

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE

**ZA ŠIRITEV PROIZVODNJE
ASEPTIČNIH IZDELKOV – OBJEKT 70,
INVESTITORJA LEK D.D.,
VEROVŠKOVA 57, 1526 LJUBLJANA**

Št.: 300321-jh

**Ljubljana, 6.9.2021
(dopolnjeno po reviziji 8.9.2021)**

NASLOV: **ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA
TELESA PODZEMNE VODE ZA ŠIRITEV PROIZVODNJE
ASEPTIČNIH IZDELKOV – OBJEKT 70,
INVESTITORJA LEK D.D., VEROVŠKOVA 57, 1526
LJUBLJANA**

DATUM: **6.9.2021
(dopolnjeno po reviziji 8.9.2021)**

ŠTEVILKA: **300321-jh**

INVESTITOR: **LEK farmacevtska družba d.d.
Verovškova 57
1526 Ljubljana**

IZDELOVALEC: **E-NET OKOLJE d.o.o.
Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana**

Direktor: **Jorg Jurij Hodalič**

The logo for E-NET OKOLJE d.o.o. is shown, with the text "E-NET OKOLJE" in white on a black background. Below the logo, the text "E-NET OKOLJE d.o.o. Linhartova cesta 13 SI-1000 Ljubljana, Slovenija" is printed. To the right of the logo is a blue ink signature.

Odgovorni nosilec: **mag. Jorg Jurij Hodalič, univ. dipl. biol.**

A blue ink signature, likely of the responsible person, Jorg Jurij Hodalič.

KAZALO

1. UVOD	7
1.1 IZDELOVALEC ANALIZE TVEGANJA	7
1.2 PREDPISI	7
1.3 METODA	8
2. PROJEKTNİ PODATKI	9
2.1 LOKACIJA POSEGA.....	9
2.2 PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA.....	10
2.3 URBANISTIČNA IZHODIŠČA	10
2.4 OPIS OBJEKTA.....	11
2.4.1 Obstoječe stanje.....	11
2.4.2 LOKACIJA.....	11
2.4.3 Novo stanje.....	12
3. VODOVARSTVENO OBMOČJE	20
4. OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV	21
4.1 OPREDELITEV SCENARIJEV	21
4.2 GRADNJA	21
4.2.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov	21
4.2.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	21
4.2.3 Scenarij najslabše možnosti	22
4.3 OBRATOVANJE	22
4.3.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov	22
4.3.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	23
4.3.3 Scenarij najslabše možnosti	23
5. OPREDELITEV ONESNAŽEVAL.....	26
5.1 ODPADKI.....	26
5.2 OSNOVNI PODATKI O MOREBITNIH ONESNAŽEVALIH	26
5.2.1 Toksikološki podatki o morebitnih onesnaževalih.....	27
5.2.2 Ekotoksikološke karakteristike onesnaževal	28
5.2.3 Interakcija potencialnih onesnaževal in vodnega okolja	29
5.2.4 Količina onesnaževal	30
6. LASTNOSTI ZAJETJA	31
7. OPREDELITEV VODNEGA VIRA	33
7.1 OCENA OBSTOJEČEGA STANJA KOT ZBIRNI PREGLED NARAVNEGA OZADJA IN OBREMENJENOSTI VODNEGA VIRA	33
7.2 OPIS NARAVNIH DANOSTI VODNEGA VIRA	34
7.2.1 Geološke značilnosti Ljubljanskega polja	34
7.2.2 Geološke razmere ožjega območja	36
7.2.3 Tektonske razmere v predkvartarni podlagi	36
7.2.4 Seizmičnost terena.....	37
7.2.5 Hidrogeološke značilnosti	37
7.2.6 Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji	39
8. OPREDELITEV POTI PRENOSA ONESNAŽEVAL OD VIRA OGROŽANJA DO ZAJETJA.....	42
8.1 OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA.....	42
8.2 MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE	42

8.3	ŠIRJENJE ONESNAŽEVALA – NAJSLABŠI SCENARIJ	43
8.4	ANALIZA OBČUTLJIVOSTI RAČUNSKEGA MODELA	46
8.5	OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELES A PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE POSEGOV V TLA	46
9.	OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE	47
9.1	IZRAČUN RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI VODNEGA VIRA	47
9.1.1	Relativna občutljivost	47
9.1.2	Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih	47
9.2	PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKE METODE	48
10.	ZAŠČITNI UKREPI	49
10.1	ZAŠČITNI UKREPI, PREDPISANI Z ZAKONODAJO	49
10.2	ZAŠČITNI UKREPI, KI SO PREDVIDENI S PROJEKTOM	50
10.3	ZAŠČITNI UKREPI, KI IZHAJAJO IZ ANALIZE TVEGANJA	50
10.3.1	Zaščitni ukrepi med izvajanjem gradbenih del	50
10.3.2	Interventni ukrepi v času gradnje	51
10.3.3	Zaščitni ukrepi med obratovanjem	52
10.3.4	Interventni ukrepi v času obratovanja	52
10.4	MONITORING	53
11.	ZAKLJUČEK	54
12.	LITERATURA IN VIRI	56

1. UVOD

1.1 IZDELOVALEC ANALIZE TVEGANJA

E-NET OKOLJE d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana.

Ime in priimek, naziv	Organizacija	Opomba
mag. Jorg Jurij Hodalič, univ. dipl. biol.	E-NET OKOLJE d.o.o.	odgovorni nosilec

1.2 PREDPISI

Podlage za izdelavo analize tveganja:

- Zakon o vodah /ZV-1/ (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdrI-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV-1A, 57/12-ZV-1B, 100/13-ZV-1C, 40/14-ZV-1D, 56/15-ZV-1E, 65/20)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 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-1/ (UL RS, št. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-OdlUS, 112/06-OdlUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08-ZVO-1B, 108/09-ZVO-1C, 57/12-ZVO-1E, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17-GZ, 21/18-ZNOrg, 84/18-ZIURKOE in 158/20)
- Gradbeni zakon (GZ) (UL RS, št. 61/17, 72/17, 65/20 in 15/21 – ZDUOP))
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami /ZVNDN/ (UL RS, št. 64/94, 33/02-Odl.US, 87/01-ZMatD, 41/04-ZVO-1, 28/06, 97/10, 21/18-ZNOrg)
- Zakon o kemikalijah /ZKem/ (Ur.l. RS, št. 36/1999, 11/2001-ZFFS, 65/2003, 47/2004-ZdZPZ, 61/2006-ZBioP, 16/08, ZKem-C – 9/11, 83/12-ZFFS-1)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15)
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (UL RS, 25/09)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15, 129/20)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08)
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16, 30/16)
- Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18)
- Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (Uradni list RS, št. 57/15)

Prostorski akti, ki veljajo na območju zemljiške parcele/parcel:

- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 – DPN, 22/11 – popr., 43/11 – ZKZ-C, 53/12 – obv. razl., 9/13, 23/13 – popr., 72/13 – DPN, 71/14 – popr., 92/14 – DPN, 17/15 – DPN, 50/15 – DPN, 88/15 – DPN, 95/15, 38/16 – avtentična razlaga, 63/16, 12/17 – popr., 12/18 – DPN, 42/18 in 78/19 – DPN)
- Odlok o zazidalnem načrtu za območje urejanja ŠP 2/1 Litostroj - del (Uradni list RS, št. 61/99, 76/06, 78/10)

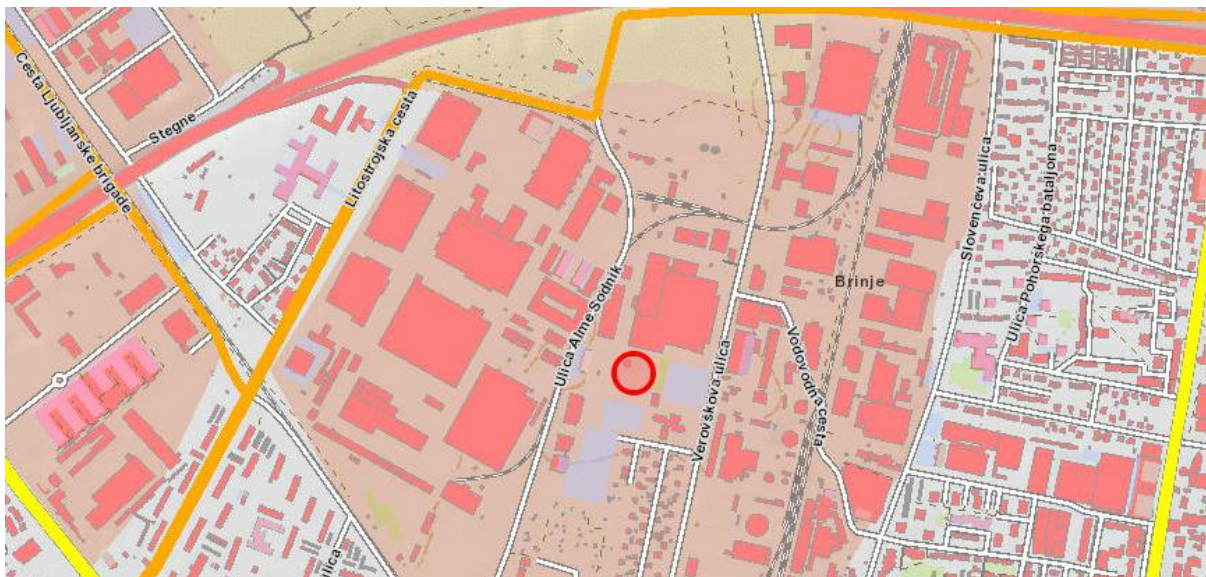
1.3 METODA

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.

2. PROJEKTNI PODATKI

2.1 LOKACIJA POSEGA

Investitor Lek d.d. želi na lokaciji kompleksa Lek farmacevtska družba d.d., na parcelnih št: del 30/9, 30/2, del 1606/4, 1606/1, 30/3, , del 65 k.o. 1740 SPODNJA ŠIŠKA, zgraditi industrijski objekt za povečanje kapacitet proizvodnje aseptičnih izdelkov. Objekt se bo priključeval na obstoječe interne komunalne in infrastrukturne vode.



Slika 1: Lokacija posega v Ljubljani (vir:/17/)



Slika 2: Obstoječe stanje na obravnavanem območju (vir:/17/)

2.2 PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA

Dokumentacija:

- GARTNER arhitekti d.o.o.: Širitev proizvodnje aseptičnih izdelkov - objekt 70; IZP; št. proj.: 2106, maj 2016
- Lek farmacevtska družba d.d., Projektni inženiring; Dopolnitev vloge v zadevi 35405-107/2021-4, julij 2021

Splošni podatki o objektu (GARTNER arhitekti d.o.o., OMNIA ARHING d.o.o. št. pr. 2106)

Klasifikacija obravnavanega objekta: CC-SI 12510 – industrijska stavba.
Objekta: ZAHTEVEN OBJEKT

Tipologija objekta je skladna z določili EUP: SI-408 in Odlokom o zazidalnem načrtu za območje urejanja ŠP2/1 Litostroj – del, funkcionalno območje F10, ki veljata za predmetno območje gradnje.

2.3 URBANISTIČNA IZHODIŠČA

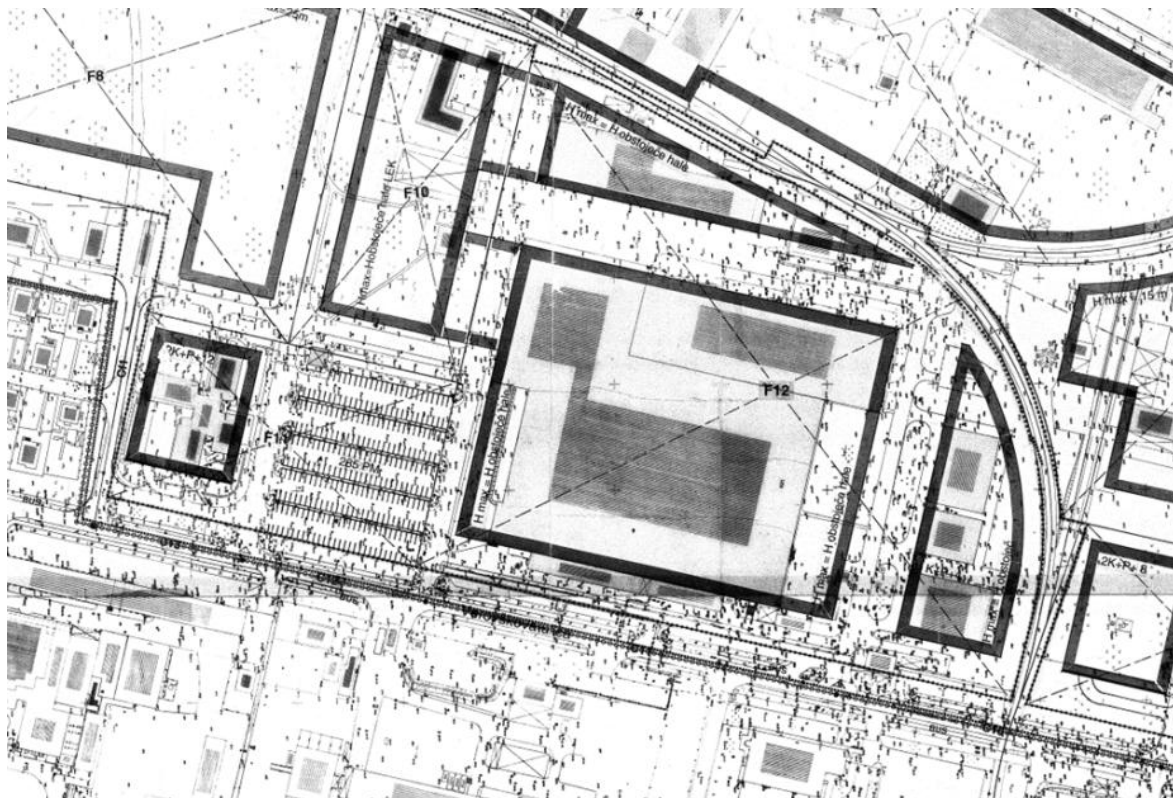
PODATKI O VELJAVNIH PROSTORSKIH AKTIV

Obravnavano območje se ureja z:

- Odlokom o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 – DPN, 22/11 – popr., 43/11 – ZKZ-C, 53/12 – obv. razl., 9/13, 23/13 – popr., 72/13 – DPN, 71/14 – popr., 92/14 – DPN, 17/15 – DPN, 50/15 – DPN, 88/15 – DPN, 95/15, 38/16 – avtentična razlaga, 63/16, 12/17 – popr., 12/18 – DPN, 42/18 in 78/19 – DPN)
- Odlokom o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 – DPN, 72/13 – DPN, 92/14 – DPN, 17/15 – DPN, 50/15 – DPN, 88/15 – DPN, 12/18 – DPN in 42/18)
- Odlokom o zazidalnem načrtu za območje urejanja ŠP 2/1 Litostroj - del (Uradni list RS, št. 61/99, 76/06, 78/10)

Podatki o enoti urejanja prostora in namenski rabi:

EUP:	ŠI-408
Morfološka enota:	F10
Osnovna in podrobnejša namenska raba:	IG, Gospodarske cone
Dopusten tip objekta:	Objekt velikega merila in tehnološka stavba
Oznaka tipa objekta:	F
Varovalno območje:	Varovalni pas prenosnega sistema zemeljskega plina Širina varovalnega pasu = 65m (pridobilo se bo soglasje za poseg v varovalni pas)



Slika 3: Izsek iz regulacijske karte (ZN) (vir:/1/

2.4 OPIS OBJEKTA

2.4.1 Obstoječe stanje

Obravnavano zemljišče, namenjeno gradbeni parceli trenutno stoji manjši objekt, ki je predhodno predviden za odstranitev, ostal teren je zatravljen. Teren rahlo pada od severa proti jugu. Obravnavano območje je komunalno opremljeno. Vsi priključki obravnavanega objekta se bodo izvedli na interne komunalne in infrastrukturne vode. Okrog obravnavanega območja poteka dostopna pot.

2.4.2 LOKACIJA

Širše območje je na severni strani omejeno na nekdanji industrijski tir, na vzhodni strani na Verovškovo ulico in Milčinsko ulico, na južni strani na načrtovano povezovalno cesto, na zahodni strani pa na Ulico Alme Sodnik. Širše območje in okolica je pozidano s pretežno industrijskimi, poslovnimi in proizvodnimi objekti ter je prometno in komunalno opremljeno. Obravnavano lokacijo obdajajo interne notranje dostopne poti in povezave. Cestni režim je obstoječ in bo za potrebe uporabe stavbe uporabljen.

Poseg bo izveden na zemljiščih parc. št. 30/9-del, 30/2, 1606/4-del, 30/3, 30/4-del, 65-del, vsa k.o. Spodnja Šiška.

2.4.3 Novo stanje

GRADBENE IN PROSTORSKE ZNAČILNOSTI PREDVIDENEGA POSEGA

Lek d.d. načrtuje na lokaciji Ljubljana, Verovškova cesta 57, izgradnjo objekta za povečanje kapacitet proizvodnje aseptičnih izdelkov. Objekt je zasnovan kot samostojen objekt s šestimi etažami in bo preko komunikacijskega mostu povezan z obstoječim proizvodnim objektom. Bruto površina celotnega objekta je 15.000 m², deljena v šest etaž (K + P + 1. nadstropje + 1. instalacijska etaža + 2. nadstropje + 2. instalacijska etaža). Tloris objekta znaša 50 x 50 m (po odločitvi vodstva je klet zmanjšana iz prvotnega tlorisa 70 x 50 m na 50 x 50 m).

Objekt je lociran na prostoru, kjer se nahaja obstoječi izravnalno - nevtralizacijski bazen tehnološke odpadne vode, površine 112 m². Bazena se bo pred začetkom gradnje objekta prestavil na drugo lokacijo.

