasip,
- srednji konglomeratni zasip,
- starejši konglomeratni zasip,
- predkvartarna kamninska podlaga (permokarbonski klastiti).

Morfološko sledimo na Ljubljanskem polju visoko pleistocensko teraso, ki je na vrhu pokrita s tanko (0,3 do 1,0 m) plastjo humusa ter holocenske rečne naplavine na poplavni ravnici ob Savi. Debelina mlajšega pleistocenskega zasipa niha od 2 do 16 m, v povprečju pa je ta plast debela od 6 do 8 m. Debelina prodne plasti je pri vodarni Kleče okrog 7 m (Žlebnik, 1971).



Slika 3: Izsek iz OGK - z označeno lokacijo posega (Vir: Osnovna geološka karta SFRJ: lista Kranj in Ljubljana).

Pregled izrazov: fgl – konglomeratni in prodni zasip ljubljanskega polja; t-w: mlajši prodni zasip (würm); al-plitvi, glinasto peščeni zasipi z lečami in vložki slabo zaobljenega proda; C,P-peščenjak, meljevec, skrilavec in konglomerat.

Visoka pleistocenska terasa je na vrhu pokrita s tanko (0,3 do 1,0 m) plastjo *humusa*. Pod njo leži dokaj čist peščen *prod* (mlajši pleistocenski prodni zasip). Le ta sestoji pretežno iz apnenčevih, manj pa je porfirskih in peščenih prodnikov. Debelina mlajšega pleistocenskega zasipa niha od 2 do 16 m, v povprečju je ta plast debela od 6 do 8 m; pri vodarni Kleče okrog 7 m. Odložena naj bi bila v würmski ledeni dobi.

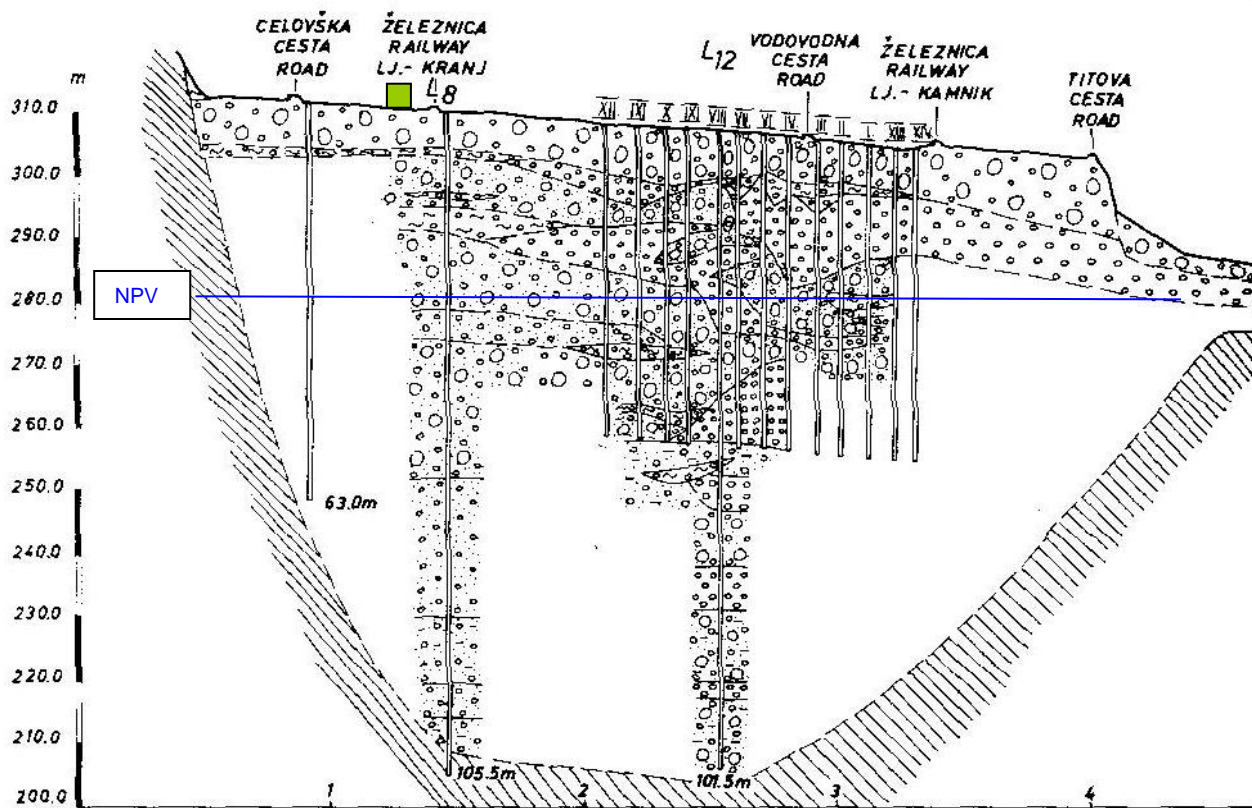
Pod mlajšepleistocenskim prodnim zasipom leži plast rjave *gline in gline s prodniki*. Glinasta plast je debela do 10 metrov. Nastala naj bi v riško-würmski medledeni dobi. Ponekod je glinasta plast zvezna, ponekod pa ne. Glina se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja med vznožjem Šentviškega hriba, Zapužami, Kosezami ter vznožjem Rožnika in Gradu do Ljubljanice na jugu, na severovzhodu pa približno do črte: železnica od razcepa s kamniško progo, Pivovarna Union, podvoz na Dunajski cesti in štajerska proga do toplarne. Na desnem bregu Ljubljanice gline povečini ni. V osrednjem delu polja nastopa rjava glina, oziroma glina s prodniki povečini v obliki leč. V Klečah je glinasta plast ugotovljena v vodnjakih I, VIII, XIII in XIV, v ostalih pa ne. Tam leži prodni zasip neposredno na mlajšem konglomeratnem zasipu. Debelina gline je v vodnjakih v Klečah okrog 2 m (Žlebnik, 1971). V vrtinah na lokaciji vodnjakov št. VIII, IX, X, XI v Klečah sta bila ugotovljena glinasta vložka v globini 35 do 37 m in 54 do 56, 5 m, ki verjetno predstavljata preperelo površje nekdanjih zasipov (Žlebnik, 1971).

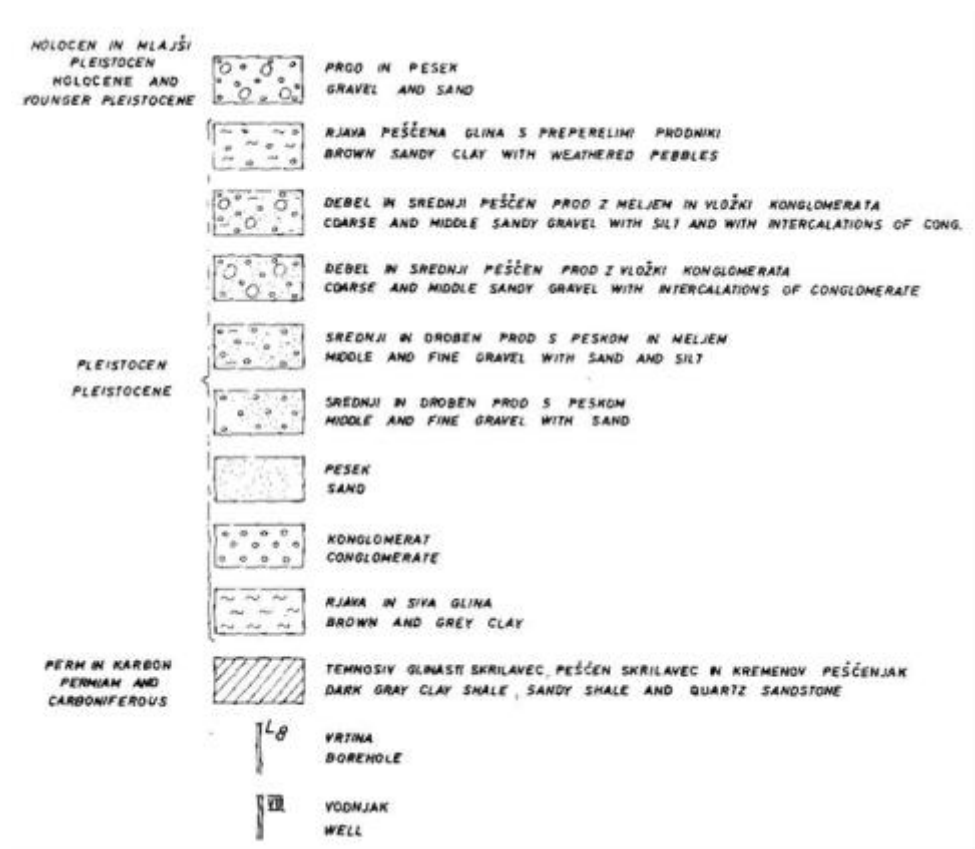
Mlajši konglomeratni zasip sestoji iz konglomerata in peščenega proda s tankimi vložki konglomerata. Pod njim leži tanjša plast rjave *gline s prodniki*, ki naj bi predstavljala preperino srednjega konglomeratnega zasipa. Glinasti vložki so bili nezvezno ugotovljeni tudi globlje. Mlajši konglomeratni

zasip izdanka ponekod na površini in sicer v strugah Ljubljanice in Save. Pod mlajšim konglomeratnim zasipom ležita še *srednji in starejši konglomeratni zasip*.

Skupna debelina holocenskih in pleistocenskih prodnih in konglomeratnih plasti je zelo različna, ker je tudi predkvartarna podlaga različno pogreznjena. Na zahodnem obrobju Ljubljanskega polja pri Mednem in Brodu so plasti peščenega proda in konglomerata debele le od 2 do 10 m. V osrednjem delu Ljubljanskega polja od Spodnjih Gameljn preko Kleč in Dravelj, je predkvartarna podlaga močnejše pogreznjena. Kvartarni sedimenti (pesek, prod in konglomerat) so tukaj debeli med 70 in 105 m. Druga poglobljena in široka kotanja je med Jarškim Brodom, Šentjakobom ter vodarno Hrastje in Žalami. Tu so prodne plasti debele od 70 do 80 m. Med Brinjem na levem bregu Save ter Zgornjo Zadobrovo in Studencem poteka v smeri sever – jug visoko dvignjena predkvartarna podlaga neprepustnih permokarbonskih sedimentov, kjer so kvartarne naplavine debele le od 8 do 20 m. Na območju med Spodnjo Zadobrovo in Zalogom pa leži permokarbonska podlaga ponovno nekoliko globlje, tako, da so tod prodno-konglomeratne plasti debele več kot 20 m oz. do 40 m.

Na južnem obrobju Ljubljanskega polja ob vznožju skrajno južnega dela Polhograjskih dolomitov, Draveljski dolini in na območju visoke viške terase, prekrivajo kvartarne sedimente nanosi potokov. Večinoma je to zaglinjen grušč, glina, organska glina, šota, melj in pesek. Te krovne plasti so v splošnem neprepustne.





Slika 4: Geološki presek Celovška cesta- Stegne-vodarna v Klečah-Sava pri Ježici (Žlebnik, 1971) z legendo

### 3.2 GEOLOŠKE RAZMERE OŽJEGA OBMOČJA

Okoli 100 m vzhodno od obravnavanega objekta je piezometer Pincome 4/10 (projekt INCOME). Geološka sestava je tu naslednja

- 0-6 m zaglinjen prod
- 6-9 m: zelo zaglinjen peščen prod
- 9-39 m: rahlo zaglinjen prod
- 39-40 m: glina
- 40-58 m: prod
- 58-60 m: konglomerat
- 60-82 m: menjavanje proda, peščenjaka, konglomerata
- 82-83 m: organska glina
- 83-94 m: konglomerat
- 94 m - : skrilavi glinavec; kamninska podlaga (permokarbon).

V piezometru Pincome 5/10, ki je okoli 1 km severozahodno od lokacije gradnje, je geološka sestava podobna. Podlaga vodonosnika (skrilavi glinavec) je na globini 95,5 m.

Za območje varovanih stanovanj soči park je bila narejena geološko geomehanska raziskava. Geološka sestava je:

- 0-0,5 m: humus
- 0,5-4 m: prod
- 4 – 8 m: glina s peskom
- 8 – 10 m: konglomerat

Za območje predvidenega posega je bila narejena geološko geomehanska raziskava – 3 vrtine (Geomehansko poročilo o sestavi in temeljenju tal večstanovanjskega objekta Savski klin v Ljubljani, APV Invest d.o.o., št. poročila 279/2023), katere ugotovitve povzemamo v nadaljevanju).

Območje gradnje predstavlja travno površino.

Geološka sestava tal se je nekoliko razlikovala med vrtinami, v osnovi pa je bila naslednja:

- 0-0,60 m: humus
- 0,6-3,7 ali 4,2 m: peščen prod
- Pusta glina (debelina plasti 0,7-1,5 m)
- Glina s prodniki (debelina 0,8-2,8 m)

Vrtanje v vseh vrtinah je bilo končano v rahlo vezanem produ. Med vrtanjem v vrtinah ni bila ugotovljena prisotnost vode. Talna voda se nahaja več kot 10 m pod površjem.

### **3.3 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI**

Permokarbonske plasti podlage Ljubljanskega polja pripadajo Škofjeloško-Trnovskemu pokrovu (Grad, Ferjančič, 1976). Plasti permokarbonskih skrilavih glinavcev, meljevcev in peščenjakov so intenzivno nagubane.

Obravnavano ozemlje pripada Ljubljanski kotlini, ki je začela nastajati še pred srednjim oligocenom. Ob prelomih je bilo ozemlje spuščeno. Prelomi so bili aktivni še v kvartarju in tudi v recentnem času. Udorina Ljubljanskega barja je začela nastajati na meji med pliocenom in pleistocenom.

### **3.4 SEIZMIČNOST TERENA**

Uprava RS za geofiziko je izdala novo karto projektnega pospeška tal za povratno dobo 475 let (Eurocode 8). Po tej karti je projektni pospešek tal na obravnavanem območju 0,275 g.

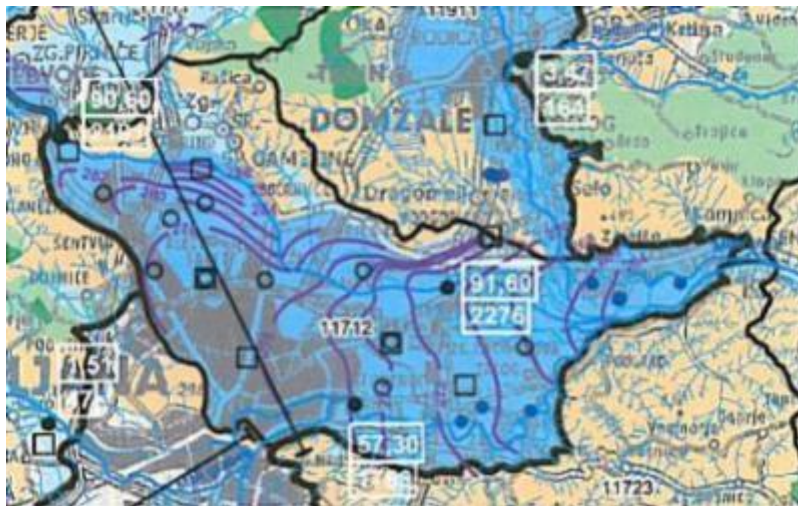


## 4. HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

### 4.1 PODZEMNE VODE

#### 4.1.1 Obseg in velikost vodonosnika Ljubljanskega polja

Aluvialni prodno-peščeni vodonosnik Ljubljanskega polja se razteza vzdolž Save med Mednim in Dolskim (slika spodaj) in zajema površino 109 km<sup>2</sup>, njegova srednja nadmorska višina pa skoraj 300 m nad morjem (tabela spodaj).



Slika 5: Vodonosni sistem Ljubljanskega polja (izsek s karte vodonosnikov in vodonosnih sistemov R Slovenije)

Aluvialni prodno-peščeni vodonosnik zavzema na površju večji del vodonosnega sistema 11712 in je na sliki (slika zgoraj) prikazan z modro barvo (Prestor & al., 2006a).

Tabela 1: Osnovne naravne značilnosti Vodonosnega sistema Ljubljansko polje

Površina (km <sup>2</sup> )	109
Srednja nadmorska višina (m.n.v.)	296
Najvišja nadmorska višina (m.n.v.)	630
Najnižja nadmorska višina (m.n.v.)	256
Največja dolžina (km)	20
Največja širina (km)	7

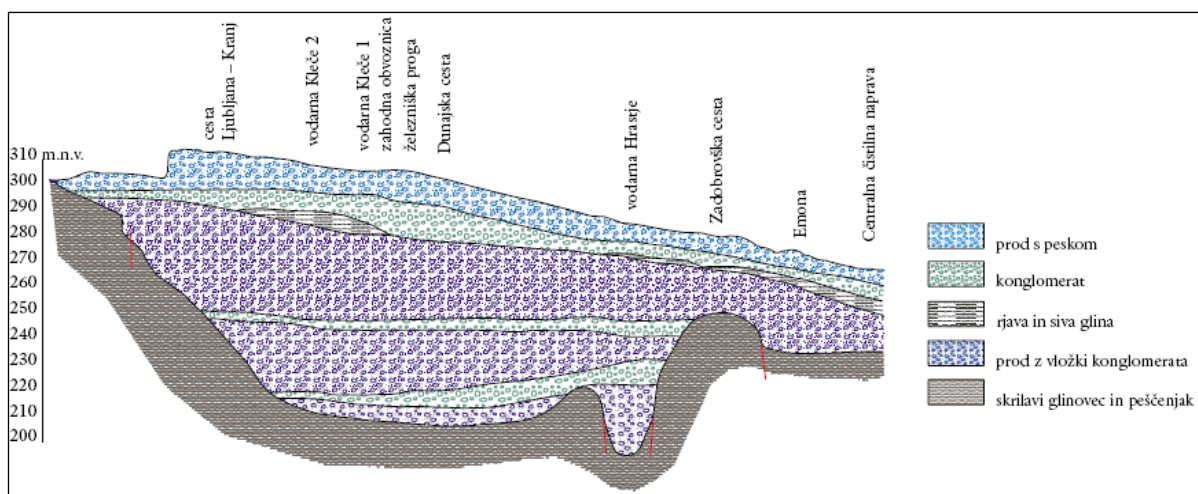
#### 4.1.2 Hidrogeološka zgradba vodonosnika Ljubljanskega polja

##### **Vzdolžni hidrogeološki prerez Ljubljanskega polja od Mednega do sotočja rek Save in Ljubljanice**

Ljubljansko polje je tektonska udorina, ki ima obliko skleda in je zasuta z vodonosnimi sedimenti, ki dosežejo tudi 100 m debeline. Udorino je zasipavala reka Sava, ki je v geološki zgodovini večkrat menjala smer svojega toka in s tem oblikovala polje. Neprepustna podlaga iz permokarbonskih skrilavcev in peščenjakov se je začela pogrezati v kvartarju. Spodnji del vodonosnika gradijo pleistocenski prodi in peski, v zgornjem delu pa se nahajajo holocenski peščeno prodni sedimenti. Med peščeno prodnimi nanosi polja se v več nivojih nahajajo leče konglomerata. Nad lečami konglomerata se nahaja glina, ki skupaj s konglomeratom predstavlja hidravlično slabo prepusten kompleks in deloma varuje nižje ležeče vodonosne plasti pred onesnaženjem. Hkrati pa konglomerat, v katerem so zaradi kemičnih reakcij, ki so raztopile karbonatne prodnike, nastale kaverne, predstavlja medij, v katerem lahko pričakujemo zelo veliko horizontalno prevodnost.

