

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE

**ZA POSEG:
ASFALTNA BAZA ČRNUČE**

Številka: 300123

**Ljubljana, 03.02.2023
(dopolnjeno po reviziji 09.02.2023)**

NASLOV: **ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA
TELESA PODZEMNE VODE ZA POSEG: ASFALTNA
BAZA ČRNUČE**

DATUM: **03.02.2023**
(dopolnjeno po reviziji 09.02.2023)

ŠTEVILKA: **300123**

INVESTITOR: **TAČ d.o.o.**
Brnčičeva ulica 17c,
1231 Ljubljana - Črnuče

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

Direktor: **Jorg Jurij Hodalič**



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

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Jorg Jurij Hodalič.

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

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Jorg Jurij Hodalič.

KAZALO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | UVOD | 7 |
| 1.1 | IZDELOVALEC ANALIZE TVEGANJA | 7 |
| 1.2 | PREDPISI | 7 |
| 1.3 | METODA | 7 |
| 2. | NAZIV IN NAMEN POSEGA..... | 8 |
| 3. | PROJEKTNI PODATKI | 9 |
| 3.1 | LOKACIJA POSEGA..... | 9 |
| 3.1.1 | Zemljišče..... | 9 |
| 3.1.2 | Opis lokacije posega | 9 |
| 3.1.3 | Podrobnejša namenska raba prostora | 10 |
| 3.2 | PROJEKTNA DOKUMENTACIJA..... | 10 |
| 3.3 | URBANISTIČNA IZHODIŠČA | 10 |
| 3.4 | ZNAČILNOSTI POSEGA..... | 11 |
| 3.4.1 | Raba prostora / zemljišč zaradi posega | 11 |
| 3.4.2 | Velikost posega | 11 |
| 3.5 | LASTNOSTI POSEGA | 12 |
| 3.5.1 | Opis obstoječe naprave..... | 12 |
| 3.5.2 | Opis nameravane spremembe naprave | 14 |
| 3.5.3 | Prometne obremenitve..... | 14 |
| 3.5.4 | Infrastrukturna opremljenost..... | 14 |
| 3.5.5 | Pri delu nujno potrebne kemikalije..... | 16 |
| 3.5.6 | Varstvo pred požarom..... | 17 |
| 4. | VODOVARSTVENO OBMOČJE | 20 |
| 5. | OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV | 21 |
| 5.1 | OPREDELITEV SCENARIJEV | 21 |
| 5.2 | GRADNJA | 21 |
| 5.3 | OBRATOVANJE | 21 |
| 5.3.1 | Scenarij normalnega razvoja dogodkov | 21 |
| 5.3.2 | Scenarij alternativnega razvoja dogodkov..... | 22 |
| 5.3.3 | Scenarij najslabše možnosti..... | 23 |
| 6. | OPREDELITEV ONESNAŽEVAL..... | 28 |
| 6.1 | ODPADKI..... | 28 |
| 6.2 | OSNOVNI PODATKI O MOREBITNIH ONESNAŽEVALIH | 28 |
| 6.2.1 | Osnovni podatki navarnih lastnosti uporabljenih kemikalij..... | 29 |
| 6.2.2 | Interakcija potencialnih onesnaževal in vodnega okolja | 31 |
| 6.2.3 | Količina potencialnih onesnaževal | 32 |
| 7. | LASTNOSTI ZAJETJA..... | 33 |
| 8. | OPREDELITEV VODNEGA VIRA | 34 |
| 8.1 | OCENA OBSTOJEČEGA STANJA KOT ZBIRNI PREGLED NARAVNEGA OZADJA IN OBREMENJENOSTI VODNEGA VIRA | 34 |
| 8.2 | OPIS NARAVNIH DANOSTI VODNEGA VIRA..... | 35 |
| 8.2.1 | Geološke značilnosti Ljubljanskega polja | 35 |
| 8.2.2 | Geološke razmere ožjega območja | 37 |
| 8.2.3 | Tektonske razmere v predkvartarni podlagi | 38 |
| 8.2.4 | Seizmičnost terena..... | 38 |
| 8.2.5 | Hidrogeološke značilnosti | 38 |
| 8.2.6 | Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji..... | 40 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 9. | OPREDELITEV POTI PRENOSA ONESNAŽEVAL OD VIRA OGROŽANJA DO ZAJETJA..... | 42 |
| 9.1 | OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA..... | 42 |
| 9.2 | OPREDELITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV | 45 |
| 10. | OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE | 45 |
| 10.1 | IZRAČUN RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI VODNEGA VIRA – RAČUNSKA METODA | 45 |
| 10.1.1 | Relativna občutljivost | 45 |
| 10.1.2 | Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih v času gradnje | 46 |
| 10.1.3 | Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih v času obratovanja | 46 |
| 10.1.4 | Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih | 47 |
| 10.1.5 | Preverljivost in zanesljivost računske metode | 47 |
| 11. | OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV..... | 47 |
| 12. | ZAŠČITNI UKREPI | 47 |
| 12.1 | ZAŠČITNI UKREPI, PREDPISANI Z ZAKONODAJO | 48 |
| 12.2 | ZAŠČITNI UKREPI, KI ŽE VELJAJO | 48 |
| 12.3 | ZAŠČITNI UKREPI, KI IZHAJAJO IZ ANALIZE TVEGANJA | 49 |
| 12.3.1 | Zaščitni ukrepi med izvajanjem gradbenih del..... | 49 |
| 12.3.2 | Zaščitni ukrepi med obratovanjem | 49 |
| 12.3.3 | Interventni ukrepi v času obratovanja | 50 |
| 13. | MONITORING | 51 |
| 14. | ZAKLJUČEK | 51 |
| 15. | LITERATURA IN VIRI..... | 52 |

