

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE

GRADNJA UPRAVNEGA, VADBENIH IN SKLADIŠČNIH OBJEKTOV V VOJAŠNICI EDVARDA PEPERKA

april 2024

NASLOV: ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA
PODZEMNE VODE ZA GRADNJO UPRAVNEGA, VADBENIH
IN SKLADIŠČNIH OBJEKTOV V VOJAŠNICI EDVARDA
PEPERKA

INVESTITOR: MINISTRSTVO ZA OBRAMBO
Vojkova 55, 1000 Ljubljana

NAROČNIK: LUZ d.d.,
Verovškova 64, 1000 Ljubljana

NAROČILO: potrditev ponudbe, dne 3. 4. 2024

ŠTEVILKA NALOGE: 110/2024

DATUM: 3. 4. 2024 (po reviziji 8. 4. 2024)

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

1. UVOD	6
1.1 NAMEN POSEGA	6
1.2 METODA	6
1.3 PREDPISI	6
2. LOKACIJA POSEGA	8
3. GEOLOŠKE RAZMERE	10
3.1 STRATIGRAFSKO LITOLOŠKE RAZMERE	10
3.2 GEOLOŠKE RAZMERE OŽJEGA OBMOČJA	13
3.3 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI	13
3.4 SEIZMIČNOST TERENA	14
4. HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE.....	14
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.....	22
4.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI.....	22
4.3.1 Vodovarstvena območja	22
4.3.2 Vodni viri.....	23
4.3.3 Kakovost podzemne vode.....	24
5. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR	26
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	26
6. OPIS IN ZNAČILNOSTI POSEGA (VIR: DGD)	29
6.1 SPLOŠNO	29
6.2 OPIS POSEGA	29
6.2.1 Temeljenje, konstrukcija, fasada, streha	30
6.2.2 Prometna ureditev in dostopi	30
6.2.3 Komunalna in energetska ureditev	30
6.2.3.1 Kanalizacija	31
6.2.3.2 Vodovod	31
6.2.3.3 Električno omrežje.....	31
6.2.3.4 Odpadki.....	31
6.2.3.5 Ogrevanje, hlajenje	31
6.2.4 Zunanja ureditev	32
6.2.5 Požarna zaščita.....	32
6.3 IZVAJANJE GRADNJE	33
7. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL	34
7.1 ONESNAŽEVALA V ČASU GRADNJE	34
7.2 OBRATOVANJE	35
7.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL.....	35
8. OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL.....	38
8.1 MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA.....	38

8.2	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA.....	39
8.3	CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA.....	40
8.4	OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV	41
9.	OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV	42
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
10.	DOLOČITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV	45
11.	OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE	45
11.1	RELATIVNA OBČUTLJIVOST	45
12.	VARSTVENI UKREPI	45
12.1	OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL.....	45
12.1.1	Predvideni varstveni ukrepi v času gradnje	45
12.1.2	Dodatni varstveni ukrepi v času gradnje, v analizi tveganja določeni ukrepi	46
12.2	OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA.....	47
13.	MONITORING	48
14.	SKLEPNA OCENA.....	49
15.	VIRI PODATKOV IN LITERATURA	51

Seznam tabel:

<i>Tabela 1:</i>	<i>Osnovne naravne značilnosti Vodonosnega sistema Ljubljansko polje</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 2:</i>	<i>Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2018-2022 v Klečah in Hrastju.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 3:</i>	<i>Najnižji in najvišji nivoji vode v piezometru Bratislavka (BrP-1a/04) v obdobju 2015-2022</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 4:</i>	<i>Najnižji in najvišji nivoji vode v piezometru Ljubljana – Hrastje (0341) v obdobju 2015-2022</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 5:</i>	<i>Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III A.....</i>	<i>Napaka! Zaznamek ni definiran.</i>
<i>Tabela 6:</i>	<i>Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III A – izvajanje gradbenih del.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 7:</i>	<i>Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal-gradnja</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 8:</i>	<i>Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 9:</i>	<i>Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev potencialnih onesnaževal na predmetnem območju</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 10:</i>	<i>Opredelitev kemičnih snovi in pripravkov kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa)</i>	<i>37</i>

Seznam slik:

Slika 1:	Lokacija posega – širše območje (vir: Atlas okolja)	8
Slika 2:	Lokacija posega – ožje območje (informativno) (vir: Atlas okolja).....	9
Slika 3:	Izsek iz OGK - z označeno lokacijo posega (Vir: Osnovna geološka karta SFRJ: lista Kranj in Ljubljana).	11
Slika 4:	Geološki presek Celovška cesta- Stegne-vodarna v Klečah-Sava pri Ježici (Žlebnik, 1971) z legendo.	13

Slika 5:	Vodonosni sistem Ljubljanskega polja (izsek s karte vodonosnikov in vodonosnih sistemov R Slovenije).....	14
Slika 6:	Hidrogeološki profil vodonosnika Ljubljanskega polja (Žlebnik, 1971).....	15
Slika 7:	Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Rejec Brancelj, 2005)	18
Slika 8:	Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Rejec Brancelj, 2005)	18
Slika 9:	Tok in kote podzemne vode na širšem območju	20
Slika 10:	Oddaljenost piezometrov od lokacije predvidenega posega (vir: Atlas okolja).	21
Slika 11:	Vodovarstvena območja – širše območje (Vir: Atlas okolja)	23
Slika 12:	Namenska raba prostora po OPN z informativno označeno lokacijo predvidenega posega (vir: Urbinfo MOL).....	26
Slika 13:	Širjenje onesnaževala lažjega od vode v nezasičeni in zasičeni coni medzrnskega vodonosnika (prirejeno po Fetterju, 1999)	39
Slika 14:	Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (Vir: Jaron et al, 1996)	40

1. UVOD

1.1 NAMEN POSEGA

Nosilec posega, MINISTRSTVO ZA OBRAMBO, namerava v okviru obstoječega kompleksa Vojašnice Edvarda Peperka v Ljubljani zgraditi upravni objekt (UO), trenažni center (TC), simulacijski center (SC) in 4 skladiščne objekte (SO1-SO4). Bruto tlorisna površina novogradenj bo skupaj znašala 17.135,90 m².

Maksimalna višina posega bo 12,2 m = 299,4 m n.v., maksimalna globina pa -4,3 m = 282,9 m n.v. Izkopi se bodo izvedli do globine -5,4 m (281,8 m n.v.).

V obstoječem stanju je na lokaciji, kjer bodo postavljeni trenažni center in novi skladiščni objekti, 6 skladiščnih/garažnih objektov predvidenih za rušitev (v sklopu ločenega projekta).

S posegom je predvidena tudi zunanja ureditev in ureditev novega parkirišča s 126 PM na južni strani kompleksa VEP.

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

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, 60/17-ZDMHS, 65/20, 35/23 – odl. US in 78/23 – ZUNPEOVE)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 -odl.US)
- 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 obravnavanju posegu potrebno upoštevati v povezavi z varstvom podzemnih voda:

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Uradni list RS, 44/22)
- Gradbeni zakon (GZ-1) (UL RS, št. 199/21)
- 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, 44/22 – ZVO-2)
- 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 emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2)

- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Uradni list RS, št. 47/05 in 44/22 – ZVO-2)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 77/22)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08, 44/22 – ZVO-2)
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11, 44/22 – ZVO-2)
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16, 30/16, 44/22 – ZVO-2)
- Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18)

2. LOKACIJA POSEGA

Lokacija predvidenega posega se nahaja v severovzhodnem delu mestne občine Ljubljana (MOL), na območju gospodarske cone vzhodno od BTC Ljubljana.

Bližnja in širša okolica je gosto pozidana s poslovnimi objekti (skladiščna in proizvodna dejavnost, poslovni objekti s pisarnami). Severno od posega se na oddaljenosti manj kot 100 m nahaja ljubljanska severna obvoznica H3, južno in zahodno se nahajajo posamezni objekti nakupovalnega centra BTC City. Stanovanjskih objektov oz. drugih objektov z varovanimi prostori kot so vrtci, šole, bolnišnica itd., ni v bližini.

Predviden poseg je umeščen znotraj kompleksa vojašnice Edvarda Peperka. V obstoječem stanju je na vzhodnem delu lokacije predvidenega posega 6 skladiščnih objektov/garaž predvidenih za rušitev. Prav tako bo potrebno odstraniti obstoječo betonsko ploščad in asfaltirano parkirišče. Rušitve se izvedejo v sklopu ločenega projekta.

Teren na predmetni lokaciji je raven. Nadmorska višina terena je približno 285-287 m n.v. Privzamemo nadmorsko višino 286 m n.v.

Na lokaciji posega in v njeni bližini ni površinskih vodnih teles. Najbližji vodotok je reka Ljubljanica, ki je od lokacije posega oddaljena več kot 1,5 km južno. Reka Sava je več kot 1,8 km severno od posega.



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



Slika 2: Lokacija posega – ožje območje (informativno) (vir: Atlas okolja).

Situacija posega je v Prilogi 1.

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 njegoa sestava zelo pestra (različni karbonati, kremenovi peščenjaki, kremen, keratofir). Prodno peščene naplavine so ponekod sprijete v konglomerat.

Okoli 1600 m zahodno in južno od lokacije izdanja kamninska osnova terena, ki jo gradijo karbonske in permske klastične kamnine. Podrobneje so geološke značilnosti podane v spodnjih poglavjih.

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 sprijeti 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 peščenji 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.