V kvartarnih nanosih, ki zapolnjujejo tektonsko udorino Ljubljanskega polja, so velike količine podzemne vode. V splošnem je vodonosnik Ljubljanskega polja medzrnski vodonosnik s prosto gladino podtalnice. Prodne plasti so dobro prepustne plasti z medzrnsko poroznostjo. Prepustnosti plasti je manjša tam, kjer so med prodniki vložene plasti melja in gline. Zaradi lokalnih nanosov slabše prepustnih glinastih vložkov je lahko na ožjih območjih polodprt, polzaprt ali zaprt vodonosnik. Permokarbonski skrilavi peščenjaki, meljevci in glinavci, ki so v boku in podlagi vodonosnika, so neprepustni.

Smer toka podzemne vode na Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu, to je od Broda skozi Kleče, Bežigrad, Tomačevo in Jarše. Od tukaj gre južni krak proti Slapam, Kašlju in Zalogu, severni krak pa skozi Hrastje, Sneberje in Šentjakob. Hitrost podzemne vode se spreminja in je odvisna od vsakodnevnih hidroloških razmer – padavin in gladine Save in znaša od nekaj metrov pa do nekaj deset metrov na dan. Podzemno vodo bogatijo vode reke Save, ponikanje potokov s Šišenskega hriba in infiltracija padavin. Zelo pomembno je prečno napajanje podzemne vode vzdolž infiltracijskih območij Brod – Roje ter Tomačevo in Jarše v času visokih gladin reke Save.



Slika 6: Hidrogeološki profil vodonosnika Ljubljanskega polja (Žlebnik, 1971)

### **Hidrodinamske meje**

Naplavine Ljubljanskega polja so odložene v tektonsko udorino, ki jo gradijo v glavnem kamnine permokarbonske starosti, to so glinasti skrilavci s plastmi kremenovega peščenjaka. Te plasti predstavljajo po obrobju in v dnu prodnopedčenega vodonosnika Ljubljanskega polja praktično neprepustno hidravlično mejo.

V zgornjem delu se vodonosnik iz reke Save napaja, v spodnjem delu pa se v njeno strugo drenira. Najbolj izrazito območje napajanja iz reke je v poteku Save med Šmartnim in Tomačevim, najbolj izrazito območje dreniranja pa od Sneberj proti sotočju Save, Ljubljanice in Kamniške Bistrice proti Dolskemu. Dreniranje se izraža v obstoju izvirov (studenčnic), ki izvirajo ob vznožju nizkih teras in iztekajo v Savo in Ljubljanico od Vevč ter Zgornjega in Spodnjega Kašlja navzdol (Urbanc & al., 2001). Ti izviri in studenčnice so tako neposredni pokazatelj količinskega stanja vodnega telesa podzemne vode Ljubljanskega polja.

### **Določitev hidrogeoloških enot**

- Nizka savska terasa: nastopa vzdolž rek Save, od Tacna do Zaloga in Ljubljanice, od Toplarne do Zaloga. Ob Savi je nizka terasa široka od 0,5 do 2 km in ob Ljubljanici od 0,2 do 1 km. Ob zgornjem toku Save, med Tacnom in Črnučami, si je reka korito vrezala v permokarbonsko podlago, pod Črnučami je debelina holocenskih plasti med 4 in 15 metrov. Na nizki terasi ob Ljubljanici je debelina holocenskega peščenega proda od 5 do 12 metrov. Peščeno prodnati zasipi so prekrti z do 2 m debelo plastjo peska. Pod holocenskimi zasipi ležijo pleistocenski nanosi peščenega proda, ki je mestoma sprjet v nepravilne leče konglomerata. Med pleistocenskim



peščeno prodnatimi zasipi nastopajo leče peska in gline. Vodoprevodnost peščeno prodnatih zasipov nizke terase ob Savi je dobra do zelo dobra, s koeficientom prepustnosti  $k > 10^{-2}$  m/s. Na območju ob Ljubljani je vodoprepustnost peščeno prodnatih zasipov dobra s koeficientom prepustnosti  $k > 10^{-3}$  m/s.

- Visoka savska terasa: nastopa na osrednjem delu Ljubljanskega polja. Mlajši pleistocenski peščeno prodnati zasip je tu prekrit s tanjšimi nanosi, od 0,30 do 1 m, peščene gline, peska in melja. Debelina peščenega proda je od 2 do 16 m. Pod mlajšimi pleistocenskimi peščeno prodnatimi zasipi leže peščeno prodnati zasipi s polami in lečami gline s preperelimi prodniki in nepravilne leče različno razvitega konglomerata ter leče zaglinjenega proda. Konglomerat je pogosto zakrasel. Vodoprevodnost peščeno prodnatega zasipa je dobra do zelo dobra s koeficientom prepustnosti  $k > 1 \times 10^{-2}$  m/s. Kjer nastopajo leče gline, peska in meljastega ter zaglinjenega proda je vodoprevodnost temu ustrezno manjša, koeficient prepustnosti  $k < 10^{-4}$  m/s.

### **Globina vodonosnika**

Nanosi Ljubljanskega polja zapolnjujejo tektonsko udorino, katere podlago gradijo kamnine permokarbonske starosti: skrilavci, skrilavi glinovci in meljevci s plastmi kremenovega peščenjaka. Aluvialni vodonosnik sega od površine do predkvartarne podlage. Kvartarni sedimenti (pesek, prod, konglomerat) so debeli do cca 105 m. V peščeno prodnatih nanosih Save nastopajo prodniki o heterogenega izvora: karbonatni, kremenovega peščenjaka, kremenovi in keratofirski. Peščeno prodnati zasipi so ponekod sprijeti v konglomerat. Skupna debelina pleistocenskih in holocenskih peščeno prodnih zasipov in konglomerata je zelo različna, kar je posledica različno globoko pogreznjene predkvartarne podlage. V osrednjem delu Ljubljanskega polja je predkvartarna podlaga najmočnejše pogreznjena. Od Črnuč, kjer so karbonske plasti v strugi Save razgaljene, se podlaga pogloblja proti jugovzhodu. Na področju Tomačevskega proda, severovzhodno od mosta preko Save je predkvartrana podlaga na globini 20 m. Na severovzhodnem robu Bežigrada, vzhodno od križišča Vojkova cesta - priključek obvoznice Ljubljana Tomačevo, je predkvartrana podlaga na globini 33 m. Od Tomačevskega rondoja se, po do sedaj znanih podatkih, predkvartarna podlaga strmo pogloblja do globine 70 m pri Obrijam in še globlje preko 100 m, v smeri proti jugovzhodu. Po podatkih vrtanja in geofizikalnih meritev nastopa med Jarškim prodom, Mostami in Hrastjem depresija z najglobljim delom pri Žalah. Na območju BTC je debelina vodonosnika približno 95 m. Na lokaciji piezometra FIP-1/04 ob Flajšmanovi ulici, leži podlaga na globini 104,2 m. Na območju med Sp. Zadobrovo in Zalogom, oziroma Dolom, pa je vodonosnik debel preko 20 m, oziroma do 40 m. Os depresije v podlagi se vleče proti zahodu in jugozahodu, Od Navja (vrtina Navje), pa se podlaga polagoma dviga proti Ljubljanskim vratom med Rožnikom in Ljubljanskim gradom.

Na območju visoke pleistocenske terase na Ježici peščeno prodnati zasip prekrit z do 1 m debelo plastjo rjave gline, pod njo leži prod z rjavim glinastim meljem, do globine 9 m nastopa svetlo do temno siv prod. Na globinah od 9 m do 38 m in več nastopa zbit meljasto peščen prod z vložki konglomerata. Po tem peščeno prodnatim zasipom z vložki konglomerata na stopa podlaga temnosivega glinastega skrilavca. Podobne razmere se pričakujejo tudi na lokaciji piezometra LP Ježica/12 na Ježici.

### **Koeficient prepustnosti v kvartarnih sedimentih**

Vrednost koeficienta prepustnosti je bila določena na podlagi številnih rezultatov črpalnih poskusov v vrtinah. Ugotovljeno je bilo, da je prepustnost kvartarnih sedimentov Ljubljanskega polja zaradi heterogene sestave vodonosnika različna tako v vodoravni kot v navpični smeri. V splošnem je prepustnost plasti večja v osrednjem delu polja, kjer znaša od  $1,24 \times 10^{-2}$  do  $5,34 \times 10^{-3}$  m/s in manjša na obrobju, kjer je približno  $5,5 \times 10^{-4}$  m/s (*Rejec Brancelj, 2005*). Koeficient prepustnosti pleistocenskega vodonosnika na območju vodarne Kleče je  $8 \times 10^{-3}$  m/s. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne Hrastje od  $2 \times 10^{-2}$  m/s do  $8,6 \times 10^{-3}$  m/s, na območju vodarne Jarški prod pa  $1,4 \times 10^{-2}$  m/s. Vrednosti koeficienta prepustnosti dobljene na podlagi izračunov iz črpalnih poskusov so naslednje:

Osrednji del polja:

Vodarna Kleče

$$k = 8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

Opazovalna vrtina Vodovodna  $k=1,73 \times 10^{-2} \text{ m/s}$   
 Opazovalna vrtina Navje  $k=1,24 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

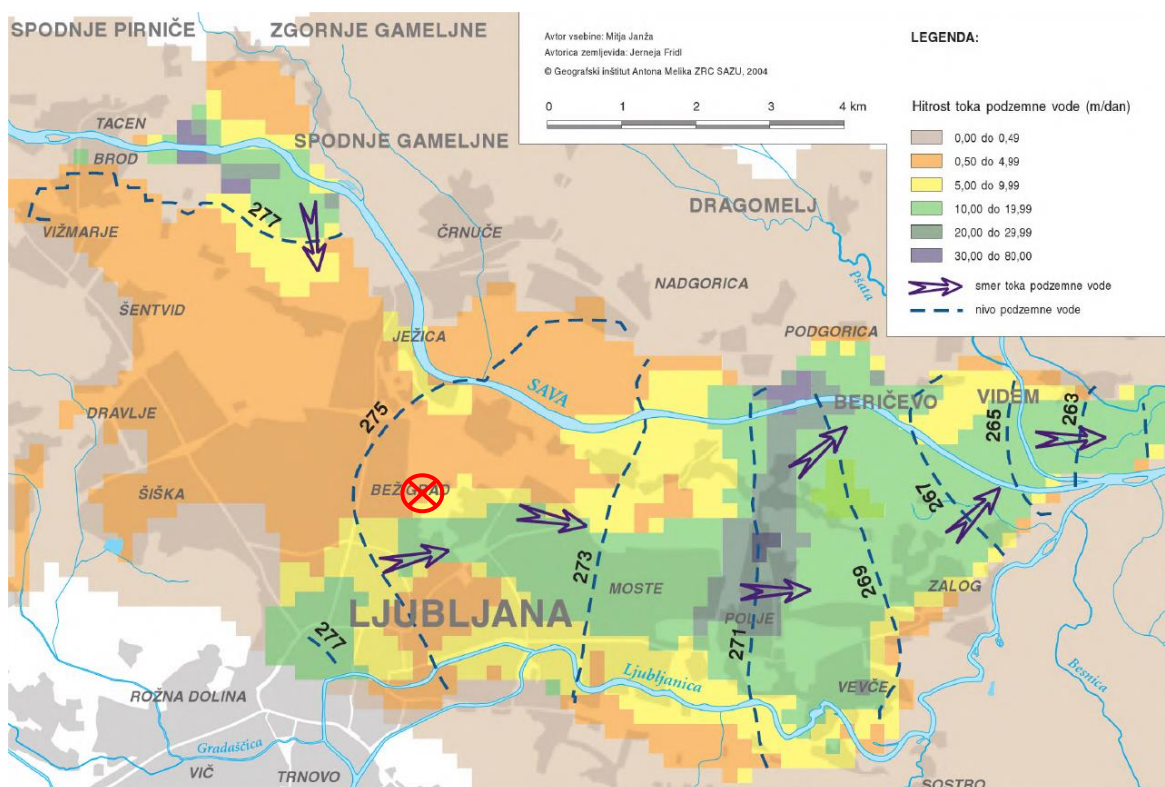
**Obrobje osrednjega dela polja:**

Opazovalna vrtina Roje  $k=1,49 \times 10^{-3} \text{ m/s}$   
 Drenaža Medno  $k=6,6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$   
 Vodarna Šentvid  $k=5,34 \times 10^{-3} \text{ m/s}$   
 Vodnjak Delo  $k=3,1 \text{ do } 3,42 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

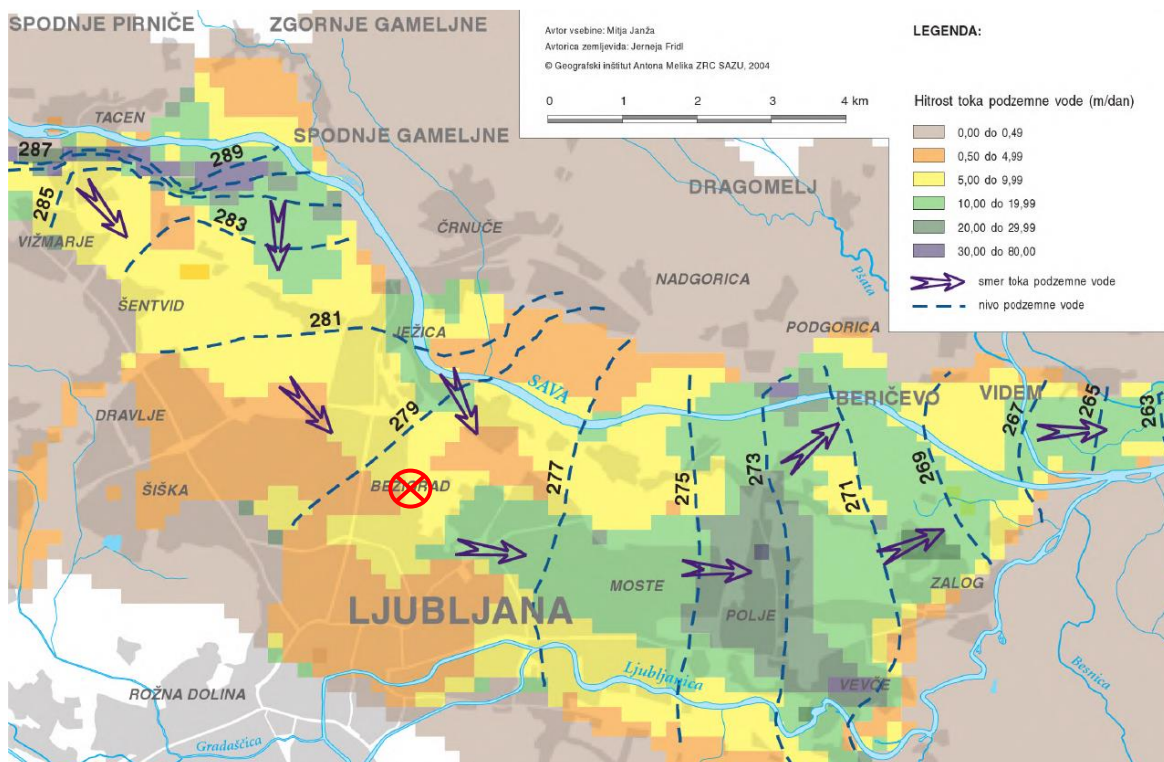
**Smer in hitrost pretakanja podzemne vode**

Generalna smer podtalnice na celotnem Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu vzporedno z reko Savo. Strmec podzemne vode je največji v severozahodnem delu Ljubljanskega polja, med Brodom in Klečami ter znaša okoli 1,5 ‰, proti vzhodu se zmanjšuje in znaša pri Hrastju 0,9 ‰.

Do sedaj izvedene hidrogeološke raziskave na Ljubljanskem polju kažejo, da znašajo hitrosti podzemne vode v zahodnem delu vodonosnika večinoma med 0,5 in 5 m/dan ob nizkih vodostajih in med 5 in 10 m/dan v času visokih vodostajev, vzhodnem delu vodonosnika pa večinoma med 10 in 20 m/dan ob nizkih vodostajih in v času visokih vodostajev.



Slika 7: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Rejec Brancelj, 2005)



Slika 8: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Rejec Brancelj, 2005)

### **Razpoložljivost vodonosnika**

#### **Statične zaloge podzemne vode**

Statične zaloge vodonosnika so pri učinkoviti poroznosti približno 15% velike, sicer pa se v današnjih razmerah gotovo še ne izkoriščajo. Napajanje vodonosnika iz padavin iz Save zagotavlja, da dinamične zaloge še niso izkoriščene.

#### **Dinamične zaloge podzemne vode**

Bilančne rezerve, katerih kakovost ustreza pogojem rabe in, ki jih je možno ekonomsko izkoriščati z obstoječo tehnologijo, so bile v Bilanci podzemnih vod R Slovenije - letno poročilo 1995 - ocenjene skupno na 3,08 m³/s (97.106 m³/leto). Kot zanesljive rezerve (A) pa so bile ocenjene zaloge v količini 1.380 l/s (43.106 m³/leto).

Na izstopnem delu vodonosnika Ljubljanskega polja so v sedanjem obdobju še dejavni izviri, ki izpod nizke terase še drenirajo vodonosnik tudi v površinske vode. V zgornjem Kašlju je tako dejavna studenčnica (merilno mesto 26 - VO-KA LJ), ki ima v sušnem času pretok približno 30 l/s (Prestor & al, 2005b).