1. UVOD

1.1 IZDELOVALEC ANALIZE TVEGANJA

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

| Ime in priimek, naziv | Organizacija | Opomba |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| dr. Domen Novak, dipl. san. inž. | 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-ZZdl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV1A, 57/12-ZV-1B, 100/13-ZV-1C, 40/14-ZV-1D, 56/15-ZV-1E, 65/20)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16)

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

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (Uradni list RS, 44/22)
- Gradbeni zakon (GZ-1) (UL RS, št. 199/21, 105/22 – ZZNŠPP)
- 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 razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22)
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (UL RS, 25/09)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15, 44/22 – ZVO-2)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15, 129/20, 44/22 – ZVO-2, 77/22)
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16, 30/16, 44/22 – ZVO-2)
- Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18)

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)

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. NAZIV IN NAMEN POSEGA

Tovarna asfalta se že nahaja na lokaciji v Črnučah in obratuje od leta 1997. Tovarna ima gradbeno dovoljenje št. 351-560/77-34203 z dne 14.4.1997, RS, Upravna enota Ljubljana, Izpostava Bežigrad ter Uporabno dovoljenje št. 351-112/98-34207 (317/97) z dne 19.2.1998, RS, Upravna enota Ljubljana, Izpostava Bežigrad. Za predvideno stanje, ki je predmet tega poročila, se velikost in značilnosti posega **ne spreminjajo** in ostajajo enaki kot v obstoječem stanju.

Iz navedenega sledi, da gradnja objekta **ni potrebna**.

Nosilec posega želi pridobiti okoljevarstveno soglasje. Vlogi mora med drugim predložiti tudi analizo tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode.

Naprava ima nominalno (tovarniško) zmogljivost proizvodnje asfaltnih mešanic 300t/h, ki bi, če bi lahko delovala 24 ur neprekinjeno, imela kapaciteto 7.200 ton na dan, kar pa je zaradi posameznih faz procesa in vseh omejujočih faktorjev oz. ozkih grl praktično nemogoče. Dejansko naprava obratuje optimalno s kapaciteto **730 t/dan**.

Naprava obratuje od meseca marca do meseca decembra, 6 dni v tednu (ponedeljek - sobota). Delovni čas je od 7h do 16h, pri čemer naprava za pripravo asfaltnih zmesi obratuje največ do 5 ur dnevno.

V sklopu Tovarne asfalta Črnuče se nahaja še ena naprava za proizvodnjo asfaltnih zmesi s kapaciteto 150t/h. Ta naprava **ne obratuje** že več kot 10 let in ni predmet tega postopka. Za to napravo je bilo v letu 2007 izvedena presoja vplivov na okolje in izdano okoljevarstveno soglasje (št. 35402-3/2007-10 z dne 14.05.2007).

3. PROJEKTNI PODATKI

3.1 LOKACIJA POSEGA

3.1.1 Zemljišče

Zemljišče na katerem se nahaja tovarna asfalta obsega parcele 864/57, 864/58, in 1059/2; k.o. 1756 Črnuče.

Občina : Mestna občina Ljubljana;
 Enota urejanja: EUP ČR-472 (ČR = Črnuče)
 Namenska raba: IG – gospodarske cone

Velikost zemljišča je približno 7.468 m² od tega uporabne površine približno 5.355 m².



Slika 1: Ožje območje lokacije posega, merilo 1:1.000 (Vir: ARSO /2/)

3.1.2 Opis lokacije posega

Tovarna asfalta se nahaja v severnem delu mesta Ljubljane, na območju gospodarske cone v Črnučah. Črnuče ležijo na stičišču Ljubljanskega polja, Kamniško Bistriške ravnine ter gričevnatega sveta osamelcev Smarne gore in Rašice, in sicer na levem bregu reke Save, severno od središča Ljubljane.