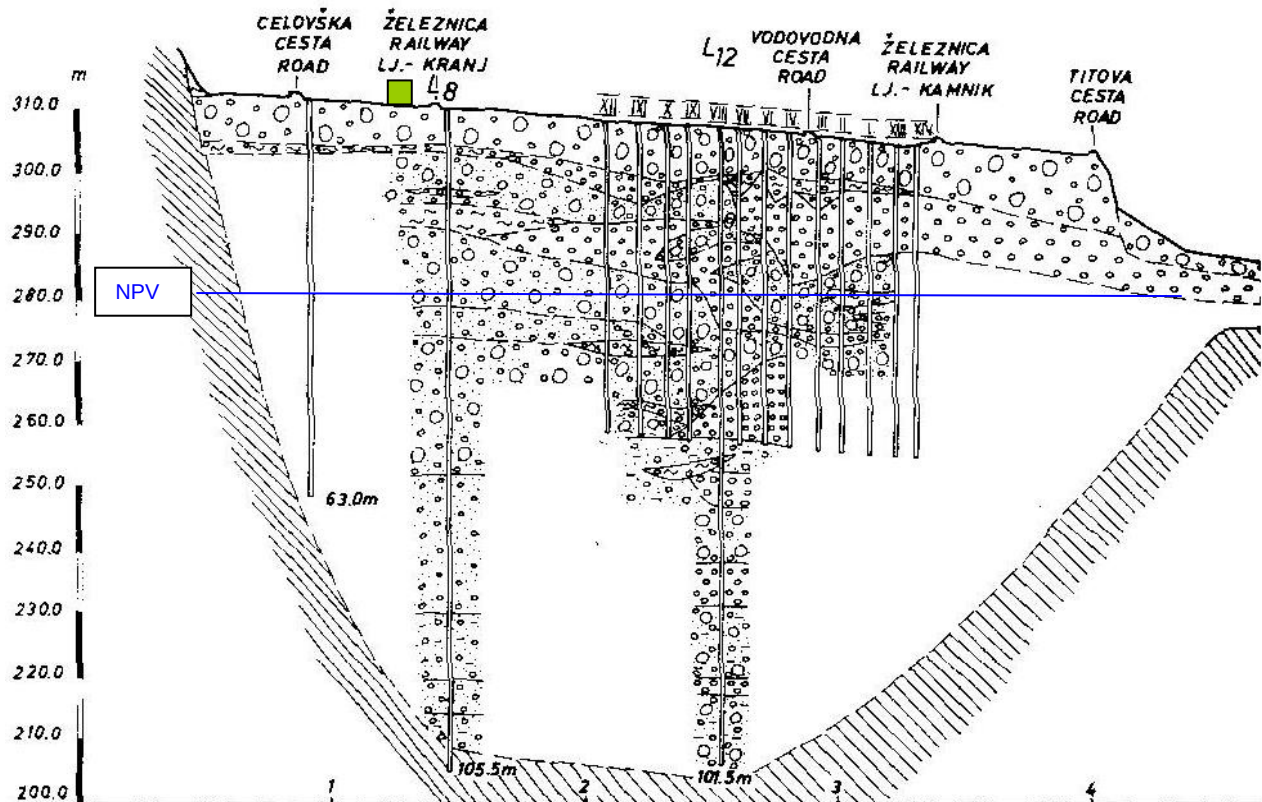
Pod mlajšepleistocenskim prodnim zasipom leži plast rjave *gline in gline s prodniki*. Glinasta plast je debela do 10 metrov. Nastala naj bi v riško-würmski medledeni dobi. Ponekod je glinasta plast zvezna, ponekod pa ne. Glina se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja 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

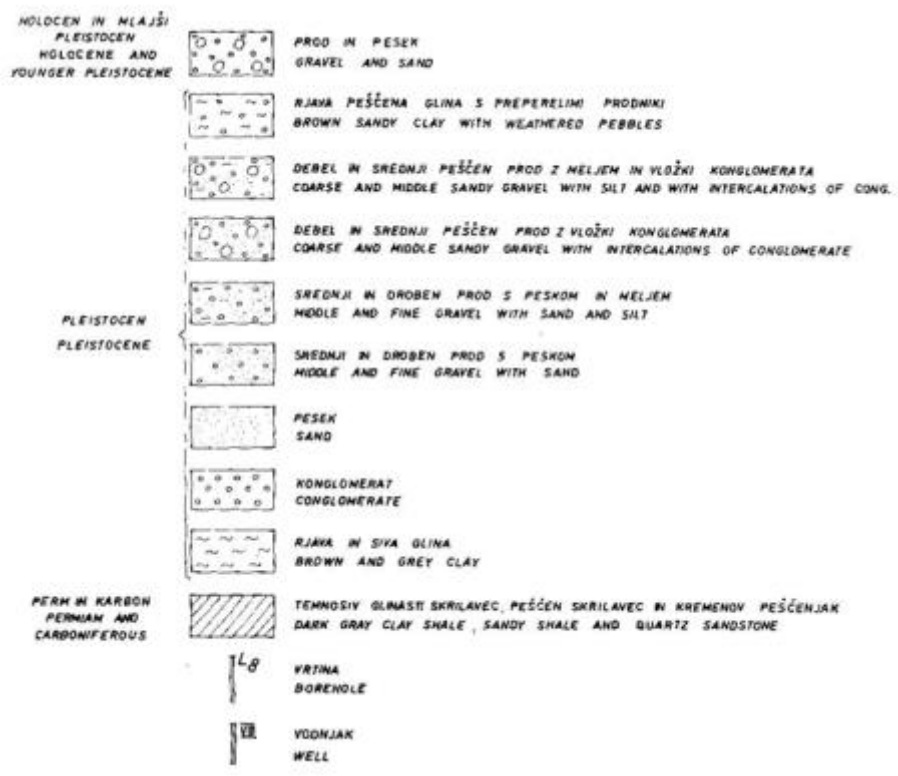
povečini v obliki leč. V Klečah je glinasta plast ugotovljena v vodnjakih I, VIII, XIII in XIV, v ostalih pa ne. Tam leži prodni zasip neposredno na mlajšem konglomeratnem zasipu. Debelina gline je v vodnjakih v Klečah okrog 2 m (Žlebnik, 1971). V vrtinah na lokaciji vodnjakov št. VIII, IX, X, XI v Klečah 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 izdaja ponekod na površini in sicer v strugah Ljublanice 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 prek Kleč in Dravelj, je predkvartarna podlaga močnejše pogreznjena. Kvarterni 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 kvarterne 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 kvarterne 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

Podatke povzemamo iz: Geološko-geotehnični načrt za objekt Novogradnja garažnih objektov znotraj kompleksa VEP, št. elaborata 90-G-2021, št. projekta 8818, Stabi d.o.o., Ljubljana, januar 2022.

Sodeč po preteklih raziskavah obravnavano območje sestavlja srednje gost do gost prod, ki se menjava s plastmi peščenega melja srednje do težko gnetne konsistence s posameznimi prodniki.

Mestoma se lahko pojavijo tudi leče konglomerata. Debeline peščenih meljev na območju so 0,3 – 1,7 m. Mestoma se med peščenimi melji in prodniki, lahko pojavijo leče konglomeratov debeline 0,6 m. Raziskave kažejo, da gre za heterogeno sestavo, kjer prihaja do menjavanja zgoraj omenjenih plasti, ki se mestoma izklinjajo, tako da prevladuje mestoma do globine cca. 1,5 m različica npr. prodi, ali mestoma druga peščen melji, lahko tudi umetni nasip. Na dveh mestih (V-3 in V-4) se je na globini 3,5 – 3,7 m pojavil trden konglomerat.

Podzemna voda z raziskavami ni bila zaznana, saj se podtalna voda na tem območju pojavlja več kot 10 m pod površino.

3.3 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI

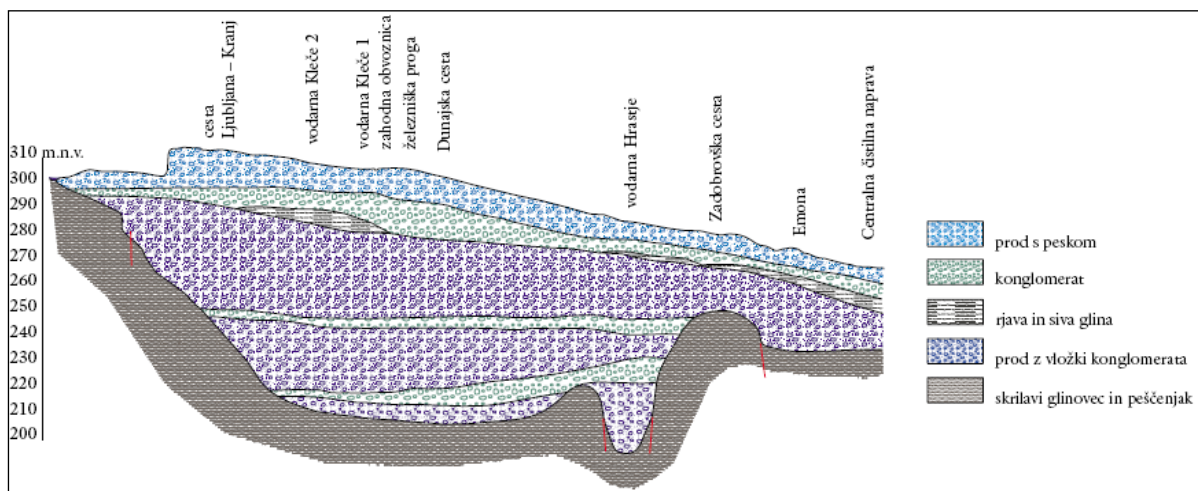
Permokarbonske plasti podlage Ljubljanskega polja pripadajo Škofjeloško-Trnovskemu pokrovu (Grad, Ferjančič, 1976). Plasti permokarbonskih skrilavih glinavcev, meljevcev in peščenjakov so intenzivno nagubane.