Nosilna konstrukcija objekta bo armirano betonski (AB) skelet. Vse nosilne stene, stebri in preklade bodo armiranobetonski, medetažne konstrukcije bodo v armiranem betonu, ravno tako temelji, ki bodo izvedeni kot sistem povezanih pasovnih in točkovnih temeljev. Tehnična (instalacijska) etaža bo izvedena v jeklu, ravno tako požarno stopnišče in povezovalni del. Izvedba bo omogočala horizontalna nihanja obeh zgradb ob potresni obtežbi.

Fasada in streha bosta montažni z izolacijski paneli. Streha bo na višini 22 m in bo ravna z minimalnimi nakloni 1-2 %. Izvedena bo kot ozelenjena streha. Medetažne plošče bodo tipa HI-bond.

Objekti zajema naslednje etaže:

- **Kletni prostor** bo namenjen umestitvi garderob (klasa čistosti D in CNC) in sanitarij za zaposlene, skladišča -60°C za aktivne učinkovine s prostori za odtajanje, postavitve cisterne za injekcijsko vodo (WFI) in destilatorja za proizvodnjo čiste pare, cisterne za demi vodo in distribucije, sistema hladilne vode, kompresorske in toplotne postaje, HVAC za pritličje in transformatorjev za električno napajanje ter UPS, Neto višina prostorov bo 5,0 m (višinska kota -4,0 m do 1,0m);
- **Pritličje** bo namenjeno proizvodni dejavnosti, kjer se planira postavitve pakirnih linij (3) in raztehtovalnic (2 neodvisni raztehtovalni enoti) – v prvi fazi bo ta del pritličja zaenkrat prazen. Ostali prostori so namenjeni za skladiščenje kontra vzorcev, vzorcev za testiranje stabilnosti in vial ali brizg v okviru validacije aseptičnega polnjenja (VAP) pri različnih temperaturah, skladiščenje rezervnih delov, nateht in pa prostori za sprejem aktivnih učinkovin pri -60°C, vzorčenje in distribucijo. Neto višina prostorov bo 6,0 m (višinska kota 1,0m do 7,0m);
- **Prvo nadstropje** bo namenjeno proizvodni dejavnosti, kjer se planira postavitve polnilne linije za tekoče vial z vso pripadajočo opremo – prostor bo dovolj velik za postavitve skupno dveh polnilnih linij. Poleg polnilne linije se planirajo še prostori za podporne procese, pranje opreme, sterilizacijo, pripravo materiala za sterilizacijo, mehanična delavnica, prostori za ATEK (sterilizacija čepov in zapork), medfazna skladišča in pa prostori za nadzor procesa, izobraževanje in urejanje vzorcev. Neto višina prostorov bo 4,5 m (višinska kota 7,0m do 11,5m);
- **Instalacijska etaža za prvo nadstropje** bo namenjena HVAC opremi s pripadajočimi električnimi instalacijami in električni opremi za pokrivanje proizvodnje prvega nadstropja. Neto višina prostorov bo 3,0 m (višinska kota 11,5m do 14,5m);
- **Drugo nadstropje** bo namenjeno proizvodni dejavnosti, kjer se planira postavitve polnilne linije za proizvodnjo brizg in prostor za dodatno linijo brizg (podobno kot v prvem nadstropju). Poleg polnilne linije se planirajo še prostori za podporne procese, pranje opreme, sterilizacijo, pripravo materiala za sterilizacijo, mehanična delavnica, medfazna skladišča in pa prostori za

nadzor procesa, izobraževanje in urejanje vzorcev. Neto višina prostorov bo 4,5 m (višinska kota 14,5m do 19,0m);

- **Instalacijska etaža za drugo nadstropje:** HVAC oprema z elektroinstalacijsko opremo). V tem nadstropju se predvideva izgradnja cca 400 m² – laboratorijskega prostora. Neto višina prostorov 3,0 m (višinska kota 19,0m do 22,0m);

Objekt bo preko komunikacijskega mostu, na višini 7,0 m od tal, povezan z obstoječim proizvodnim objektom. Vstop mostu v nov objekt bo na koti prvega nadstropja. Komunikacija med etažami novega objekta bo s tremi stopnišči in ustreznimi dvigali.

Proizvodni obrat je načrtovan kot tehnično samostojen z lastnimi pripravami energetskih medijev in elektrike, za rezervo se lahko napaja z mediji iz obstoječe proizvodnje. Zgrajeni bodo vsi potrebni energetski in ostali komunalni priključki.

ORGANIZACIJA GRADBIŠČA

Gradnja objekta po potekala v eni fazi in naj bi predvideno trajala od začetka leta 2022 do konca leta 2024. Predvideva se delovni čas od ponedeljka do sobote od 7.00 do 18.00 ure.

VRSTA TEHNOLOŠKEGA POSTOPKA

V objektu bo potekala proizvodnja aseptičnih izdelkov, ki se polnijo v injekcijske stekleničke –viale ali v brizge. Na posameznih proizvodnih obratih (1. in 2. nadstropje) bodo potekali naslednji fizikalni postopki:

- priprava raztopin;
- polnjenje in zapiranje vial ali brizg;
- optična kontrola vial ali brizg;
- sestavljanje in pakiranje brizg;
- pakiranje vial in
- podporne operacije: pranje opreme in ovojnine (le viale), sterilizacija opreme in ovojnine (viale, brizge, čepi, zaporki).

V objektu ne bodo potekale sinteze izdelkov ali kakšne druge kemične reakcije, ki bi bile potrebne za proizvodnjo izdelkov.

Raztehtovanje za serije je predvideno ali v obstoječi raztehtovalnici ali pa v pritličju nove zgradbe v eni od dveh tehtalnih prostorov klase C.

KAPACITETA NOVEGA OBRATA

V okviru projekta je predvideno povečanje proizvodnega programa aseptične proizvodnje na lokaciji v Ljubljani v naslednji velikosti:

Vrsta izdelka	Trenutna kapaciteta	Kapaciteta novega obrata	Končna kapaciteta
viale	23.000.000 kos/leto (3 polnilne linije)	30.000.000 kos/leto (2 polnilni liniji) = 340t gotovih izdelkov/leto	53.000.000 kos/leto (5 polnilnih linij)
brizge	0	46.000.000 kos/leto (2 polnilni liniji) = 32t gotovih izdelkov/leto	46.000.000 kos/leto (2 polnilni liniji)
ampule	150.000.000 kos/leto (3 polnilne linije)	0	150.000.000 kos/leto (3 polnilne linije)

Predvidena izgradnja in obratovanje novega objekta pomeni širitev sedanje proizvodnje farmacevtskih izdelkov, ki na podlagi ustreznih dovoljenj že poteka na območju LEK – Ljubljana. Glede na trenutni obseg delovanja »Naprave za proizvodnjo farmacevtskih izdelkov, v kateri se uporabljajo organska topila« so v obstoječem OVD podane naslednje nazivne zmogljivosti:

- z nazivno zmogljivostjo 2.964 t HOS/leto
- z zmogljivostjo 20 t gotovih izdelkov/dan

Iz materialnih bilanc, ki so prikazane v zgornji tabeli, izhaja, da bo proizvodna zmogljivost novega objekta znašala 372 t/leto farmacevtskih izdelkov, kar pri 250 efektivnih delovnih dneh pomeni 1,6 t/dan. Zaradi navedenega se nazivna zmogljivost iz 20 t gotovih izdelkov na dan poveča na 21.6 t izdelkov na dan.

Iz opisa tehnološkega postopka je razvidno, da se pri proizvodnji izdelkov v novem obratu ne bo uporabljalo organskih topil.

TEHNOLOŠKI OPIS PROIZVODNJE

V okviru projekta je predlagana postavitve celotne izolatorske polnilne linije, od polnjenja vial/brizg na polnilni liniji in transporta do zapiralnega stroja in zapiralni stroj. Vodenje procesa se bo izvedlo preko nadzornih SCADA sistemov. Za spremljanje porabe materiala in časa je planiran Werum sistem. Werum terminali bodo nameščeni v vseh proizvodnih prostorih, kjer je potrebno spremljanje porabe in toka materiala.

Pretok materiala

Prevzem natehtanih surovin in primarne embalaže za eno serijo se bo vršil preko materialnih zapor (MZ).

Prazne vial se bodo dobavljale v PPL škatlah, ki bodo nameščene na ALU paleti. Prazne PPL škatle, v katere so bile naložene vial, se bodo po naložitvi na pralni stroj zložile na paletu in prepeljale do zapiralnega stroja, kjer se bodo porabile za zlaganje napolnjenih vial. Napolnjen zaprt izdelek v PPL škatlah se bo na paleti transportiral preko MZ v visoko regalno skladišče (VRS). Iz VRS se bodo napolnjene vial transportirale v prostore optične kontrole vial. Po končani fazi optične kontrole vial se bodo transportirale nazaj v VRS in od tam v naslednjo fazo procesa, pakiranje izdelka. Zapakiran izdelek (FDF) se bo transportiral nazaj v VRS ter od tam na kamion za odpremo.

Prazne brizge se bodo dobavljale v zaprtih PPL škatlah - gnezdih, ki bodo nameščene na ALU paleti. Prazna gnezda, v katere so bile naložene brizge, se bodo skupaj z brizgami pomikale po polnilnem stroju in se na koncu polnjenja in zapiranja zložile nazaj na palete, katere se bo transportiralo preko MZ v visoko regalno skladišče (VRS). Iz VRS se bodo napolnjene brizge transportirale v prostore optične kontrole. Po končani fazi optične kontrole se bodo transportirale nazaj v VRS in od tam v naslednjo fazo procesa, sestavljanje brizg in pakiranje izdelka. Zapakiran izdelek (FDF) se bo transportiral nazaj v VRS ter od tam na kamion za odpremo.

Odpadni material iz polnjenja vial in brizg se bo transportiral preko izhodne MZ iz obrata. Ves odpadni material iz klasificiranih prostorov se bo zbiral v namenskih vrečah ali vedrih na mestu nastanka, ločeno glede na tip odpadka in se nato v skladišču preložil v namenske kontejnerje ali označene sode. Odpadki se bodo transportirali skladno z internim SOP, glede na tip odpadka.

Personalni pretoki

Za pretok osebja bodo namenjena tri stopnišča in dvigala, ki bodo omogočala dostop v različne proizvodne prostore in bodo ločena za naslednje osebe:

- osebe, ki bo izvajalo procese v klasi čistosti D in C (operaterji na polnilnih linijah, sterilizaciji, pranju in pripravi raztopin);
- osebe, ki bo izvajalo procese v klasi čistosti CNC (operaterji, zadolženi za logistiko, pakiranje in optično kontrolo) in

- osebe, ki izvajajo podporne procese in se večino časa nahajajo v neklasificiranih prostorih (pisarne) in le redko vstopa v proizvodnjo (proizvodni inženiring, procesni tehnologi, kakovost).

Vstop v proizvodnjo je predviden preko garderob v kleti po predpisanem postopku. Garderobe bodo tristopenjske in so razdeljene na moško, žensko in garderobo za obiskovalce.

Prehod preko vseh osebnih zapor je dvosmeren. Vstopi v obrat so kontrolirani, tako da ne bo mogoč vstop nepooblaščenih oseb. Obrat je v celoti zasnovan kot kontroliran prostor, katerega klase prostorov ustrezajo EU GMP Annex 1.

Priprava raztopin

Za zagotovitev kontinuirane proizvodnje je predvidena postavitve ene linije za pripravo raztopin na eno polnilno linijo. Linija je sestavljena iz dveh fiksnih ali mobilnih pripravljalnih posod s skupno filter linijo, ki omogoča vertikalno filtracijo v dve fiksni ali mobilni filtracijski posodi, ki sta vezani naprej na polnilni stroj.

Glede na velikost serij in karakteristike izdelkov so predvidene:

- za izdelke v vialah pripravljalne in filtracijske posode od 200 - 1000 litrov in
- za izdelke v brizgah pripravljalne in filtracijske posode od 40 - 300 litrov.

Posode bodo opremljene s plaščem, ki omogoča vzdrževanje temperature pripravljene raztopine v območju od 18 - 80°C. Sistem se bo oskrboval z lastnim sistemom temperiranja. Prav tako bo v plašč pripeljan dovod industrijske pare, ki se uporablja za temperiranje v fazi sterilizacije notranjosti. Sistem bo priključen še na dovod filtriranega dušika (za ohlajanje po SIP, za vzdrževanje tlačnih razmer in kot transportni medij pri filtraciji), filtriranega komprimiranega zraka in čisto paro (za sterilizacijo na mestu - SIP).

Za doziranje vode za injekcije v duplikator se bo uporabljal masni pretočni števec, v sistem doziranja WFI (voda za injekcije) je vključen tudi pretočni hladilnik za ohlajanje WFI na predpisano temperaturo. Surovine za serijo se bodo predhodno natehtale in se bodo dozirale v pripravljalno posodo preko odprtine ročno, s strani operaterja. Tehtanje vsebine v pripravljalni in filtracijski posodi bo omogočeno s talno tehtnico.

Integrirni test (IT) procesnega filtra se bo izvajal in-line, na sami filter liniji. V ta namen bo na liniji priprave dodana 50l lovilna posoda, ki se bo sterilizirala skupaj s filtrirno linijo. Med izvajanjem IT testa se bo procesni filter omočil z WFI vodo, ki se bo zbirala v lovilni posodi. Po zaključenem omakanju se bo na filter priključila naprava za IT test in izvedel se bo integrirni test.

Polnjenje vial

Polnjenje vial bo potekalo na polnilni liniji, ki vključuje: pranje vial, sterilizacijo vial, polnjenje vial, zapiranje vial s čepi, zapiranje vial z zaporkami in zlaganje vial v PPL škatle.

Primarna ovojnina - vial se bodo naložile na linijo, se oprale na pralnem stroju z vodo za injekcije in sterilizirale in depirogenizirale v sterilizacijskem tunelu. Sledilo bo polnjenje vial na polnilnem stroju, kjer se polnijo z injekcijsko raztopino iz ene od fiksnih ali premičnih filtracijskih posod iz vialne linije priprave raztopin. Pred polnjenjem se raztopina izdelka mikrobiološko filtrira skozi 0,22µm filter.

Na istem stroju poteka poleg polnjenja tudi zapiranje vial z gumijastimi čepi. Tako zaprte vial se po tekočem traku pripeljejo do stroja za zapiranje, kjer se zaprejo z ALU zaporkami. Med zapiranjem se spremlja sila zapiranja. Zapiranje poteka v klasi A.

Izolatorski sistem polnilne linije predstavlja zaprt sistem okrog polnilnega stroja z integrirano LAF enoto, ki zagotavlja klaso čistosti A. Sestavlja ga jeklena konstrukcija, ki je s steklenimi elementi zaprta in tesna, tako da je onemogoča vdor zraka v/iz izolatorja proti okolici. Opremljen je z večjim

številom odprtih za RTP kontejnerje in rokavice, ki omogočajo dostop do vseh delov stroja. Predvideni način dela izolatorske linije je naslednji:

- pri odprtem izolatorju se izvede namestitev materiala znotraj izolatorja (črpalke za polnjenje, posoda za izdelke (aquasant), posoda za čepe, MB material...);
- izolator se zapre in se izvede proces dekontaminacije z vodikovim peroksidom;
- izvede se čiščenje (CIP) in sterilizacija (SIP) celotne polnilne linije do polnilnih igel;
- po sterilizaciji se izvede IT polnilnega filtra;
- izvede se nastavitev stroja (polnilnega dela, čepov,...);
- polnjenje raztopine in vsi posegi med polnjenjem;
- zapiranje s čepi in zaporkami ter
- zlaganje zaprtih polnih vial v škatle in zlaganje na palete.

Na liniji se lahko polni zaporedoma več serij enakega izdelka znotraj max. Holding časa (HT) dekontaminacije, ki znaša 168h.

Pranje strojnih delov za polnilno in zapiralni stroj, sterilnih filtrov, zapiralec za zaporke, poteka izven stroja - v pralnem stroju za opremo.

Polnjenje brizg

Polnjenje brizg bo potekalo na polnilni liniji, ki vključuje: sterilizacijo zaprtih gnezd z brizgami, polnjenje brizg, zapiranje brizg s čepi in zlaganje gnezd z napolnjenimi in zaprtimi brizgami na palete.

Primarna ovojna - brizge se bodo zaprte v gnezdih naložile na linijo in sterilizirale v tunelu z e-beam tehnologijo. Po sterilizaciji se bo odstranila folija, ki je zapirala gnezdo in brizge in nato jih bo postaja avtomatsko, vrsto po vrsto, začela jemati iz gnezda in nameščati na polnilni tekoči trak. Sledilo bo polnjenje brizg na polnilnem stroju, kjer se polnijo z injekcijsko raztopino iz ene od fiksnih ali premičnih filtracijskih posod iz brizgne linije priprave raztopin. Pred polnjenjem se raztopina izdelka mikrobiološko filtrira skozi 0,22µm filter.

Na istem stroju poteka poleg polnjenja tudi zapiranje brizg z gumijastimi čepi. Tako zaprte brizge se po tekočem traku pripeljejo do razlagalne postaje, kjer se avtomatsko zložijo nazaj v gnezdo.

Priprava izolatorskega sistema polnilne linije za brizge predstavlja enak koncept kot pri polnilni liniji za vial.

Pranje in sterilizacija

Na obratu sta predvidena dva sistema pranja in sterilizacije.

CIP in SIP (pranje in sterilizacija na mestu)

Pranje in sterilizacija pripravljalnih in filtracijskih posod in filtrirne linije bo potekalo iz nove CIP postaje, ki je predvidena za vsako linijo priprave posebej. Pranje je predvideno v naslednjih sklopih, ločeno za vsak sklop posebej:

- pripravljalna posoda s filtrirno linijo in lovilno posodo;
- samostojna filter linija in lovilna posoda;
- filtracijska posoda s svojo dovodno cevjo do polnilnega stroja in
- samostojna dovodna cev do polnilnega stroja.

Pranju objektov sledi sterilizacija, ki prav tako poteka na mestu. Sterilizacija je predvidena v enakih sklopih, kot pranje.