Zemljišče je z vzhoda omejeno z obstoječo asfaltno bazo in betonarno, na severu z industrijskim železniškim tirom in kmetijskim zemljiščem za njo, na zahodu s cestno povezavo Črnuče – Ljubljana – Tomačevo (Štajerska cesta), na jugu pa s poslovnimi objekti.

Obstoječa komunalna infrastruktura se nahaja na obodnih cestah (Brnčičeva ulica).

Teren na predmetni lokaciji je raven. Absolutna višina terena je 285,7 m n.m.v.

Na lokaciji posega in v njeni bližini ni površinskih vodnih teles. Najbližji vodotok je Črnušnica (cca. 870 m zahodno od posega).



Slika 2: Širše območje posega, merilo 1:5.000 (Vir: ARSO /2/)

3.1.3 Podrobnejša namenska raba prostora

Lokacija se nahaja na območju, ki je s planskimi akti občine opredeljena kot stavbno zemljišče s podrobnejšo namensko rabo: IG – Gospodarske cone.

Bližnja in širša okolica je relativno gosto pozidana, predvsem s poslovnimi in proizvodnimi objekti.

Območje je prometno dobro dostopno.

3.2 PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA

Dokumentacija:

/1/ Projekt št. H-737; TAČ; PGD, PZI, PNZ d.o.o. (junij 1997),

Klasifikacija obravnavanega objekta:

CC-SI 1251 – Industrijska stavba

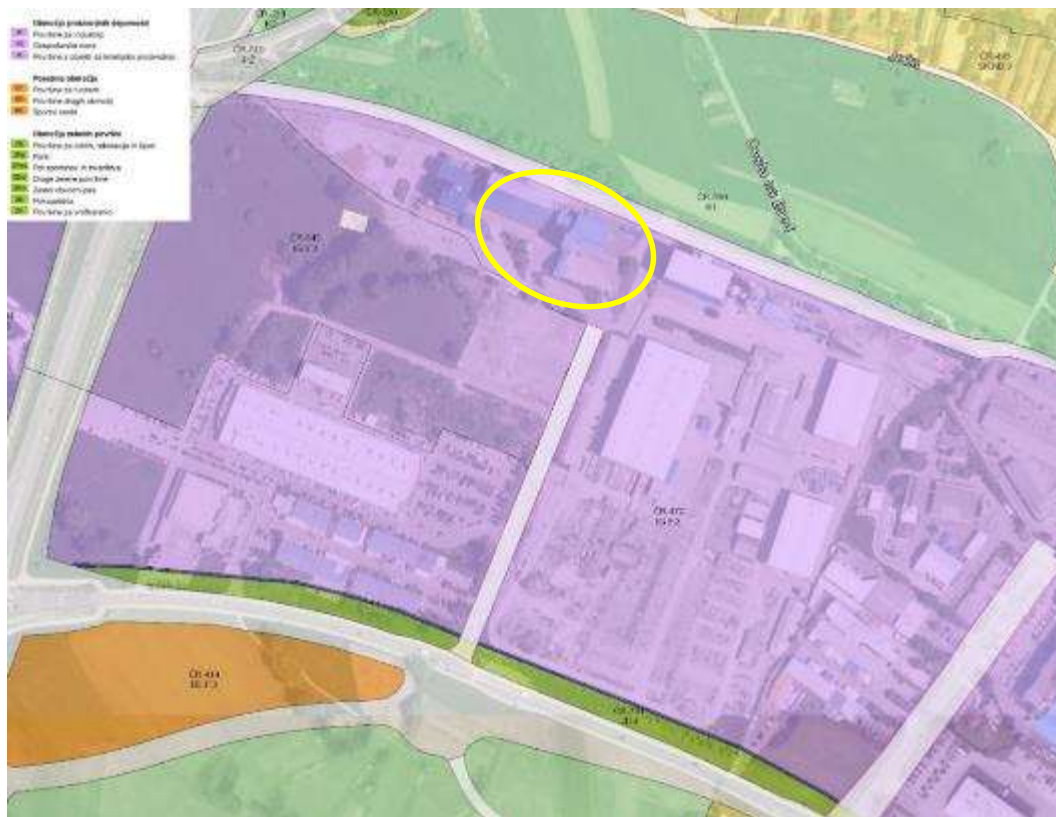
3.3 URBANISTIČNA IZHODIŠČA

PODATKI O VELJAVNIH PROSTORSKIH AKTIH

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, 78/19 – DPN in 59/22)

Obravnavano zemljišče sodi v skladu z OPN MOL ID v enoto urejanja prostora EUP ČR-472, v kateri je določena podrobnejša namenska raba prostora za območje gospodarskih con – IG.