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.

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 prodnopedščenega vodonosnika Ljubljanskega polja praktično neprepustno hidravlično mejo.

Iz slike 6 (hidroizohipse so obarvane z vijoličasto barvo) je razvidno, da predstavlja pomembno hidravlično mejo reka Sava. 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 Sneberij 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 reke Save, od Tacna do Zaloga in Ljublanice, od Toplarne do Zaloga. Ob Savi je nizka terasa široka od 0,5 do 2 km in ob Ljublanici 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 Ljublanici je debelina holocenskega peščenega proda od 5 do 12 metrov. Peščeno prodnati zasipi so prekriti z do 2 m debelo plastjo peska. Pod holocenskimi zasipi ležijo pleistocenski nanosi peščenega proda, ki je mestoma sprijet 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 Ljublanici 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 $k >$ kot 1×10^{-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. Na Visoki savski terasi se nahaja tudi lokacija predvidenega posega.

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 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.

Globina do podzemne vode

MOP ARSO ima vodomerno postajo za podzemno vodo v Klečah (0541 Kleče); ca. 5,5 km severozahodno od lokacije in v Hrastjah (0341 Hrastje), ca. 300 m severno od lokacije. Podatki o srednjih, minimalnih in maksimalnih nivojih podzemne vode na navedenih vodomernih postajah v letih 2018-2022 so podani v spodnji tabeli.

Tabela 2: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2018-2022 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja									
	2018		2019		2020		2021		2022	
	0541 Kleče	0541 Kleče	0541 Kleče	0341 Hrastje	0541 Kleče	0341 Hrastje	0541 Kleče	0341 Hrastje	0541 Kleče	0341 Hrastje
Srednja kota podtalnice (m)	279,26	279,26	278,71	274,34	278,74	274,14	279,06,06	274,16	278,245	273,915
Maksimalna kota podtalnice (m)	280,98	280,98	279,97	275,18	280,06	274,76	280,46	275,01	280,07	275,06
Minimalna kota podtalnice (m)	277,57	277,57	277,44	273,49	277,41	273,51	277,66	273,24	276,42	272,77
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	3,41	3,41	2,53	1,69	2,65	1,25	3	1,77	3,65	2,29

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 8×10^{-3} m/s. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne Hrastje od 2×10^{-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	$k = 8 \times 10^{-3}$ m/s
Opazovalna vrtina Vodovodna	$k = 1,73 \times 10^{-2}$ m/s
Opazovalna vrtina Navje	$k = 1,24 \times 10^{-2}$ m/s

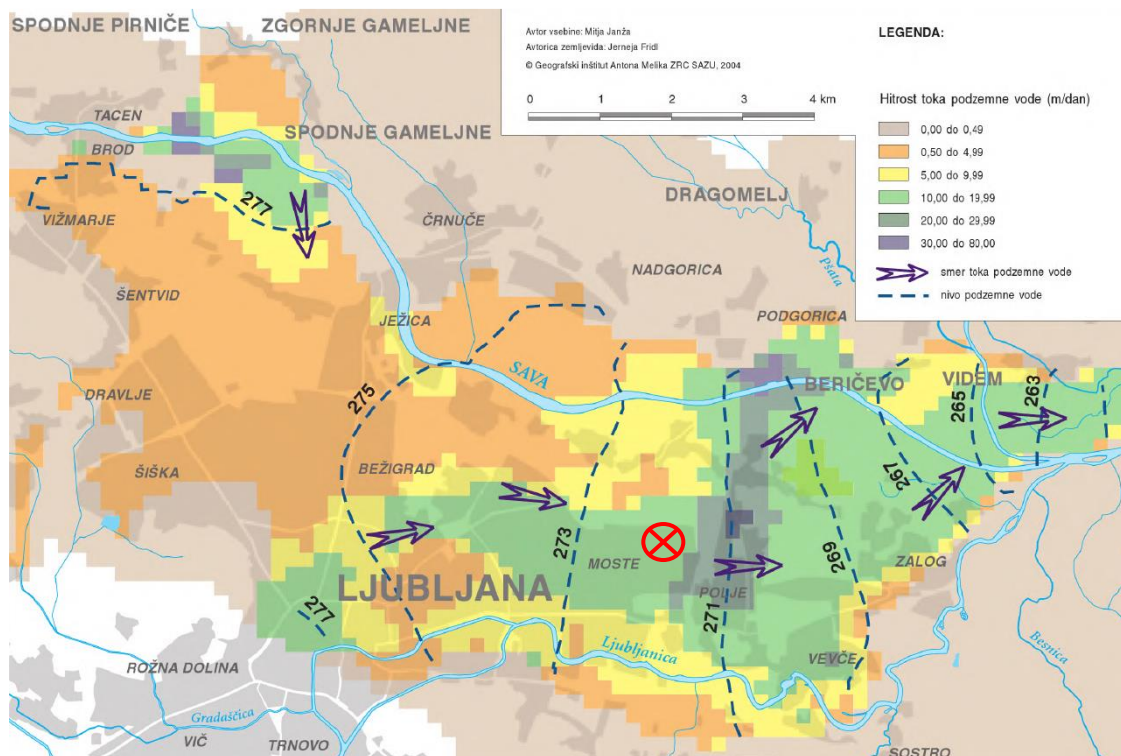
Obrobje osrednjega dela polja:

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

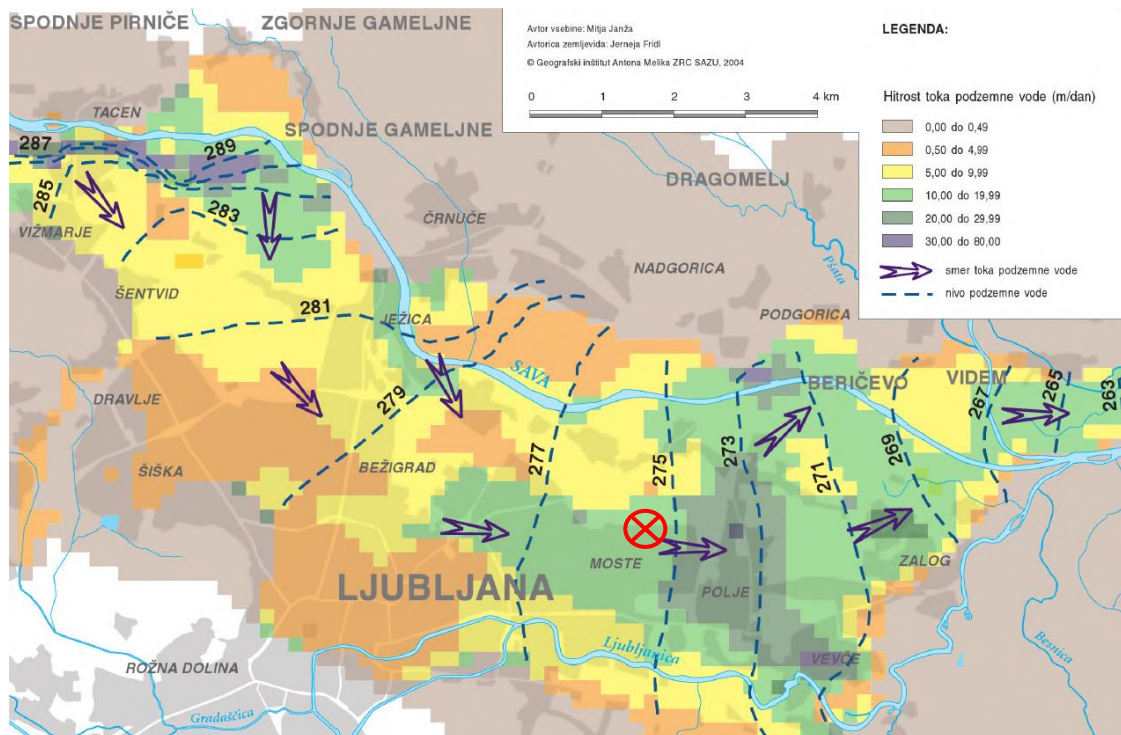
Smer toka in hitrost podzemne vode

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)

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^{-3} 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^{-5} m/s, v veliki večini primerov pa manjše od 10^{-6} m/s. Glinaste plasti dosegajo še tudi bistveno nižje vrednosti prepustnosti, to reda velikosti 10^{-9} 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 plastmi 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.

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 obravnavani lokaciji ni bil določen, razpolagamo samo s podatki raziskav v ožji oz. širši okolici. Po podatkih pridobljenih iz črpalnih poskusov na piezometru, ki je najbližji sedaj obravnavani lokaciji (piezometer Petrol - oddaljenost cca 500 m jugozahodno), znaša prepustnost za vodo k prodnega zasipa okoli 1×10^{-3} m/s. Koeficient prepustnosti pleistocenskega vodonosnika na območju vodarne Kleče je 8×10^{-3} m/s.

Gradient podzemne vode na območju predvidene gradnje znaša $\sim 1,5\text{‰}$ (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 6,9 m/dan (izračun podrobneje v poglavju 8.3).

Globina do podzemne vode



Slika 9: Tok in kote podzemne vode na širšem območju

Glede na zgornjo sliko, ocenjujemo, da je globina podzemne vode približno enaka na območju posega kot je na območju vodarne Hrastje, ki je severno od lokacije predvidenega posega.

Podatke o nivoju podzemne vode smo povzeli iz meritev na piezometru Bratislavka (BrP-1a/04), ki se nahaja cca. 720 m severozahodno od obravnavane lokacije in meritev na piezometru Ljubljana – Hrastje (0341), ki se nahaja 300 m severno od lokacije.