CIP in SIP se bo izvajal tudi na polnilnem delu polnilnih strojev za vial in brizge (polnilni filtri, polnilne cevi in igle, končna posoda za polnjenje).

SIP: Energent oz. način priprave čiste pare – čista para se pripravlja v parnih generatorjih, kot osnova je demineralizirana voda, ki se dobi iz pitne vode.

CIP:

- Glavni detergent, ki se ga bo uporabljalo v novi stavbi je NaOH. Max. Dnevna uporaba naj bi bila približno 50kg/dan, Za dosti izdelkov se uporablja vodni CIP
- Način dovoza detergentov na lokacijo oz. v objekt (transport do objekta in po objektu, vrsta in volumen transportnih posod), V projektu je priprava centralne postaje za NaOH (gre za 1m³ fiksni rezervoar ali transportni paletni rezervoar), iz katerega se bo po ceveh transportiral do CIP postaje. Možnost polnjenja tega fiksne rezervoarja je tudi iz 200L sodov. Sodi ali paletni rezervoar bo prišel v objekt preko transportnega mostu iz VRS-ja.
- Skladiščna posode (vrsta in volumen) 1000L rezervoar, nerjaveče jeklo ali ustrezna, kislinsko odporen PE

Pranje v pralnici in sterilizacija v avtoklavu ali ATEC-u

Oprema, ki je razstavljiva (strojni deli polnilnega stroja, zapiralca, pomožna oprema za pripravo serij (steklovina, čaše...), se perejo v pomivalnih strojih, ki bodo nameščeni v pralnicah. Po pranju se bo vsa oprema, ki pride v neposreden stik s produktom, sterilizirala v avtoklavu v prostoru.

Oprema, ki ni v stiku s produktom (zvezde, formatni deli na polnilnih strojih,...), se po pranju prenese preko materialne zapore do izolatorske linije ter namesti na stroj in dekontaminira s pomočjo H₂O₂ v fazi dekontaminacije izolatorja.

V primeru, da gre za terminalni tip izdelka se morajo zaprte napolnjene viale še sterilizirati v avtoklavu. V tem primeru se napolnjene viale po polnjenju zlagajo v kovinske škatle, ki se nato zlagajo na ALU paleti. Taka paleta se bo nato odpeljala v talni avtoklav in proces sterilizacije se bo začel. Po končanju sterilizacijskega cikla se bo paleta preko materialne zapore (iz klase C v klaso D) odpeljala v VRS.

Čepi za viale bodo pakirani v Tyvek® vreče (nabavljali se bodo že oprani čepi »ready to sterilize«) se bodo po prevzemu s palete preložili na interne vozičke in se prepeljali do prostora za pripravo materiala za sterilizacijo, kjer se bodo preko aktivne materialne zapore prenesli v prostor sterilizacije. Tam se bodo tyvec vreče pod LAF-om odprle in čepi se bodo stresli v sterilizacijsko posodo. Po napolnitvi posode se bo ta odklopila od mesta polnjenja in se priklopila na ATEC sistem, kjer se bodo čepi v posodi še sterilizirali. Po koncu sterilizacije se prevozna posoda transportira do polnilnega stroja in s pomočjo ATEC sistema za dvigovanje posode ter RTP porta priklopi na polnilno linijo. Na enak način se bodo sterilizirale tudi zaporke za viale.

Čepi za brizge se bodo nabavljali že pripravljeni za uporabo (»ready to use«) in bodo pakirani v Tyvek® vreče, ki pa bodo že imele ustrezen alfa port, ki bo omogočal sterilni priklop na polnilno linijo za brizge.

Optična kontrola

Optična kontrola napolnjenih vial in brizg poteka avtomatsko na avtomatičnih optičnih kontrolnikih, ki s pomočjo kamer vsako vialo ali brizgo poslikajo z različnih kotov in ugotavljajo nepravilnosti nivoja polnjenja izdelka, poškodbe na ovojnini, pozicijo čepov in zapork (pri vialah) in na tak način neustrezne izločijo.

Možen prostor za postavitev optičnih kontrolnikov za pregled vial in brizg je v pritličju objekta, kjer bodo lahko izdelek pripeljali direktno po polnjenju iz 1. oz. 2. nadstropja ali pa iz VRS.

Pakiranje

Pakiranje napolnjenih vial poteka avtomatsko na pakirnih linijah. Pri brizgah je posebnost ta, da je potrebno kompletno brizgo pred pakiranjem še sestaviti, kar se opravi na sestavljalnem stroju, ki je povezan s pakiranim strojem.

Možen prostor za postavitev pakirnih linij je v pritličju objekta, kjer bodo lahko izdelek pripeljali direktno po optični kontroli ali pa iz VRS.

SKLADIŠČENJE AKTIVNIH UČINKOVIN IN POMOŽNIH SNOVI

Skladiščenje aktivnih učinkovin bo urejeno v kletnih prostorih novega objekta (zamrzovalniki in hladilniki) in pa v obstoječih skladiščnih prostorih na lokaciji (VRS – visokoregalno skladišče), kjer bodo skladiščeni tudi vse pomožne snovi.

Prav tako je za vse te surovine planirana raztehtovalnica v novem objektu, ki pa je planirana v 2. fazi, saj se naj bi na začetku koristila obstoječa na lokaciji.

Po natehtanju surovin za eno serijo se bodo natehte pripeljale v prostore priprave, kjer se bo najprej v posode (duplikatorje) avtomatsko nalila WFI (voda za injekcije) in nato se bodo ročno dodale/prečrpale še surovine.

Vse sestavine bodo transportirali v objekt preko transportnega mostu iz VRS-ja.

ZUNANJA UREDITEV

Obravnavani objekt bo dostopen preko obstoječih dovozniških cest znotraj kompleksa in preko obstoječega priključka na Verovškovo cesto (glavni vhod v kompleks LEK – Ljubljana). Okoli objekta bodo ohranjene interne cestne povezave.

Parkirišča za obravnavan objekt bodo zagotovljena v sklopu kompleksa. Parkirna mesta se nahajajo v neposredni bližini, vzhodno od obravnavanega objekta, kjer je nameščenih 285 parkirnih mest in je skladno z zazidalnim načrtom. V novem obratu bo zaposlenih predvidoma 70 novih zaposlenih, ki bodo imeli zagotovljena parkirna mesta v sklopu lokacije Lek, saj je znotraj kompleksa zagotovljeno zadostno število parkirnih mest.

Okoli objekta je predviden pločnik, obdelan v pranih ploščah. Okoli objekta je umeščena zelenica ter ustrezno število dreves.

KOMUNALNA IN ENERGETSKA INFRASTRUKTURA

Komunalna infrastruktura

Gradbena parcela ima komunalno opremo večinoma že izvedeno, saj se bodo uporabili obstoječi interni komunalni in infrastrukturni vodi, ki so znotraj območja Lek, d.o.o.

Objekt se bo priključeval:

- na interni vodovodni sistem,
- na interno kanalizacijsko omrežje padavinskih vod,
- na obstoječo meteorno kanalizacijo,
- na interno kanalizacijsko omrežje odpadnih vod.

Tehnološke odpadne vode bodo nastajale kot posledica pranja in čiščenja tehnološke opreme in proizvodnih prostorov. Odpadne vode - podrobneje:

- voda, potrebna za umivanje, fekalna voda.
- odpadna voda iz čiščenja linije
- odpadna voda iz ročnega čiščenja linij
- odpadna voda iz pranja v pomivalnih strojih, kondenzat iz avtoklavov, voda za pranje sterilizacijskih posod na ATEC-u
- odpadna voda iz čiščenja in kondenzat pare

Poraba vode zaradi delovanja novega objekta za vse porabnike (tehnologijo, klimo, pranja) je ocenjena na 60.000 m³/leto in pretežni del te količine se bo pojavil kot tehnološka odpadna voda. Ta se bo odvajala v tehnološko kanalizacijo, ki vodi do izravnalnega bazena (400 m³), od tu pa se po predhodni kontroli prečrpava v javno kanalizacijo mesta Ljubljana.

Zaradi sanitarnih potreb zaposlenih delavcev bodo nastajale tudi komunalne odpadne vode, ki se vodijo v ločeno fekalno kanalizacijo in naprej v javno kanalizacijo mesta Ljubljana.

Energetska infrastruktura in telekomunikacijsko omrežje

Proizvodni obrat je načrtovan kot tehnično samostojen z lastnimi pripravami energetskih medijev in elektrike, za rezervo se lahko napaja z mediji iz obstoječe proizvodnje. Zgrajeni bodo vsi potrebni energetski priključki.

V kleti novega objekta bosta instalirana transformatorska postaja in dizelski agregat. Slednji bo obratoval le v izrednih razmerah (ob izpadu zunanega električnega napajanja), sicer pa le omejeno število ur letno ob občasnem preizkušanju njegove obratovalne sposobnosti.

Objekt se bo priključeval na interni ogrevalni sistem ter na interni parovod.

Objekt se bo priključeval na interno telekomunikacijsko omrežje.

ODPADKI

Pri proizvodnji vial nastajata v pretežnem delu dve skupini odpadkov. Prva vključuje odpadno embalažo, ki je onesnažena s surovinami in vmesnimi izdelki, ki vsebujejo farmacevtske učinkovine, poškodovane izdelke in vmesne izdelke, izrabljene zračne filtre in druge podobne odpadke. Ti sodijo pod klasifikacijsko številko 07 05 13* (trdni odpadki, ki vsebujejo nevarne snovi). Način njihovega odstranjevanja je sežig, pretežno v tujini.

Druga skupina odpadkov pa je predvsem neonesnažena odpadna embalaža (kartonska, plastična, kovinska, ...), ki se ločeno zbira in oddaja pooblaščenim prevzemnikom, s klasifikacijsko številko odpadka 15 01 xx.

Podrobnejša razdelitev odpadkov (kot je razvidno iz posredovane dokumentacije):

- onesnažena osebna varovalna oprema za enkratno uporabo: obujki, rokavice, kape, obleka
- embalaža natehtanih surovin, filtri,
- Tyvek® vreče za čepe in zaporke, Tyvek® vreče za zavijanje opranega materiala pred sterilizacijo
- razbite in zavržene vial ali brizge
- embalažna folija za gnezda, , škatle, embalažna folija
- polnilni filtri za enkratno uporabo)

Količine navedenih odpadkov v tej fazi načrtovanje še niso znane.

VARSTVO PRED POŽAROM

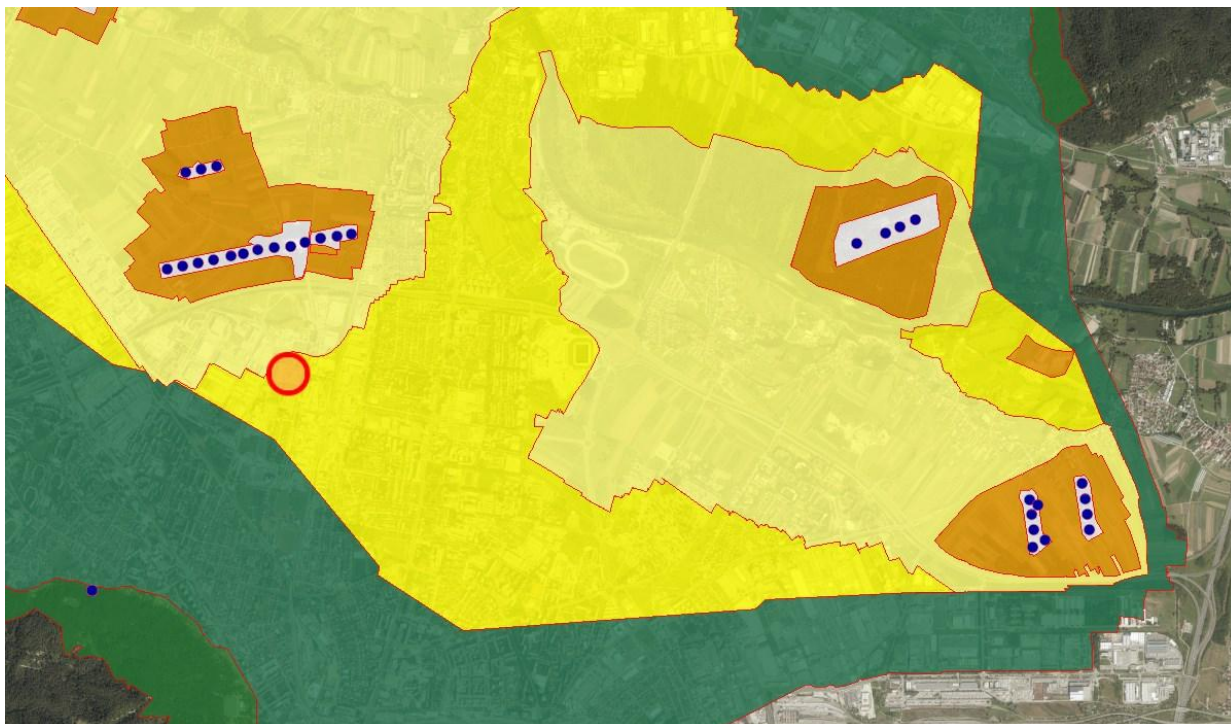
Začetni požari se bodo gasili z ročnimi gasilnimi aparati in zidnimi hidranti. Objekt bo zaščiten s sprinkler gasilno naravo na vodo v smislu popolne zaščite. Intervencijske enote bodo požar pogasile s pomočjo zunanjega hidrantnega omrežja.

Za gašenje požara se bo uporabljala predvsem voda, ki bo v celoti zbrana skladno z določili:

- SMERNICE ZA ZAJEM POŽARNE VODE; št: IZS MST-13-2020, Inženirska zbornica Slovenije (Ljubljana, maj 2020).

3. VODOVARSTVENO OBMOČJE

Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15) je lokacija posega uvrščena v ožje VVO in sicer v podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom z oznako »VVO II B« .



Slika 4: Vodovarstvena območja v širšem obravnavanem območju (vir: /17/)

4. OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV

4.1 OPREDELITEV SCENARIJEV

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

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

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

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

Alternativni scenarij podaja manjša odstopanja od s projektom predvidenih dogodkov in dejanj, ki se lahko dogodijo na gradbišču ali v 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.

4.2 GRADNJA

4.2.1 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.

Iz posredovane dokumentacije ni razvidno, da bi med rušenjem oz. odstranjevanjem obstoječih površin nastajali tudi gradbeni odpadki, ki sodijo med nevarne odpadke.

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

4.2.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

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

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

- 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.

4.2.3 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.

Zaradi osnovne dejavnosti (gradnje) bo na in z lokacije potekal transport tovornih vozil oziroma bodo v sklopu gradnje uporabljali delovne stroje. V primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče, strojeloma) je možno trenutno izlitje goriva ali drugih tehničnih tekočin iz mehanskih sklopov vozil ali delovnih strojev v tla.

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

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

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

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

4.3 OBRATOVANJE

4.3.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

V normalnem obratovanju ne bo nenadzorovanega dostopa do investitorjevega objekta. Z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov ni razlitja mineralnih olj in ni razlitja/raztrosa kemikalij. Izrednih dogodkov ni. Požar ne nastopi.

Vnosa onesnaževal v podzemno vodo v primeru scenarija normalnega razvoja dogodkov, ni.

4.3.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

Izliv možnih onesnaževal v prostorih objekta s stališča varovanja podzemne vode ni relevanten, saj bodo prostori sami onemogočali vstop onesnaževal v okolje. Po izvedbi gradbene faze (zaključku) onesnaženje podzemne vode razlitje pri delu potrebnih kemičnih snovi/zmesi ipd. skozi tlak predmetnega objekta ni več možno.

Pretovarjana izven objekta t.j. razlaganja ali nalaganja surovin ali izdelkov ni predvideno. Manipulacija surovin in izdelkov je preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visoko regalnega skladišča (VRS).

V fazi obratovanja bo odpadna padavinska voda z morebitno vrebnostjo mineralnih olj (razlitja goriva ali olja na zunanjih povoznih površinah) odtekala v interno kanalizacijsko omrežje in nadalje v javni kanalizacijski sistem z zaključkom na ČN Zalog.

Glede na predvideno ureditev površin oziroma že urejene površine ob objektu (neprepustne in nepoškodovane površine) eventualno izlita onesnaževala (mineralna olja) ne morejo preiti v podtalje. Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti, tako da je prehod onesnaževala v tla in nadalje proti podzemni vodi tudi v tem pogledu onemogočeno.

Nastane požar, ki pa se ga v celoti omeji in pogasi z ročnimi gasilnimi aparati (prah, CO₂). Odpadnih požarnih voda ni.

Vnosa onesnaževal v podzemno vodo v primeru scenarija alternativnega razvoja dogodkov, ni. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru alternativnega razvoja dogodkov zaradi obratovanja predmetnega objekta in površin ob njem, ne bo.

4.3.3 Scenarij najslabše možnosti

V primeru izjemnega dogodka so možni naslednji scenariji:

- a) Izliv/raztros aktivnih učinkovin in pomožnih sredstev
- b) Izliv alkalnega čistila (NaOH) za uporabo v CIP in drugih čistil
- c) Odpadki
- d) Izliv tehničnih tekočin in goriv iz vozil (mineralnih olj)
- e) Požar

Ad a) Izliv/raztros aktivnih učinkovin in pomožnih sredstev

Točna formulacija raztopine posameznega izdelka je poslovna skrivnost. Slednje seveda velja tudi za surovine za raztopine t.j. aktivne učinkovine in pomožne snovi.

Manipulacija raztopine posameznega izdelka ter za surovin za raztopine t.j. aktivnih učinkovin in pomožnih snovi bo potekala le po notranjosti objekta in preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visokoregalnega skladišča (VRS). Ne glede na navedeno podajamo naslednji scenarij:

Kontinuirani izpust iz proizvodnih prostorov in prostorov za shranjevanje surovin in izdelkov

Embalažne enote in sistemi, v katerih bo potekalo mašanje aktivnih učinkovin in pomožnih snovi, bodo nameščene tako, da bo omogočena redna dnevna oz. sprotna kontrola, zato je možnost za kontinuirani izpust posamezne ali vseh embalažnih enot ali sistemov v katerih bo potekalo mašanje, minimalna.