Največje količine vodnega telesa se izkoriščajo s črpališči Kleče, Hrastje in Šentvid (približno 0,9 m³/s). Manjša količina pa se izkorišča še z zasebnimi vodnjaki in industrijskimi vodnjaki.

#### **Obnavljanje vode**

Za obdobje 1961-1990 je bila, na podlagi merskih podatkov padavin in temperature monitoringa ARSO, izračunana povprečna infiltracija 625 mm/leto. (Prestor & al, 2006b).

Če privzamemo celotno površino vodonosnega sistema Ljubljanskega polja, lahko ocenimo, da bi bile celotne obnovljive zaloge na račun učinkovite infiltracije približno 2,16 m³/s (za obdobje 1961-1990). Po Metodologiji za opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije je dobljena ocena, da je na območju vodonosnega sistema Ljubljanskega polja (11712) izkoristljivih približno 60% celotnih

obnovljivih zalog iz učinkovite infiltracije, oziroma 1,296 m<sup>3</sup>/s (Prestor & al, 2006b). Na ta način ocenjene izkoristljive zaloge so bile opredeljene tudi kot »potencialne« zaloge podzemne vode.

### **Hidrogeološke značilnosti nenasičene cone oziroma krovnih plasti**

Na območju celotne Ljubljanske udorine je bilo določenih 14 tipov krovnih plasti, ki jih je opisal inž. Mencej (Drobne & al., 1997). Kriterij določevanja tipov krovnih plasti je bila njihova granulometrijska sestava in sedimentacijske značilnosti.

Za Ljubljansko polje lahko v splošnem ugotovimo, da večino ozemlja predstavljata visoka in nizka savska terasa. Vse te plasti sestavljajo pretežno prodno-peščeni nanosi, s posameznimi vmesnimi manj prepustnimi sloji. V splošnem gre za plasti, ki nimajo izrazitih pravih krovnih slabo prepustnih plasti razen v primeru viške terase. Za viško teraso je značilna prava glinasta krovna plast v debelini nekaj metrov (značilna debelina je 5 m). Ostale našteje enote prekriva le prst in pa v posameznih primerih peščeni in meljasti tanjši nanos. Prepustnosti teh plasti ocenjene na podlagi granulometrične sestave znašajo do 10<sup>-3</sup> m/s, lokalno tudi več. Prepustnosti so manjše, tam kjer je primešana drobnejša frakcija.

Ostale enote krovnih plasti so razporejene vzdolž samega obrobja Ljubljanskega polja. Značilnost teh enot je nastopanje pravih krovnih plasti, ki predstavljajo dejansko zaščito vodonosnika in dosegajo debeline od 5 do 20 m. Navpične prepustnosti teh plasti so praviloma manjše od 10<sup>-5</sup> m/s, v veliki večini primerov pa manjše od 10<sup>-6</sup> m/s. Glinaste plasti dosegajo še tudi bistveno nižje vrednosti prepustnosti, to reda velikosti 10<sup>-9</sup> m/s.

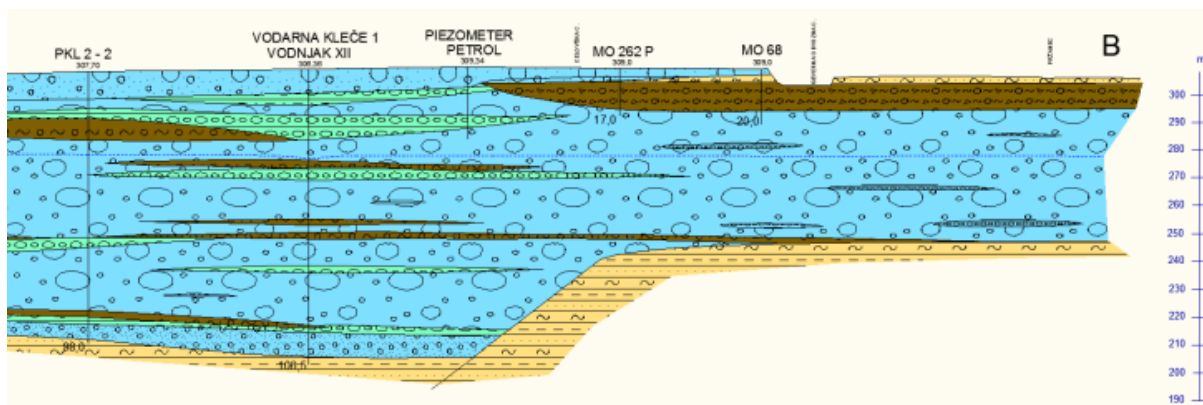
V osrednjem delu polja med Klečami in Hrastjem torej nimamo pravih krovnih plasti, ki bi predstavljale dobro zaščito pred onesnaženjem. Prenos vode s površine skozi nenasičeno cono je lahko zelo različen glede na lokalno heterogenost. V posameznih primerih se sicer lahko onesnaževalo razmeroma dolgo zadrži v nenasičeni coni, vendar pa je praktično potrebno računati z možnostjo zelo hitrega prenosa morebitnega onesnaževala do gladine podzemne vode v primeru močne infiltracije padavin.

## **4.1.3 Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji**

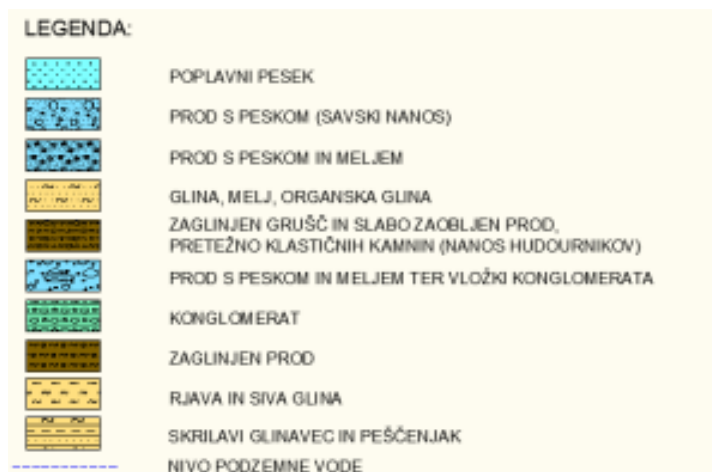
### **Hidrogeološka zgradba**

Vodonosnik Ljubljanskega polja na širšem območju sestavljajo peščeno prodnati sedimenti s plastni konglomerata, zaglinjenega proda s peskom ter dobro prepustnega srednje do debelega proda s peskom.

Obravnavano območje leži na mlajšem pleistocenskem prodnem zasipu savske terase Ljubljanskega polja. Vodonosnik Ljubljanskega polja je na tem delu odprt vodonosnik, to pomeni, da je gladina podzemne vode v njem prosta.







Slika 9: Hidrogeološki profil (Dravlje – Vodarna Kleče 1 – Roje – Sava)

### Koeficient prepustnosti in gradient podzemne vode

Delež prostih por v vodonosni plasti skozi katere se pretaka podzemna voda opredeljuje efektivna poroznost. Vrednosti le-te so v obravnavanem vodonosniku težko določljive in na voljo ni ustreznih podatkov meritev. Na podlagi rezultatov granulometričnih analiz in meritev je ocenjeno, da je efektivna poroznost obravnavanega vodonosnika v povprečju okrog 15 %.

Prepustnost je močno spremenljiva v odvisnosti od deleža peščene in meljne primesi. Če upoštevamo, da gre tudi za konglomerate, moramo privzeti, da je prepustnost v navpični smeri lahko mestoma zelo spremenljiva, vendar pa gotovo manjša od prepustnosti v vodoravni smeri.

Koeficient prepustnosti na območju vodarne Hrastje je od  $2 \times 10^{-2}$  do  $8,6 \times 10^{-3}$  m/s (Mencej 1995). Pri izračunih smo upoštevali koeficient prepustnosti  $K = 8,6 \times 10^{-3}$  m/s.

Gradient podzemne vode na območju predvidene gradnje znaša  $\sim 1,5\text{‰}$  (0,0015) (po literaturi).

### Smer in hitrost podzemne vode

Hitrost pretakanja podzemne vode je pogojena s hidravličnim gradientom podzemne vode ter koeficientom prepustnosti in efektivno poroznostjo vodonosnih plasti.

Smer toka podtalnice na obravnavani lokaciji in v njeni v širši okolici je od severozahoda proti jugovzhodu in sledi generalnemu toku podzemne vode t.j. okvirno vzporedno z reko Savo.

Dosedaj izvedene hidrogeološke raziskave na Ljubljanskem polju kažejo, da znašajo hitrosti podzemne vode v zahodnem delu vodonosnika večinoma med 0,5 in 5 m/dan ob nizkih vodostajih in med 5 in 10 m/dan v času visokih vodostajev. V vzhodnem delu vodonosnika pa so hitrosti nekoliko večje in so v času nizkih vodostajev med 10 in 20 m/dan. V času višjih vodostajev so hitrosti med 20 in 30 m/dan.

Hitrost podzemne vode ( $v$ ) na predmetni lokaciji dobimo iz podatkov koeficienta prepustnosti  $K$ , povprečnega gradienta podzemne vode in efektivne poroznosti po enačbi:  $v = (K \cdot i) / n$ . Izračunana hitrost je 7,4 m/dan (izračun podrobneje v poglavju 8.3).

### Globina do podzemne vode

Podzemna voda se v vodonosniku Ljubljanskega polja nahaja na globini do 30 m (Rman, 2013). Globina do podzemne vode je odvisna od njene gladine in višine terena ter se spreminja od Vižmarij do Zaloga in obrobja polja proti reki Savi. Na visoki terasi pri Vižmarjih je na globini več kot 30 m. Na območju med Šentvidom in kamniško progo je 25-30 m globoko, med Bežigradom, glavno železniško

postajo in Ježico pa na globini 20 in 25 m pod površjem. V Mostah in Savskem naselju je podzemna voda 15-20 m globoko, na širokem območju od Tomačevega prek vodarne hrastje do Novega Polja ter Toplarne v Mostah do Polja pa med 10 in 15 m globoko. Na nizki terasi je podzemna voda bliže površini. Na odseku Brod-Roje je na globini 12-20 m, med Ježico in Zadobrovo med 5 in 10 m (Rejec, 2005).



*Slika 10: Karta smeri toka in nivojev podzemne vode - visokovodno stanje (Geološki zavod Slovenije)*

ARSO ima v okolici lokacije predvidenega posega več piezometriških vrtin, kjer zvezno merijo nivo podzemne vode. Najbližja piezometra obravnavani lokaciji sta Lj.-Flajšmanova (600 m JV od lokacije gradnje) in Lj.-Vojkova, ki je od lokacije gradnje oddaljen 890 m JZ. V nadaljevanju smo izpisali minimalne in maksimalne in srednje nivoje podzemne vode v triletnem obdobju (2017-2020).

Podatki o minimalnih in maksimalnih so povzeti po podatkih ARSO in so javno dostopni na: [https://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod\\_arhiv\\_tab.php](https://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php). Izračunali smo srednjo letno gladino oziroma nivo podzemne vode, ki je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode.



Slika 11: Letalski posnetek z lokacijami piezometrov, kjer se spremlja količinsko in kakovostno stanje podzemne vode in z označenimi črpalnimi vrtinami vodarne Hrastje (Atlas okolja, maj 2023).

Tabela 2: Najnižji in najvišji ugotovljen nivo vode na vodomernih postajah

		<b>Lj. Flajšmanova</b>	<b>Lj. Vojkova</b>	<b>Hrastje (0341)</b>
<b>2017</b>	Min. NPV (m)	275,44	276,02	273,39
	Maks. NPV (m)	277,75	278,52	275,65
	Povpr. NPV (m)	276,595	277,27	274,52
<b>2018</b>	Min. NPV (m)	275,66	276,28	273,37
	Maks. NPV (m)	277,56	278,5	275,27
	Povpr. NPV (m)	276,61	277,39	274,32
<b>2019</b>	Min. NPV (m)	275,67	276,28	273,49
	Maks. NPV (m)	277,2	277,92	275,18
	Povpr. NPV (m)	276,44	277,1	274,34
<b>2020</b>	Min. NPV (m)	275,66	276,23	273,51
	Maks. NPV (m)	277,03	277,86	274,76
	Povpr. NPV (m)	276,35	277,05	274,14

Najbližji piezometer, kjer se spremlja nivo podzemne vode, je Ljubljana - Flajšmanova, ki je oddaljen okoli 600 m proti jugovzhodu. Privzamemo lahko, da so nivoji podzemne vode na predmetni lokaciji zelo podobni oz. za okoli 20 cm višji, saj gradient podzemne vode rahlo pada od zahoda proti vzhodu.

Glede na statistične podatke o nivojih podzemne vode v triletnem obdobju na vodomerni postaji Ljubljana - Flajšmanova (tabela zgoraj), so nivoji podzemne vode na obravnavani lokaciji:

- Minimalni nivo:  $275,61 + 0,2 \text{ m} = 275,81 \text{ m}$
- Maksimalni nivo  $277,39 + 0,2 \text{ m} = 277,59 \text{ m}$
- Povprečni nivo:  $276,50 + 0,2 \text{ m} = 276,70 \text{ m}$

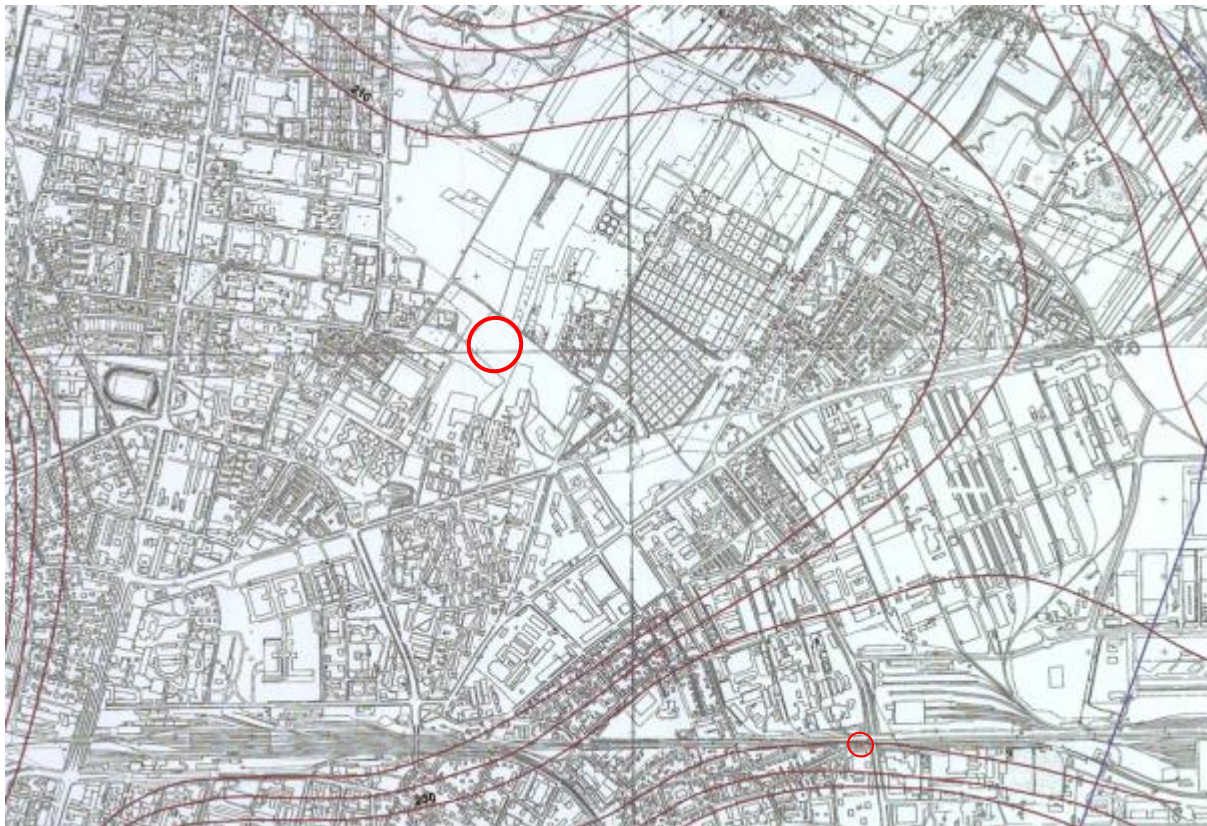
Najbližji črpalni vodnjaki v črpališču Hrastje so od lokacije oddaljeni 2,9 km.

### **Podlaga vodonosnika**

Podlaga vodonosnika na obravnavanem območju se po modelu podlage vodonosnika Ljubljanskega polja, nahaja na približni koti 210 m.n.v., kar je na globini približno 90 m pod površjem. Podlago



vodonosnika tvori skrilavi glinavec karbonske starosti. Nasičeni del vodonosnika je torej debel cca. 70 metrov.



Slika 12: Karta podlage vodonosnika (povzeto po: »Hidrogeološke raziskave na vplivnem območju pivovarne Union d.d.«; IRGO, maj 2000).

## 4.2 POVRŠINSKE VODE

Na obravnavani lokaciji ali v neposredni okolici ni površinskih vodotokov. Najbližji vodotok Ljubljanica je od lokacije posega oddaljen več kot 1,8 km južno, vodotok Sava je na oddaljenosti ca. 2 km severno.

Območje ni poplavno ogroženo.

Reka Sava ima na Ljubljanskem polju pomembno vlogo zaradi napajanja vodonosnika. Dokazano je, da se vodonosnik pretežno napaja iz reke Save (51%) in iz padavin (33%), delno pa tudi podzemno iz drugih vodonosnikov (16%) (Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani, 2002).

Reka Ljubljanica zaradi zablatenosti struge Ljubljansko polje preči brez hidrodinamičnega odnosa s podzemno vodo vodonosnika Ljubljanskega polja.