Slika 10: Oddaljenost piezometrov od lokacije predvidenega posega (vir: Atlas okolja).

Podatke o nivoju podzemne vode na piezometru Bratislavka (BrP-1a/04) in piezometru Ljubljana-Hrastje (0341) v obdobju 2015-2022 podajamo v spodnjih tabelah.

Tabela 3: Najnižji in najvišji nivoji vode v piezometru Bratislavka (BrP-1a/04) v obdobju 2015-2022

Leto	Najvišji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)	Najnižji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)
2015	275,46	274,33
2016	275,64	274,16
2017	276,38	274,19
2018	276	274,36
2019	275,92	274,36
2020	275,64	274,37
2021	275,86	274,15
2022	275,64	273,59

Tabela 4: Najnižji in najvišji nivoji vode v piezometru Ljubljana – Hrastje (0341) v obdobju 2015-2022

Leto	Najvišji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)	Najnižji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)
2015	274,66	273,5
2016	274,81	273,36
2017	275,65	273,39
2018	275,27	273,37
2019	275,18	273,48

Leto	Najvišji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)	Najnižji nivo v absolutnih kotah (m. n.v.)
2020	274,78	273,45
2021	275,01	273,24
2022	275,06	272,77

Najvišjo koto podzemne vode pesimistično privzamemo iz piezometra Ljubljana Hrastje (0341), ki je 300 m severno od lokacije posega, na približno isti hidroizohipsi. **Najvišji nivo podzemne vode se torej nahaja na koti 275,65 m n.v.**

Podlaga vodonosnika

Debelina vodonosnika na območju BTC je približno 95 m, kar na lokaciji pomeni na približni koti 191 m n.v.

Nasičeni del vodonosnika je torej debel cca. 85 metrov.

4.2 POVRŠINSKE VODE

Na lokaciji posega in v njeni bližini ni površinskih vodnih teles. Najbližji vodotok je reka Ljubljanica, ki je od lokacije posega oddaljena več kot 1,5 km južno. Reka Sava je več kot 1,8 km severno od posega.

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 pa 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

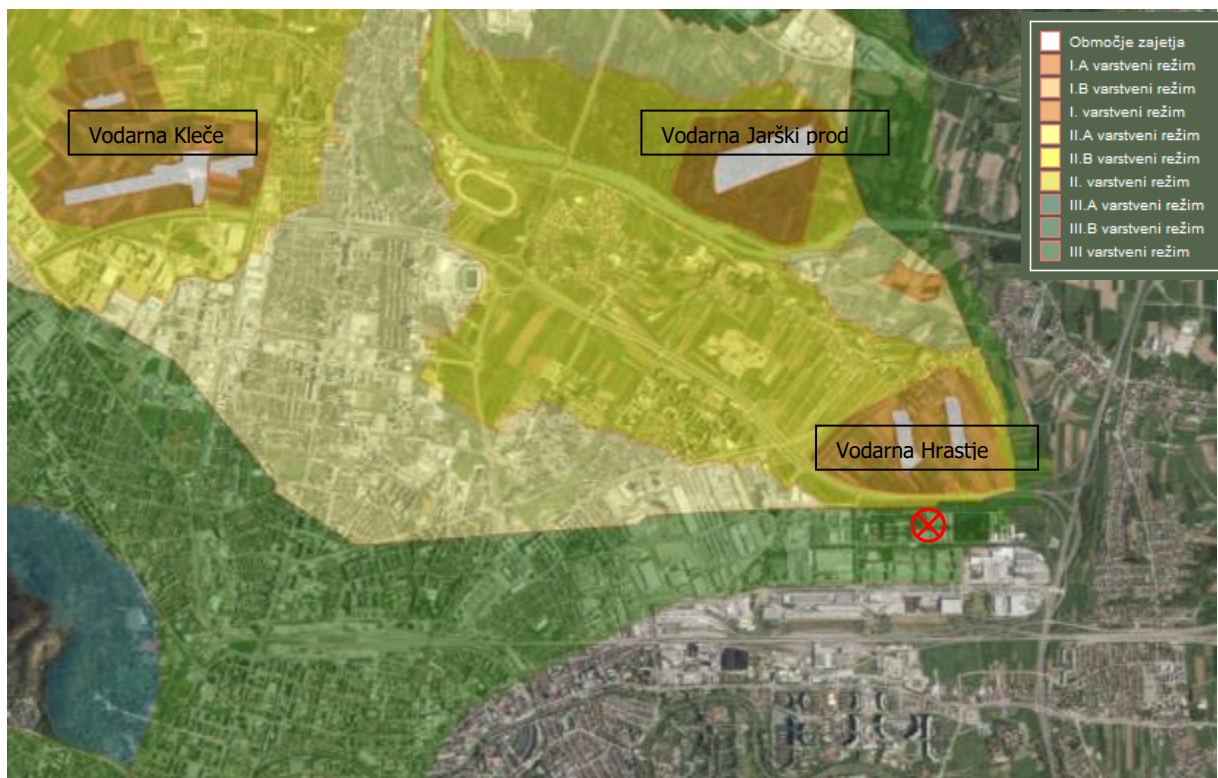
Vodovarstvena območja so bila sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US). Ta uredba določa vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, ki se uporablja za oskrbo prebivalcev s pitno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

- na širšem vodovarstvenem območju na podobmočju z milejšim vodovarstvenim režimom z oznako VVO III A.



Slika 11: 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 cca 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 2×10^{-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.

Vodarna Kleče

V letu 1888 je bila sprejeta odločitev, da se 3 km severno od (tedaj) naseljenih površin mesta izgradi črpališče Kleče kot galerija s štirimi vodnjaki. Kopani vodnjaki so bili z natega v podzemnem rovu povezani z jaškom, v katerem je bila batna črpalka na pogon s parnim strojem. Leta 1940 so parne kotle ugasnili, saj so črpalke priključili na električno omrežje. Vodarna Kleče je imela v letu 1950 šest vodnjakov, leta 1970 pa že petnajst in leta 1989 sedemnajst. Od takrat se kapaciteta vodarne Kleče ni spreminjala.

Vodarna Kleče se deli na dva dela (Kleče I in Kleče II), ki sta med seboj oddaljena okrog 540 m v smeri toka podzemne vode.

Vodarna Kleče 1 črpa vodo iz 14 vodnjakov, v skupni količini 1105 l/s. Globina vodnjakov je od 38,79 m do 103,5 m. Do kamninske podlage sega le vodnjak XII, kjer so neprepustne permokarbonske plasti 104,5 m pod površjem, in piezometer KL1-1/95, kjer je kamninska osnova 83 m globoko. Obe vrtini sta zajeli globlji vodonosni sloj, ostale pa črpajo vodo iz zgornjih vodonosnih slojev (Mencej, 1995).

Vodarna Kleče 2 črpa vodo iz 3 vodnjakov v skupni količini 255 l/s. Globina vodnjakov je od 55 do 60 m. Kamninska osnova je na območju vodarne v globini okoli 96 m. Debelina omočenega dela vodonosnika je okoli 70 m (Mencej, 1995).

Vodarna Kleče je osrednji del vodovodnega sistema mesta Ljubljana, saj je leta 2003 prispevala kar 55% vseh načrpanih količin, kar pomeni v povprečju 650 l/s vode oziroma do 1200 l/s. Globina večine vodnjakov ne presega 70 m, do permo karbonske podlage, ki presega 100 metrov pa je izvrtan samo eden.

Območje vodarne Kleče je v zaledju vodarne Hrastje.

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 2016 – 2022 je bilo kemijsko stanje celotnega vodnega telesa podzemne vode Savske kotline in Ljubljanskega Barja, kamor sodi tudi vodonosnik Ljubljanskega polja, ocenjeno kot dobro (http://hmljn.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20porocila/Porocilo_podzemna_2022.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.

Kakovost in obremenitve podzemne vode - Hrastje (Ia) 0344

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

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 13,1$ in $13,6$ °C, pH = 7,5 in 7,5 in električna prevodnost, $K = 572$ in 640 µS/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 NO₃/l in ne presega vrednosti 50 mg NO₃/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 lahkih 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.

V letu 2021 sta bili opravljeni 2 vzorčeni. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 13,4$ in $13,1$ °C, pH = 7,4 in 7,5 in električna prevodnost, $K = 568$ in 554 µS/cm;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 19 in 16 mg NO₃/l in ne presega vrednosti 50 mg NO₃/l;

- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.
- izmerjene vsebnosti lahkih organskih spojin so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.
- vsebnosti farmacevtikov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.

V letu 2022 sta bili opravljeni 2 vzorčeni. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 12,2$ in $12,7^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7,5$ in $7,4$ in električna prevodnost, $K = 458$ in $542 \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 12 in $18 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ in ne presega vrednosti $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.
- izmerjene vsebnosti lahkih organskih spojin so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.
- vsebnosti farmacevtikov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.