Do izpusta lahko v večji meri pride v primeru človeške napake ali večje havarije. Posamezne embalažne enote in sistemi v katerih bo potekalo mašanje bodo sicer nameščeni v zaprtem objektu s čimer je onemogočen izliv/raztros v zunanje okolje.

Posledice razlitja v objektu

Najbolj neugoden scenarij je izpust iz embalažne enote ali sistemov v katerih bo potekalo mašanje, ki pa seveda ostane v zaprtem prostoru. Izliv se pojavi v obliki tekočine, ki se lahko razširi preko prostora. Uhajanje tekočine je lahko trenutno ali kontinuirano.

Izliv v objektu s stališča varovanja podzemne vode ni relevanten, saj bodo prostori sami onemogočali vstop onesnaževal v okolje.

Izliv kemikalij pri pretovarjanju izven objekta

Pretovarjana izven objekta t.j. razlaganja ali nalaganja surovin ali izdelkov ni predvideno. Manipulacija surovin in izdelkov bo preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visoko regalnega skladišča (VRS).

Zaključek

Vplivov na kakovost podzemne vode v danem primeru ne bo.

Ad b) Izliv alkalnega čistila (NaOH) za uporabo v CIP in drugih čistil

Manipulacija NaOH in drugih čistil bo potekala le po notranjosti objekta in preko zaprtega transportnega mostu iz visokoregalnega skladišča (VRS). Ne glede na navedeno podajamo naslednji scenarij:

Kontinuirani izpust iz prostorov v objektu

Rezervoar oz. morebitni sodi z NaOH ter embalažne enote z drugimi pri delu potrebnimi čistili bodo nameščeni tako, da bo omogočena redna dnevna oz. sprotna kontrola, zato je možnost za kontinuirani izpust posamezne ali vseh embalažnih enot minimalna.

Do izpusta lahko v večji meri pride v primeru človeške napake ali večje havarije. Rezervoar z NaOH (oz. sodi) ter posamezne embalažne enote s čistili bodo sicer nameščene v zaprtem objektu s čimer je onemogočen izliv/raztros v zunanje okolje.

Posledice razlitja v objektu

Najbolj neugoden scenarij je izpust iz embalažne enote, ki pa seveda ostane v zaprtem prostoru. Izliv se pojavi v obliki tekočine, ki se lahko razširi preko prostora. Uhajanje tekočine je lahko trenutno ali kontinuirano.

Izliv v objektu s stališča varovanja podzemne vode ni relevanten, saj bodo prostori sami onemogočali vstop teh kemikalij v okolje.

Izliv kemikalij pri pretovarjanju izven predmetnega objekta

Pretovarjana izven objekta t.j. razlaganja ali nalaganja surovin ali izdelkov ni predvideno. Manipulacija surovin in izdelkov preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visoko regalnega skladišča (VRS).

Izliv izven objekta s stališča varovanja podzemne vode ni relevanten, saj namipulacije s NaOH in drugimi čistili izven predmetnega objekta ne bo.

Ad c) Odpadki

Pri obratovanju objekta bodo nastajali odpadki, ki se rešujejo v okviru obstoječe tehnologije in kapacitet.

Odpadke na lokaciji bodo predstavljali le odpadki v trdnem agregatnem stanju; teh odpadkov zaradi njihovih lastnosti t.j. odpadki bodo v trdnem agregatnem stanju ter hkrati glede na že urejen način

zbiranja odpadov v sklopu kompleksa Lek, ne moremo opredeliti kot nevarnih za podzemno vodo in vodne vire.

Glede na navedeno obravnava v tem poročilu navedenih odpadkov, z vodovarstvenega vidika, ni relevantna.

Ad. d) Izliv tehničnih tekočin/goriv (mineralnih olj) iz vozil

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče/strojeloma) na površinah ob objektu. V tem primeru ocenjujemo, da se lahko sprosti do maksimalno 1 kg goriva.

Vplivov na kakovost podzemne vode in vire pitne vode ne bo. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- Vse povozne in parkirne površine so oz. bodo asfaltirane z urejenim odvodnjavanjem v javno kanalizacijo.
- Utrjene površine (povozne in parkirne), zaradi hrapavosti in medzrnskih prostorov v tlaku, same predstavljajo lovilne površine.
- Sistem manipulativnih, povoznih in parkirnih površin, interne kanalizacije je sposoben navedeno količino (cca 1 kg goriva) in tudi več zadržati.
- Odvodnja vode (izcednih voda z vozil) bo izvedena preko obstoječega internega kanalizacijskega sistema v javni kanalizacijski sistem z zaključkom na ČN v Zalogu.

Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto tudi sicer takoj očisti, tako, da je nadaljnji odtok onesnaževala v interni in nadalje javni kanalizacijski sistem onemogočen.

Razlitje izven utrjenih površin v danem primeru (glede na sedanjo in bodočo urejenost investitorjevih površin ter urejenega odvodnjavanja padavinskih odpadnih vod), sicer ni verjetno oz. možno.

Ad e) Požar

Med izjemne dogodke med obratovanjem lahko uvrstimo požar. V primeru gašenja z vodo lahko nastane določena količina požarne vode.

Že upoštevane osnovne smernice požarnega varstva:

- Zagotovljen je ustrezen dostop, ki omogoča nemoteno intervencijo.
- Odmiki zagotavljajo, da objekt ne predstavlja požarne nevarnosti za okolico.
- Začetni požari se bodo gasili z ročnimi gasilnimi aparati in zidnimi hidranti.
- Objekt bo zaščiten s sprinkler gasilno naravo na vodo v smislu popolne zaščite.
- Intervencijske enote bodo požar pogasile s pomočjo zunanjega hidrantnega omrežja.

Za gašenje požara se bo tako uporabljala predvsem voda, ki bo v celoti zbrana skladno z določili:

- SMERNICE ZA ZAJEM POŽARNE VODE; št: IZS MST-13-2020, Inženirska zbornica Slovenije (Ljubljana, maj 2020).

Odvodnja požarne vode, ki bi se morebiti izlile izven objekta, bo izvedena preko obstoječega internega kanalizacijskega sistema v javni kanalizacijski sistem z zaključkom na ČN v Zalogu.

Glede na navedeno ugotavljamo, da v času obratovanja obravnavanega objekta ni realne verjetnosti za onesnaženje podzemne vode.

5. OPREDELITEV ONESNAŽEVAL

5.1 ODPADKI

V ČASU GRADNJE

V času izvajanja gradbenih del bodo nastali gradbeni odpadki, ki smo jih zbrali v spodnji tabeli (opomba: določeni, glede na dostopne podatke v tej fazi načrtovanja). Prikazan je tudi predviden način ravnanja z gradbenimi odpadki.

Tabela 1: Vrste in klasifikacijske številke odpadkov med gradnjo*

Vrsta odpadka	Klasif. št.	ravnanje
Adsorbenti, filtrirna sredstva, čistilne krpe ...onesnaženi z nevarnimi snovmi	15 02 02*	Oddaja ¹
Zemeljski izkopi, ki niso zajeti v 17 05 05	17 05 06	Oddaja ^{1,2}
Drugi gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov (tudi mešani odpadki), ki vsebujejo nevarne snovi	17 09 03*	Oddaja ¹
Mešani gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov, ki niso navedeni pod 17 09 01, 17 09 02 in 17 09 03	17 09 04	Oddaja ¹
Mešani komunalni odpadki	20 03 01	Oddaja ¹

*opredeljeno glede na posredovano stopnjo dokumentacije.

Opombe: 1) oddaja pooblaščenim predelovalcem, zbiralcem ali odstranjevalcem odpadkov, 2) uporaba odpadka znotraj gradbišča

V ČASU OBRATOVANJA

Pri obratovanju objekta bodo nastajali odpadki, ki se rešujejo v okviru obstoječe tehnologije in kapacitet.

Odpadke na lokaciji bodo predstavljali le odpadki v trdnem agregatnem stanju; teh odpadkov zaradi njihovih lastnosti (odpadki bodo v trdnem agregatnem stanju) ter hkrati glede na že urejen način zbiranja odpadov v sklopu kompleksa Lek, ne moremo opredeliti kot nevarnih za podzemno vodo in vodne vire.

5.2 OSNOVNI PODATKI O MOREBITNIH ONESNAŽEVALIH

Formulacija raztopine posameznega izdelka

Točna formulacija raztopine posameznega izdelka je poslovna skrivnost. Slednje seveda velja tudi za surovine za raztopine t.j. aktivne učinkovine in pomožne snovi. Glede na navedeno, jih v tem poglavju ne moremo obravnavati.

Druge morabitne onesnaževala:

Tabela 2: Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti kemikalij morebitnih onesnaževal

Snov / zmes	Funkcija/način uporabe	Nevarne lastnosti morebitnih onesnaževal ¹
Dieselsko gorivo	Gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem – diesel	H226 - Vnetljiva tekočina in hlapi. H304 - Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno. H315 - Povzroča draženje kože. H332 - Zdravju škodljivo pri vdihavanju. H351 - Sum povzročitve raka (zaužitje). H373 - Lahko škoduje organom (koža, pljuča) pri dolgotrajni ali ponavljajoči se izpostavljenosti (vdihavanje, zaužitje, stik s kožo). H411 - Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki

Snov / zmes	Funkcija/način uporabe	Nevarne lastnosti morebitnih onesnaževal ¹
Neosvinčen motorni bencin	Gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem – neosvinčen bencin	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.
Alkalno čistilo natrijev hidroksid - NaOH	Uporaba v sistemu CIP	H290 - Lahko je jedko za kovine. H314 - Povzroča hude opekline kože in poškodbe oči.
Čistila	Ročno čiščenje opreme in prostorov, Higiene osebja	Načeloma: Škodljivo, jedko (popoln pregled zaradi raznovrstnosti kemikalij ni mogoč)

¹Podatki o razvrstitvi v skladu z Uredbo 1272/2008/EC - varnostni listi proizvajalca/dobavitelja

Natrijev hidroksid – NaOH

Je bela trdna ionska spojina, sestavljena iz natrijevih kationov Na⁺ in hidroksidnih anionov OH⁻. Natrijev hidroksid je zelo bazičen. Proteine razgrajuje že pri sobni temperaturi in lahko povzroči nevarne kemične opekline. Zelo dobro je topen v vodi in absorbira vlago in ogljikov dioksid iz zraka.

Čistila: Zmesi vsebujejo anionske in/ali neionske tenzide v različnih razmerjih.

Goriva:

Diesel gorivo pridobivajo iz surove nafte in je zmes ogljikovodikov. Gostota pri 15°C znaša cca 860 kg/m³.

Motorni bencin pridobivajo iz surove nafte in je zmes ogljikovodikov. Gostota pri 15°C znaša cca 720 kg/m³.

5.2.1 Toksikološki podatki o morebitnih onesnaževalih

Natrijev hidroksid – NaOH

Akutna strupenost:

Simptomi: Pri zaužitju hude opekline v ustih in grlu, pa tudi nevarnost predrtja požiralnika in želodca.

Simptomi: draženje sluznice, Kašelj, Zasoplost, Možne okvare:, poškodbe dihalnega trakta

Jedkost za kožo/draženje kože: Nekroza, povzroča hude opekline.

Resne okvare oči/draženje: Povzroča hude poškodbe oči. Nevarnost slepote! Nekroza

Dizelsko 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 dizelskega 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 s pripisom stavka R 40: Možen rakotvoren učinek.

Neosvinčen motorni bencin

Akutni učinki:

- Oralno (podgana): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)
- Dermalno (kunec): LD 50 > 2000 mg/kg (ocenjeno glede na sestavo komponent)
- Inhalacijsko (podgana): LC 50 > 5 mg/l/4 h (ocenjeno glede na sestavo komponent)
- Drugo: Pripravek lahko povzroči draženje oči, kože in dihalnih poti.

Kronični učinki:

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

Čistila:

Možnost draženja oči in kože. Lahko poškodujejo sluznice in kožo.

5.2.2 Ekotoksikološke karakteristike onesnaževal

Natrijev hidroksid – NaOH

Strupenost za ribe LC50 - Gambusia affinis (Gambuzija) - 125 mg/l - 96 h; Opombe: (Baza podatkov ECOTOX)

Strupenost za vodno bolho in druge vodne nevretenčarje

EC50 - Ceriodaphnia (vodna bolha) - 40,4 mg/l - 48 h; Opombe: (ECHA)

Strupenost za bakterije

EC50 - Photobacterium phosphoreum (Bakterija) - 22 mg/l - 15 min

Dizelsko gorivo

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

Strupenost za vodne organizme: Pričakovati je, da je strupenost za vodne organizme pri koncentracijah izdelka med 1 in 10 mg/l, zaradi česar je potrebno izdelek uvrščati med okolju nevarne. 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.

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

Neosvinčen motorni bencin

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

Strupenost za vodne organizme: Pričakovati je, da je strupenost za vodne organizme pri koncentracijah izdelka med 1 in 10 mg/l, zaradi česar je potrebno izdelek uvrščati med okolju nevarne. 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.

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

Čistila

Biološka razgradljivost: gre za lahkorazgradljive snovi, hiter razkroj

Strupenost za vodne organizme: nestrupeno,

Splošni napotki: Pripravkov ne smemo izpuščati v kanalizacijo, površinske in talne vode.

5.2.3 Interakcija potencialnih onesnaževal in vodnega okolja

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

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

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

Pri pretakanju fluidov skozi porozne sedimente ločimo:

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

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

Pri opredelitvi možnih scenarijev je bilo ugotovljeno, da bi bila mineralna olja edini onesnaževalec podzemne vode. Ker je gostota mineralnih olj manjša od gostote vode, bi le to potovalo v smeri toka in na zgornjem sloju podzemne vode.

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

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

Pod vplivom kapilarnih sil se, v coni stika napredujočega čela razlitja z gladino podzemne vode, naftni derivati (obravnavamo mineralna olja) 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.

V primeru hitrega prodora dizelskega goriva v tla do podzemne vode in naprej s tokom podzemne vode v vodonosnik v prezračenih razmerah ni pričakovati večje interakcije onesnaževala in okolja. V primeru, da bi se onesnaževalo zadržalo na gladini podzemne vode v neprezračenih razmerah, bi prišlo do razvoja redukcijskih pogojev in nastajanja redukcijskih zvrsti.

5.2.4 Količina onesnaževal

Količine potencialnih onesnaževal zaradi preglednosti podajamo v tabelarični obliki.

Tabela 3: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu

IME-SNOVI-ZMESI	VRSTA SKLADIŠČNE POSODE	DNEVNA PORABA	LETNA PORABA	KOLIČINE NA LOKACIJI ¹
Dieselsko gorivo – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	rezervoarji vozil in diesel agregata	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
Alkalno čistilo v sistemu CIP (natrijev hidroksid – NaOH)	1m ³ fiksni rezervoar ali transportni paletni rezervoar (možni sodi V=200l)		količin vnaprej ni mogoče napovedati	Do 1 m ³ Predvidena dnevna poraba 50 kg
Čistila	originalna embalaža proizvajalcev	DA	količin vnaprej ni mogoče napovedati	Pri delu sprotne

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

Podatki v zvezi z načrtovano gradnjo so povzeti po posredovani dokumentaciji in odražajo trenutno fazo načrtovanja.

6. LASTNOSTI ZAJETJA

Zajetja pitne vode, ki so zavarovana z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15) so:

- Vodarna Šentvid; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 2,9 km SV
- Vadarna Kleče; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 1,0 km JV
- Vodarna Hrastje; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 4,9 km JV
- Vodarna Jarški brod; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 3,8 km JV do V

Glede na smer toka podzemne vode in rezultate matematičnega modeliranja (poglavje 8) je lokacija v zaledju vodarne Hrastje.

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 površje, 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.

Tabela 4: Osnovne hidrogeološke karakteristike v okolici vodarne Kleče

	globina do podzemne vode (m)	Debelina omočenega dela vodonosnika (m)	smer toka vode v okolici	koeficient prepustnosti (m/s)
vodarna Kleče	ok. 22	ok. 81	SZ - JV	$>10^{-2}$

Območje vodarne Kleče je v zaledju vodarne Hrastje.

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 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 (vir: /15/) V zadnjih 5 letih znaša povprečna količina načrpane vode 1.411.402 m³, v letu 2014 pa 870.265 m³.

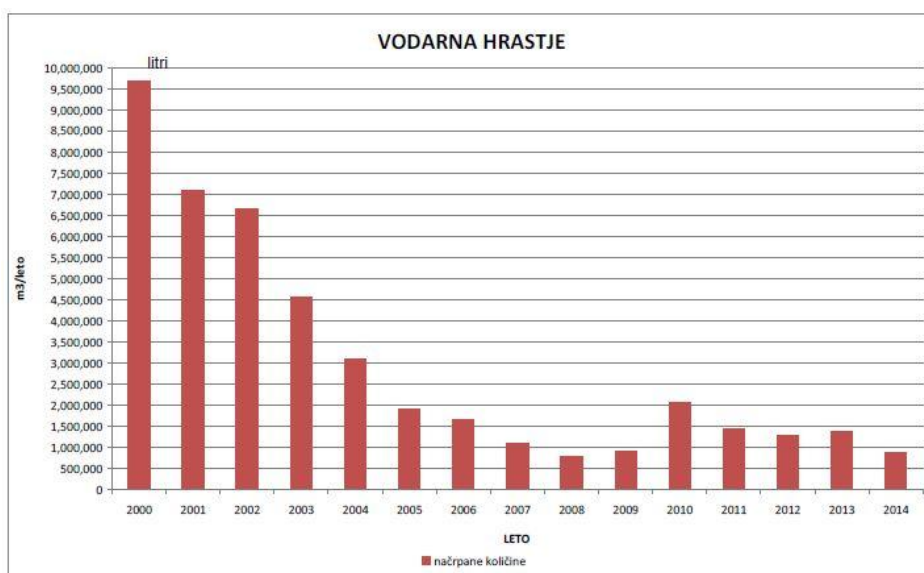
Vodarna Hrastje se deli v dva dela, med seboj oddaljena okrog 350 m, ki potekata v smeti sever – jug med Šmartinsko in severno obvozno cesto. Območji ležita severno od cone BTC, na vzhodu pa se ji približa vzhodni del ljubljanskega avtocestnega obroča. Na zahodu vodarno obdajajo intenzivno obdelovane kmetijske površine, ki jih seka Šmartinska cesta.