## 4.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI

### 4.3.1 Vodovarstvena območja

Vodovarstvena območja so bila sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23). Ta uredba določa vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, ki se uporablja za oskrbo

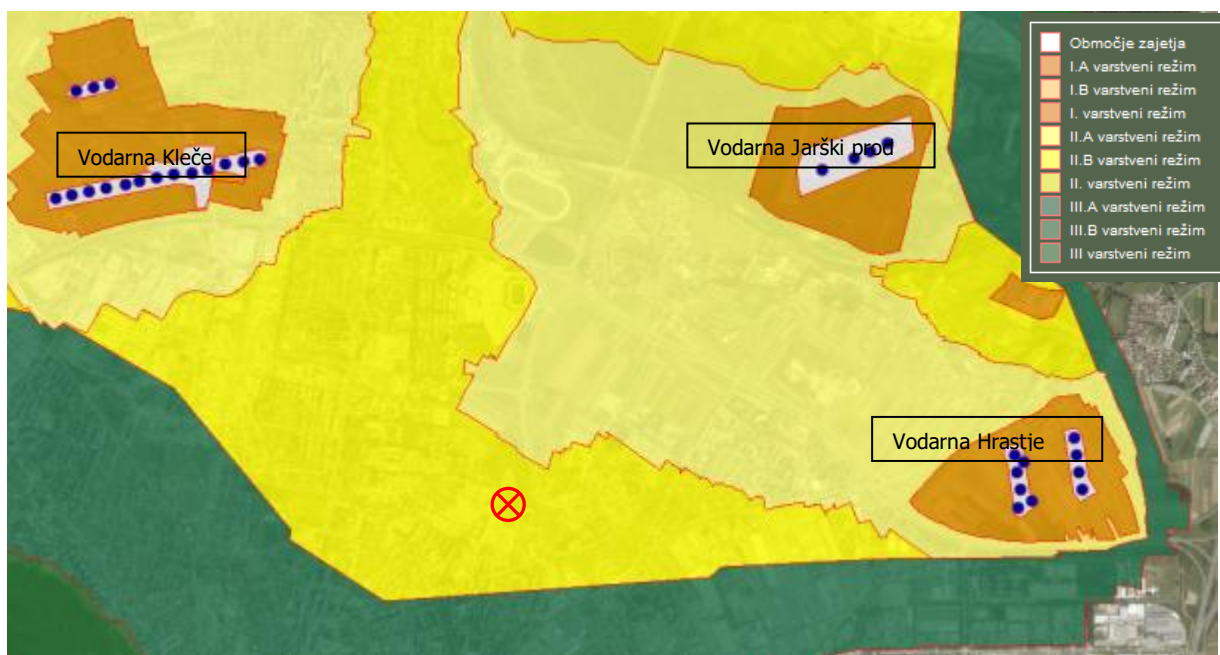
prebivalcev s pitno vodo za Mestno občino Ljubljana in delno za občini Dol pri Ljubljani in Škofljica, ter vodovarstveni režim.

Vodovarstvena območja so razdeljena na:

- a) najožja VVO z najstrožjim vodovarstvenim režimom, znotraj katerih so območja zajetij,
- b) ožja VVO, ki so razdeljena na:
  - dve podobmočji s strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II A in
  - tri podobmočja z manj strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II B ter
- c) širša VVO, ki so razdeljena na:
  - dve podobmočji z milejšim vodovarstvenim režimom in oznako VVO III A in
  - pet podobmočij z milim vodovarstvenim režimom in oznako VVO III B.

Predmetna lokacije se nahaja:

- na ožjem vodovarstvenem območju na podobmočju s strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II B.



Slika 13: Vodovarstvena območja – širše območje (Vir: Atlas okolja)

#### 4.3.2 Vodni viri

##### Vodarna Hrastje

Vodarna Hrastje je po količini načrpane vode drugo najmočnejše črpališče Vodovoda Ljubljana. V njegovo omrežje prispeva ca. 30% pitne vode dnevno. Kapaciteta vodonosnika na tem območju je ocenjena na 3000 l/s. V vodarni Hrastje je 10 črpalnih vodnjakov s skupno kapaciteto črpanja 665 l/s (Rejec, Brancelj, 2005).

Globina vodnjakov v Hrastjah je od 40,5 do 52,5 m. Kamninska podlaga je na območju vodarne v globini okoli 60 do 70 m, debelina omočenega dela vodonosnika pa je okoli 50 m. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne Hrastje od  $2 \times 10^{-2}$  m/s do  $8,6 \times 10^{-3}$  m/s (Mencej, 1995).

Vodarna Hrastje je začela s štirimi vodnjaki obratovati leta 1953. V letu 1975 je bila kapaciteta vodarne Hrastje podvojena in danes je na tej lokaciji deset vodnjakov.

Vodarna Hrastje se deli v dva dela, med seboj oddaljena okrog 350 m, ki potekata v smeti sever – jug med Šmartinsko in severno obvozno cesto. Območji ležita severno od cone BTC, na vzhodu pa se ji

približa vzhodni del ljubljanskega avtocestnega obroča. Na zahodu vodarno obdajajo intenzivno obdelovane kmetijske površine, ki jih seka Šmartinska cesta.

### 4.3.3 Kakovost podzemne vode

Podatkov o kakovosti oziroma onesnaženosti podzemnih voda na ožjem obravnavanem območju ni na voljo. V okviru republiškega monitoringa podzemnih voda se na Ljubljanskem polju spremlja predvsem podzemna voda, ki se uporablja kot vir pitne vode.

V obdobju 2015 – 2021 je bilo kemijsko stanje celotnega vodnega telesa podzemne vode Savske kotline in Ljubljanskega Barja, kamor sodi tudi vodonosnik Ljubljanskega polja, ocenjeno kot dobro ([https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20porocila/Porocilo\\_podzemne\\_ocena\\_2021.pdf](https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20porocila/Porocilo_podzemne_ocena_2021.pdf)).

Za prispevno območje vodarne Hrastje je značilna obremenitev kmetijskega in urbanega okolja. Z vidika obravnavanega posega je najbolj verjetno onesnaževalo mineralna olja. Glavna obremenitev z mineralnimi olji izhaja iz urbane rabe prostora, predvsem cestnih in drugih utrjenih površin, oskrbnih postaj, servisnih, obrtnih in industrijskih naprav, izpustov odpadnih vod. Kljub prisotnosti več drugih onesnaževal pa analize pitne vode v vodarni Hrastje v letih do 2002 niso pokazale povišanih vrednosti tega potencialnega onesnaževala. Analiza štiriletnega niza (1999-2002) meritev kaže, da je vsebnost mineralnih olj v podzemni vodi manjša od 6 µg/l.

Vodnjak Ia v vodarni Hrastje je najbolj obremenjeno merilno mesto Ljubljanskega polja.

#### Kakovost in obremenitve podzemne vode - Hrastje (Ia) 0344

V letu 2018 sta bili opravljeni 2 vzorčenji. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode,  $T_v = 13,5$  in  $12,6^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 7,3$  in  $7,5$  in električna prevodnost,  $K = 567$  in  $576 \mu\text{S/cm}$ ;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov  $23$  in  $19 \text{ mg NO}_3/\text{l}$  in ne presega vrednosti  $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavljata parametra atrazin ( $0,038$  in  $0,041 \mu\text{g/l}$ ) in desetil-atrazin ( $0,033$  in  $0,042 \mu\text{g/l}$ ).
- izmerjene vsebnosti lahkihorganskih spojin so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavljajo parametri 1,1,2,2-tetrakloroeten ( $0,47 \mu\text{g/l}$ ), trikloroeten ( $0,31 \mu\text{g/l}$ ) in PFOS ( $0,0072 \mu\text{g/l}$ ),
- vsebnosti farmacevtikov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavljata parametra karbamazepin ( $0,011$  in  $0,007 \mu\text{g/l}$ ) in sulfametoksazol ( $0,006 \mu\text{g/l}$ ).

V letu 2019 sta bili opravljeni 2 vzorčenji. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode,  $T_v = 12,8$  in  $12,7^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 7,26$  in  $7,5$  in električna prevodnost,  $K = 455$  in  $459 \mu\text{S/cm}$ ;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov  $24$  in  $19 \text{ mg NO}_3/\text{l}$  in ne presega vrednosti  $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavljata parametra atrazin ( $0,039$  in  $0,035 \mu\text{g/l}$ ) in desetil-atrazin ( $0,023$  in  $0,027 \mu\text{g/l}$ ).
- izmerjene vsebnosti lahkihorganskih spojin so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavlja parameter 1,1,2,2-tetrakloroeten ( $0,5$  in  $0,6 \mu\text{g/l}$ ),
- vsebnosti farmacevtikov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode. Izjemo predstavlja parameter karbamazepin ( $0,013 \mu\text{g/l}$ ).

V letu 2020 sta bili opravljeni 2 vzorčenji. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode,  $T_v = 13,1$  in  $13,6^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 7,5$  in  $7,5$  in električna prevodnost,  $K = 572$  in  $640 \mu\text{S/cm}$ ;



- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 18 in 20 mg NO<sub>3</sub>/l in ne presega vrednosti 50 mg NO<sub>3</sub>/l;
- prisotnost pesticidov ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljata parametra atrazin (0,035 in 0,033 µg/l) in desetil-atrazin (0,026 in 0,033 µg/l).
- prisotnost lahkoahlapnih organskih snovi ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljajo parametri triklorometan (0,14 in 0,1 µg/l), tetrakloroeten (0,37 in 0,46 µg/l) in trikloroeten (0,22 in 0,27 µg/l).

vsebnosti ostankov zdravil v okviru meritev niso ugotovili.

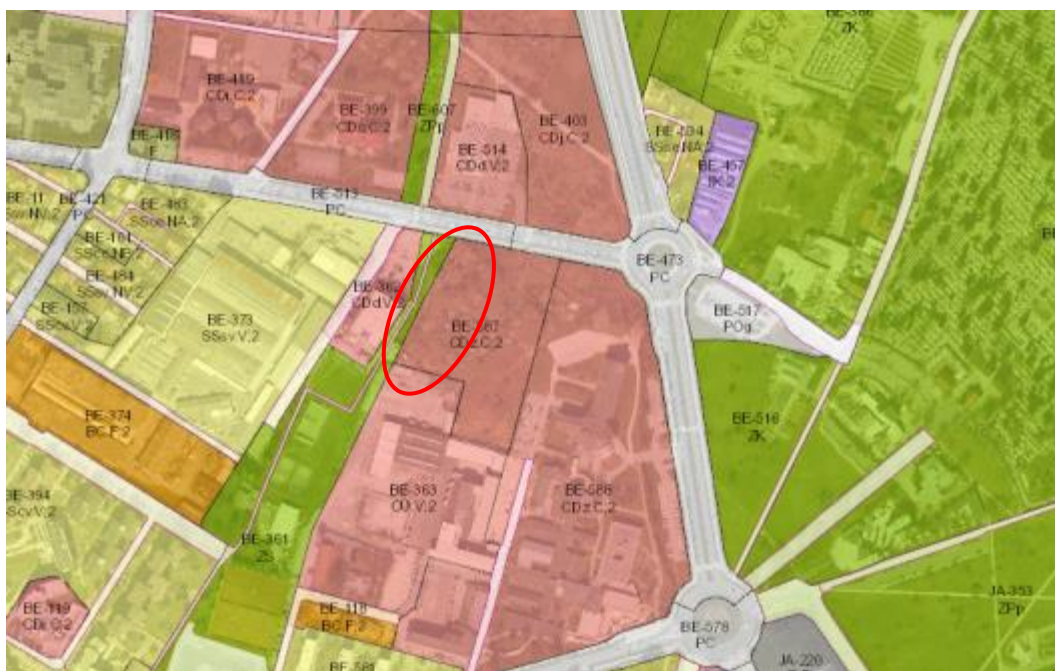
## 5. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR

### 5.1 PROSTORSKI AKTI

Območje se ureja z:

- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 72/13 - DPN, 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN, 88/15 - DPN, 12/18 - DPN in 42/18)
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 – DPN, 22/11 – popr., 43/11 – ZKZ-C, 53/12 – obv. razl., 9/13, 23/13 – popr., 72/13 – DPN, 71/14 – popr., 92/14 – DPN, 17/15 – DPN, 50/15 – DPN, 88/15 – DPN, 95/15, 38/16 – avtentična razlaga, 63/16, 12/17 – popr., 12/18 – DPN, 42/18, 78/19 – DPN in 59/22)

Lokacija posega se nahaja v enoti urejanja prostora EUP BE-587. Namenska raba območja je CDz - območje centralnih dejavnosti za zdravstvo. Poleg dopustnih objektov in dejavnosti za območje namenske rabe CDz so dopustni tudi naslednji objekti in dejavnosti: 11301 Stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji in 11302 Stanovanjske stavbe za druge posebne družbene skupine: samo dom za starejše osebe do 200 oskrbovancev.



Slika 14: Namenska raba prostora po OPN (vir: Urbinfo MOL)

## 5.2 POGOJI GRADNJE ZARADI UPRAVLJANJA Z VODAMI, DOPUSTNI OBJEKTI IN DEJAVNOSTI TER DODATNI POGOJI ZA NJIHOVO GRADNJO OZIROMA UPORABO

Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15 in 181/21, 60/22 in 35/23) se predmetna lokacije se nahaja na:

- ožjem vodovarstvenem območju na podobmočju s strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II B.

Klasifikacija objektov:

Večinsko CC-SI 11301 Stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji

Delno CC-SI 12640 Stavbe za zdravstveno oskrbo (12%) in delno - 12304 Stavbe za storitvene dejavnosti (2%)

Ne glede na klasifikacijo objekta pa je pri strokovni presoji treba upoštevati, da je del posega tudi ureditev garaže s 122 parkirnimi mesti v kletni etaži in zunanega parkirišča s 18 parkirnimi mesti.

Tabela 3: Prepovedi, omejitve in podrobnejši pogoji za VVO II B (Priloga 3 Uredbe o vodovarstvenem območju za telo vodonosnika Ljubljanskega polja)

CC. Si	I	STANOVANJSKE STAVBE <sup>1,3</sup>	VVO II B
113	3	Stanovanjske stavbe za posebne namene	pd
CC. Si	I	NESTANOVANJSKE STAVBE <sup>1,3</sup>	VVO II B
12304	6	Stavbe za storitvene dejavnosti	pd
1242	8	Garažne stavbe	pp
1264	14	Stave za zdravstvo	pp
CC. Si	III	OBJEKTI PROMETNE INFRASTRUKTURE <sup>1,3</sup>	VVO II B
21120	2a	Parkirišča	pp <sup>2</sup>
CC. Si	IV	CEVOVODI, KOMUNIKACIJSKA OMREŽJA IN ENERGETSKI VODI <sup>1,3</sup>	VVO II B
22231	10	Cevovodi za odpadno vodo	Pd <sup>20,8,9</sup>
	10c	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, in je pred iztokom zagotovljena obdelava padavinske odpadne vode v lovilniku olj	pd <sup>24</sup>
	10e	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode s streh objektov, če gre za posredno odvajanje v podzemne oziroma neposredno v površinske vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	pd <sup>24</sup>

Tabela 4: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO II B – izvajanje gradbenih del

CC. Si		IZVAJANJE GRADBENIH DEL	VVO II B
	2	Parkirišče na gradbišču za delovne stroje in naprave (brez vzdrževanja vozil in strojev)	pp
	3	Prostor za vzdrževanje vozil in strojev ali začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva	pp
	4	Sanitarije na gradbišču	_11

	5	Začasna skladišča na gradbišču za betonske elemente	pd
	6	Oskrba strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva)	pp
	7	Izkopi na gradbišču	pd <sup>5</sup>

+ pomeni, da je poseg v okolje dovoljen  
 - pomeni, da je poseg v okolje prepovedan.

pd pomeni dovoljeno, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.

pp pomeni, da gre za izjemoma dovoljeno gradnjo objektov in se zanje izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo.

<sup>2</sup>Zagotoviti je treba zajetje in čiščenje padavinske odpadne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest.

<sup>5</sup>Izkopi na najožjih VVO in podobmočjih ožjega VVO s strogim vodovarstvenim režimom ter podobmočjih ožjega VVO z manj strogim vodovarstvenim režimom niso dovoljeni, če niso izdelani več kakor 2 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

<sup>8</sup>Pred uporabo je treba preveriti vodotesnost interne kanalizacije s standardiziranimi postopki

<sup>9</sup>Za javno kanalizacijsko omrežje mora biti pred uporabo preverjena vodotesnost v skladu s standardiziranimi postopki.

<sup>11</sup>Razen če se uporabljajo kemična stranišča ali je urejeno odvajanje iz stranišč v javno kanalizacijo.

<sup>20</sup> Cevovod, po katerem se očiščena odpadna voda odvaja v vodotok, mora biti izveden tako, da je preprečeno ponikanje v podzemno vodo ali zajetje.

<sup>24</sup>Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

## **6. OPIS IN ZNAČILNOSTI POSEGA** (VIR: DGD)

### **6.1 SPLOŠNO**

Nosilec posega namerava na območju južno od Kranjčeve ceste v Ljubljani, med zgradbo POP TV in Univerzitetnim rehabilitacijskim inštitutom RS – Soča zgraditi stanovanjsko stavbo s 107 oskrbovanimi stanovanji.

V pritličju in nadstropju so predvideni tudi poslovni prostori etažnega lastnika Soča oprema, v kleti pa parkirišča, shrambe, servisni prostori in skladišče etažnega lastnika Soča oprema. Podjetje Soča oprema se ukvarja z izdajo, izposajo, prodajo in servisom medicinskih in negovalnih pripomočkov ter opreme.

Objekt se priključi na prometno omrežje, vodovod, kanalizacijo, toplovod, elektriko in telekomunikacije.

### **6.2 OPIS POSEGA**

Zmogljivost posega:

- Velikost gradbene parcele je 5212 m<sup>2</sup>
- Bruto tlorisna površina objekta (nadzemni in podzemni del) bo znašala 18.647,3 m<sup>2</sup>; nadzemni del bo 14.126,8 m<sup>2</sup>, podzemni pa 4.520,5 m<sup>2</sup>
- Maksimalni tlorisni gabarit objekta bo meril 93,1m x 44,0m, maksimalni tlorisni gabarit podzemnega dela (klet) pa bo meril 118,6m x 64,2m.
- Višina objekta bo +23,00 m in 25,70 m (stopnišče D)
- Globina objekta: tlak kleti – 4,34 m; globina izkopa od - 4,85m do -5,8 m.
- Etažnost objekta bo K+P+6 (5 N +T)
- Kota pritličja: 298,73 m nmv
- Velikost gradbene parcele je 5212 m<sup>2</sup>
- Število parkirnih mest v kletni garaži: 122
- Število parkirnih mest na terenu: 18
- Spodnja kota objekta 294,37, dno temeljenja na 292,92 m n.v.