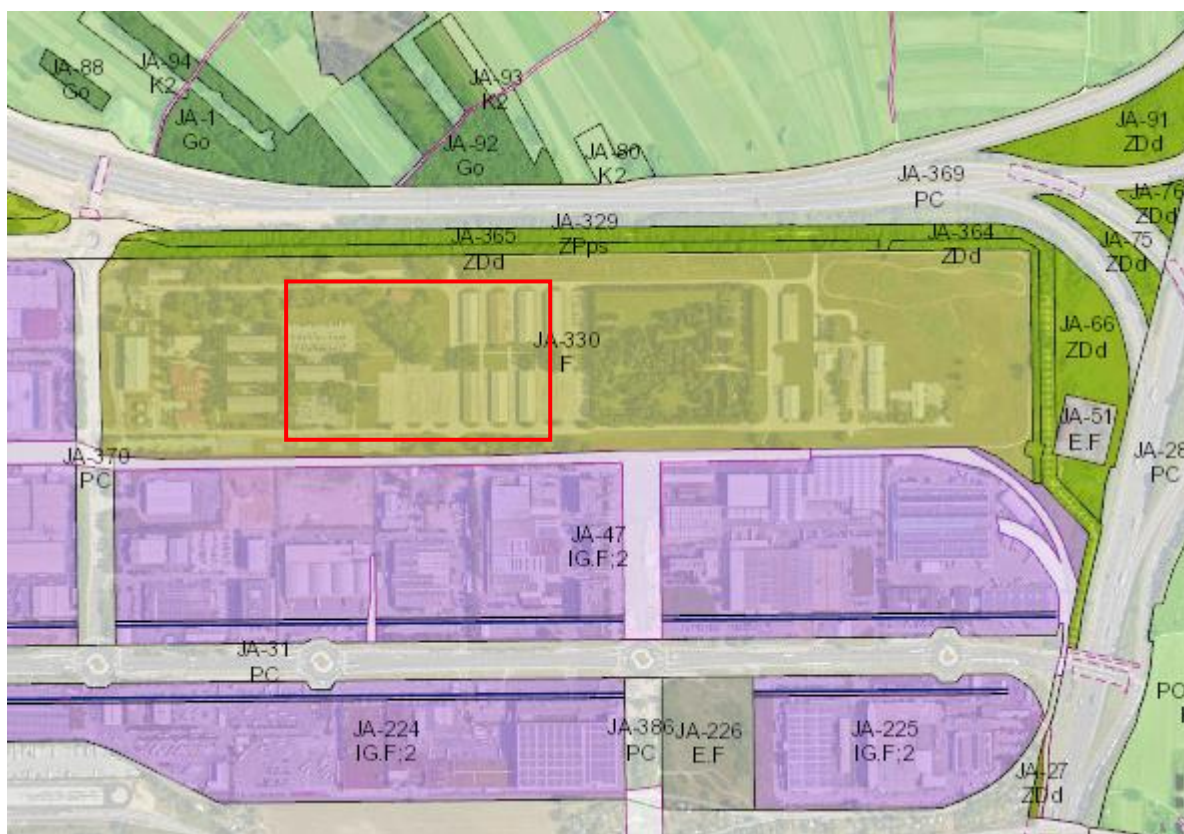
5. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR

5.1 PROSTORSKI AKTI

Območje se ureja z:

- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del, OPN MOL ID; (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 in 78/19 – DPN in 59/22)
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del – OPN SD (Ur. list RS, št. 78/10, 10/11-DPN, 72/13-DPN, 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 in 42/18)

Obravnavano zemljišče sodi v skladu z OPN MOL ID v enoto urejanja prostora EUP – JA-330. Namenska raba območja je F – Območja za potrebe obrambe v naselju.



Slika 12: Namenska raba prostora po OPN z informativno označeno lokacijo predvidenega posega (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 (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US) se predmetna lokacije se nahaja na:

- širšem vodovarstvenem območju na podobmočju z milejšim vodovarstvenim režimom in oznako VVO III A.

Predvideni objekti so pripadajoči pomožni objekti Vojašnice Edvarda Peperka, ki se kot glavni objekt klasificira med 12741 Vojašnice in stavbe za nastanitev policistov. Klasifikacija predvidenih objektov bo:

- CC-SI 12201- Upravni objekt;
- CC-SI 12630 - Simulacijski center;
- CC-SI 12741 – Trenažni center;
- CC-SI 12520 - Skladiščni objekti SO1, SO2, SO3, SO4.

Tabela 5: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III A

CC. Si	II	NESTANOVANJSKE STAVBE ^{1,3}	VVO III A
122	2	Upravne in pisarniške stavbe	+
1252	10a	Silos in skladišča nenevarnih snovi	pp
1263	13	Stavbe za izobraževanje in znanstveno	+
12740	23	Druge nestanovanjske stavbe, ki niso uvrščene drugje	+
CC. Si	III	OBJEKTI PROMETNE INFRASTRUKTURE ^{1,3}	VVO III A
21120	2 a	Parkirišča	pp ²
CC. Si		CEVOVODI, KOMUNIKACIJSKA OMREŽJA IN ENERGETSKI VODI ³	VVO III A
22231	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 ²⁴
22231	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 ²⁴

Tabela 6: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III A – izvajanje gradbenih del

CC. Si		IZVAJANJE GRADBENIH DEL	VVO III A
	1	Gradbišče v skladu s predpisi, ki urejajo gradnjo objektov, na zemljišču s površino, večjo od 1 hektarja	pd
	2	Parkirišče na gradbišču za delovne stroje in naprave (brez vzdrževanja vozil in strojev)	+
	3	Prostor za vzdrževanje vozil in strojev ali začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva	+
	4	Sanitarije na gradbišču	_11
	5	Začasna skladišča na gradbišču za betonske elemente	+
	6	Oskrba strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva)	+
	7	Izkopi na gradbišču	pd ^{3,6}
	9	Uporaba brizganega betona	+
	12	Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo	-

+ 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.

¹Z gradnjo stavb na podobmočju ožjega VVO z manj strogim vodovarstvenim režimom se ne sme posegati v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku. Prav tako se z gradnjo ne sme zmanjšati krovna plast, če je ta upoštevana pri določanju zmanjšane obsega ali ukrepov ožjega VVO z manj strogim vodovarstvenim režimom. Območje nihanja podzemne vode v vodonosniku je območje med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode v nizu meritev gladine podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje, ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO, v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

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

³Objekte ali naprave na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom in podobmočju širšega VVO z milim vodovarstvenim režimom je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje. Srednja gladina oziroma nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

⁵Izkopi 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.

⁶ Izkopi na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen, kadar je izjemoma dovoljena gradnja iz opombe 3 te priloge.

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

²⁴Dno 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

Vojašnica Edvarda Peperka (VEP) je poleg Vojašnice barona Andreja Čehovina v Postojni identificirana kot ključna lokacija, na kateri se formira in popolnjuje prvi srednji pehotni bataljon. Analiza stanja je pokazala odstopanja od osnovnih potreb profesionalne vojske. Na podlagi srednjeročnih in dolgoročnih planskih dokumentov in sprejetih obveznosti SV do NATO se je pristopilo k pripravi podlag za izvedbo projektov opremljanja SV.

Predvidena je gradnja naslednjih objektov:

- Upravni objekt (UO)
- Simulacijski center (SC)
- Trenažni center (TC)
- 4 skladiščni objekti (SO1, SO2, SO3, SO4).

6.2 OPIS POSEGA

UPRAVNI OBJEKT

Objekt je zasnovan v sklopu upravno-nastanitvenega dela vojašnice. Sestavljen bo iz glavnega, pisarniškega dela in nižjega sekundarnega objekta, namenjenega večjim dogodkom ter kratkotrajnejšim nastanitvam.

BTP: 7.041,50 m²

Tlorisne dimenzije: glavni objekt 69,8 × 18,6 m, sekundarni objekt 69,8 × 12,9 m

Etažnost: glavni objekt K+P+2, sekundarni objekt P+1

Kota pritličja +0,00 m = 287,2 m n.v.

Najnižja višinska kota: -4,3 m = 282,9 m n.v.

Najvišja višinska kota: +12,2 m = 299,4 m n.v.

SIMULACIJSKI CENTER

Simulacijski center je namenjen urjenju in usposabljanju vojakov v virtualnem bojišču. V objektu je predviden centralni trenažni prostor, v katerem so nameščeni različni simulatorji. V objektu se predvidi spremljajoče prostore kot so pisarne, sanitarije, skladišča, tehnični prostori.

BTP: 1.887,60 m²

Tlorisne dimenzije: 67,0 x 24,0m

Etažnost: P+1

Kota pritličja +0,00 m = 286,3 m n.v.

Najnižja višinska kota: - 0,0 m = 286,3 m n.v.

Najvišja višinska kota: + 8 m = 294,3 m n.v.

TRENAŽNI CENTER

Trenažni center je vadbeno izobraževalni objekt namenjen potrebam Slovenske vojske. Objekt bo tipski, izvede se v celoti kot prefabriciran modularni objekt iz kontejnerskih enot. Osrednji vadbeni prostor bo zavzemal večji del objekta. Ob njemu so predvideni spremljajoči prostori: skladišče vadbene opreme, sejna soba, sanitarije ter tehnični prostori.

BTP: 1.544,80 m²

Tlorisne dimenzije: 67,0 × 24,0m

Etažnost: P

Kota pritličja: 286,9 m n.v.

Najnižja višinska kota: - 0,0 m = 286,9 m n.v.

Najvišja višinska kota: + 4 m = 290,9 m n.v.

SKLADIŠČNI OBJEKTI

Skladiščni objekti SO1, SO2, SO3 in SO4 so objekti predvideni za skladiščenje proizvodov in materialov namenjenih infrastrukturi Slovenske vojske.

BTP: $4 \times 1.665,50 \text{ m}^2$

Tlorisne dimenzije: 67,0 x 24,0 m

Etažnost: P+1

Kota pritličja: 286,3 m n.v. (SO3); 286,5 m n.v. (SO1, SO2, SO4)

Najnižja višinska kota: 286,3 m n.v. (SO3); 286,5 m n.v. (SO1, SO2, SO4)

Najvišja višinska kota: + 8 m = 294,3 m n.v. (SO3); 294,5 m n.v. (SO1, SO2, SO4)

V skladiščnih objektih se ne bodo skladiščile nevarne snovi.