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 (vir: /9/)

Režim in dinamika črpanja v vodarni se prilagajata razmeram v sistemu oskrbe s pitno vodo in stanju podzemne vode v vodonosniku na ostalih črpališčih na vodnih virih Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja. Gre za črpališče s stalnim odvzemom vode in izpad tega črpališča zaradi onesnaženja bi pomenil resne probleme pri oskrbi s pitno vodo.

Tabela 5: Osnovne hidrogeološke karakteristike v okolici vodarne Hrastje

	globina do p.v. (m)	debelina zasičene cone (m)	smer toka vode	koef. prep. (m/s)
vodarna Hrastje	ok. 12 m	ok. 78	SZ - JV	$>10^{-2}$



Slika 5: Histogram črpalne količine vode v vodarni Hrastje od leta 2000 do 2014

7. OPREDELITEV VODNEGA VIRA

7.1 OCENA OBSTOJEČEGA STANJA KOT ZBIRNI PREGLED NARAVNEGA OZADJA IN OBREMENJENOSTI VODNEGA VIRA

Glede na fizikalno-kemijsko in mikrobiološko sliko je reka Sava na območju intenzivne infiltracije v vodonosnik Ljubljanskega polja na območju Roj v 2-3 kakovostnem razredu, vendar rezultati kažejo, da so imele doslej dejavnosti na Ljubljanskem polju celo večji vpliv na kakovost podtalnice, kot pa kakovost rečne vode, ki se precedi vanj.

Glavni potencialni viri onesnaženja podtalnice na širšem območju obravnavane lokacije so motorni promet, odpadne vode iz naselij ali posameznih objektov brez urejene kanalizacije, ki odvajajo odpadne vode v (pretočne) greznice, nenadzorovane in neustrezne podzemne cisterne za kurilno olje, neprimerne tehnološke odpadne vode iz proizvodnje, storitev in obrti, ki se neprečiščene (ali le delno očiščene) odvajajo v kanalizacijo (zaradi poškodb in dotrajanosti kanalizacijskega sistema je možno pronicanje teh voda v podtalje).

V okviru republiškega monitoringa podzemnih voda se na Ljubljanskem polju spremlja predvsem podzemna voda, ki se uporablja kot vir pitne vode.

Kakovost in obremenitve podzemne vode - Kleče VIIIa

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Kleče VIIIa za leto 2020

V letu 2020 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno: osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 11,5$ in $11,2$ °C, pH = $7,6$ in $7,6$ in električna prevodnost, $K = 410$ in 523 $\mu\text{S}/\text{cm}$;

vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;

izmerjena vsebnost nitratov 10 in 8 mg NO_3/l in ne presega vrednosti 50 mg NO_3/l ;

izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;

vsebnosti lahkih organskih spojin so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;

vsebnosti farmacevtikov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Hrastje 1A

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Hrastje 1A za leto 2020

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

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 13,6$ in $13,1$ °C, pH = $7,5$ in $7,5$; električna prevodnost, $K = 572$ in 640 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- vsebnosti KPK, amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 20 in 18 mg NO_3/l in ne presega vrednosti 50 mg NO_3/l ;
- prisotnost pesticidov ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljata parametra atrazin ($0,035$ in $0,033$ $\mu\text{g}/\text{l}$) in desetil-atrazin ($0,026$ in $0,033$ $\mu\text{g}/\text{l}$).
- prisotnost lahkih organskih snovi ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljajo parametri triklorometan ($0,14$ in $0,1$ $\mu\text{g}/\text{l}$), tetrakloroeten ($0,37$ in $0,22$ $\mu\text{g}/\text{l}$) in trikloroeten ($0,46$ in $0,21$ $\mu\text{g}/\text{l}$).
- prisotnost farmacevtikov ni bila ugotovljena.

7.2 OPIS NARAVNIH DANOSTI VODNEGA VIRA

7.2.1 Geološke značilnosti Ljubljanskega polja

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 se ni zaključeno.

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

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

Okoli 2600 m severozahodno in 1700 m jugozahodno od lokacije izdanja kamninska osnova terena, ki jo gradijo karbonske in permske klastične kamnine. Podrobneje so geološke značilnosti podane v spodnjih poglavjih.



Slika 6: Položaj lokacije posega na osnovni geološki karti lista Kranj in Ljubljana (vir:/6/)

Karbon in perm (C,P)

Karbonske in permske starosti so temno sivi skrilavi glinavec, sljudnati kremenov meljevec, kremenov peščenjak in drobnozrnat konglomerat (C,P), ki gradijo podlago kvartarnim zasipom Ljubljanskega polja. Skrilavi glinavec, meljevec in peščenjak prevladujejo; plasti s prevlado debelejših zrnatih frakcij peščenjaka in konglomerata so redkejšje. V meljevcih je večkrat izražena poševna in navzkrižna plastnatost. Konglomerat sestoji predvsem iz kremenja, roženčevih ali liditnih prodnikov z redkimi prodniki karbonatne sestave. Redki so tudi prodniki črnega glinavca in meljevca. Peščenjak je podobne sestave, zanj pa so značilni še glinenci, sljuda (predvsem muskovit) in drobci različnih kamnin. Glinenci so sericitizirani, kaolinizirani in karbonatizirani. Peščenjaki so slabo sortirani s slabo

zaobljenimi zrni. Cement sestavljajo kremen, sericit, karbonat, glinasta in organska snov. Sestava peščenjaka ustreza drobi. Plastnatost je izražena v meljevcih in peščenjakih, sicer pa je serija okarakterizirana z izrazito skrilavostjo. Debelina permokarbonskih skladov ni določena (vir:/6/).

Konglomeratni in prodni zasip Ljubljanskega polja (fgl)

Ljubljansko polje je tektonska udorina, kjer je predkvartarna kamninska podlaga prekrita z do 100 metrov debelimi kvartarnimi nanosi površinskih voda. Največjo razširjenost in debelino med kvartarnimi sedimenti ima pleistocenski fluvioglacialni prodni zasip, sestavljen pretežno iz apnenčevega delno cementiranega proda in peska. Debelina pleistocenskega zasipa je ocenjena na do okoli 100 m. Na jugozahodu in jugu segajo pleistocenske savske naplavine do vznožja medanskega in Šišenskega hriba, do Pržanja in Kosez, dalje do Rožnika in prek Tivolija do Gradu ter nato do vznožja Golovca in Kašeljkega hriba. V zgornjem delu pleistocenskega zasipa nastopa recentni prod.

Podobno kot na Kranjskem in Sorskem polju leže tudi na Ljubljanskem polju pleistocenski zasipi eden na drugem. Na vrhu je prodni zasip, pod njim pa leže starejši pleistocenski konglomeratni zasipi. Na jugozahodu in jugu segajo pleistocenske savske naplavine do vznožja Medanskega in Šentviškega hriba, do Pržanja in Kosez, dalje do Rožnika in prek Tivolija do Gradu ter nato do vznožja Golovca in Kašeljkega hriba. Na severu sega pleistocenski prod do roba visoke terase, ki poteka od Mednega prek Vižmarij, Kleč, Ježice, Tomačevega, Hrastja in Zadobrove do Gradišča pri Zalogu. Pod robom visoke pleistocenske terase leži holocenska terasa, ki poteka vzdolž Save v 0,5 do 2 km širokem pasu od Mednega do Zaloga. Višinska razlika med visoko teraso in nizko holocensko teraso se zmanjša od Mednega do Zaloga od 15 m do 8 m. Na severnem robu sta v visoko, pleistocensko teraso vrezani 1 do 2 nižji erozijski terasi. Višinska razlika med površji visoke terase in erozijskih teras je 2 do 10 m. Največja je na Severnem robu pri Mednem (okrog 10 m), najmanjša pa pri Tomačevem in Zadobrovi (2 do 5 m). Na južnem robu polja je Ljubljana med Mostami in Kašljem vrezala v visoko pleistocensko teraso Save 1 do 2 nižji erozijski terasi. Pri Mostah je višinska razlika med visoko pleistocensko teraso in Ljubljaničino erozijsko teraso okrog 3 m, pri Zavogljah in Zgornjem kašlju pa 8 do 9 m. Višinska razlika se nizvodno veča. Obratno se višinska razlika med nizko holocensko teraso ob Savi in površjem pleistocenske terase nizvodno manjša. To razliko je povzročila Ljubljana, ki je zadenjsko zarezovala svoje erozijske terase od izliva v Savo navzgor; pri tem je sledila vrezovanju Save (vir: /16/).

Na Ljubljanskem polju nastopajo (po legi od zgoraj navzdol) naslednje plasti sedimentov:

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

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 glin 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. Glinasta se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja med vznožjem Šentviškega hriba, Zapužami, Kosezami ter vznožjem Rožnika in Gradu do Ljubljane 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 Ljubljane gline povečini ni. V osrednjem delu polja nastopa rjava glina, oziroma glina s prodniki povečini v obliki leč. V Klečah je glinasta plast ugotovljena samo v nekaterih vodnjakih, v nekaterih pa ne. Tam leži prodni zasip neposredno na mlajšem konglomeratnem zasipu.

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 izdanja ponekod na površini in sicer v strugah Ljubljane in Save.

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 Gameljnih 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 (vir: /16/).

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.

7.2.2 Geološke razmere ožjega območja

Geološke razmere na predmetni lokaciji so povzete po:

- Poročilo št.: 301323: GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO; IRGO Consulting d.o.o., (Ljubljana, avgust 2021)

Opomba: grafični del poročila

V okviru geoloških raziskav za gradjo objekta sta bili izvedeni tudi dve geomehanski vrtini. Podatke podajamo spodaj.

Geološko-geotehnični opis vrine V - 1

0,0-0,3m:	Humus.
0,3-4,0m:	Umetni nasip - zaglinjen in meljast prod s humusom in kosi betona, armature in manjših skal.
4,0-8,8m:	Peščen in meljast droben prod s posameznimi prodniki velikosti do 50mm, sivo.
8,8-12,0m:	Meljast in peščen prod s posameznimi tankimi plastmi konglomerata do 10cm, prodniki velikosti do 50mm.
12,0-13,8m:	Zaglinjen prod, sivo rjave barve.
13,8-20,0m:	Meljast in peščen prod s posameznimi tankimi plastmi konglomerata do 10cm, prodniki velikosti do 50mm.

Geološko-geotehnični opis vrine V - 2

0,0-0,3m:	Humus.
0,3-14,5m:	Siv peščen in meljast savski prod s prodniki velikosti do 60mm, od globine 7m s tankimi plastmi konglomerata debeline do 10cm (vlažno od globine 13m naprej).
14,5-17,4m:	Močno zaglinjen prod do glina s prodniki, vlažna.
17,4-20,0m:	Siv peščen in meljast prod s tanjšimi plastmi konglomerata, velikost zrn do 50mm.

7.2.3 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.

7.2.4 Seizmičnost terena

Uprava RS za geofiziko je izdala novo karto projektnega pospeška tal za povratno dobo 475 let (Eurocode 8). Po tej karti je projektni pospešek tal na obravnavanem območju 0,25 g.

7.2.5 Hidrogeološke značilnosti

Ljubljansko polje je tektonska udorina, ki ima obliko skleda in je zasuta z vodonosnimi sedimenti, ki dosežejo tudi 100 m debeline. Udorino je zasipavala reka Sava, ki je v geološki zgodovini večkrat menjala smer svojega toka in s tem oblikovala polje. Neprepustna podlaga iz permokarbonskih skrilavcev in peščenjakov se je začela pogrezati v kvartarju. Spodnji del vodonosnika gradijo pleistocenski prodi in peski, v zgornjem delu pa se nahajajo holocenski peščeno prodni sedimenti. Med peščeno prodnimi nanosi polja se v več nivojih nahajajo leče konglomerata. Nad lečami konglomerata se nahaja glina, ki predstavlja hidravlično slabo prepusten kompleks in deloma varuje nižje ležeče vodonosne plasti pred onesnaženjem. 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. 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 vodonosnik polodprt, polzaprt ali zaprt. Permokarbonski skrilavi peščenjaki, meljevci in glinavci, ki so v boku in podlagi vodonosnika, so neprepustni.

Smer toka podtalnice 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 Hrustje, Sneberje in Šentjakob. Hitrost podtalnice 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. Podtalnico bogatijo vode reke Save, ponikanje potokov s Šišenskega hriba in infiltracija padavin. Zelo pomembno je prečno napajanje podtalnice vzdolž infiltracijskih območij Brod – Roje ter Tomačevo in Jarše v času visokih gladin reke Save.

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 prodnopješčenega vodonosnika Ljubljanskega polja praktično neprepustno hidravlično mejo.

Pomembno hidravlično mejo predstavlja 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 Save je 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. Ti izviri in studenčnice so tako neposredni pokazatelj količinskega stanja telesa podzemne vode Ljubljanskega polja.

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

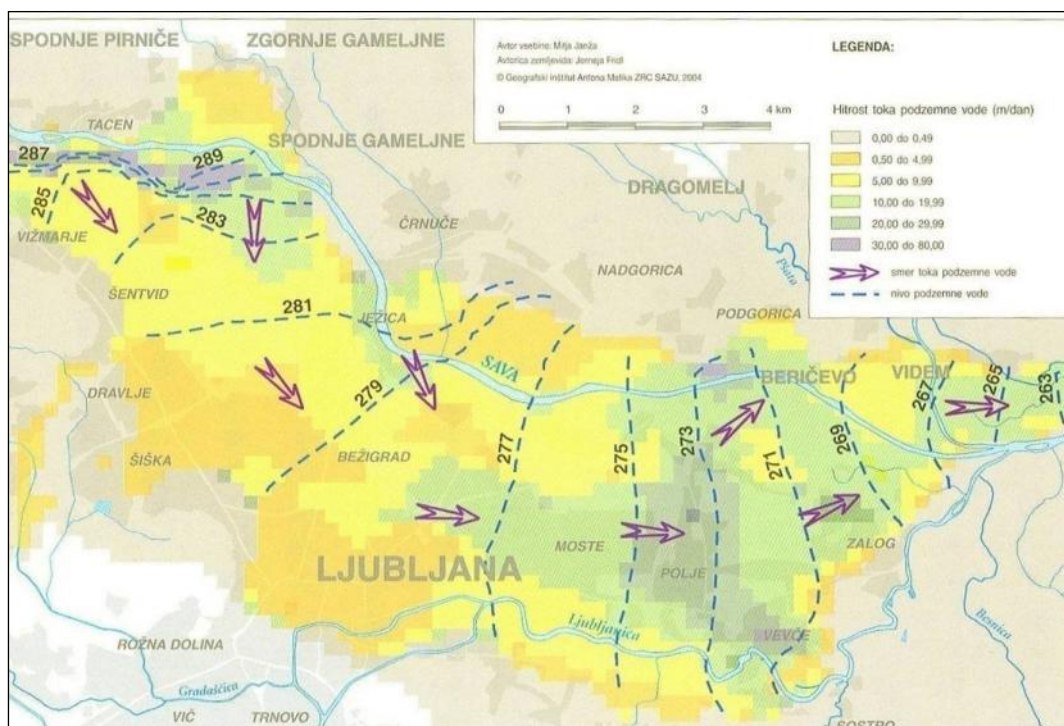
na obrobju, kjer je približno $5,5 \times 10^{-4}$ m/s (*vir:/9/*). Povprečni koeficient prepustnosti za srednji del Ljubljanskega polja je Breznik (1969) ocenil na 3×10^{-3} m/s. Koeficient prepustnosti pleistocenskega vodonosnika na območju vodarne Kleče je 8×10^{-3} m/s. Na območju Šentvida je koeficient prepustnosti najverjetneje manjši, zaradi bližine obrobja, zgrajenega iz permokarbonskih kamnin. 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 (*vir:/9/*).