#### **6.2.1 Funkcionalna zasnova**

Stavba je zasnovana kot enoten objekt s štirimi stopnišči, priključki bodo skupni za stanovanjski del objekta in ločeni za poslovni del. V vsakem stopnišču bo do trideset stanovanj, skupno 107. Shrambe bodo pretežno v sklopu stanovanj, nekaj jih bo v kleti. Parkirna mesta bodo razporejena v kleti, v bližini dostopa do dvigal bodo mesta za invalide. V pritličjih so predvideni skupni prostori stanovalcev. Kolesarnice bodo v kleti, del parkirnih mest za kolesa bo pred posameznimi vhodi.

#### **6.2.2 Konstrukcija**

Konstrukcija vertikalnih in vodoravnih elementov bo armiranobetonska, stavba bo imela dve dilataciji in sicer med stopniščema A in B in med stopniščema C in D.

Balkoni bodo od osnovne konstrukcije ločeni s toplotno prekinitvenimi elementi, ki preprečujejo toplotne mostove.

#### **6.2.3 Temeljenje objektov**

Izdelano je bilo geotehnično – geomehansko poročilo, ki je sestavni del dokumentacije DGD. Izvedene so bile 3 geomehanske vrtine. Na podlagi ugotovitev se bo temeljenje objektov izvedlo z temeljno ploščo.



Za gradbeno jamo je predviden širok izkop, naklona približno 45 stopinj, deloma bo gradbena jama varovana s piloti (jet-grouting).

V geotehnično – geomehanskem poročilu je navedeno, da podzemna voda z vrtnjem ni bila zaznana in da se nahaja več kot 10 m pod koto terena. Srednja kota gladine podzemne vode se glede na podatke piezometrijskih vrtin ARSO v okolici nahaja na nadmorski višini ca. 276,70 oziroma ca 23 m pod koto terena.

Večinoma je predviden široki izkop, deloma pa varovanje gradbene jame s sistemom jet grouting.

Glede na koto tlaka najnižje etaže (294,37 m n.v.) in glede na izkope pod jaški dvigal, bo dno temeljenja na koti 292,92 m n.v.

#### **6.2.4 Prometna ureditev**

Dostop je predviden preko novega priključka sosednjega objekta iz smeri Kranjčeve ceste.

Objekt bo podkleten z eno kletno etažo, v kateri je predvidenih 122 PM za osebna vozila. Shranjevanje enoslednih vozil je predvideno v kletnih kolesarnicah in pred vhodi v posamezna stopnišča. Ob cestnem priključku je na nivoju terena predvidenih še 13 PM za obiskovalce, 1PM za oskrbo in štiri parkirna mesta za invalide, skupaj 18 PM.

#### **6.2.5 Komunalna in energetska ureditev**

Širše območje lokacije posega je komunalo in energetsko opremljeno (vodovod, kanalizacija, vročevod, distribucijsko omrežje električne energije, telekomunikacijsko omrežje).

##### **6.2.5.1 Kanalizacija**

Odpadne komunalne vode iz načrtovanega objekta se bodo pod pogoji upravljavca (JP VOKA SNAGA) priključile na obstoječ javni kanalizacijski sistem, ki se zaključi s centralno čistilno napravo.

Padavinske vode s strehe se bodo ponikale. Padavinska voda se bo zbirala v smeri proti jugu, kjer bodo ponikalnice.

Odvodnjavanje zunanjih parkirišč in voda iz linijskih rešetk se bo preko lovilnika olj zlivala v ponikalnico, ki bo locirana zahodno ob parcelni meji.

Industrijska odpadna voda v objektu ne bo nastajala.

##### **6.2.5.2 Vodovod**

Širše območje se z vodo oskrbuje iz centralnega vodovodnega sistema mesta Ljubljana, na katerega se bo pod pogoji upravljavca (JP VOKA SNAGA) priključil tudi predvideni objekt.

##### **6.2.5.3 Ogrevanje, prezračevanje**

Glede na to, da v bližini območja poteka vročeno omrežje, se bo objekt pod pogoji upravljavca (JP ENERGETIKA Ljubljana) priključil na javno vročevodno omrežje. Toplotne postaje bodo ob vsakem stopnišču v kleti. Ogrevanje stanovanj bo talno, v kopalnicah bo lestveni grelec brisač.

Prezračevanje stanovanj je predvideno z lokalnimi napravami, odvod je predviden za kuhinje in sanitarije. Prezračevalne naprave so rekuperatorji v stanovanjih, drugih prezračevalnih naprav ne bo. Za poslovni del bo rekuperator pod stropom pritličja.

Prezračevanje garaž bo naravno.

#### **6.2.5.4 Električno omrežje**

Objekt bo pod pogoji upravljavca priključen na obstoječe električno omrežje. Predvideno je, da se objekt priključuje na obstoječo trafo postajo ob Kranjčevi cesti.

#### **6.2.5.5 Telekomunikacijsko omrežje**

Objekt se po pogojih upravljavca priključi na obstoječe TK omrežje.

#### **6.2.5.6 Odpadki**

V objektu bodo nastajali komunalni odpadki, ki se bodo ločeno zbirali v za to namenjenem prostoru ob robu vozišča pri uvozu v klet.

Z odpadki se bo ravnalo v okviru obstoječega sistema ravnanja z odpadki na območju Mestne občine Ljubljana. Izvajalec obvezne gospodarske javne službe zbiranja, odvoza in odlaganja komunalnih odpadkov v Mestni občini Ljubljana in s tem tudi na območju posega je JP VOKA SNAGA, ki izvaja redni odvoz odpadkov v skladu z naprej določenim urnikom.

#### **6.2.6 Požarna zaščita**

V skladu s Pravilnikom o zasnovi in študiji požarne varnosti in CC-SI klasifikacijo spada med požarno zahtevne objekte, za katere se zahteva izdelava načrta oziroma študije požarne varnosti in izkaza požarne varnosti stavbe.

Objekt je v smislu alarmiranja v primeru požara in evakuacije razdeljen v več požarno-alarmnih con.

Glede na velikost, namembnost in višino objekta bo objekt razdeljen v več požarnih sektorjev.

Dostop za gasilce bo preko javnih cest do objekta. Voda za gašenje bo iz hidrantnega omrežja. Stavba spada med požarno zahtevne objekte. Zahteva se, da mora biti omogočeno gašenje požara iz najmanj dveh hidrantov. Zagotoviti je treba tolikšno količino vode, ki zadostuje za dvournno gašenje požara v stavbi in za varovanje sosednjih objektov.

Notranji hidranti bodo razporejeni tako, da je s curki vode mogoče doseči celotno tlorisno površino.

Sicer glede na namembnost objekta v Smernici za zajem požarne vode MST 13/2020 ni zahtev za zajem požarne vode. Vendar se bo v primeru požara onesnažena požarna voda lahko zbirala v kletni etaži, ki bo izvedena vodotesno in brez talnih odtokov. Zbrana požarna voda pa se bo nato lahko prečrpala v kanalizacijo. Pred prečrpavanjem se bo voda analizirala in v kolikor bo analiza pokazala zadovoljivo čistost, jo bo možno prečrpati v kanalizacijo. V nasprotnem bo potrebno onesnaženo vodo prečrpati v cisterno in odpeljati v ustrezno institucijo na predelavo oz. čiščenje.

### **6.3 IZVAJANJE GRADNJE**

Območje gradbišča bo obsegalo 5.212 m<sup>2</sup>.

Izvajanje gradbenih in drugih del na lokaciji bo po oceni projektanta/investitorja, trajalo približno 20 mesecev. Od tega bo izkop vključno z zaščito gradbene jame trajal 3 mesece.

Za gradbeno jamo je predviden širok izkop, naklona približno 45 stopinj, deloma bo gradbena jama varovana s piloti (jet-grouting). Objekt bo temeljen na temeljni plošči.

Predvidene faze gradnje:

1. Pripravljalna dela: 1 mesec
2. Izkopi z zaščito gradbene jame: 3 mesece
3. Temeljenje objekta: 2 meseca
4. Gradnja objekta: 12 mesecev
5. Obrtniška in inštalacijska dela: 5 mesecev
6. Komunalna ureditev, zunanja ureditev: 2 meseca

Ker bodo nekatera dela potekala vzporedno, projektant ocenjuje, da bo celotna gradnja trajala ca. 20 mesecev.

Glede na velikost gradbene jame bo skupna količina zemeljskega izkopa znašala ca. 23.860 (površina kleti x 4,8 m izkop + 10%) m<sup>3</sup> (raščeno stanje), kar predstavlja ca. 29.825 m<sup>3</sup> (faktor 1,25 glede na raščeno stanje) v razsutem stanju. Ca. 3000 m<sup>3</sup> se ga bo uporabilo v okviru gradbišča (zasip med temelji in zasip po obodu kleti), ca. 26.825 m<sup>3</sup> pa ga bo treba odpeljati z lokacije.

V času zemeljskih del je ocenjen dnevni transport s tovornimi vozili maksimalno 37 vozil, v času dovoza gradbenega materiala pa ca. 20 vozil.

Vsa dela na gradbišču (zemeljska dela, gradnja objektov, izvedba zunanjih tlakovanih površin) se bo izvajala z mobilno gradbeno mehanizacijo. Gradbiščni kontejnerji (pisarne, garderobe in sanitarije) bodo locirani znotraj gradbišča; natančna lokacija bo določena v načrtu gradbišča. Električna energija za gradbišče se bo zagotavljala iz obstoječe trafo postaje ob Kranjčevi cesti.

Gradbišče bo obdano z ograjo s kovinskimi paneli. Dostop do gradbišča bo iz Kranjčeve ceste. Med gradnjo se bodo izvajale:

- geodetske meritve,
- geološka spremljava,
- kontrolne meritve s strani neodvisnih inštitucij.

Monitoring se bo izvajal skladno s predhodno predpisanim programom, ki se ga predpiše v PZI. Električna energija za gradbišče se bo zagotavljala iz obstoječega priključka.

## 7. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL

### 7.1 ONESNAŽEVALA V ČASU GRADNJE

Onesnaževala, ki so posledica uporabe in obratovanja strojev gradbene mehanizacije, lahko razvrstimo glede na izvor in stopnjo poznavanja emisijskih faktorjev. Glede na izvor onesnaževal ločimo:

- *Primarna onesnaževala* - to so tista onesnaževala, ki so posledica delovanja vozila ali njegovih interakcij z odkopno podlago.
- *Sekundarna onesnaževala* - so tista, ki nastanejo kot posledica fizikalno kemijskih sprememb primarnih onesnaževal

Vnos onesnaževal v podtalje v času gradnje je lahko posledica:

- kapljanja pogonskih goriv, olj in maziv pri uporabi slabo vzdrževanih delovnih strojev.
- iztekanja pogonskega goriva zaradi poškodbe rezervoarja pri delovni nesreči,
- iztekanja motornega olja v primeru poškodbe mazalnih sistemov na delovnih strojih.

Gradbeni in ostali odpadki se bodo na gradbišču zbirali ločeno po vrstah odpadkov tako, da ne bodo onesnaževali okolja in se bodo redno odvažali (oddaja pooblaščenim zbiralcem ali izvajalcem obdelave), v skladu s predpisi o ravnanju z odpadki.

Glede na obseg posega predpostavljamo, da med onesnaževali v času gradnje največje tveganje predstavljajo mineralna olja in PAH ter Pb, Zn, Cd, Cr in Cu, ki so na gradbišču prisotni v večji količini pri uporabi gradbene mehanizacije in obratovanjem strojev v času gradnje, predvsem kot posledica razlitij goriva in/ali maziv iz delovnih strojev na gradbišču ter v času obratovanja, kot posledica prometnih nesreč z razlitjem goriva in/ali maziv.

Mineralna olja so organske nepolarne spojine ogljika in vodika ( $C_nH_{n+2}$ ). Njihova gostota je manj kot  $1g/cm^3$ , zato plavajo na vodi. So sestavni del dizel goriva, biodizla, nafte, bencina, motornih, hidravličnih in kurilnih olj, olja za menjalnike in reduktorje. Vsebujejo lahko tudi škodljive snovi kot na primer težke kovine, poliklorirane bifenile, halogenirana topila. Prekomerna vsebnost mineralnih olj v pitni vodi je škodljiva za zdravje ljudi in živali. Z mineralnimi olji onesnažena voda moti biološko obdelavo odplak in povzroča izpad biološke stopnje čistilne naprave.

V scenarijih razvoja dogodkov zato v primeru onesnaženja upoštevamo predvsem mineralna olja kot potencialni onesnaževalec podzemne vode.

### 7.2 OBRATOVANJE

Iz projektne dokumentacije povzemamo naslednje:

- Objekt se uvršča med stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji (CC-SI: 11301). Delno ima objekt tudi klasifikacijo CC-SI 12640 Stavbe za zdravstveno oskrbo (12%) in delno - 12304 Stavbe za storitvene dejavnosti (2%)
- Odpadne komunalne vode objekta se bodo preko novega priključka odvajale v obstoječo javno kanalizacijo, ki se zaključi s centralno čistilno napravo
- Padavinske odpadne vode s strehe se bodo ponikale
- Padavinske odpadne vode iz utrjenih zunanjih površin se bodo stekale preko lovilnika olj v ponikanje.
- Industrijske odpadne vode v objektu ne bodo nastajale.
- Glede na dejavnost v objektu se v njem ne bo skladiščilo nevarnih snovi (z izjemo gospodinjskih čistil z dezinfekcijskim učinkom in osnovnih pripravkov za vzdrževanje naprav).
- Vse zunanje parkirne in povozne površine bodo utrjene, omejene z dvignjenimi betonskimi robniki in nagnjene proti vtoku v standardiziran lovilnik olj (SIST EN 858-2) ustreznih dimenzij..
- Parkirne površine v garaži so predvidene kot suhe, brez iztokov.

Zaradi osnovne dejavnosti bo na lokaciji potekal promet z dostavnimi in osebnimi vozili. V primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče, okvare vozila) je možen iztok goriva ali drugih tehničnih

tekočin iz mehanskih sklopov vozil. Vse povozne površine bodo utrjene, odpadne vode iz teh površin pa se bodo stekale preko lovilca olj v ponikanje. Parkirne površine v garaži so predvidene kot suhe, brez iztokov.

### 7.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL

V analizi tveganja smo ocenili, da je onesnaženje podzemne vode možno z mineralnimi olji in sicer v času gradnje kot tudi v času obratovanja.

Tabela 5: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi

IME-SNOVI-PRIPRAVKA	VRSTA SKLADIŠČNE POSODE	DNEVNA PORABA	LETNA PORABA	KOLIČINE NA LOKACIJI
Dieselsko gorivo – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	Rezervoarji vozil	DA	Količin vnaprej ni mogoče napovedati <sup>1</sup>	Sprotne količine v rezervoarjih
Neosvinčen motorni bencin – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	Rezervoarji vozil	DA	Količin vnaprej ni mogoče napovedati <sup>1</sup>	Sprotne količine v rezervoarjih

<sup>1</sup>Število vozil ter količina goriva v njihovih rezervoarjih ni znana oziroma se bo konstantno spreminjala.

Tabela 6: Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev potencialnih onesnaževal na predmetnem območju

Vrsta snovi/zmesi	Nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev
Dieselsko gorivo – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	H226 - Vnetljiva tekočina in hlapi. H304 - Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno. H315 - Povzroča draženje kože. H332 - Zdravju škodljivo pri vdihavanju. H351 - Sum povzročitve raka (zaužitje). H373 - Lahko škoduje organom (koža, pljuča) pri dolgotrajni ali ponavljajoči se izpostavljenosti (vdihavanje, zaužitje, stik s kožo). H411 - Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki
Neosvinčen motorni bencin – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	H224 - Zelo lahko vnetljiva tekočina in hlapi. H304 - Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno. H315 - Povzroča draženje kože. H336 - Lahko povzroči zaspanost ali omotico. H340 - Lahko povzroči genetske okvare (stik s kožo, vdihavanje, zaužitje). H350 - Lahko povzroči raka (stik s kožo, vdihavanje, zaužitje). H361fd - Sum škodljivosti za plodnost. Sum škodljivosti za nerojenega otroka. H411 - Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki.

#### Toksikološke karakteristike morebitnih onesnaževal

Diesel gorivo:

Akutni učinki:

Oralno (podgana): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Dermalno (kunec): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Inhalacijsko (podgana): LC 50 > 5 mg/l/4 h (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Drugo: Pripravek lahko povzroči draženje oči, kože in dihalnih poti v primeru povečane izpostave in nepravilne rabe.

Kronični učinki: Študije dolgoročnih toksičnih učinkov na miših so dale negotove rezultate. IARC inštitucija je l. 1989 razvrstila destilate dieselskega goriva v skupino karcinogenih snovi 3 – nerakotvorno za človeka (razvrščeno zaradi neustreznih študij).

21. ATP (EU zakonodaja) je razvrstil komercialna plinska olja v skupino karcinogenih snovi 3 z pripisom stavka R 40: Možen rakotvoren učinek.

#### Neosvinčen motorni bencin:

Akutni učinki:

Oralno (podgana): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Dermalno (kunec): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Inhalacijsko (podgana): LC 50 > 5 mg/l/4 h (ocenjeno glede na sestavo komponent)

Drugo: Pripravek lahko povzroči draženje oči, kože in dihalnih poti.

Kronični učinki:

Pripravek vsebuje benzen, ki je znan kot povzročitelj rakavih obolenj. Ker ta izdelek vsebuje več kot 0,1 ut. % benzena, je po pravilih razvrščanja (EU zakonodaja) ta izdelek razvrščen kot rakotvoren, skup. 2B in opremljen z R stavkom R 45 Lahko povzroči raka.

### **Ekotoksikološke karakteristike potencialnih onesnaževal**

#### Diesel gorivo:

Biološka razgradljivost: V primeru emisije v okolje se najbolj hlapne komponente izdelka razpršijo v atmosferi, kjer v stiku s hidroksilnimi radikali hitro razpadejo. Ta proces pospeši nastanek ozona preko fotokemijske reakcije. Preostali del izdelka lahko uvrstimo kot »razgradljiv«, čeprav ne kot »dobro razgradljiv«, tako da delno ostaja izdelek prisoten v okolju še zlasti v primerih anaerobnih pogojev. Nekatere od lahko prisotnih komponent v izdelku imajo bioakumulacijski potencial (Log Kow > 3) in se lahko zadržujejo v organizmih.