V skladiščih je predvideno shranjevanje različne terenske opreme (taborna oprema in oprema za terensko usposabljanje, šotori, postelje, podlage za šotore, ogrevala, mize, postelje, deke, tudi jogiji, kabli za elektrifikacijo tabora, žica, ipd.) in orodje (lopate, krampi, grablje, ipd.).

V manjšem prostoru (cca. 60 m²) je predvideno skladišče informacijske opreme kot so radijske postaje, terenski računalniki. Za skladiščenje manjših količin skupinskega orožja in streliva je predviden poseben prostor površine 60 m². Strelivo je v trdni obliki in tako zapakirano v požarno varnih škatlah, da ne more priti do vžiga oz. požara. Dostop do prostora bo dovoljen le pooblaščenim osebam (kontrola pristopa).

6.2.1 Temeljenje, konstrukcija, fasada, streha

Upravni objekt je v celoti zasnovan kot armirano betonska skeletna konstrukcija z armiranobetonskimi stebri. Fasada bo prezračevana fasada z ustrezno toplotno izolacijo. Streha bo ravna.

Simulacijski center in skladiščni objekti bodo zasnovani v enakem konstrukcijskem sistemu - kot enoladijska hala sestavljena iz sedmih okvirjev na medosni razdalji 11 m. Glavni okvirji bodo sestavljeni iz AB stebrov, ki podpirajo glavne prednapete A nosilce. Med glavnimi nosilci bodo položeni AB sekundarni nosilci T oblike, ki nosijo streho. Objekti bodo temeljeni na AB talni plošči in bodo zaprti s toplotno izolativnimi sendvič paneli v sestavi: cinkana in barvana pločevina / toplotna izolacija iz mineralne volne / cinkana in barvana pločevina ustrezne debeline. Fasadne panele širine 1 m se polaga vertikalno s pritrjevanjem v jekleno podkonstrukcijo oz. sidranjem direktno v AB konstrukcijo objekta.

Trenažni objekt temeljen na AB talni plošči. Objekt je tipski, izvede se v celoti kot prefabriciran modularni objekt iz kontejnerskih enot. Trenažni center se naroči, dobavi in montira kot celota.

6.2.2 Prometna ureditev in dostopi

Objekti se priključujejo na lokalno Leskoškovo cesto preko obstoječega priključka Vojašnice, cestni priključek se v sklopu projekta ne spreminja.

Znotraj kompleksa VEP se predvidi novo parkirišče na južnem delu kompleksa s 126 PM, s čimer se skupaj z obstoječimi zagotovi 500 PM mest na celotnem območju.

6.2.3 Komunalna in energetska ureditev

Komunalno-energetski vodi bodo izvedeni skladno s projektnimi pogoji upravljavcev in mnenjedajalcev. Kompleks vojašnice je že priključen na javna komunalna omrežja in sicer na vodovodno omrežje, kanalizacijsko omrežje, elektro omrežje preko internih transformatorskih postaj, TK omrežje, vročevodno omrežje. Poseg se bo priključil na obstoječa omrežja.

6.2.3.1 Kanalizacija

Za odvajanje odpadnih komunalnih vod se bo zgradil kanalizacijski priključek na obstoječ javni kanalizacijski sistem, ki se zaključi s centralno komunalno čistilno napravo. Zaradi plitve globine obstoječe kanalizacije na območju, bo za zagotavljanje odtoka komunalne odpadne vode potrebna izgradnja manjšega črpališča in tlačnega voda, ki se bo priključeval na obstoječo kanalizacijo za komunalne odpadne vode.

Padavinske odpadne vode iz manipulativnih utrjenih površin in padavinske vode iz strešin objektov se bo ponikalo v raščenem terenu znotraj gradbene parcele. Padavinske vode se morajo pred ponikanjem očistiti v lovilniku olj skladnim s SIST EN 858.

Ponikovalnice bodo na globini 4-5 m pod koto terena, kota dna ponikovalnic bo ca. na 282,5 m n.v.

Območje prispevnih površin se razdeli na severni in južni del, kjer posamezni del tvori zaključeno celoto s ponikalnim poljem.

Industrijska odpadna voda s posegom ne bo nastajala.

6.2.3.2 Vodovod

Širše območje se z vodo oskrbuje iz centralnega vodovodnega sistema mesta Ljubljana.

Kompleks vojašnice je že priključen na javno vodovodno omrežje, na katerega se bodo priključili tudi novi objekti.

Severno, med predvidenimi objekti ter južno od predvidenih objektov že poteka obstoječe hidrantno omrežje. Na lokaciji se nahaja skupno 31 hidrantov, od tega je 23 nadzemnih, ostalo so podzemni hidranti. Če se bo izkazala potreba po novih hidrantih v načrtu požarne varnosti, se bodo ti dogradili.

6.2.3.3 Električno omrežje

Objekti trenažni center, simulacijski center in skladiščni objekti se bodo priključili na obstoječo TP Aerodrom 2. Upravni objekt se bo priključil na obstoječo TP Aerodrom 1.

V kolikor se izkaže, da priključna moč objektov presega razpoložljivo v interni TP, se dopušča možnost vgraditve novega transformatorje v TP Aerodrom 2, kjer je že pred pripravljeno prazno mesto za nov transformator.

6.2.3.4 Odpadki

Znotraj kompleksa vojašnice so že organizirani ekološki otoki. S posegom bodo nastajali komunalni odpadki, ki se bodo ločeno zbirali.

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.

6.2.3.5 Ogrevanje, hlajenje

Vsi objekti bodo ogrevani, hlajeni in prezračevani. Primarni vir ogrevanja bo vročevod, hlajenje se predvidi s hladilnim agregatom s črpalko voda-zrak.

Za upravni objekt je predviden centralni nadzorni sistem (CNS sistem), pri ostalih objektih se določi v fazi PZI.

Hlajenje prostorov je predvideno preko kasetnih, stenskih ali parapetnih konvektorjev. Konvektorji bodo opremljeni s prostorskimi regulatorji delovanja.

Za simulacijski center je predvidena klimatska naprava, ki bo nameščena v strojnici. Predvidi se prezračevalno enoto z izkoriščanjem toplote odpadnega zraka (rekuperacijo). Zajem zunanega svežega zraka je predviden na fasadi objekta. Za potrebe delavnice v simulacijskem centru se predvidi inštalacija komprimiranega zraka. Zagotoviti je potrebno ustrezno prezračevanje kompresorske postaje.

Za dovod in odvod zraka v in iz prostorov se predvidijo različni prezračevalni difuzorji, ventili ali rešetke. Za omogočanje strujanja prehodnega zraka naj bodo v vratih ali stenah vgrajene aluminijaste vratne rešetke, požarni ventili ali rešetke.

Polnilnice baterij, NN in TK prostori, ter prostori s posebnimi zahtevami se bodo prezračevali ločeno ter skladno NPV.

6.2.4 Zunanja ureditev

Zunanja ureditev območja bo obsegala tlakovanje zunanjih površin v betonski izvedbi med skladiščnimi objekti ter asfaltiranje dovoznih cest in parkirišč. Betonske ploščadi bodo namenjene za dostop do novih skladiščnih površin in morajo omogočati prevoznosti za težek tovorni promet.

Ob voziščih bodo utrjene bankine, robniki in zaključni elementi utrjenih površin.

Vse zemeljske brežine se izvedejo v naklonu 1:1,5 in se humusirajo v debelini 15 cm. Po izvedbi humusiranja se zatravijo s travno mešanico, da se prepreči erozija.

Ob upravnem objektu in med skladiščnimi objekti se predvidi ozelenitev površin.

Na prostoru zelene površine med objekti se ohranijo obstoječa drevesa – iglavci, v čim večjem številu.

6.2.5 Požarna zaščita

Fasada in streha objektov bosta iz negorljivih materialov. Upoštevani bodo minimalni odmiki za preprečevanje širjenja požara na sosednje objekte.

V posameznem objektu se v skladu z načrtom požarne varnosti predvidi sistem avtomatskega javljanja požara (AJP) po sistemu popolne zaščite.

V objektih se ne bodo skladiščile nevarne snovi.

V skladiščih je predvideno shranjevanje različne terenske opreme (taborna oprema in oprema za terensko usposabljanje, šotori, postelje, podlage za šotore, ogrevala, mize, postelje, deke, tudi jogiji, kabli za elektrifikacijo tabora, žica, ipd.) in orodje (lopate, krampi, grablje, ipd.).

V manjšem prostoru (cca. 60 m²) je predvideno skladišče informacijske opreme kot so radijske postaje, terenski računalniki. Za skladiščenje manjših količin skupinskega orožja in streliva je predviden poseben prostor površine 60 m². Strelivo je v trdni obliki in tako zapakirano v požarno varnih škatlah, da ne more priti do vžiga oz. požara. Dostop do prostora bo dovoljen le pooblaščenim osebam (kontrola pristopa).

Polnilnica radijskih baterij bo ločena in bo primerno požarno obravnavana.

Glede na predvideno ureditev objektov in zunanjih površin se bo izvedlo zadrževanje požarne vode na način, da se pred lovilnikom olj, preko katerega gre vsa voda iz utrjenih površin, vgradi zaporni ventil, ki je vezan na požarno centralo. V primeru požara se ta zaporni ventil zapre in prepreči, da bi požarne vode iztekle v naravo. Pred zapornim ventilom je predviden jašek za črpanje ulovljene požarne vode. Glede na študijo požarne varnosti bodo zagotovljene zadostne kapacitete za lovljenje požarne vode. Za gašenje požara znotraj objektov je predvidena notranja hidrantna mreža, ročni gasilni aparati, zunanja hidrantna mreža in ostali ukrepi skladno z načrtom požarne varnosti.