Smer in hitrost toka podzemne vode

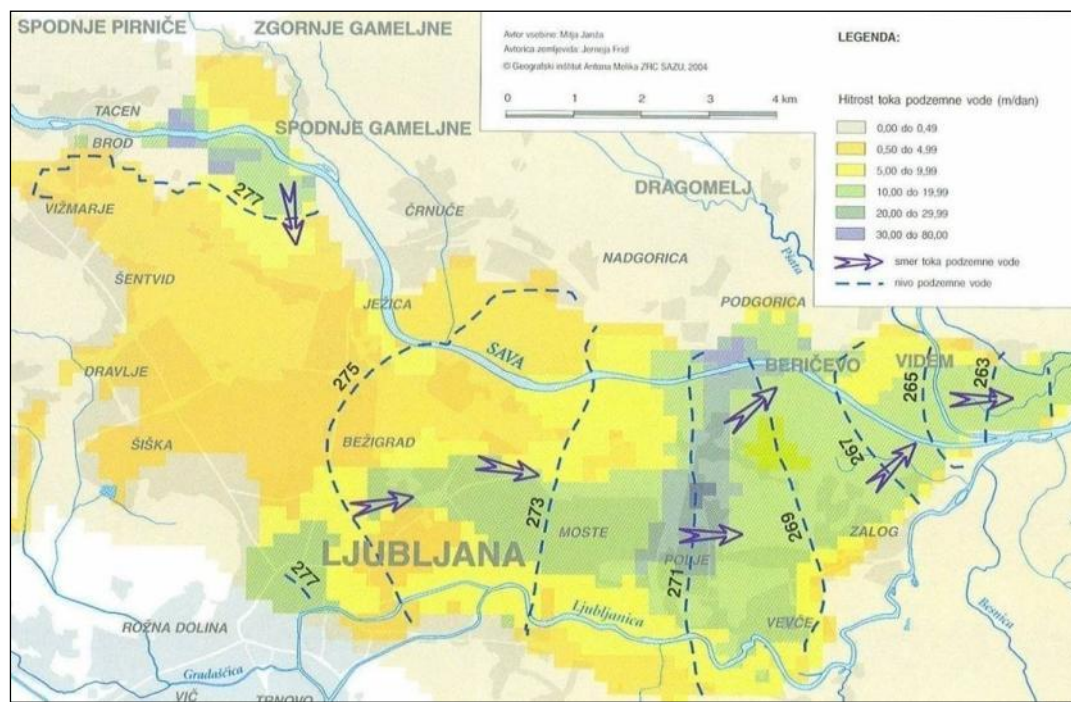
Generalna smer podtalnice na celotnem Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu vzporedno z reko Savo. Strmec podzemne vode je največji v severozahodnem delu Ljubljanskega polja, med Brodom in Klečami ter znaša okoli 1,5 ‰, proti vzhodu se zmanjšuje in znaša pri Hrastju 0,9 ‰. Do sedaj izvedene hidrogeološke raziskave na Ljubljanskem polju kažejo, da znašajo hitrosti podzemne vode v osrednjem delu vodonosnika med 5 in 10 m/dan ob nizkih vodostajih in med 10 in 20 m/dan v času visokih vodostajev. Smer toka podtalnice na obravnavani lokaciji in v njeni v širši okolici je od zahoda proti vzhodu. Predmetna lokacija leži v prispevnem območju vodarne Hrastje kar je bilo dokazano tudi z matematičnim modeliranjem (poglavje 8).

Gladina podzemne vode

Po obstoječih podatkih (ARSO) je na obravnavanem območju gradnje načrtovanega objekta nizek vodostaj podzemne vode na koti 277,10 m, kar je približno 28 m pod površjem. V obdobju najvišje gladine je globina do podzemne vode ca 25 m.



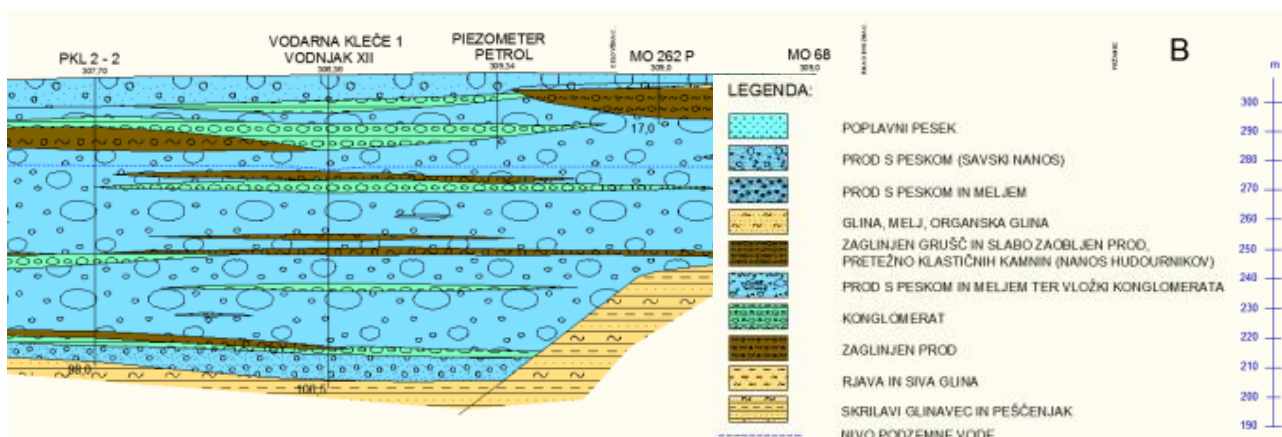
Slika 7: Karta gladin in hitrosti pretakanja podzemne vode ob visokih vodah (*vir:/15/*).



Slika 8: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (vir:/15/)

7.2.6 Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji

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. Pravih krovnih plasti na območju visoke savske terase ni, saj se prodni zasip začne takoj pod plastjo preperine.



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

Globina do permokarbonske podlage

Predvideva se, da je na območju predvidenega posega permokarbonska podlaga v globini okoli 100 m pod površino (Vižintin, 2003). V vodnjaku VIII v vodarni Kleče (je ugotovljena kamninska podlaga na globini 101,5 m.

Smer toka podzemne vode

Za preverjanja vplivov na podzemno vodo je bil v času izdelave Analize tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za objekt shramba kontravzorcev in predelava pisarn pakirnice investitorja LEK d.d., Verovškova 57, 1526 Ljubljana (št.: 301118-dn, november 2018) izdelan matematični model vodonosnika. Matematični model je zgrajen na geometričnem modelu vodonosnika, ob upoštevanju notranjih in zunanjih mej ter robnih pogojev.

Glede na to, da gre v bistvo za isto lokacijo (območje kompleksa Lek d.d. ob Verovškovi cesti v Ljubljani) lahko rezultate modela prikazanega v analizi tveganja št.: 301118-dn v celoti privzamemo tudi sedaj.

Rezultati modela iz navedene Analize tveganje kažejo, da je smer toka podzemne vode na obravnavani lokaciji in v njeni okolici je od zahoda proti vzhodu in torej v smeri vodarne Hrastje (vstran od vodarne Kleče).

Koeficient prepustnosti in gradient podzemne vode

Povprečni koeficient prepustnosti za srednji del Ljubljanskega polja je Breznik (1969) ocenil na 3×10^{-3} m/s. Koeficient prepustnosti pleistocenskega vodonosnika na območju vodarne Kleče je 8×10^{-3} m/s.

Privzamemo, da je povprečen strmec gladine podzemne vode med $i=0,042$ do $0,084\%$ ($0,5$ m / 1195 m za nizke vode in $0,5$ m / 596 m za visoke vode), učinkovita poroznost $mef = 15\%$.

Hitrost pretakanja podzemne vode na predmetnem območju

Do sedaj izvedene hidrogeološke raziskave na Ljubljanskem polju kažejo, da znašajo hitrosti podzemne vode v zahodnem delu vodonosnika (kamor spada tudi obravnavana lokacija) večinoma med $0,5$ in 5 m/dan ob nizkih vodostajih in med 5 in 10 m/dan v času visokih vodostajev (Rejec, Brancelj, 2005).

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 podzemne vode na območju posega je $6,9$ m/dan.

Globina do podzemne vode

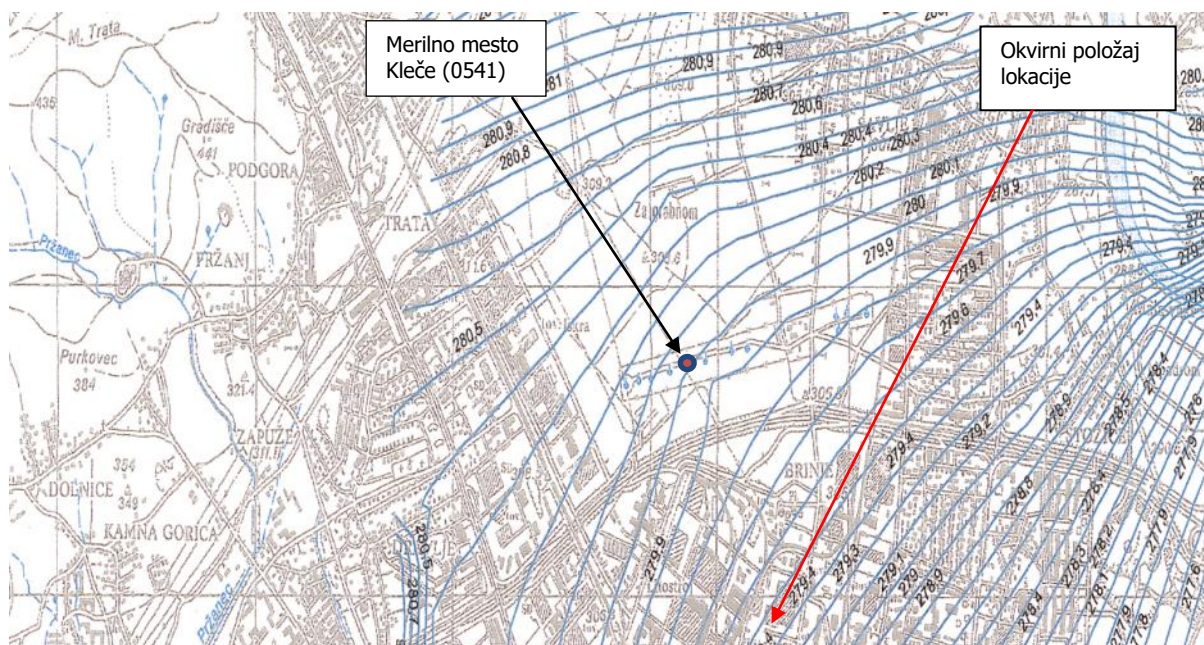
Severni rob predmetnega območja se nahaja cca 1000 od piezometra Kleče (0541). Glede na določene hidroizohipse (slika spodaj) je zato možna neposredna ekstrapolacija podatkov pri čemer je potrebno upoštevati, da je nivo vode na predmetnem območju za $0,5$ m nižji kot v piezometru Kleče (0541). Karto najvišje gladine podzemne vode je izdelal Geološki zavod Slovenije, med drugim tudi za potrebe DRSV. Karto hrani DRSV. Podatke o nivoju podzemne vode na piezometru Kleče (0541) v obdobju 2007-2019 in ocenjen nivo na predmetnem območju, podajamo v spodnji tabeli.

Tabela 6: Najnižji in najvišji nivoji vode v piezometru Kleče (0541) v obdobju 2007-2019 (vir: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv) ter izračunam najvišji nivo podzemne vode

Leto	Najvišji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)	Najnižji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)	Ocenjen najvišji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)
2007	281,5	276,94	281,0
2008	280,34	277,24	279,84
2009	280,35	277,28	279,85
2010	281,67	277,81	281,17
2011	281,71	277,38	281,21
2012	280,64	276,68	280,14
2013	281,2	277,75	280,7
2014	282,01	278,15	281,51

Leto	Najvišji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)	Najnižji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)	Ocenjen najvišji nivo v absolutnih kotah (m.n.v.)
2015	280,36	277,31	279,86
2016	279,57	276,99	279,07
2017	280,89	277,28	280,39
2018	281,01	277,51	280,51
2019	279,98	277,4	279,48
Najvišja višina podzemne vode	282,01	-	281,51

Najvišja ocenjena (izračunana) kota podzemne vode na predmetnem območju je 281,51 m.n.v., ki jo tudi pesimestično privzamemo. Najvišja privzeta gladina podzemne vode nastopa na globini približno 23,8 m pod koto terena (pri privzeti povprečni koti površja cca 305,5 m.n.v.). Nenasičeni del vodonosnika je na obravnavanem območju debel cca 24 m, nasičeni pa več deset metrov.



Slika 10: Karta gladine podzemne vode - visokovodno stanje; izsek (vir: Geološki zavod Slovenije)

8. OPREDELITEV POTI PRENOSA ONESNAŽEVAL OD VIRA OGROŽANJA DO ZAJETJA

8.1 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

Najvišja ocenjena (izračunana) kota podzemne vode na predmetnem območju je 281,71 m.n.v., ki jo tudi pesimestično privzamemo. Najvišja privzeta gladina podzemne vode nastopa na globini približno 23,8 m pod koto terena (pri privzeti povprečni koti površja cca 305,5 m.n.v.).

Nenasičeni del vodonosnika je na obravnavanem območju torej debel cca 24 m, nasičeni pa več deset metrov. Onesnaževalo bi se v nezasičeni coni deloma absorbiralo, nato pa se bi onesnaževalo postopoma spiralo z infiltrirano padavinsko vodo proti gladini podzemne vode.

Horizontalna smer potovanja onesnaževala

V primeru, da bi prišlo na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno, v prežeti coni pa horizontalno v smeri toka podzemne vode, torej proti črpališču Hrastje (podrobneje v poglavju 8.2).

8.2 MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE

V primeru, da pride na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno, v prežeti coni pa horizontalno v smeri toka podzemne vode. V prežeti coni bi se onesnaževalo kot posledica hidrodinamske disperzije razširilo tako v vzdolžni kot v prečni smeri toka. Porazdelitev onesnaževala bi sledila normalni ali Gaussovi porazdelitvi.

Za preverjanja vplivov na podzemno vodo je bil v času izdelave Analize tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za objekt shramba kontravzorcev in predelava pisarn pakirnice investitorja LEK d.d., Verovškova 57, 1526 Ljubljana (št.: 301118-dn, november 2018) izdelan matematični model vodonosnika. Matematični model je zgrajen na geometričnem modelu vodonosnika, ob upoštevanju notranjih in zunanjih mej ter robnih pogojev. Model je zgrajen v modularno postavljenem programu Processing Modflow v. 5.3.1 (© 1991-2001 W.-H. Chiang & W. Kinzelbach; <http://www.pmw.in.net>). Za nastavitev in umerjanje matematičnega modela so bili uporabljeni podatki starejših hidrogeoloških raziskav Ljubljanskega polja. Model je umerjen na srednji nivo podzemne vode.

Matematični model je izdelan na naslednjih osnovah:

- Hidrogeološka karta Ljubljanskega polja (različni viri)
- Črpanje 670 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Hrastje
- Črpanje 1170 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Kleče
- Vodonosnik je po značaju odprt s prosto gladino podzemne vode
- Povprečen koeficient prepustnosti je 5×10^{-3} m/s
- model upošteva vpliv advekcije in disperzije na oblak onesnaževala, sorbcijo in biodegradacijo onesnaževala zanemarimo.
- privzet faktor longitudinalne disperzivnosti je 10
- vnos onesnaževala je direktno v podzemno vodo (prenos oz. zadrževanje onesnaženja v nezasičeni coni ni upoštevan)

Glede na to, da gre v bistvo za isto lokacijo (območje kompleksa Lek d.d. ob Verovškovi cesti v Ljubljani) lahko rezultate modela prikazanega v analizi tveganja št.: 301118-dn v celoti privzamemo tudi sedaj.

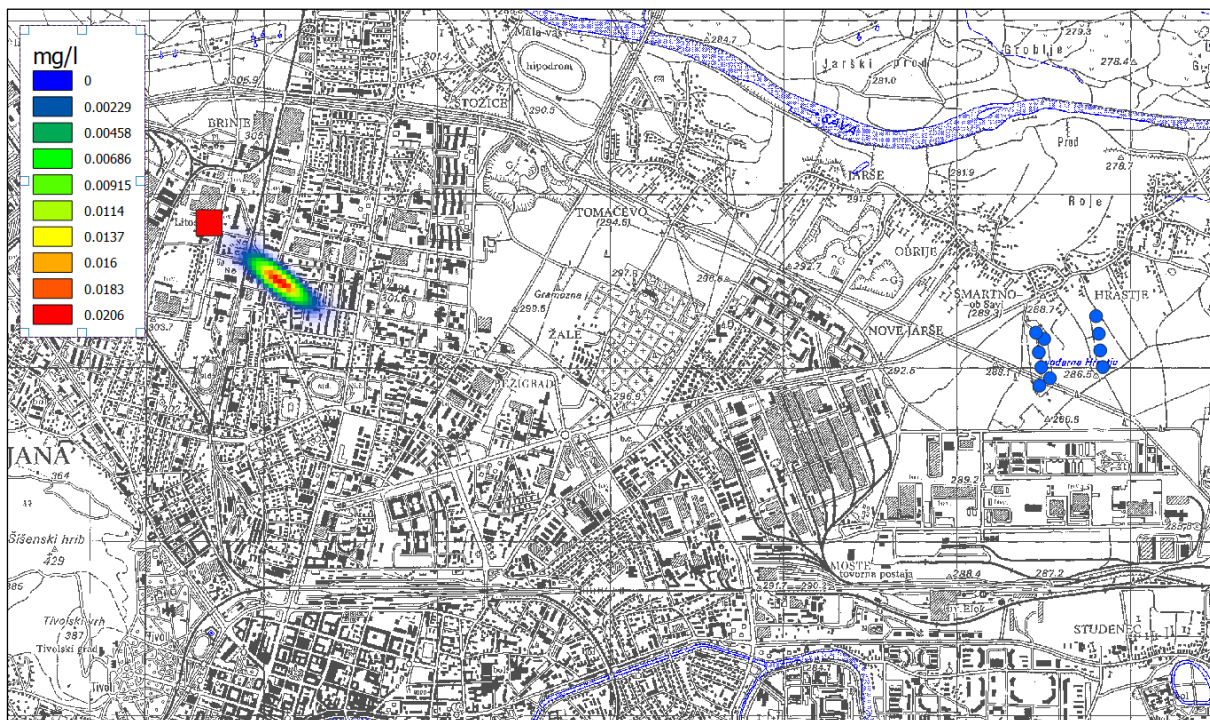
8.3 ŠIRJENJE ONESNAŽEVALA – NAJSLABŠI SCENARIJ

V času obratovanja smo v primeru najslabši scenarij privzeli, da se v podzemno vodo izlije 100 kg mineralnih olj, kar povzroči začetno koncentracijo onesnaževala v podzemni vodi 1 mg/l. Matematični model toka podzemne vode pokaže, da:

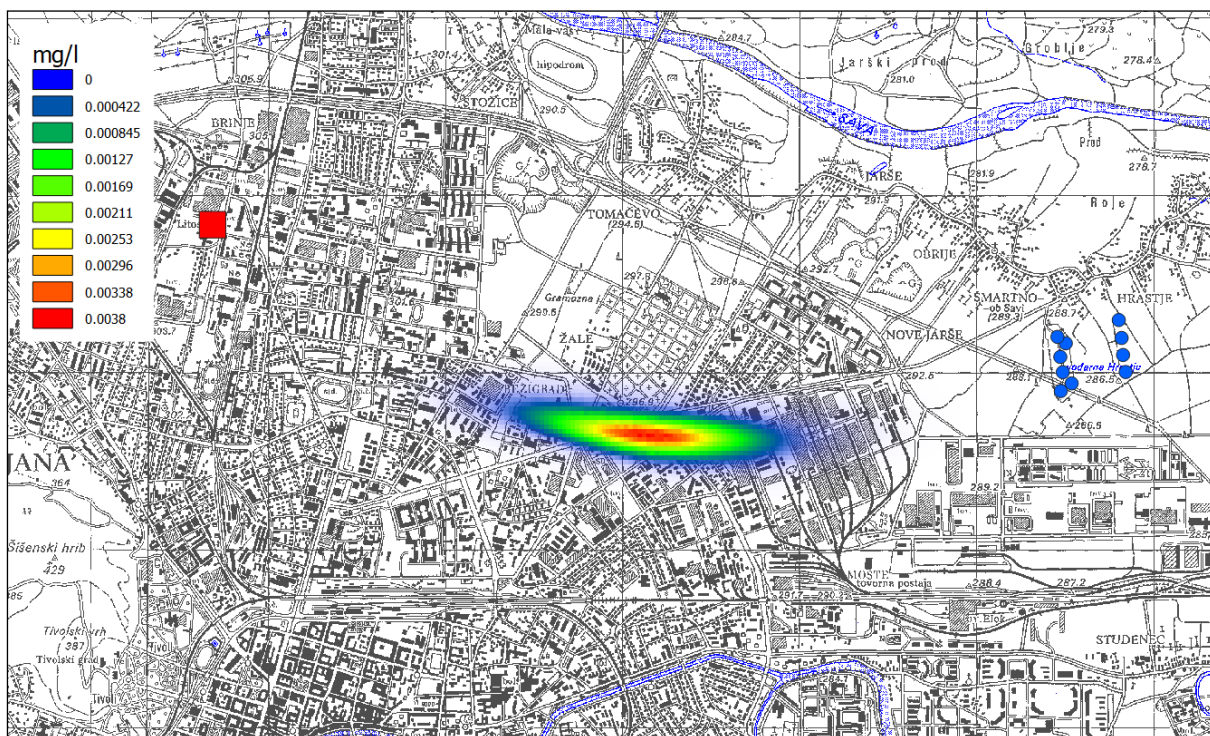
- da bi se onesnaževalo stekalo s podzemno vodo proti črpališču Hrastje
- najvišja koncentracija onesnaženja v vodarni Hrastje $4,62 \times 10^{-4}$ mg/l bi se pojavila v vodnjaku Hrastje 7a po 1350 dneh od onesnaženja. Razredčenje v vodarni Hrastje bi bilo 2.165-kratno.



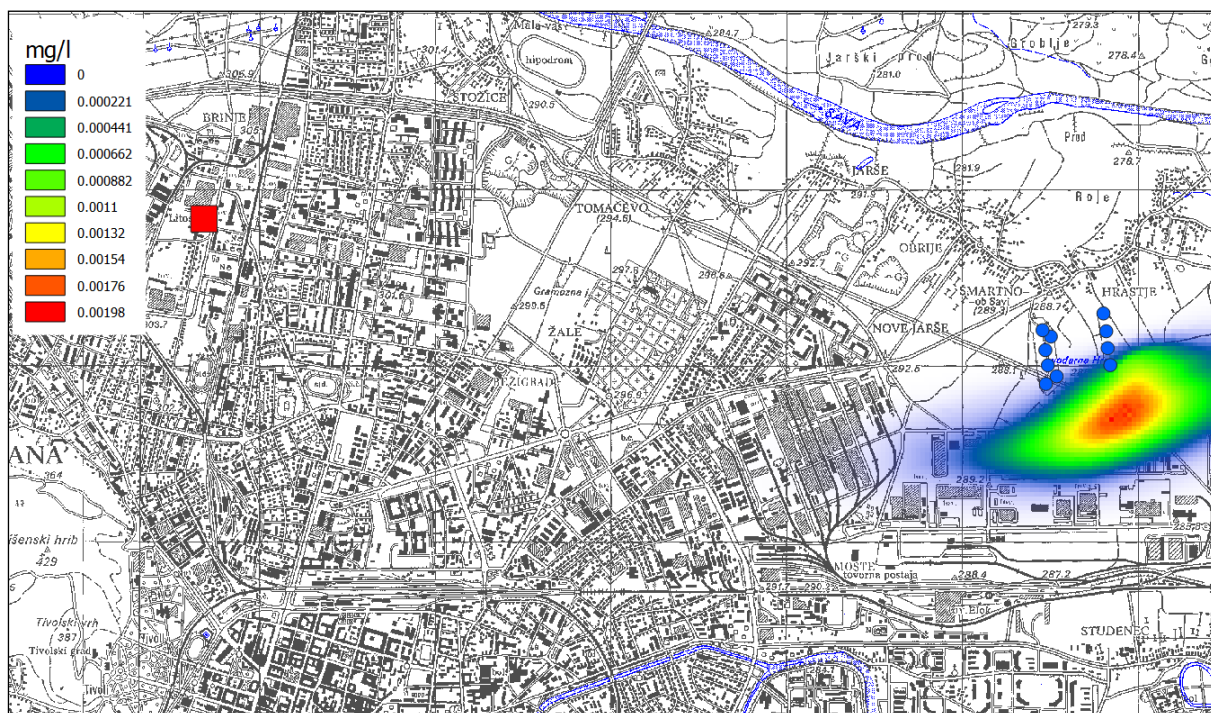
Slika 11: Matematični model vodonosnika; hidroizohipse in tokovnice na obravnavanem območju



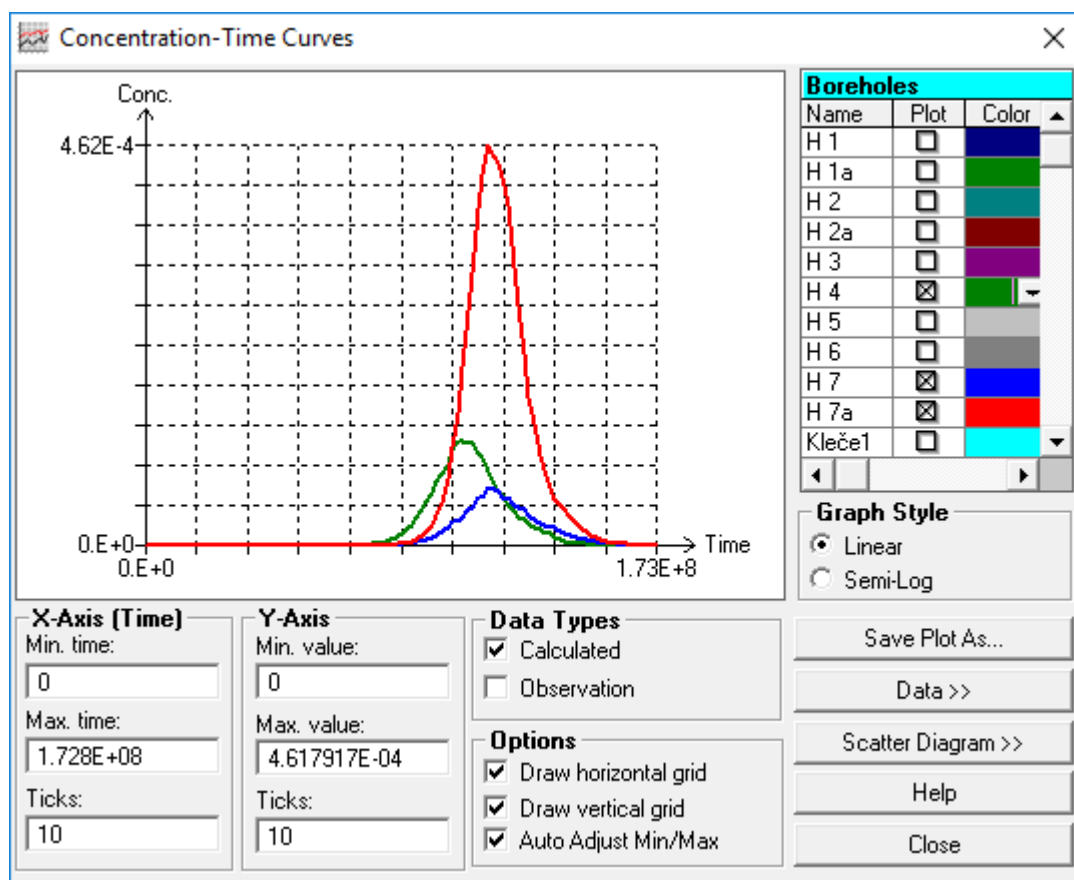
Slika 12: Oblak onesnaženja po 200 dneh od razlitja



Slika 13: Oblak onesnaženja po 800 dneh od razlitja



Slika 14: Oblak onesnaženja po 1400 dneh od razlitja



Slika 15: Graf koncentracij v vodnjakih Hrastje 4, Hrastje 7 in Hrastje 7a. Največja koncentracija $4,62 \times 10^{-4}$ mg/l se pojavi v vodnjaku Hrastje 7a po 1350 dneh od onesnaženja.

8.4 ANALIZA OBČUTLJIVOSTI RAČUNSKEGA MODELA

Glede na privzet tip onesnaževala hitrost toka podzemne vode linearno vpliva na čas dospetja, pri uporabljenih disperzijskih enačbah pa ne vpliva na koncentracijo onesnaževala, ki prispe do opazovanega mesta.

Analitični disperzijski modeli so najbolj občutljivi na vrednost disperzivnosti v vseh treh smereh, predvsem pa longitudinalne disperzivnosti.

Disperzivnost je v prečni in navpični smeri običajno 5 do 10-krat manjša, pri nizkih hitrostih toka pa le 1,3 do 2-krat manjša. Hiter tok podzemne vode velja v splošnem med 1 in 10 m/dan, nizka hitrost vode pa pod 0,1 m/dan.

Literaturni podatki disperzivnosti v različnih vodonosnikih so dobljeni tudi po različnih metodologijah izračuna, a se je glede na tip vodonosnika v slovenskem prostoru za medzrnske vodonosnike izkazala za najprimernejšo metoda po Mallantsu, ki smo jo uporabili v izračunih. Spodaj navajamo še teoretični izračun za vodonosnike z manjšo disperzivnostjo (kar se ugotovi tudi s sledilnimi poizkusi) in se odraža na večji vsebnosti onesnaževala predvsem na bolj oddaljenih točkah in pri večjih količinah onesnaževala:

Xu & Eckstein (1995); $\alpha_x = 0.83(\log_{10}x)^{2.414}$; $\alpha_z = \alpha_x/10$; $\alpha_y = \alpha_x/100$.

Za dodatno preverbo zgornjega modela smo izvedli dodatno preverbo z rezultati modeliranja transportnih poti potencialnega onesnaževala (Prestor J., Mavc M. in Janža M. »Analiza tveganja za onesneženje zaradi nove gradnje objektov v območju OPPN 386 poslovna cona Litostroj v Ljubljani« št.: K-II-30d/c-2/1788-a (Geološki zavod Slovenije, november 2016)).

Izbrana preverba je izbrana pesimistično, saj se v elaboratu št.: K-II-30d/c-2/1788-a obravnavana lokacija nahaja bližje najbližjemu črpališču pitne vode t.j. vodatni Kleče in sicer znaša oddaljenost le cca 350 m. Lokacija Lek-a je od črpališča Kleče oddaljena cca 1000 m.

Rezultati modela iz elaborata št.: K-II-30d/c-2/1788-a (Geološki zavod Slovenije, november 2016), kažejo, da je smer toka podzemne vode na obravnavani lokaciji in v njeni okolici je od zahoda proti vzhodu in torej v smeri vodarne Hrastje (vstran od vodarne Kleče).

Rezultati modela iz analize tveganja št.: 301118-dn se torej v celoti skladajo z rezultati modela iz analize tveganja št.: K-II-30d/c-2/1788-a.

8.5 OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE POSEGOV V TLA

Na območju je nivo podzemne vode (najvišja gladina) na koti 281,51 m.n.v. Privzeta povprečna kota terena je 305,5 m.n.v. Z izkopom za objekt se bo poseglo do globine približno 6 m pod površino terena oz. do kote približno 299,5 m.n.v. Razlika med globino izkopa in privzetim maksimalnim nivojem podzemne vode je 18 m. Iz navedenega je razvidno, da:

- se s predmetno gradnjo ne bo posegalo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku,
- bodo izkopi bodo izdelani bistveno višje od najvišje gladine podzemne vode;

9. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

9.1 IZRAČUN RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI VODNEGA VIRA

9.1.1 Relativna občutljivost

Relativna občutljivost določamo za obdobje med gradnjo objekta. Opredeljena je relativna občutljivost za scenarij normalnega in alternativnega poteka ter za scenarij najslabše možnosti. Glede na izpeljane scenarije v poglavju 4 relativne občutljivosti za čas obratovanja objekta nismo računali.

V skladu z 48. členom Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16) se relativna občutljivost vodnega vira (S) izračuna po spodnji enačbi.

$$S = \frac{(R + \Delta R)}{R}$$

S		Relativna občutljivost
R		Referenčno stanje, ki je enako povprečni vrednosti parametra pred posegom
ΔR		Sprememba referenčnega stanja zaradi ogroženosti onesnaženja

Referenčno vrednost R smo postavili pod mejo določljivosti mineralnih olj $R = 2 \mu\text{g/l}$. Dovoljeno relativno občutljivost parametra mineralna olja določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja
za S(A) = +2 in
za S(B) = +1,5.

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

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

9.1.2 Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih

Relativno občutljivost smo izračunali za primer onesnaženja z mineralnimi olji, ki predstavlja edino potencialno onesnaževalo tako v času gradbenih del. Z matematičnim modelom je bil preverjen vpliv na podzemno vodo pri izlivu mineralnih olj. Ugotovljeno je bilo, da bi onesnaževalo doseglo črpališče Hrastje po 1350 dneh. Glede na ocenjeno količino izlitega onesnaževala v podzemno vodo pri različnih scenarijih (1l in 100 l) smo prepračunali koncentracije onesnaževal v črpališčih glede na razredčenje, ki je bilo izračunano z modelom.

V spodnji tabeli so prikazani rezultati spremembe referenčnega stanja (dR) in relativne občutljivosti (S) v podzemni vodi pri različnih scenarijih. Relativna občutljivost v času gradnje objekta pri vseh scenarijih nižja od dovoljene meje, ki jo določa *Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja*.

Rezultati hidrogeološke analize prostora vseeno kažejo, da je lokacija objekta pozicionirana na ranljivem vodonosniku, iz katerega se črpa znatne količine podzemne vode za javno vodooskrbo. Iz tega stališča je nedopustno že minimalno onesnaženje podzemne vode, zato so v nadaljevanju naštet varstveni ukrepi, ki jih je potrebno dosledno upoštevati.

Tabela 7: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) - črpališče Hrastje v času gradnje

Scenarij	Količina izlitja (l)	R (µg /l)	dR= Cmax (µg /l)	Vodnjak	Relativna občutljivost (S)	Dovoljena rel. občutljivost (S)
HRASTJE						
Normalni	0	2	0	Hrastje 7a	+1	+1,5
Alternativni	2	2	0,0046		+1,0123	+1,5
Scenarij najlabše možnosti	200	2	0,46		+1,23	+1,5

Tabela 8: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) - črpališče Hrastje v času obratovanja

Scenarij	Količina izlitja (l)	R (µg /l)	dR= Cmax (µg /l)	Vodnjak	Relativna občutljivost (S)	Dovoljena rel. občutljivost (S)
HRASTJE						
Normalni	0	2	0	Hrastje 7a	+1	+1,5
Alternativni	0	2	0		+1	+1,5
Scenarij najlabše možnosti	0	2	0		+1	+1,5

9.2 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKÉ METODE

Poglavje je oblikovano in izpeljano na podlagi vhodnih podatkov, ki smo jih zapisali in so preverljivi. Izračuni so bili narejeni na podlagi metode izračuna, ki jo podaja *Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/2004, 05/06, 58/11)*. Enačbe in vhodni podatki, s katerimi je moč opraviti kontrolo brezhibnosti, so podani poročilu.

Vhodne podatke bi bilo možno izbrati tudi nekoliko drugače, saj je njihova variabilnost velika. Poudarili bi še, da smo vse vhodne podatke izbirali v mejah realnega (so zapisani in torej preverljivi), vendar v pesimistični varianti, ki pomeni strožjo kontrolo nad nevarnostjo, ki jo projekt predstavlja za podzemno vodo.

10. ZAŠČITNI UKREPI

Posegi in dejavnosti, predvideni na obravnavanem območju, so sprejemljivi, če bodo upoštevane predvidene projektne rešitve, pogoji in omejitve iz Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15) ter dodatni zaščitni ukrepi, navedeni v nadaljevanju.

10.1 ZAŠČITNI UKREPI, PREDPISANI Z ZAKONODAJO

Po Uredbi vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15) se predmetna lokacije nahaja:

- na širšem vodovarstvenem območju na podobmočju milejšim vodovarstvenim režimom z oznako VVO II B.

Tabela 9: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO II B

CC. Si		NESTANOVANJSKE STAVBE ³	VVO II B
1251	9	Industrijske stavbe	pp

Tabela 10: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO II A in II B – izvajanje gradbenih del*

CC. Si		IZVAJANJE GRADBENIH DEL	VVO II B
	1	Gradbišče v skladu s predpisi, ki urejajo gradnjo objektov, na zemljišču s površino, večjo od 1 hektarja	pp
	2	Parkirišče na gradbišču za delovne stroje in naprave (brez vzdrževanja vozil in strojev)	pp
	3	Prostor za vzdrževanje vozil in strojev ali začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva	pp
	4	Sanitarije na gradbišču	_11
	5	Začasna skladišča na gradbišču za betonske elemente	pd
	6	Oskrba strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva)	pp
	7	Izkopi na gradbišču	pd ^{3,6}

*navedeni so le relevantni za ta poseg.