Strupenost za vodne organizme: Pričakovati je, da je strupenost za vodne organizme pri koncentracijah izdelka med 1 in 10 mg/l, zaradi česar je potrebno izdelek uvrščati med okolju nevarne. Drugo: Ta izdelek nima specifičnih lastnosti inhibiranja bakterijske aktivnosti. Na vsak način se mora odpadno vodo, ki vsebuje ta izdelek, obdelati v za to ustreznih čistilnih napravah.

Splošno: Z izdelkom rokovati v skladu z dobro delovno higieno in tako preprečevati onesnaženje in izpuste v okolje.

#### Neosvinčen motorni bencin:

Biološka razgradljivost: V primeru emisije v okolje se najbolj hlapne komponente izdelka razpršijo v atmosferi, kjer v stiku s hidroksilnimi radikali hitro razpadejo. Ta proces pospeši nastanek ozona preko fotokemijske reakcije. Preostali del izdelka lahko uvrstimo kot »razgradljiv«, čeprav ne kot »dobro razgradljiv«, tako da delno ostaja izdelek prisoten v okolju še zlasti v primerih anaerobnih pogojev. Nekatere od lahko prisotnih komponent v izdelku imajo bioakumulacijski potencial (Log Kow > 3) in se lahko zadržujejo v organizmih.

Strupenost za vodne organizme: Pričakovati je, da je strupenost za vodne organizme pri koncentracijah izdelka med 1 in 10 mg/l, zaradi česar je potrebno izdelek uvrščati med okolju nevarne. Drugo: Ta izdelek nima specifičnih lastnosti inhibiranja bakterijske aktivnosti. Na vsak način se mora odpadno vodo, ki vsebuje ta izdelek, obdelati v za to ustreznih čistilnih napravah.

Splošno: Z izdelkom rokovati v skladu z dobro delovno higieno in tako preprečevati onesnaženje in izpuste v okolje.

### **Povzetek**

Podatki o kemičnih zmesih (navedenih v predhodnih poglavjih) so povzeti iz uradnih varnostnih listov proizvajalcev oz. dobaviteljev.

*Tabela 7: Opredelitev kemičnih snovi in pripravkov kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa)*

Opredelitev	Ime potencialnega onesnaževala
Potencialno nevarni*	dieselsko gorivo, neosvinčeni motorni bencin

\*le v primeru izpustov v okolje – velja za vsa morebitna onesnaževala

Oprelitev je podana kot ocena in sicer glede na fizikalno-kemijske, toksikološke podatke o posameznem potencialnem onesnaževalu, namen oz. uporabo posamezne kemikalije ter glede predvideno in zahtevano ureditev objekta.



## 8. OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL

### 8.1 MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA

Transport onesnaženja skozi vodonosnik je odvisen od zgradbe vodonosnika, zgornje nezasičene (vadozne) cone in spodnje zasičene (freatične) cone. Proces v zasičeni coni so dokaj dobro poznani, procesi v nezasičeni coni pa so kljub intenzivnim raziskavam (liziometri, tenziometri, ...) precejšnja neznanka.

Ranljivost vodonosnika glede na onesnaženje je neposredno povezana s hidravličnimi lastnostmi vodonosnika in značilnostmi samega polutanta. Med infiltracijo skozi zemljinu in med transportom skozi vodonosnik se veliko polutantov naravno razgradi ali se delno absorbira (odvisno od litološke sestave). Stopnja razgradnje je v posameznih primerih odvisna tudi od lastnosti poroznega medija. Če poznamo lastnosti poroznega medija in polutanta (onesnaževala), lahko ocenimo vpliv onesnaženja (*Veselič, 1984, Fetter, 1999, Mali, 2002*).

Hitrost pronicanja tekočine skozi pore v nezasičeni coni je odvisna od hidrogeoloških parametrov (velikost por in zrn, litološke lastnosti sedimenta, stopnja sortiranosti, vlažnost kamnine, debelina nezasičene cone,...) ter od vrste tekočine (voda, onesnaževalo). V splošnem pa velja, da je koeficient prepustnosti v nezasičeni coni manjši kot v zasičeni (*Veselič, 1984*).

Pri pretakanju fluidov skozi porozne sedimente ločimo:

- tok fluidov, ki se med seboj mešajo (npr. barvilo, sol in voda)
- tok fluidov, ki se med seboj ne mešajo (npr. nafta, olje in voda).

V primeru, da se tekočine med seboj ne mešajo (mineralna olja in voda) je v nadaljevanju pomembno ugotoviti ali je onesnaževalo gostejše in redkejšo od vode. S tem določimo ali bo le-to v podzemni potovalo v zgornjem ali spodnjem sloju podzemne vode (*Fetter, 1999*). Od gostote onesnaževala pa je odvisna tudi njegova hitrost v podzemni vodi. Ker je gostota mineralnih olj manjša od gostote vode, bi le to potovalo v smeri toka in na zgornjem sloju podzemne vode.

Pri razlitju nastopi pod vplivom gravitacijskih sil v coni razlitja vertikalna infiltracija razlitih onesnaževal (npr. naftnih derivatov) v zemljinu. V primeru velikega volumna ali dolgotrajnejšega razlivanja ter v neugodnih hidroloških razmerah (močnem deževju), lahko derivati dosežejo gladino podzemne vode.

Napredovanje v zemljini pogojuje geološka zgradba na širšem območju razlitja. Na adsorpcijo in disperzijo vpliva propustnost, efektivna poroznost, granulometrična in mineralna sestava ter viskoznost razlitja. V primeru, da pride na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le to potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno. Na začetku onesnaženja nastopi maksimalna zasičenost zemljine do globine 0,5 do 1,5m, ki z globino pada. Ko napredujoča fronta razlitja doseže gladino podzemne vode, začne koncentracija postopno naraščati do polne zasičenosti v jedru onesnaženja. Jedro onesnaženja potopno napreduje skozi zemljinu v smeri gladine podzemne vode, pri čemer v zemljini ostaja absorbirani del onesnaženja, ki se kasneje, zaradi padavin, površinskih vod in oscilacije podzemne vode postopoma izloča in onesnažuje podzemno vodo.

Pod vplivom kapilarnih sil se, v coni stika napredujočega čela razlitja z gladino podzemne vode, naftni derivati (obravnavamo mineralna olja; podrobneje v nadaljevanju poročila) razširijo radialno v horizontalni smeri pri tem zaradi večje viskoznosti izpodrivajo vodo. Kapilarni pritiski se postopno znižujejo in onesnaženi element se prične pomikati v smeri toka podzemne vode. Napredovanje onesnaževala eksponentno upada s tokom podzemne vode in se ustavi na stopnji zasičenosti, pri čemer se voda in naftni derivati ne mešajo, netopni ogljikovodiki pa lahko z vodo tvorijo emulzirano zmes v katero vstopajo aromatični ogljikovodiki. V podzemnem toku podzemne vode se lahko tvorijo trije vertikalni sloji, ki obsegajo dvofazni sistem derivatov in vode, pri čemer je prepustnost zemljine

za eno fazo odvisna od prepustnosti druge faze, neraztopljeni ogljikovodiki pa na vodni gladini tvorijo enotno plast.

## 8.2 OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA

V primeru razlitja onesnaževala bi bila smer potovanja onesnaževala:

- vertikalna (od površja terena proti podzemni vodi)
- horizontalna (onesnaževalo potuje s tokom podzemne vode).

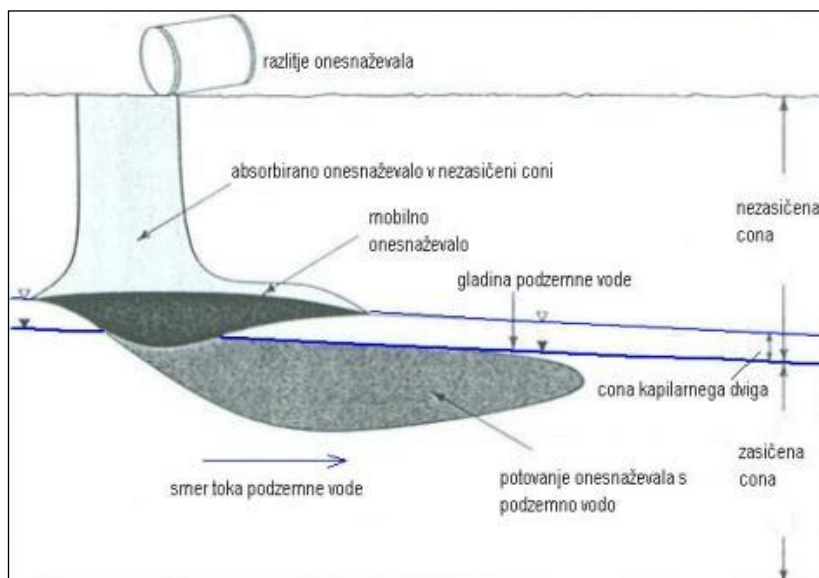
### Vertikalna smer potovanja onesnaževala

Globina do podzemne vode na območju obravnavane lokacije je okoli 21 m pod površjem (privzeto pesimistično – pri koti površja 298,5 m.n.v. in najvišji gladini podzemne vode na koti cca 277,6 m n.v.). Prehod skozi nenasičeno cono je lahko lokalno precej spremenljiv, saj se poroznost in granulometrijska sestava tal lahko precej spreminjata. Onesnaževalo bi se v tej coni deloma absorbiralo, prišlo bi tudi lahko do daljšega časa zadrževanja onesnaževala v nenasičeni coni in do delne razgradnje, nato pa se bi onesnaževalo postopoma spiralo z infiltrirano padavinsko vodo proti gladini podzemne vode.

### Horizontalna smer potovanja onesnaževala

Obravnavano območje je izven depresijskega lijaka vodarne Kleče. V primeru, da bi prišlo na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le-to potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno, v prežeti coni pa horizontalno v smeri toka podzemne vode, torej proti črpališču Hrastje.

V primeru toka dveh tekočin prihaja do razlik pri njihovih hitrosti tako v vzdolžni (longitudinalna disperzija) kot tudi v prečni smeri (transverzalna disperzija) v zasičeni coni vodonosnika (glej spodnjo sliko).



Slika 15: Širjenje onesnaževala lažjega od vode v nezasičeni in zasičeni coni medzrnskega vodonosnika (prirejeno po Fetterju, 1999)

Porazdelitev onesnaževala bi sledila normalni ali Gaussovi porazdelitvi (Fetter, 1997; Fried, 1975). Tako lahko določimo standardno deviacijo po naslednji enačbi:

$$\sigma_x = \sqrt{2D_L t}$$

$$\sigma_y = \sqrt{2D_T t}$$

Pri čemer je:

- $\sigma_x, \sigma_y$  – standardna deviacija v smeri x oz. smeri y (m)
- $D_L$  – koeficient hidrodinamične disperzije v smeri toka podzemne vode ( $m^2/s$ )
- $D_T$  – koeficient hidrodinamične disperzije v smeri toka podzemne vode ( $m^2/s$ )
- $t$  – čas potovanja onesnaževala od mesta razlitja do izbrane razdalje (s)

Po definiciji bo 99,7% celotne mase onesnaževala znotraj trikratne razdalje standardne deviacije ( $3\sigma_x$  in  $3\sigma_y$ ; Fetter, 1997).

$D_L$  in  $D_T$  določimo po formulah (Fetter, 1997; Fried, 1975):

$$D_L = \alpha_L \cdot v_i$$

$$D_T = \alpha_T \cdot v_i$$

Pri čemer je:

- $v_i$  – hitrost toka podzemne vode v smeri x (m/s)
- $\alpha_L$  in  $\alpha_T$  – longitudinalna oz. transversalna hidrodinamska disperzija (m), ki jo izračunamo po formuli:

$$\alpha = 0,83(\log x)^{2,414}$$

kjer je x izbrana razdalja v smeri toka podzemne vode.

Iz teh podatkov lahko določimo širino in dolžino vala onesnaženja na določeni razdalji. Pri izračunih smo privzeli razdaljo 2900 m, kolikor znaša razdalja med lokacijo objekta in vodarno Hrastje (gledano v smeri toka podzemne vode). Vhodni podatki in izračuni pa so podani v spodnji tabeli.

- Za določitev transportne poti in širjenja potencialnega onesnaženja smo uporabili hidrodinamsko stanje vodonosnika Ljubljanskega polja ob nizkem vodnem stanju.
- Iz kart hidroizohips je določen gradient podzemne vode. Na relaciji od obravnavanega območja do črpalnice Hrastje znaša gradient (i) 0,0015.
- Koeficient prepustnosti na območju vodarne Hrastje je od  $2 \cdot 10^{-2}$  do  $8,6 \cdot 10^{-3}$  m/s (Mencej 1995). Pri izračunih smo upoštevali koeficient prepustnosti  $K=8,6 \cdot 10^{-3}$  m/s. Efektivno poroznost vodonosnika smo ocenili na 0,15.
- Hitrost podzemne vode (v) je izračunana:  $v=K \cdot i/n=7,4$  m/dan.
- Debelina zasičenega dela vodonosnika na območju vodarne Hrastje je 60 do 70 m, na obravnavanem območju pa okoli 70 m.
- Črpanje iz 10 vodnjakov v črpalnici Hrastje je 650 l/s.
- Pri izračunih koncentracij onesnaževal smo predpostavili, da se v podzemno vodo izlije konservativno onesnaževalo, ki brez zaostajanja potuje s tokom podzemne vode.
- V primeru konservativnega onesnažila (brez retardacije, sorpcije in razpada) smo upoštevali transport snovi z advekcijo in hidrodinamsko disperzijo.
- V primeru izlitja onesnaževala smo privzeli, da onesnaženje hipno doseže nivo podzemne vode. Procese v nezasičeni coni nismo upoštevali.

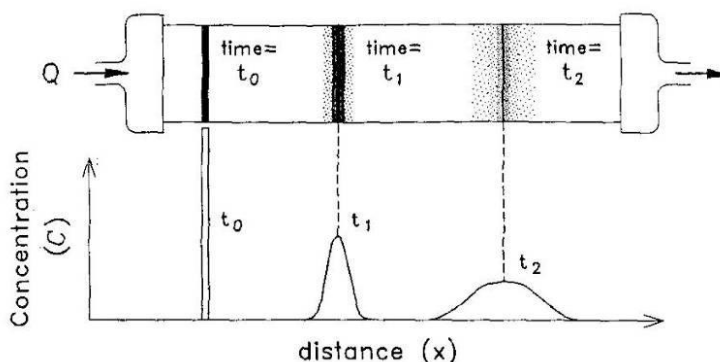
Tabela 8: Vhodni podatki in izračuni

PARAMETRI		Enota	VHODNI PODATKI
K	koeficient prepustnosti (pesimistično)	m/s	0,0086
i	gradient toka	-	0,0015
n	efektivna poroznost	-	0,15
x	razdalja do črpalnega vodnjaka (v smeri toka)	m	2900

PARAMETRI		Enota	REZULTATI IZRAČUNA
v	hitrost ( $K \cdot i / n$ )	m/s m/dan	0,000086 7,43
t	čas potovanja do vodnjaka (razdalja 3900 m)	dni	390
$\alpha$	hidrodinamska disperzija	m	16,64
$D_L$	koef.hidrodinamične disperzije, vzporedno z osjo x	m <sup>2</sup> /s	0,001431
$D_T$	koef.hidrodinamične disperzije, vzporedno z osjo y op. $D_t = 0,1 \cdot D_L$	m <sup>2</sup> /s	0,0001431
$3 \cdot \sigma_x$	polmer oblaka onesnaženja v smeri x, na razdalji 2,9 km	m	931,6
$3 \cdot \sigma_y$	polmer oblaka onesnaženja v smeri y, na razdalji 2,9 km	m	294,6

Na razdalji 2,9 km od predvidenega mesta onesnaženja bi bil polmer disperzijskega vala pri črpališču Hrastje ca 931,6 m v smeri toka podzemne vode in ca 294,6 m prečno na smer toka podzemne vode.

Pri izračunih koncentracije onesnaževala v podzemni vodi smo upoštevali enačbe, ki veljajo za adveksijski in disperzijski transport onesnaževala. Posledica hidrodinamske disperzije je razpršenje onesnaževala v podzemni vodi tako v vzdolžni smeri kot tudi v prečni smeri toka. Iz tega sledi, da je z večanjem razdalje od mesta vnosa onesnaževala v podzemno vodo, njegova koncentracija v določeni točki vedno manjša. Efekt hidrodinamske disperzije je prikazan na spodnji sliki.



Slika 16: Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (Vir: Jaron et al, 1996)

Glede na lego predvidenega objekta in vodarne Hrastje, bi v primeru onesnaženja vodonosnika onesnaževala dosegla vodnjake v vodarni Hrastje, vendar v določenem časovnem intervalu. Časovni interval pojavljanja onesnaževala v črpalnih vodnjakih v Hrastju lahko ocenimo na podlagi naslednjih podatkov:

- dolžina vala onesnaženja (d):  $2 \times 931,6 \text{ m} = 1.863,2$
- hitrost podzemne vode smo privzeli na 7,43 m/dan

Upoštevajoč hitrost podzemne vode 7,43 m/dan smo izračunali časovni interval pojavljanja onesnaževala (t) v vodarni Hrastje:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1.863,2 \text{ m}}{7,43 \text{ m/dan}} = 250,7 \text{ dni}$$

Pri enkratnem vnosu onesnaževala bi bilo le to doseglo črpališče po ca. 390 dneh od razlitja in bi bilo prisotno v črpalnih vodnjakih še okoli 251 dni.

### 8.3 CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA

Kot ciljno hidrogeološko cono lahko interpretiramo vodonosnike, ki leže v nizvodni smeri od lokacije objekta. Po zakonu o vodah (v 9. točki 7. člena) je vodonosnik: "...plast ali več plasti kamnin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal in dovolj velike poroznosti in prepustnosti, ki omogočata znatnejši tok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode".

Na podlagi predhodno podanih geološko hidrogeoloških razmer na območju predmetne lokacije lahko ugotovimo, da se predmetna lokacija nahaja na dobro prepustnem vodonosniku. Na podlagi tega je kot ciljna hidrogeološka enota opredeljena:

- Peščeno prodni zasip Ljubljanskega polja, na katerih je predmetna lokacija in območje dolvodno od nje t.j. v smeri proti vodarni Hrastje.