6.3 IZVAJANJE GRADNJE

Podkleten bo le upravni objekt. Zaradi zadostnih odmikov predvidenega podkletenega objekta od ostalih objektov je predviden izkop v prosti brežini. Posebni varovalni ukrepi za varovanje gradbene jame niso potrebni; zaradi oddaljenosti ne bo vpliva na mehansko odpornost in stabilnost sosednjih objektov. Vsa dela na gradbišču se bo izvajalo z mobilno gradbeno mehanizacijo. Gradbiščni kontejnerji (pisarne, garderobe in sanitarije) bodo locirani znotraj gradbišča; natančna lokacija bo določena v načrtu gradbišča. Izkop se izvede do globine 281,8 m n.v.

Izvajanje gradbenih in drugih del na lokaciji bo po oceni projektanta/investitorja, trajalo približno 15 mesecev.

Električna energija za gradbišče se bo zagotavljala iz obstoječega priključka.

Dostop do gradbišča bo po obstoječi dovozni cesti iz Leskoškove ceste.

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.

V času gradnje obstaja potencialna nevarnost za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode v primeru razlitja nevarnih snovi (pogonskih goriv in motornih olj) iz tovornih vozil (dostava gradbenega materiala in opreme) in delovnih strojev ter ostalih vozil, ki se bodo zadrževala na gradbišču.

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 nopolarne 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.

Tabela 7: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal-gradnja

Vrsta dejavnosti	Vzrok prisotnosti onesnaževala DA/NE	Interakcija potencialnega onesnaževala in okolja	Prisotnost onesnaževala in potencialna nevarnost tega za okolje	Mobilnost onesnaževala
Gradbišče - postopki v času normalnega poteka del	NE V normalnih razmerah onesnaževala v okolju niso prisotna	NE	DA - tekočine v vozilih, delovnih strojih (vse mineralna olja); Brez izpustov!	NE – onesnaževala v okolju niso prisotna;
Gradbišče v času izrednih razmer (razlitje goriva...)	DA Pojav povečane prisotnosti onesnaževala povzroči delovna nesreča (Morebitni izliv iz vozil in delovnih strojev - mineralna olja)	DA Vodni medij lahko prenaša širjenje onesnaževala v tla in v vode	DA - tekočine iz vozil, delovnih strojev (vse mineralna olja);	DA – na gradbiščne površine in nadalje ponikovanje

lastnosti posameznih snovi/pripravkov oz. onesnaževal so podane v nadaljevanju elaborata; količin vnaprej ni mogoče napovedati.

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:

- Glavna klasifikacija vojašnice je CC-SI 12741 - Vojašnice in stavbe za nastanitev policistov. stavbe, sam poseg pa ima klasifikacije CC-SI 12201- Stavbe javne uprave (Upravni objekt), CC-SI 12630 - Stavbe za izobraževanje in znanstveno - raziskovalno delo (Trenažni center in Simulacijski center), CC-SI 12520 - Rezervoarji, silosi in skladišča (skladiščni objekti SO1, SO2, SO3, SO4).
- Odpadne padavinske vode s strešin in manipulativnih površin se bodo ponikale s ponikovalnicami, ki bodo na globini -4/5 m (kota 282,5 m n.v.), pred tem pa se bodo očistile v lovilniku olj (skladno s SIST EN 858-1 in SIST EN 858-2).
- Komunalne odpadne vode iz objekta bodo speljane v obstoječo javno kanalizacijo.
- V objektih se ne bo skladiščilo za vodo nevarnih snovi. V skladišču se bo v posebnem prostoru skladiščilo strelivo, ki bo v trdni obliki in zapakirano v originalni embalaži.
- Industrijske odpadne vode v objekih ne bodo nastajale.
- Parkirne površine bodo asfaltirane, obrobline in imele urejeno ustrezno odvajanje padavinske vode (glej zgoraj).
- V primeru požara bo požarna voda zadržana na način, da se pred lovilnikom olja preko katerega gre vsa voda iz utrjenih površin, vgradi zaporni ventil, ki je vezan na požarno centralo. V primeru požara se ta zavorni ventil zapre in prepreči, da bi požarne vode iztekle v naravo. Pred zapornim ventilom je predviden jašek za črpanje ulovljene požarne vode.

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.

7.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL

Tabela 8: 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 ¹	Sprotne količine v rezervoarjih
Neosvinčen motorni bencin – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	Rezervoarji vozil	DA	Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	Sprotne količine v rezervoarjih

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

Tabela 9: 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.

Vrsta snovi/zmesi	Nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev
	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 (kunen): 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 (kunen): 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. Nekateri 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 ($\text{Log Kow} > 3$) 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 10: 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

Opredelitev 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.

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

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 zemljino 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 zemljino. 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 zemljino 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).

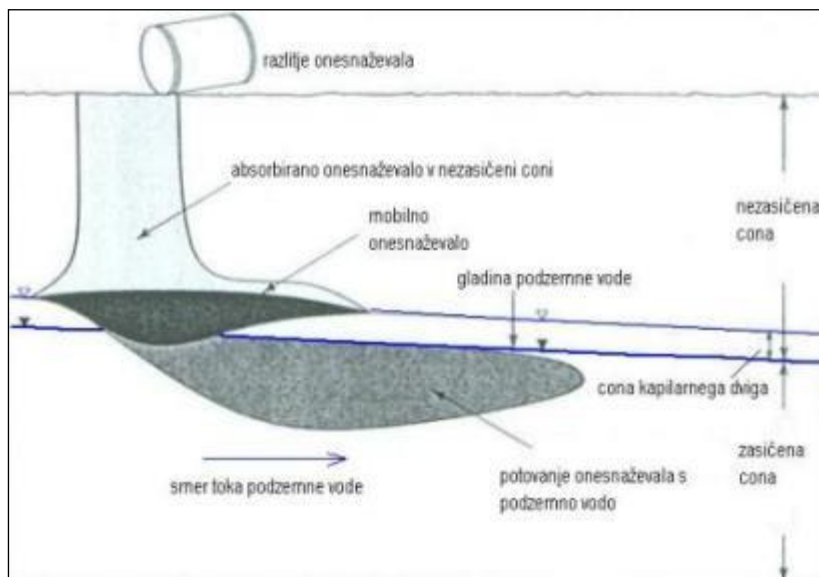
Vertikalna smer potovanja onesnaževala

Globina do podzemne vode na območju obravnavane lokacije je okoli 10,35 m pod površjem (privzeto pesimistično – pri koti površja 286 m.n.v. in najvišji gladini podzemne vode na koti cca 275,65 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 lahko tudi do daljšega časa zadrževanja onesnaževala v nenasičeni coni in do delne razgradnje, nato pa bi se 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 13: 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:

- σ_x, σ_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):

$$D_L = \alpha_L \cdot v_i$$

$$D_T = \alpha_T \cdot v_i$$

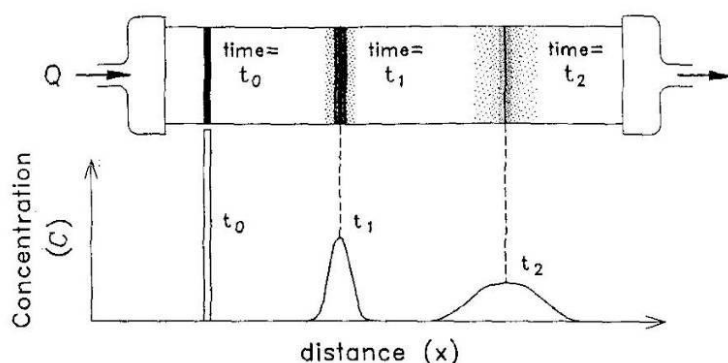
Pri čemer je:

- v_i – hitrost toka podzemne vode v smeri x (m/s)
- α_L in α_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.

Onesnaževalo bi v podzemni vodi potovalo po zakonitostih, ki veljajo za advekcijski 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 naslednji sliki.



Slika 14: Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (Vir: Jaron et al, 1996)

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 vzhodu.

Glede na tok podzemne vode, predmetna lokacija ni prispevnem območju črpališča pitne vode Hrastje in tudi ne nobenega drugega črpališča.

8.4 OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV

Značilne kote na mestu posega:

- Kota terena = ca. 286 m n.v.
- Višinske kota pritličja:
 - Upravni objekt: +0,00 = 287,2 m n.v.
 - Simulacijski center: +0,00 = 286,3 m n.v.
 - Trenažni center: +0,00 = 286,9 m n.v.
 - Skladiščni objekti: +0,00 = 286,3 m n.v. (SO3); 286,5 m n.v. (SO1, SO2, SO4)
- Na obravnavanem območju je nenasičeni del vodonosnika debel približno 10,35 m in sicer pri privzeti koti površja 286 m n.v. in najvišjem nivoju podzemne vode 275,65 m n.v. (privzeto pesimistično).
- Maksimalna globina objekta: -4,3 m (kota 282,4 m n.v.), izkopi se bodo izvedli do globine -5,4 m (kota 281,8 m n.v.).
- Razlika med globino objekta in privzetim najvišjim nivojem podzemne vode je 6,75 m, med najnižjo točko izkopa in najvišjim nivojem podzemne vode 6,15 m.
- Ponikovalnice bodo na globini $-4/5$ m = ca. 282,5 m n.v., kar je 6,85 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

Iz navedenega je razvidno, da so upoštevana določila Priloge 3 *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja*:

- predvideni objekti ne posegajo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku, temveč so vsaj 6,75 m nad njim,
- izkopi bodo izvedeni vsaj 6,15 m nad najvišjo gladino podzemne vode,
- dno ponikovalnic bo 6,85 m nad najvišjo gladino 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 zgodijo na gradbišču ali v objektih 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 zemlino in posledično podzemno vodo pri delih ničen.