- 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.

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.

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

10.2 ZAŠČITNI UKREPI, KI SO PREDVIDENI S PROJEKTOM

Manipulacija raztopine posameznega izdelka ter za surovin za raztopine t.j. aktivnih učinkovin in pomožnih snovi ter NaOH in drugih čistil bo potekala le po notranjosti objekta in preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visokoregalnega skladišča (VRS).

Pretovarjana izven objekta t.j. razlaganja ali nalaganja surovin ali izdelkov ni predvideno. Manipulacija surovin in izdelkov preko zaprtega transportnega mostu iz oz. do visoko regalnega skladišča (VRS).

Odpadke na lokaciji bodo predstavljali le odpadki v trdnem agregatnem stanju; teh odpadkov zaradi njihovih lastnosti t.j. odpadki bodo v trdnem agregatnem stanju ter hkrati glede na že urejen način zbiranja odpadov v sklopu kompleksa Lek, ne moremo opredeliti kot nevarnih za podzemno vodo in vodne vire.

Stavba bo priključena na interne komunalne vode (meteorna kanalizacija) in energetske vode (električno omrežje, telekomunikacije, ogrevanje, vodovod) območja Lek.

Odvodnja padavinskih odpadnih voda bo izvedena preko obstoječega internega kanalizacijskega sistema v javni kanalizacijski sistem z zaključkom na ČN v Zalogu.

Zaradi predvidene gradnje se kapacitete in moči obstoječih internih priključnih vodov območja Lek ne bodo spremenile, zato so priključki na gospodarsko javno infrastrukturo ustrezni in ostanejo obstoječi.

10.3 ZAŠČITNI UKREPI, KI IZHAJAJO IZ ANALIZE TVEGANJA

10.3.1 Zaščitni ukrepi med izvajanjem gradbenih del

Predlagani dodatni ukrepi v času gradnje so splošni in se nanašajo predvsem na preprečevanje razlivanja, izpiranja ali izluževanja nevarnih kemikalij v tla in posredno v podzemne vode na območju gradbišča. Zaradi pomanjkanja podatkov o gradnji so v nadaljevanju navedeni le nekateri splošni ukrepi:

- Glede na predstavljeno sestavo tal je med gradnjo potrebno zagotoviti red in učinkovit geotehnični nadzor. V času izvedbe izkopov mora biti stalno prisoten nadzornik gradbišča.
- Za dokončno urejanje terena oz. dokončno izvedbo reliefa se mora uporabiti zemljino, ki je na lokaciji že prisotna oziroma po potrebi zemljino z drugih lokacij kot neonesnažen, glede sestavin tlom in podtalju enak ali podoben mineralni ali mineralno organski material, ki v svojih značilnostih ustreza naravnim tlom ali podtalju in lahko prevzema vse pomembne naloge tal ali podtalja.
- V primeru, da se med izkopom naleti na sode ali druge embalažne enote z neznano vsebino, odpadke, ki vsebujejo azbest (npr. salonitne plošče) ali se opazi onesnaženost z olji in podobnimi nevarnimi snovmi, je treba izkop nemudoma prekiniti, ugotoviti obseg in vrsto onesnaženja, nato pa odpadke ali onesnaženo zemljino na ustrezen način v celoti izkopati in shraniti v primerne posode ter jih predati v obdelavo pooblaščenemu podjetju za obdelavo tovrstnih nevarnih odpadkov.
- Izkopi naj se izvajajo v suhem vremenu, saj bo intervencijski čas za odstranitev morebitnega onesnaženja (onesnažene zemljine) v primeru izliva goriva ali motornega olja iz gradbenega stroja bistveno krajši, možnost za onesnaženje podzemne vode pa bobistveno zmanjšana.
- Med oskrbo strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva) naj bodo na voljo posode z absorpcijskim sredstvom za primer morebitnega nezgodnega razlivanja.

- Vsi pri gradnji uporabljeni transportni in gradbeni stroji morajo biti tehnično brezhibni in ustrezno vzdrževani.
- Investitor mora zagotoviti, da izvajalci gradbenih del na gradbišču hranijo ali začasno skladiščijo gradbene odpadke ločeno po vrstah gradbenih odpadkov in sicer tako, da ne onesnažujejo okolja in je zbiralcu gradbenih odpadkov omogočen dostop za njihov prevzem. Če hramba ali začasno skladiščenje gradbenih odpadkov na gradbišču ni možna, mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke odlagajo neposredno po nastanku v zabojnike.
- Izvajalec, ki bo izdelal načrt organizacije gradbišča za posamezen poseg v skladu s Pravilnikom o gradbiščih, naj v tem načrtu predvidi tudi lokacijo za začasno skladiščenje gradbenih odpadkov in lokacijo za gradbene stroje in naprave na utrjeni površini izven gradbene jame.
- Za morebitne nevarne odpadke mora biti določeno ustrezno opremljeno mesto na območju gradbišča (izven gradbene jame), skladiščne posode za eventualne nevarne odpadke pa morajo biti iz ustreznih materialov (odpornih na skladiščene snovi), zaprte in ustrezno označene (oznaka odpadka, oznaka nevarnosti).
- Investitor mora zagotoviti oddajo gradbenih odpadkov zbiralcu ali obdelovalcu, kar mora biti tudi ustrezno evidentirano.
- Prepovedano je izlivanje nevarnih in drugih tekočih odpadkov v tla.

10.3.2 Interventni ukrepi v času gradnje

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 izvedeno takojšnje ukrepanje.

V primeru razlitja naftnih derivatov je potrebno onesnaženje takoj omejiti, kontaminirane materiale odstraniti in neškodljivo deponirati, obenem pa je potrebno takoj oz. čimprej izdelati analizo onesnaženega materiala in oceno odpadka s strani pooblaščenice inštitucije. Na osnovi analize materiala je potrebno kontaminirano zemljinu predati v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu, ki je evidentiran 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 pooblaščenica oseba mora o tovrstnih dogodkih takoj obvestiti pristojne službe (najbližjo policijo, center za obveščanje, gasilce, JP Vodovod-Kanalizacija Ljubljana, inšpekcijske službe). Pristojne službe po potrebi odredijo ogled mesta razlitja, na osnovi tega pa se po potrebi sprejme dodatne ukrepe za sanacijo onesnaženja (odvzem vzorcev vode iz piezometrov, dodaten izkop onesnaženega materiala ipd.).

Primer: Postopek v primeru razlitja oz. onesnaženja površine 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 pooblaščenico osebo (npr. delovodjo oz. vodjo gradbišča). Obvestilo mora vsebovati:
 - lokacijo onesnaženja,
 - vrsto onesnaženja (snov, količina),
 - čas nastopa onesnaženja.
- V najkrajšem času se prične z odkopom onesnaženega materiala, ki se ga preda v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu.
- Vodja gradbišča vpiše podatke o onesnaženju v gradbeni dnevnik in o dogodku obvesti pristojne službe. Obvestilo mora vsebovati enake podatke, kot je navedeno zgoraj.
- Nadzorna služba in hidrogeolog pregledata mesto onesnaženja ter po potrebi določita dodaten izkop materiala, hidrogeolog pa določi tudi vse morebitne dodatne ukrepe za zavarovanje ogroženih vodnih virov (meritve in vzorčenje podtalnice).

10.3.3 Zaščitni ukrepi med obratovanjem

Objekt:

- Tlake najnižje etaže se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane.
- V sklopu delovnih prostorov je možna le uporaba (smiselno tudi skladiščenje) sprotnih količin pri delu potrebnih kemikalij.
- Vse kemikalije (nevarne in tiste, ki niso deklarirane kot nevarne) naj bodo le v originalni embalaži, ki je ustrezno označena v skladu s predpisi, ki urejajo označevanje kemikalij (ime nevarne kemikalije, oznaka nevarnosti ...),
- Rokovanje s kemikalijami mora biti urejeno tako, da je preprečen vnos v tla, vode ali kanalizacijski sistem.

Odpadne vode:

- Za vse interne kanalizacijske sisteme je potrebno zagotoviti neprepustno izvedbo z opravljenim preizkusom in potrdilom.
- Talnih odtokov in povezave s kanalizacijskim sistemom v najnižji etaži niso zaželeni. Ureditev sistema za odvajanje voda iz najnižje etaže je nepotrebna in z vidika varovanja podzemne vode, glede na hidrogeološke razmere na lokaciji, tudi neprimerna. Tak sistem predstavlja velik strošek tako v času vgradnje kot v času obratovanja (vzdrževanje in čiščenje sistema, kontrole in pregledi sistema). Čiščenje površin je možno vršiti ročno ali strojno. S predlagano izvedbo najnižje etaže brez odtokov in povezave z interno in nadalje javno kanalizacijo, je zagotovljen tudi zajem požarnih voda.

Dvigala - tovarna in osebna (v kolikor bodo):

- Stene in dno jaškov dvigal morajo biti vodotesne in izvedene iz materialov, ki so odporni na hidravlične tekočine.
- Tesnost jaškov dvigal mora biti dokazana.
- Stene in dno jaškov dvigal se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane.

Zunanje površine:

- Vse povozne površine ob objektu morajo biti utrjene in napram zelenim površinam omejene z dvignjenimi betonskimi robniki.
- Interno kanalizacijsko omrežje, vključno z revizijskimi jaški, peskolovi in lovilniki olja mora biti izvedeno vodotesno.
- Vse površine ob objektih bo treba redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe utrjenih površin bodo morale biti takoj sanirane.

Požar:

- Požarni red, ki obravnava postopke v primeru požara, mora biti ves čas na voljo vsem zaposlenim.
- Na voljo mora biti dovolj sredstev za zadušitev začetnega požara, kar je potrebno opredeliti v požarnem načrtu.
- V požarnem redu bodo morale biti določene pooblaščen osebe, ki so odgovorne za organizacijo intervencije.

10.3.4 Interventni ukrepi v času obratovanja

Interventni ukrepi se izvajajo v primeru razlitja nevarnih snovi/zmesi ali drugih onesnaževal med obratovanjem objekta.

Ukrepi med obratovanjem obsegajo zbiranje razlitega onesnaževala in onesnaženega materiala (npr. zemljine) in odvoz. Odvoz nevarnih odpadkov lahko vrši le podjetje, ki je zavedeno v seznam zbiralcev oziroma odstranjevalcev tovrstnih odpadkov. Spiranje v kanalizacijo ali neposredno v površinski odvodnik ni dovoljeno.

Ostali interventni ukrepi so smiselno enaki kot v času gradnje, vključno s postopkom v primeru razlitja oz. onesnaženja površine.

10.4 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 predvidene investitorjeve dejavnosti v obsegu in način kot je predviden, prisotne vrste in količine kemijskih sredstev in predvsem rokovanje z njimi, glede na rezultate matematičnega modela, glede na 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.

11. ZAKLJUČEK

Investitor Lek d.d. želi na lokaciji kompleksa Lek farmacevtska družba d.d., na parcelnih št.: del 30/9, 30/2, del 1606/4, 30/3, del 30/4, del 65 k.o. 1740 SPODNJA ŠIŠKA, zgraditi industrijski objekt za povečanje kapacitet proizvodnje aseptičnih izdelkov.

Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15) je območje posega uvrščeno v ožje vodovarstveno in sicer v podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom z oznako »VVO II B«.

Izsledki analize tveganja

Pri ugotavljanju ali bi bila v primeru onesnaženja na predmetni lokaciji ogrožena podzemna voda v črpališčih pitne vode smo upoštevali hidrogeološke in hidrološke značilnosti območja posega in območja virov pitne vode.

Območje predvidenega posega leži na zelo prepustnih sedimentih in je torej s hidrogeološkega stališča izjemno občutljivo. Varovanje podzemne vode je torej odvisno od kakovostnega načrtovanja in doslednega izvajanja v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov ukrepov, saj vodonosnik nima naravne zaščite pred onesnaženjem s polutanti.

Lokacija obravnave je v prispevnem območju vadarne Hrastje. Za preverjanja vplivov na podzemno vodo je bil v času izdelave Analize tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za objekt shramba kontravzorcev in predelava pisarn pakirnice investitorja LEK d.d., Verovškova 57, 1526 Ljubljana (št.: 301118-dn, november 2018) izdelan matematični model vodonosnika. Matematični model je zgrajen na geometričnem modelu vodonosnika, ob upoštevanju notranjih in zunanjih mej ter robnih pogojev. Glede na to, da gre v bistvo za isto lokacijo (območje kompleksa Lek d.d. ob Verovškovi cesti v Ljubljani) lahko rezultate modela prikazanega v analizi tveganja št.: 301118-dn v celoti privzamemo tudi sedaj. Rezultati modela iz navedene Analize tveganja kažejo, da je smer toka podzemne vode na obravnavani lokaciji in v njeni okolici je od zahoda proti vzhodu in torej v smeri vodarne Hrastje (vstran od vodarne Kleče).

Privzeti maksimalni nivo podzemne vode na lokaciji predvidenega objekta je 281,51 m. Privzeta povprečna kota terena je 305,5 m.n.v. Z izkopom za objekt se bo poseglo do globine približno 6 m pod površino terena oz. do kote približno 299,5 m.n.v. Razlika med globino izkopa in privzetim maksimalnim nivojem podzemne vode je 18 m. Iz navedenega je razvidno, da:

- se s predmetno gradnjo ne bo posegalo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku,
- bodo izkopi bodo izdelani bistveno višje od najvišje gladine podzemne vode.

Scenariji razvoja dogodka za čas gradnje:

Scenarij normalnega dogodka za čas gradnje predpostavlja, da ne bo negativnega vpliva na kakovost podzemne vode.

Scenarij alternativnega dogodka za čas gradnje predpostavlja, da se v podzemno vodo izlije 1 kg mineralnih olj.

Scenarij najslabšega dogodka za čas gradnje predpostavlja, da se v podzemno vodo izlije 100 kg mineralnih olj.

Scenariji razvoja dogodka za čas obratovanja:

Glede na predstavljen poseg ugotavljamo, da v času obratovanja obravnavanega objekta ni realne verjetnosti za onesnaženje podzemne vode.

Rezultati relativne občutljivosti:

Izračuni relativne občutljivosti kažejo, da je le ta pri vseh scenariji tako v obdobju gradnje kot obratovanja pod mejo, ki je določena s Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Smer pretakanja morebitnega onesnaževala s podzemno vodo prikazuje model toka podzemne vode, ki je bil izdelan za lokacijo v neposredni bližini. Matematični model je bil predstavljen v *Analizi tveganja*

za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za objekt shramba kontravzorcev in predelava pisarn pakirnice investitorja LEK d.d., Verovškova 57, 1526 Ljubljana (št.: 301118-dn, november 2018). Rezultate zgoraj omenjenega matematičnega modela smo preverili tudi z rezultati matematičnega modela, ki je bil izdelan v bližnji okolici. Ta je predstavljen v »Analizi tveganja za onesnaženje zaradi nove gradnje objektov v območju OPPN 386 poslovna cona Litostroj v Ljubljani« št.: K-II-30d/c-2/1788-a (Geološki zavod Slovenije, november 2016). Rezultati modela iz analize tveganja št.: 301118-dn se torej v celoti skladajo z rezultati modela iz analize tveganja št.: K-II-30d/c-2/1788-a.

Zaključek

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev ter doslednemu zagotavljanju predpisanih zaščitnih ukrepov (poglavje 10), je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri izvedbi in obratovanju predmetnega objekta *sprejemljivo*.

12. LITERATURA IN VIRI

- /1/ GARTNER arhitekti d.o.o.: Širitev proizvodnje aseptičnih izdelkov - objekt 70; IZP; št. proj.: 2106, maj 2016
- /2/ Lek farmacevtska družba d.d., Projektni inženiring; Dopolnitev vloge v zadevi 35405-107/2021-4, julij 2021
- /3/ Splošni podatki o objektu (GARTNER arhitekti d.o.o., št. pr. 2106)
- /4/ Poročilo št.: 301323: GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNO POROČILO; IRGO Consulting d.o.o., (Ljubljana, avgust 2021)
- /5/ Breznik, M., 1969: Podtalnica Ljubljanskega polja in možnosti njenega povečanega izkoriščanja, Geologija 12, Ljubljana.
- /6/ Grad, K., Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Kranj. Zv. geol. zavod Beograd.
- /7/ Grad, K., Ferjančič, L., 1976: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tolmač za list Kranj. Zv. geol. zavod Beograd.
- /8/ Mencej, Z., 1989: Raziskave podtalne vode na Ljubljanskem barju. Geološki zavod Ljubljana.
- /9/ Mencej, Z., 1995: Analiza obstoječih in možnih vodnih virov za Ljubljanski vodovod. Hidroconsulting d.o.o. Dragomer.
- /10/ Mencej, Z., 2002: Varovanje vodonosnikov pod vzhodnim delom Ljubljanskega barja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Ljubljana.
- /11/ Mezga, K., 2008: Hidrogeološka analiza s profiliranjem na Ljubljanskem polju. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, NTF, Oddelek za geologijo, Ljubljana.
- /12/ Petan, S.,: Bogatenje podtalnice Ljubljanskega polja. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer, Ljubljana,
- /13/ Premru, U. in sod., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, List Ljubljana, 1:100 000, Zvezni geološki zavod, Beograd,
- /14/ Prestor, J., Urbanc, J., Janža, M., Rikanovič, R., Bizjak, M., Medič, M., Strojani, M., 2002: Preverba in dopolnitev strokovnih podlag za določitev varstvenih pasov vodnih virov centralnega sistema oskrbe s pitno vodo v MOL – Ljubljansko polje, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- /15/ Rejec Brancelj I., Smrekar A., Kladnik D., (ur.), 2005: Podtalnica Ljubljanskega polja. Geografija Slovenije 10. Založba ZRC. Ljubljana.
- /16/ Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija 14, Ljubljana.
- /17/ Atlas okolja; http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso.
- /18/ http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php