### 8.4 OPIS OGROŽENOSTI PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV

Značilne kote na mestu posega:

- Kota terena = 298 m.n.v.
- Na obravnavanem območju je nenasičeni del vodonosnika debel približno 70 m in sicer pri koti površja 210 m.n.v. in najvišjem nivoju podzemne vode 277,6 m.n.v. (privzeto pesimistično).
- Maksimalna globina objektov: - 5,8 m (višinska kota tlaka najnižje etaže: 294,37 m n.v.); dno temeljenja (pod jaški dvigal) na koti 292,92 m n.v.
- Kota pritličja: 298,73 m n. v.
- Razlika med globino objekta in privzetim najvišjim nivojem podzemne vode je 15,32 m.

Iz navedenega je razvidno, da:

- Izkopi bodo izdelani več kot 2 metra nad najvišjo gladino podzemne vode,
- objekt ne bo posegal v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku, temveč je več kot 15 m nad njim,
- dno ponikovalnice bo več kot 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

## **9. OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV**

### **9.1 OPREDELITEV SCENARIJEV**

Scenarij je opis potencialnega dogodka in temelji na razumljivih in smiselnih predpostavkah o možnem zaporedju dogodkov, stanj in procesov, ki lahko privedejo do spremembe kemijskega in/ali količinskega stanja podzemne vode v vodnem viru, ki je predmet presoje.

Z ozirom na obseg izvedbe gradbenih del in obratovanja, smo definirali tri možne scenarije. Tako smo opredelili:

- scenarij normalnega poteka,
- alternativni scenarij poteka,
- scenarij najslabše možnosti oziroma scenarij izjemnega dogodka.

Scenarij normalnih dogodkov podaja normalen razvoj dogodkov in dejanj, ki so predvideni s projektom, brez izjemnih situacij. Podaja normalno gradnjo in delovanje objektov v njihovi življenjski dobi.

Alternativni scenarij podaja manjša odstopanja od s projektom predvidenih dogodkov in dejanj, ki se lahko dogodijo na gradbišču ali v objektu zaradi gradnje ali delovanja samih objektov ali zaradi zunanjih dogodkov.

Scenarij najslabše možnosti podaja izjemen dogodek, pri katerem pride do velikih odstopanj od predvidene gradnje oz. predvidenega delovanja objektov. Ta scenarij predvideva maksimalen možen vpliv objektov na podzemno vodo.

### **9.2 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADNJE**

#### **9.2.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov**

Normalni potek dogodkov predpostavlja, da na območju posega obratujejo le tehnično brezhibni in vzdrževani delovni stroji in naprave. V normalnih razmerah in z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov je morebiten vnos goriv in mineralnih olj (zaradi npr. obremenitev mehanskih sklopov vozil/delovnih strojev) v zemljinu in posledično podzemno vodo pri delih ničen.

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru normalnega razvoja dogodkov zaradi predmetnih posegov ne bo.

#### **9.2.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov**

V primeru alternativnega razvoja dogodkov lahko pride do manjšega vnosa onesnaževal v tla. Gre za princip majhnega, razpršenega in počasnega onesnaževanja. Onesnaževalo se v danem nenasičeni coni vodonosnika delno adsorbira na prisotne frakcije, deloma počasi prodira v globino vodonosnika. Izvedba predvidenih zaščitnih ukrepov je takojšnja, zato ne pride do nevarnosti za onesnaženje podzemne vode. Izvedejo se ukrepi za sanacijo onesnaženega območja. Ob morebitnem onesnaženju se, ob pravilnem ravnanju, onesnažena zemljina takoj odstrani, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala v globino tal onemogočeno.

Ob odstopanju od normalnega poteka dogodkov in dejanj ocenjujemo, da količina onesnaževala, ki se lahko vnese v tla, ni večja od 1 kg v primeru iztekanja tehničnih tekočin (mineralnih olj) iz mehanskih sklopov vozil in delovnih strojev (odvija se v obliki počasnega kapljanja goriv ali maziv). Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- tovarna vozila se na lokaciji zadržujejo le kratek čas t.j. le za čas pretovora,



- podana je zahteva po brezhibnosti vozil in delovnih strojev.

Med ostalimi možnimi viri onesnaženja oz. vpliva na spremembe v kakovosti podzemne vode, ki pa jih v obravnavanem primeru ocenjujemo kot zanemarljive, so še:

- gradbeni materiali na osnovi cementa, apna ipd. (zaradi alkalnih spojin se spremeni pH vrednost vode, kar ima le kratkoročne posledice),
- pri pripravljalnih delih in pri gradnji se zaradi posegov v tla (izkopov) in tudi pri premeščanju izkopanega materiala sprostijo snovi, ki so bile do tedaj v inertni obliki, s padavinskimi vodami pa se te snovi lahko spirajo v podzemno vodo (kar ima le kratkoročne posledice).

Opredelitev tveganja za onesnaženje vodnih virov bo prikazana v nadaljevanju.

### 9.2.3 Scenarij najslabše možnosti

Ta scenarij podaja izjemen dogodek pri katerem pride do velikih odstopanj od predvidenega normalnega poteka izvajanja del in projekta. Ta scenarij predvideva maksimalen možen vpliv na vodni vir. Glede na predvidene dejavnosti lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala.

Največjo nevarnost, da pride do onesnaževanja vodnega telesa pri gradnji predstavljajo razlitja nevarnih snovi iz rezervoarjev in cevi delovnega stroja. V tem primeru so nevarne snovi, ki potencialno ogrožajo onesnaženje vodnega vira mineralna olja.

V primeru scenarija najslabše možnosti se predpostavi razvoj dogodkov po naslednjih variantah:

- varianta A: do dogodka pride na površini in ob tem dogodku počí dovodna cev za olje. Olje se razprši po površini, preden se izvedejo ukrepi za zaustavitev.
- Varianta B: do dogodka pride zaradi preobremenjenosti pogonskega motorja delovnega stroja. Ob tem popustijo tesnila in cevi za dovod olja in pogonskega goriva. Zaradi pritiska hipno izteče del onesnaževala na tla.
- varianta C: do dogodka pride na terenu, s katerega je odstranjena krovna plast. Ob tem v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva pri poškodbi gradbenih strojev in transportnih vozil) lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala (mineralno olje). Ocenjujemo, da se v tem primeru naenkrat lahko sprosti do 100 kg navedenih onesnaževal. Podzemna voda skupaj z onesnaževalom odteka prosto z generalnim tokom podzemne vode kar omogoča širjenje oblaka onesnaževala v tem toku podzemne vode.

V nadaljevanju bo pesimistično obravnavana varianta C. Opredelitev tveganja za onesnaženje vodnih virov bo prikazana v nadaljevanju.

## 9.3 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA

### 9.3.1 Scenarij normalnega in alternativnega razvoja dogodkov

Z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov ni razlitja mineralnih olj iz vozil.

V fazi obratovanja se bo v primeru razlitja goriva ali olja na zunanjih povoznih površinah to zbralo v internem kanalizacijskem omrežju in v lovilcu olja. Kontrola lovilca olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji v nadaljevanju).

Glede na predvideno ureditev parkirišča (neprepustne in nepoškodovane površine) eventualno izlita onesnaževala ne morejo preiti v podtalje. Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala proti podzemni vodi tudi v tem pogledu onemogočeno.

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru normalnega in alternativnega razvoja dogodkov ne bo.

### 9.3.2 Scenarij najslabše možnosti

#### Izliv tehničnih tekočin/goriv (mineralnih olj) iz vozil v podzemni garaži ali na zunanjih površinah

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče/strojeloma) na povoznih oz. parkirnih površinah znotraj objekta (v podzemni garaži) ali na zunanjih povoznih površinah/parkirišču. Povozne površine v garaži bodo brez iztokov. Onesnaževalo se zadrži v objektu dokler se ga ne sanira.

V kolikor pride do izlitja onesnaževala na zunanjih povoznih površinah, se bo le to zadržalo v lovilcu olj. Vse zunanje povozne in parkirne površine bodo asfaltirane z urejenim odvodnjavanjem (preko lovilca olj v ponikanje).

#### Požar

Sicer glede na namembnost objekta v Smernici za zajem požarne vode MST 13/2020 ni zahtev za zajem odpadne požarne vode. Vendar se bo v primeru požara del potencialno onesnažene požarne vode lahko zbral v kletni etaži, ki bo izvedena vodotesno in brez talnih odtokov. Zbrana požarna voda pa se bo nato lahko prečrpala v kanalizacijo. Pred prečrpavanjem se bo voda analizirala in v kolikor bo analiza pokazala zadovoljivo čistost, jo bo možno prečrpati v kanalizacijo. V nasprotnem bo potrebno onesnaženo vodo prečrpati v cisterno in odpeljati v ustrezno institucijo na predelavo oz. čiščenje.

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi obratovanja predmetnih objektov ne bo.

## 10. DOLOČITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV

Glede na:

- interpretacijo hidrogeološke zgradbe terena,
- dosedanje dognanja hidrogeološke stroke o hidrogeoloških lastnostih Ljubljanskega polja

lahko opredelimo, da bi v primeru razlitja onesnaževalo odtekalo z generalnim tokom podzemne vode proti zajetju pitne vode Hrastje, ki je zavarovan z:

- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23)

## 11. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

### 11.1 RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA

Območje predvidene gradnje leži na prepustnih sedimentih in je torej s hidrogeološkega stališča občutljivo. V primeru, da pride na predmetni lokaciji do izlita onesnaževala, bi le-to potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno, v prežeti coni pa horizontalno v smeri toka podzemne vode. V prežeti coni bi se onesnaževalo kot posledica hidrodinamske disperzije razširilo tako v vzdolžni kot v prečni smeri toka. Porazdelitev onesnaževala bi sledila normalni ali Gaussovi porazdelitvi.

Relativna občutljivost je določena za obdobje med gradnjo in obratovanjem. Za obe obdobji je opredeljena relativna občutljivost za scenarij normalnega in alternativnega poteka ter za scenarij najslabše možnosti.

Glede na dejavnost bo v tej analizi obravnavano naslednje potencialno onesnaževalo: mineralna olja.

Tabela 9: Možna onesnaževala med gradnjo in obratovanjem

Parameter	Meja zaznavnosti LOD	Relativna občutljivost S A	Relativna občutljivost S B	Predpis
<b>INDIKATIVNI PARAMETRI</b>				
Mineralna olja	5 µg/l	+2	+1,5	Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16)

A: Relativna občutljivost velja za rezultate deterministične analize tveganja, katerih vrednost je manjša kot petkratnik meje določanja

B: Relativna občutljivost velja za rezultate deterministične analize tveganja, katerih vrednost je večja kot petkratnik meje določanja

Dogodke bomo preučevali po scenariju normalnega razvoja dogodkov, alternativnega razvoja dogodkov in po scenariju izrednega razvoja dogodkov.

#### 11.1.1 Ocena referenčnega stanja

Relativna občutljivost je določena s sledečim obrazcem:

$$S = \frac{(R + dR)}{R}, \text{ kjer je}$$

$S$  - relativna občutljivost,

$R$  - referenčno stanje, ki je enako povprečni vrednosti parametra pred posegom

$dR$  - sprememba referenčnega stanja zaradi ogroženosti onesnaženja.

Spremembo referenčnega stanja ( $dR$ ) lahko določimo s sledečim obrazcem:

$$dR = \frac{\left( DKO_{vrtina} \left( \frac{kg}{dan} \right) \right)}{DKČ_{vrtina} \left( \frac{l}{dan} \right)}, \text{ pri čemer je}$$

$dR$  - sprememba referenčnega stanja zaradi ogroženosti onesnaženja,

$DKO_{vrtina}$  – dnevna količina onesnaževala na območju črpalne vrtnice,

$DK\check{C}_{vrtina}$  – dnevna količina črpanja vode iz črpalne vrtine,

Pri izračunu relativne občutljivosti smo izhajali iz naslednjih vrednosti:

Tabela 10: Vhodni podatki za izračun relativne občutljivosti (S)

Sklop	Vrednost
Oddaljenost med predmetno lokacijo in vodarno Hrastje	2900 m
Količina črpanja vode v vodarni Hrastje	do 800 l/s ali 69120000 l/dan
Hitrost podzemne vode na območju (pesimistično privzeto)	7,43 m/dan
Ocenjen čas pojavljanja onesnaževala v vodnjaku	251 dni
Referenčno stanje R za mineralna olja	1,5 µg/l = 1,5x10 <sup>-9</sup> kg/l
Dovoljena relativna občutljivost za mineralna olja	+2 µg/l

Ostali kriteriji, ki smo jih v nadaljevanju upoštevali so:

- obravnavani objekt bo lociran na dobro prepustnih sedimentih,
- smer toka podzemne vode iz predmetnega območja je proti vodarni Hrastje
- pri izračunu vrednosti relativne občutljivosti smo upoštevali, da je hitrost potovanja onesnaževala enaka hitrosti podzemne vode na obravnavanem območju,
- upoštevali smo, da bi onesnaževalo v podzemni vodi potovalo z zakonitostmi hidrodinamske disperzije in advekcije.
- celoten čas pojavljanja onesnaževala v črpališču smo izračunali na 251 dni. Privzeli smo, da se onesnaževalo pojavlja v vrtinah s konstantno koncentracijo.

## 11.2 RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA

### Relativna občutljivost med gradnjo

Z ozirom na obseg izvedbe gradbenih del smo definirali tri možne scenarije. Tako smo opredelili:

- scenarij normalnega poteka,
- alternativni scenarij poteka,
- scenarij najslabše možnosti oziroma scenarij izjemnega dogodka.

Glede na značilnosti strojev in naprav, ki se lahko uporabijo med urejanjem območja smo kot edino onesnaževalo opredelili naftne derivate (olja in maziva) oz. mineralna olja. Količine onesnaževal, ki bi lahko potencialno dosegla podtalnico ob onesnaženju so podane v spodnji tabeli. V spodnji tabeli je predstavljena tudi količina onesnaževala, ki bi se ob onesnaženju pojavila na vodarni Hrastje.

Tabela 11: Količine onesnaževal za različne scenarije med gradnjo

Scenarij	Vrsta onesnaževala	Količina vnosa onesnaževala (kg)	Količina onesnaževala v črpališču (kg/dan)
Normalni potek dogodkov	Mineralna olja	0	0
Alternativni potek dogodkov	Mineralna olja	1	0,004
Scenarij najslabše možnosti	Mineralna olja	100	0,398

Spremembo referenčnega stanja (dR) lahko izračunamo po formuli podani v poglavju 11.1.1. Rezultate dR in S podajamo v spodnji tabeli.

Tabela 12: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) v času gradnje

Scenarij	Količina onesnaževala v črpališču - $DKO_{vrtina}$	dR	S
	(kg/dan)	(ug/l)	
Normalni potek dogodkov	0	0	1
Alternativni potek dogodkov	0,004	0,058	1,023
Scenarij najslabše možnosti	0,398	5,76	3,304

Relativna občutljivost (S) je pri normalnem in alternativnem poteku dogodkov pod mejo, ki jo določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (priloga 2). Pri scenariju najslabše možnosti pa bi bila relativna občutljivost (S) nad dovoljeno vrednostjo.

### Relativna občutljivost v času obratovanja

Količine onesnaževal, ki bi lahko potencialno dosegla podtalnico ob onesnaženju so podane v spodnji tabeli. V spodnji tabeli je predstavljena tudi količina onesnaževala, ki bi se ob onesnaženju pojavila na vodarni Hrastje.

Tabela 13: Količine onesnaževal za različne scenarije med obratovanjem objekta

Scenarij	Vrsta onesnaževala	Količina vnosa onesnaževala (kg)	Količina onesnaževala v črpališču (kg/dan)
Normalni potek dogodkov	Mineralna olja	0	0
Alternativni potek dogodkov	Mineralna olja	0	0
Scenarij najslabše možnosti	Mineralna olja	0	0

Spremembo referenčnega stanja (dR) lahko izračunamo po formuli podani v poglavju 11.1.1. Rezultate dR in S podajamo v spodnji tabeli.

Tabela 14: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) v času obratovanja

Scenarij	Količina onesnaževala v črpališču - $DKO_{vrtina}$	dR	S
	(kg/dan)	(ug/l)	
Normalni potek dogodkov	0	0	1
Alternativni potek dogodkov	0	0	1
Scenarij najslabše možnosti	0	0	1

Relativna občutljivost (S) je v času obratovanja objektov pri vseh scenarijih pod mejo, ki jo določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (priloga 2).

## 11.3 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKE METODE

Poglavje je oblikovano in izpeljano na podlagi vhodnih podatkov, ki smo jih zapisali in so preverljivi na podlagi metode izračuna, ki jo podaja Pravilnik. Vhodne podatke bi bilo možno izbrati tudi nekoliko drugače, saj je njihova variabilnost velika. Potek izračuna in rezultati so podani v tekstu in so z lahkoto preverljivi. Izračuni relativne občutljivosti so izdelani za vse tri scenarije.

Metoda izračuna, ki smo jo izbrali je seveda preprostejša od numeričnih modelov, vendar so tudi numerični modeli močno odvisni od izbire vhodnih podatkov in njihova točnost v hidrogeologiji ni popolna. Poudarili bi še, da smo vse vhodne podatke izbirali v mejah realnega (so zapisani in torej preverljivi), vendar v pesimistični varianti, ki pomeni strožjo kontrolo nad nevarnostjo, ki jo projekt predstavlja za podzemno vodo.

## 12. VARSTVENI UKREPI

Posegi in dejavnosti, predvideni na obravnavanem območju, so sprejemljivi, če bodo upoštevane predvidene projektne rešitve, pogoji in omejitve Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja ter drugi zaščitni ukrepi, navedeni v nadaljevanju.