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru normalnega razvoja dogodkov zaradi predmetnega posega 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 dani 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:

- Tovorna 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).

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

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. Scenarij je podan v zelo pesimistični varianti, ki pomeni strožjo kontrolo nad nevarnostjo, ki jo projekt, glede na obseg del, realno predstavlja za podzemno vodo.

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 lovilniku olja z nadaljnim odvodom v ponikanje. Kontrola lovilnikov 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.

V skladišču se ne bodo skladiščile nevarne snovi. Snovi bodo v trdni obliki in v original embalaži. Infomacijska oprema (radijske postaje, terenski računalniki), strelivo in orožje bodo v posebnem manjšem prostoru, kjer bo omejen dostop.

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

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče/strojeloma) na zunanjih povoznih površinah/parkirišču.

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 javni mešan kanalizacijski sistem).

Požar

Glede na predvideno ureditev objektov in zunanjih površin se bo izvedlo zadrževanje požarne vode na način, da se pred lovilnikom olj preko katerega gre vsa voda iz utrjenih površin, vgradi zaporni ventil, ki je vezan na požarno centralo. V primeru požara se ta zavorni ventil zapre in prepreči, da bi požarne vode iztekale v naravo. Pred zapornim ventilom je predviden jašek za črpanje ulovljene požarne vode. Glede na študijo požarne varnosti bodo zagotovljene zadostne kapacitete za lovljenje požarne vode. Za gašenje požara znotraj garaže je predvidena notranja hidrantna mreža, ročni gasilni aparati, zunanja hidrantna mreža in ostali ukrepi skladno z načrtom požarne varnosti.

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,
- dosedanja dognanja hidrogeološke stroke o hidrogeoloških lastnostih Ljubljanskega polja,

lahko opredelimo, da bi v primeru razlitja onesnaževalo odtekalo z generalnim tokom podzemne vode proti vzhodu in tako stran od zajetja pitne vode črpališča Hrastje (ki je severno od posega, na oddaljenosti ca. 300 m). Obravnavana lokacija predvidenega posega leži izven prispevnega območja omenjenega črpališča in tudi drugih črpališč, ki so zavarovana z:

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

11. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

11.1 RELATIVNA OBČUTLJIVOST

Zaradi predvidenega posega ne bo ogrožen noben vir pitne vode, zato nismo računali spremembe referenčnega stanja zaradi ogroženosti (dR) in relativne občutljivosti S v okviru, ki ga določata 48. in 50. člen Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Kljub temu pa je potrebno dosledno upoštevati ukrepe podane v tem poročilu.

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 OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL

12.1.1 Predvideni varstveni ukrepi v času gradnje

Lokacija posega se nahaja na vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, na širšem vodovarstvenem območju na podobmočju z milejšim vodovarstvenim režimom (VVO III A) – določeno v skladu z *Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja*.

Iz dokumentacije in izjav projektantov so razvidni naslednji varstveni ukrepi:

- Objekte ali naprave na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom in podobmočju širšega VVO z milim vodovarstvenim režimom je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Iz projekta je razvidno, da bodo objekti grajeni vsaj 6,75 m nad najvišjo gladino podzemne vode.
- Izkopi na podobmočju širšega VVO z milejšim vodovarstvenim režimom so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode. Razlika med najnižjo točko izkopa in najvišjim nivojem podzemne vode bo vsaj 6,15 m.

- V času gradnje je treba predvideti vse potrebne varnostne ukrepe in tako organizacijo na gradbiščih, da bo preprečeno onesnaževanje voda, ki bi nastalo zaradi transporta, skladiščenja ali uporabe tekočih goriv ali drugih nevarnih snovi.
- Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za tla in vodo, ni dovoljena.
- Na gradbišču se bodo uporabljala kemična stranišča.

12.1.2 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.
- 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.
- Prepričati je treba, da bi pri oskrbi strojev in naprav z gorivom prišlo do onesnaženja tal. Dobra praksa je, da se pri nalivanju goriva uporabi prenosno lovilno posodo.
- Na zalogi naj bo vedno zadostna količina adsorpcijskega sredstva, s katerim se lahko takoj pobrišejo oziroma adsorbirajo morebitne razlite snovi. Onesnažene krpe ali absorpcijsko sredstvo naj se skladišči v za to namenjeni posodi do predaje pooblaščenim 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.
- 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.
- 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 zemljinu 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 zemljinu predati v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu, ki je evidentiran pri pristojnem Ministrstvu 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 določita dodaten izkop materiala.

12.2 OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA

- Odpadne komunalne vode objekta se bodo odvajale v javno kanalizacijo, ki se zaključi s centralno komunalno čistilno napravo.
- Padavinske odpadne vode iz manipulativnih utrjenih površin in padavinske vode iz strešin objektov se bo ponikalo v raščenem terenu znotraj gradbene parcele. Padavinske vode se morajo pred ponikanjem očistiti v lovilniku olj skladnim s SIST EN 858.
- Ponikovalnice bodo na globini 4-5 m pod koto terena, približna kota dna ponikovalnic bo na 282,5 m n.v., kar je 6,85 m nad najvišjo gladino podzemne vode na območju.

- Industrijska odpadna voda v okviru predvidenega posega ne bo nastajala.
- Za vse interne kanalizacijske sisteme je potrebno zagotoviti neprepustno izvedbo z opravljenim preizkusom in potrdilom.
- Zunanje parkirne površine bodo asfaltirane, obrobljene in imele urejeno odvajanje padavinske vode preko lovilnikov olja.
- 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.
- V skladiščih se ne bodo skladiščile nevarne snovi. Informacijska oprema (radijske postaje, terenski računalniki), orožje in strelivo (v trdni obliki, original zapakirano) bo skladiščeno znotraj posebnega prostora z omejenim dostopom (le pooblaščen osebe).
- 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 doslednega izvajanja v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov ukrepov.

Predmet analize tveganja za onesnaženje podzemne vode je gradnja upravnega, vadbenih in skladiščnih objektov v Vojašnici Edvarda Peperka.

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

V primeru, da pride 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 (proti vzhodu). 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.

Glede na:

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

lahko opredelimo, da bi v primeru razlitja onesnaževalo odtekalo z generalnim tokom podzemne vode proti vzhodu in tako stran od zajetja pitne vode črpališča Hrastje (ki je severno od posega, na oddaljenosti ca. 300 m). Obravnavana lokacija predvidenega posega leži izven prispevnega območja omenjenega črpališča in tudi drugih črpališč, ki so zavarovana z:

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

Ogroženost vodnega telesa zaradi globine posegov

- Kota terena = ca. 286 m n.v.
- Višinske kota pritličja:
 - Upravni objekt: +0,00 = 287,2 m n.v.
 - Simulacijski center: +0,00 = 286,3 m n.v.
 - Trenažni center: +0,00 = 286,9 m n.v.
 - Skladiščni objekti: +0,00 = 286,3 m n.v. (SO3); 286,5 m n.v. (SO1, SO2, SO4)
- Na obravnavanem območju je nenasičeni del vodonosnika debel približno 10,35 m in sicer pri privzeti koti površja 286 m n.v. in najvišjem nivoju podzemne vode 275,65 m n.v. (privzeto pesimistično).
- Maksimalna globina objekta: -4,3 m (kota 282,4 m n.v.), izkopi se bodo izvedli do globine -5,4 m (kota 281,8 m n.v.).
- Razlika med globino objekta in privzetim najvišjim nivojem podzemne vode je 6,75 m, med najnižjo točko izkopa in najvišjim nivojem podzemne vode 6,15 m.
- Ponikovalnice bodo na globini $-4/5$ m = ca. 282,5 m n.v., kar je 6,85 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

Iz navedenega je razvidno, da so upoštevana določila Priloge 3 *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja*:

- predvideni objekti ne posegajo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku, temveč so vsaj 6,75 m nad njim,
- izkopi bodo izvedeni vsaj 6,15 m nad najvišjo gladino podzemne vode,
- dno ponikovalnic bo 6,85 m nad najvišjo gladino vode.

Zaključek

Glede na predvideno izvedbo in namen predvidene gradnje upravnega, vadbenih in skladiščnih objektov v vojašnici Edvarda Peperka v Ljubljani 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 posega ter ob izvajanju predvidenih varovalnih ukrepov, ne more priti. Območje predvidenega posega se nahaja izven prispevnega območja črpališč na Ljubljanskega polju.

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 zanemarljivo.

15. VIRI PODATKOV IN LITERATURA

- DGD, tehnično poročilo za Gradnja upravnega, vadbenih in skladiščnih objektov v VEP, št. 9199/VEP, LUZ d.d., marec 2023
- Geološko-geotehnični načrt za objekt Novogradnja garažnih objektov znotraj kompleksa VEP, št. elaborata 90-G-2021, št. projekta 8818, STABI d.o.o., Ljubljana, januar 2022
- Atlas okolja; http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso,
- ARSO; 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)
- Ocena kemijskega stanja podzemne vode 2016-2022 (Agencija RS za okolje); <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/>
- Kakovost podzemne vode – arhivski podatki; <http://hmljn.arso.gov.si/vode/podatki/>
- Podzemne vode - arhiv (Agencija RS za okolje); https://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php
- 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, FGG 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.
- Žlebnič, 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.

Priloga 1: Situacija območja