### 12.1 UKREPI, KI SO ŽE UPOŠTEVANI V PROJEKTNi DOKUMENTACIJI

Iz dokumentacije in izjav projektantov so razvidni naslednji varstveni ukrepi:

- Lokacija posega se nahaja na vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, na ožjem vodovarstvenem območju na podobmočju z manj strogim vodovarstvenim režimom (VVO IIB) – določeno v skladu z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US). Z gradnjo stavb se na tem podobmočju ne sme posegati v območje nihanja podzemne vode. Glede na različne vire javno dostopnih podatkov se visok nivo podzemne vode na območju nahaja približno 23 m pod površjem. Glede na to, da ima predvideni objekt samo 1 kletno etažo, se v podzemno vodo z gradnjo ne bo posegalo.
- Glede na predvideno globino posega ne bo potrebe po črpanju ali dreniranju podzemne vode v času gradnje.
- Odpadne komunalne vode objekta se preko novega priključka odvajajo v obstoječo javno kanalizacijo, ki se zaključi s centralno čistilno napravo.
- Padavinske odpadne vode iz manipulativnih utrjenih površin in padavinske vode iz strešine objekta se preko lovilnika olja vodijo v ponikanje.
- Vse parkirne in povozne površine bodo utrjene, omejene z dvignjenimi betonskimi robniki in nagnjene proti vtoku v standardiziran lovilnik olj (SIST EN 858-2) ustreznih dimenzij.
- Industrijska odpadna voda v okviru predvidenega posega ne bo nastajala.
- Pred uporabo je treba preveriti vodotesnost interne kanalizacije s standardiziranimi postopki.
- Za javno kanalizacijsko omrežje mora biti pred uporabo preverjena vodotesnost v skladu s standardiziranimi postopki.
- V objektu ni predvidena uporaba nevarnih kemikalij z izjemo uporabe gospodinjskih čistil z dezinfekcijskim učinkom; odvod uporabljenih čistil bo vezan na komunalne odpadne vode, ki bodo odtekale v javni kanalizacijski sistem. Preostale kemikalije v objektu so nujno potrebne pri delu (npr. osnovni pripravki za vzdrževanje naprav) pri čemer velja navesti, da so vsi tovrstni kemični pripravki ali snovi pakirani v originalni embalaži proizvajalca in navadno shranjevani in uporabljeni v minimalnih količinah). Navedenim kemikalijam bo zaradi izvedbe objekta (tudi zaradi izvedbe kletne etaže - brez talnih odtokov in povezave s kanalizacijo), onemogočen prehod v podtalje in podzemne vode.
- Pri gradnji se upoštevajo vsi pogoji Direkcije RS za vode za preprečevanje onesnaženja voda, kar se vključuje tudi v načrt gradbišča.

### 12.2 OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL

#### 12.2.1 Dodatni varstveni ukrepi v času gradnje, v analizi tveganja določeni ukrepi

Predlagani dodatni ukrepi v času gradnje so splošni in podani kot smernice k nadaljnjemu načrtovanju ter se nanašajo predvsem na preprečevanje razlitja, izpiranja ali izluževanja nevarnih kemikalij v tla in posredno v podzemne vode na območju gradbišča:



- Gradbišče mora biti organizirano tako, da je verjetnost onesnaženja zmanjšana na najmanjšo možno mero.
- Posegi v tla naj se izvajajo tako, da bo prizadeta čim manjša površina tal. Potekajo naj na območjih, ki so opredeljena pred začetkom del.
- Na gradbišču se smejo uporabljati le tehnično ustrezna vozila in naprave; predvsem je potrebno redno preverjati morebitno puščanje motornih olj ipd.
- Večja servisna dela na gradbenih strojih in napravah, pri katerih bi lahko prišlo do izlitja goriva ali olja iz stroja, se ne smejo izvajati na gradbišču temveč v ustrezno opremljenih servisnih delavnicah.
- Oskrba strojev in naprav z gorivom ali oljem na gradbišču se lahko izvaja izključno na posebej urejenih utrjenih površinah, ki morajo biti vodotesne in iz materialov, odpornih proti delovanju goriv. Preprečeno mora biti vsakršno izpiranje ali izcejanje v podzemno vodo. Med pretakanjem je treba pod stroje in naprave namestiti posode z absorpcijskim sredstvom za primer morebitnega nezgodnega razlitja.
- Na zalogi naj bo vedno zadostna količina adsorpcijskega sredstva, s katerim lahko takoj pobrišejo oziroma adsorbirajo morebitne razlite snovi. Onesnažene krpe ali absorpcijsko sredstvo naj se skladišči v za to namenjeni posodi do predaje pooblaščen organizaciji za ravnanje z nevarnimi odpadki.
- Izvajalci, nadzorno osebje, delavci in vsi, ki prihajajo na območje izvajanja del, morajo biti seznanjeni z ukrepi varstva podzemne vode.
- Vsi delavci na gradbišču morajo biti poučeni o nevarnosti izlitja goriva, motornega olja ali drugih nevarnih tekočin v tla in postopkih ravnanja v takšnih primerih. Vsako morebitno razlitje nevarnih snovi, ki predstavlja možnost za onesnaženje tal ali podzemne vode, je potrebno takoj sanirati. Za primer tovrstnih dogodkov mora biti izdelan poslovnik (načrt ravnanja), na vsem dostopnem mestu pa mora biti vsem delavcem na gradbišču na voljo takoj dostopna oprema za ukrepanje (absorpcijsko sredstvo in druga oprema). Onesnaženo mesto je potrebno, če je to mogoče, najprej nevtralizirati, takoj izkopati ves onesnažen material, ga shraniti v neprepustne zaprte posode in ga predati v obdelavo pooblaščenim osebam za obdelavo tovrstnih nevarnih odpadkov. O dogodku je potrebno takoj obvestiti odgovornega vodjo del in Center za obveščanje (112). Vse tovrstne dogodke je potrebno vpisati v gradbeni dnevnik.
- Izvajalec, ki bo izdelal načrt organizacije gradbišča v skladu s Pravilnikom o gradbiščih, naj v tem načrtu predvidi tudi lokacijo za začasno skladiščenje gradbenih odpadkov in lokacijo za gradbene stroje ter naprave na utrjeni površini.
- Morebitnečasne deponije viškov zemeljskega materiala je potrebno urediti tako, da se ne pojavlja erozija. Po končani gradnji je potrebno zagotoviti odstranitev vseh za potrebe gradnje postavljenih provizorijev in ostankov začasnih deponij. Vse z gradnjo prizadete površine je potrebno krajinsko ustrezno urediti.
- Na gradbišču naj se skladiščijo najmanjše možne količine nevarnih snovi (kemikalij), ki še omogočajo nemoten potek del. Skladiščenje nevarnih snovi mora biti urejeno v posebnem kontejnerju ali pod nadstrešnico za zaščito pred atmosferskimi vplivi in na neprepustno urejeni površini z lovilno skledo, ki lahko v primeru tekočih nevarnih kemikalij zadrži razlite kemikalije do najmanj dvakratne prostornine največje embalažne enote, v kateri se hranijo tekoče kemikalije. Kemikalije morajo biti skladiščene v originalni embalaži, ki mora biti tudi ustrezno označena, v skladu s predpisi, ki urejajo kemikalije.
- Za vse nevarne kemikalije, ki bodo prisotne na gradbišču, morajo biti na voljo tudi varnostni listi.
- Vse morebitne nevarne odpadke (zaoljene krpe, odpadna embalaža olj, maziv, itd.) je treba zbirati ločeno v ustrezno označenih zaprtih posodah in jih do oddaje zbiralcu ali izvajalcu obdelave začasno skladiščiti na mestu, zaščitenem pred atmosferskimi vplivi in na način, da ne morejo imeti negativnih vplivov na okolje, v skladu s predpisi, ki urejajo ravnanje z odpadki.

- Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo, ni dovoljena.
- Na gradbišču so dovoljene le kemične sanitarije ali sanitarije z urejenim odvajanjem v javno kanalizacijo.
- Zagotoviti je potrebno, da se po končani gradnji odstranijo vse za potrebe gradnje postavljene provizorije in odstranijo vsi ostanki začasnih deponij. Vse z gradnjo prizadete površine je potrebno krajinsko ustrezno urediti.

#### **Interventni ukrepi v času del**

Za primer dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z naftnimi derivati (z gorivom ali oljem iz gradbenih strojev ali transportnih vozil) ali z neznanimi tekočinami, mora biti pripravljen poslovnik za takojšnje ukrepanje. V poslovniku morajo biti določene pooblaščen osebe, ki so odgovorne za organizacijo intervencije.

V primeru razlitja naftnih derivatov na površini je potrebno onesnaženje takoj omejiti, kontaminirano zemlino odstraniti in jo neškodljivo deponirati, obenem pa je potrebno takoj oz. čimprej izdelati analizo onesnaženega materiala in oceno odpadka s strani pooblaščen inštitucije. Na osnovi analize materiala je potrebno kontaminirano zemlino predati v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu, ki je evidentiran pri Ministrstvu za okolje in prostor kot zbiralec teh odpadkov.

Izvajalec gradbenih del mora zagotoviti ustrezna adsorpcijska sredstva za omejitev in zajem naftnih derivatov (ali drugih kemikalij), ki morajo biti uskladiščena na območju gradbišča; ta sredstva naj bodo takoj dostopna. Vse tovrstne dogodke je potrebno vpisati v gradbeni dnevnik.

Vodja gradbišča oz. druga pooblaščen oseba mora o tovrstnih dogodkih takoj obvestiti pristojne službe (najbližjo policijo, center za obveščanje, gasilce, upravljavca javnega vodovoda, inšpekcijske službe). Pristojne službe po potrebi odredijo ogled mesta razlitja, na osnovi tega pa se po potrebi sprejme dodatne ukrepe za sanacijo onesnaženja.

#### **Primer: Postopek v primeru razlitja z naftnimi derivati:**

- Voznik delovnega stroja oz. delavec ob stroju z adsorpcijskim sredstvom, ki je nameščeno v bližini delovnega stroja, najprej posuje onesnaženo površino, nato pa v najkrajšem času obvesti pooblaščen osebo (npr. delovodjo oz. vodjo gradbišča). Obvestilo mora vsebovati:
  - lokacijo onesnaženja,
  - vrsto onesnaženja (snov, količina),
  - čas nastopa onesnaženja.
- Vodja gradbišča vpiše podatke o onesnaženju v gradbeni dnevnik in o dogodku obvesti pristojne službe. Obvestilo mora vsebovati enake podatke, kot je navedeno zgoraj.
- V najkrajšem času se prične z odkopom onesnaženega materiala, ki se ga preda v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu.
- Nadzorna služba pregleda mesto onesnaženja ter po potrebi določi dodatni izkop materiala.

### **12.3 OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA**

Dodatni ukrepi te analize tveganja:

- Pri projektiranju in izvedbi ponikovalnic je potrebno upoštevati, da lahko sega dno ponikovalnic do kote, ki je 1 m nad najvišjim nivojem podzemne vode.
- Vgrajeni lovilnik olj mora zagotavljati in izkazovati delovanje in usklajenost v smislu zahtev »Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo«.
- Tlaki kletnih prostorov z garažo morajo biti brez odtokov in povezave z javno kanalizacijo, s čimer se bo zagotovil tudi zajem dela morebitne odpadne požarne vode ali drugih onesnaževal. Po končanem gašenju je treba odpadno požarno vodo, ki bi se zadržala v objektu, analizirati in jo glede na rezultate prečrpati v javno kanalizacijo z zaključkom na javni

komunalni čistilni napravi, ali v primeru večje onesnaženosti izčrpati iz objekta ter odpeljati v nadaljnjo obdelavo kot odpadki.

- Prepovedano je izlivanje nevarnih odpadkov (usedline in gošče iz lovilca olj) v tla in s tem posredno v podtalnico.
- Investitor mora redno kontrolirati delovanje lovilca olj, obvezno pa po vsakem izrednem dogodku kot so hujši nalivi. Vse poškodbe, ki se jih opazi na lovilcu olj, je potrebno takoj popraviti.
- Za primer dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z mineralnimi olji, mora biti pripravljen poslovnik (pravilnik, načrt ravnanja) za takojšnje ukrepanje. V poslovniku morajo biti določene pooblaščen osebe, ki so odgovorne za organizacijo intervencije.
- Na zalogi naj bo vedno zadostna količina krp ali adsorpcijskega sredstva, s katerim lahko takoj pobrišejo oziroma adsorbirajo morebitne razlite snovi. Onesnažene krpe ali absorpcijsko sredstvo naj se skladišči v za to namenjeni posodi do predaje pooblaščeni organizaciji za ravnanje z nevarnimi odpadki
- Pri vzdrževalnih delih je potrebno smiselno upoštevati enake ukrepe, kot so predvideni za čas gradnje.

## 13. MONITORING

Cilj opazovanja potencialnih okoljskih bremen je prepoznavanje in odstranitev ali maksimalno zmanjšanje škodljivih in nezaželenih vplivov, ki segajo v okolje. Slednje še posebej velja za podzemno vodo.

Ocenjujemo, da izvedba novih opazovalnih vrtin zaradi predvidenih dejavnosti v obsegu in način kot je predviden, prisotne vrste in količine potencialni onesnaževal ter dodatne varovalne ukrepe ter glede na navedbe predhodnih poglavij, ni potrebna.

Kljub navedenemu je potrebno dosledno upoštevati ukrepe podane v tem poročilu in sicer tako za čas gradnje kot obratovanja predmetnih objektov. Območje predvidenega posega namreč leži na prepustnih sedimentih in je torej s hidrogeološkega stališča občutljivo.

## 14. SKLEPNA OCENA

Območje predvidenih posegov leži na prepustnih sedimentih in je torej s hidrogeološkega stališča občutljivo. Varovanje podzemne vode je odvisno od kakovostnega načrtovanja in striktnega izvajanja v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov ukrepov.

### Izsledki analize tveganja za čas gradnje (na primeru mineralnih olj):

V primeru onesnaženja podzemne vode na predmetni lokaciji smo privzeli pesimistično varianto in sicer, da bi celotna količina onesnaževala s podzemno vodo potovala proti črpalnim vodnjakom v vodarni Hrustje. V danem primeru rezultat analize tveganja pokaže, da:

- Predvidena gradnja v normalnih razmerah in tudi v primeru alternativnega scenarija ustreza kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je manjša kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.
- Predvidena gradnja v primeru scenarija najslabše možnosti ne ustreza kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je večja kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. V času gradnje objektov bi se v podzemni vodi zaradi razlitja goriv iz transportnih ali gradbenih vozil lahko povešale vrednosti mineralnih olj. Iz navedenega sledi zaključek, da je potrebno vse nesreče preprečevati oziroma upoštevati pogoje in ukrepe te analize tveganja.

### Izsledki analize tveganja za čas obratovanja upoštevajoč predvidene ukrepe (klet brez iztokov, odvajanje zunajih parkirišč in povoznih površin preko lovilnika olja):

- analiza tveganja pokaže, da obratovanje predmetnega posega v *normalnih razmerah*, v primeru *alternativnega scenarija* in *scenarija najslabše možnosti* odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost *je manjša* kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

### Ogroženost vodnega telesa zaradi globine posegov

Predviden objekt ne bo posegal v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku, temveč bo več kot 15 m nad njim.

Izkopi na območju bodo izdelani več kot 2 m nad najvišjo gladino podzemne vode in sicer približno 15 m nad njo.

Dno ponikovalnice bo več kot 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

### Zaključek

Glede na predvideno izvedbo in namen posega (stanovanjska stavba z varovanimi stanovanji in poslovnimi prostori podjetja Soča oprema, s prometno, komunalno in energetske ureditvijo) ter ob doslednem izvajanju v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, niso ogroženi parametri kemijske sestave podzemne vode. Snovi, ki jih pred posegom v prostor ni bilo v vodnem telesu, se tudi med gradnjo in po izvedenem posegu ne bodo pojavile. Do izpada oskrbe s pitno vodo zaradi obratovanja obravnavanega parkirišča ter ob izvajanju predvidenih varovalnih ukrepov, ne more priti.

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev ter doslednemu zagotavljanju predpisanih zaščitnih ukrepov je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri gradnji in obratovanju predvidenega posega na obravnavanem območju sprejemljivo.

## 15. VIRI PODATKOV IN LITERATURA

- Večstanovanjski objekti – oskrbovana stanovanja – Savski Klin, DGD/projektna dokumentacija za mnenja, št. projekta 171-23, št. načrta 171-23/A, APC invest, maj 2023
- Geomehansko poročilo o sestavi in temeljenju tal večstanovanjskega objekta Savski klin v Ljubljani, APV Invest d.o.o., št. poročila 279/2023
- Atlas okolja; [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso),
- ARSO; [http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod\\_arhiv\\_tab.php](http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php)
- Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Kranj in list Ljubljana (Zv. geol. zavod Beograd, 1968)
- Podtalnica Ljubljanskega polja; Geografija Slovenije 10 (Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2005)
- Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji, Poročilo za leto 2021, ARSO, September 2022; <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/>
- Podzemne vode - trendi 1998-2017 (Agencija RS za okolje); <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/>
- Geotehnično poročilo o pogojih izgradnje stadiona in objektov Jože Plečnik v Ljubljani (Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, št. GP-01/05-08, maj 2008)
- Brečko, V., 1998: Ogroženost virov pitne vode za oskrbo Ljubljane. Ujma. Ljubljana.
- Breznik, M., 1969: Podtalnica Ljubljanskega polja in možnosti njenega povečanega izkoriščanja. Geologija. Ljubljana.
- Breznik, M., 1988: Hidrogeološke in hidrološke osnove za zaščito podtalnice Ljubljanskega polja. Naše okolje. Ljubljana.
- Kranjc, Kolenc, 2002: Kemijsko stanje in ogroženost podtalnice Ljubljanskega polja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Univerza v Ljubljani, FG in JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Ljubljana. Ljubljana, 2002.
- Premru U., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
- Premru U., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tolmač za list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
- Grad, K., Ferjančič, L., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Kranj. Zv. geol. zavod Beograd.
- Grad, K., Ferjančič, L., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, tolmač za list Kranj. Zv. geol. zavod Beograd.
- Zlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija 14, Ljubljana.
- Fetter, W.C., 1999: Contaminant hydrogeology. Second edition. Prentice Hall.
- Fried, J.J., 1975: Groundwater pollution, Theory, Methodology, Modelling and Practical Rules. New York.
- Hemond H.F., Fechner E.J., 1994: Chemical Fate and Transportation in the Environment, Academic Press, inc.
- Keller A.Z., Wilson H.C., 1992: Hazards to Drinking Water Supplies. London: Springer - Verlag.
- Kladnik D. et al., 2002: Integralna obremenjenost prodnih ravnin Slovenije.
- Mallants, D., 2004: Basic concepts of water flow, solute transport, and heat flow in soils and sediments, Scientific report, SCKCEN-BLG-911, 04/DMa/P-49, Belgija.
- Timbrell, J., Principles of Biochemical Toxicology, Third Edition, Taylor & Francis Ltd, London, 2000,
- Veselič M., Petauer D., 1997: Strokovne podlage za pripravo metodologije za izdelavo ocen ogroženosti in kart ranljivosti podzemnih voda. IRGO, GEOKO. Arhiv MOP, Ljubljana.
- Yaron, B., Calvet, R., Prost, R., 1996: Soil pollution. Processes and Dynamics. Springer. New York.