Slika 3: Namenska raba prostora, merilo 1:5.000 (Vir: Urbinfo /4/)

Podatki o enoti urejanja prostora in namenski rabi:

Enota urejanja: EUP ČR-472 (ČR = Črnuče)

Namenska raba: IG – gospodarske cone

3.4 ZNAČILNOSTI POSEGA

3.4.1 Raba prostora / zemljišč zaradi posega

Tovarna asfalta se v obstoječem stanju že nahaja na lokaciji v Črnučah, na parcelah s parcelnimi številkami 864/57, 864/58, in 1059/2, k.o. 1756 Črnuče, ki so s planskimi akti občine opredeljene kot stavbno zemljišče s podrobnejšo namensko rabo: IG – Gospodarske cone. Bližnja in širša okolica je relativno gosto pozidana, predvsem s poslovnimi in proizvodnimi objekti.

3.4.2 Velikost posega

Tovarna asfalta se v obstoječem stanju že nahaja na lokaciji v Črnučah in obratuje od leta 1997.

Iz navedenega sledi, da gradnja objekta **ni potrebna**, prav tako se zmogljivost naprave ne spreminja. Naprava ima nominalno (tovarniško) zmogljivost proizvodnje asfaltnih mešanic 300t/h, ki bi, če bi lahko delovala 24 ur neprekinjeno, imela kapaciteto 7.200 ton na dan, kar pa je zaradi posameznih faz procesa in vseh omejujočih faktorjev oz. ozkih grl praktično nemogoče. Dejansko naprava obratuje optimalno s kapaciteto **730 t/dan**.

Naprava obratuje od meseca marca do meseca decembra, 6 dni v tednu (ponedeljek - sobota). Delovni čas je od 7h do 16h, pri čemer naprava za pripravo asfaltnih zmesi obratuje največ do 5 ur dnevno.

3.5 LASTNOSTI POSEGA

3.5.1 Opis obstoječe naprave

Nosilec posega ima na lokaciji v Črnučah urejeno tovarno asfalta proizvajalca Ammann iz Langenthala v Švici z oznako T27100A - MTEB 300 U za pripravo različnih vrst asfalta s kapaciteto 300 ton/uro.



Slika 4: Obstoječi objekti nameravanega posega

Dejansko naprava obratuje (podatek za leto 2021) s kapaciteto 730 t/dan. V letu 2021 je proizvodnja asfaltnih mešanic znašala 202.000 ton.

Posamezna sarža znaša maksimalno 5 t. Na uro je možno izdelati maksimalno 60 sarž s ciklusom 60 s. Sistem deluje ciklično v sedmih korakih in je v celoti računalniško krmiljen.

Priprava asfalta, potrebnega za izgradnjo cest in druge namene, poteka z mešanjem ustreznih frakcij suhih in segretyh naravnih ali umetnih mineralnih snovi različnih zrnatosti s bitumnom, ki je iz nafte pridobljena visoko viskozna mešanica različnih organskih snovi.

Mineralne snovi, ločene na frakcije glede na vrsto mineralnih snovi, velikost in obliko delcev so skladiščene v bližini asfaltne baze. Dozirne silose polnijo po potrebi. Doziranje mineralnih snovi se vrši glede na izbran recept, transport do mešalnega bobna pa poteka preko tekočih trakov. Vnos mineralnih snovi v sušilni boben poteka preko vnosnega tekočega traka.

V sušilnem bobnu poteka sušenje in gretje doziranih mineralnih snovi na procesno temperaturo za mešanje in nadaljnjo obdelavo. Sušenje in segrevanje poteka z vročimi izhodnimi plini gorilnika. V sušilnem bobnu tako nastajajo s prašnimi delci obremenjeni izhodni plini, ki se preko črpalnega sistema črpajo iz sušilnega bobna. Izhodni dimni plini se prečistijo ob prehodu skozi filter, nato pa se vodijo preko dimnika v okolje. Vroče mineralne snovi pa prehajajo iz sušilnega bobna v vroč lift in v mešalni stolp.

V mešalnem stolpu se mineralne snovi ponovno presejejo preko sit in polnijo v vroče silose. Doziranje posameznih frakcij v mešalnik poteka na osnovi tehtanja. Tuje polnilo ("FILER") se polni v silose pod pritiskom in se po potrebi vodi preko transportnih poti do tehtnice polnila. Vezni material (običajno bitumen) je shranjen pri predelovalni temperaturi v rezervoarjih, ki so greti s termičnim oljem. Količina zelenega veznega materiala se tehta, nato se preko črpalk brizga v mešalnik.

Segrevanje cistern za bitumen, cevnyh povezav in delov mešalne naprave poteka s pomočjo termičnega olja, ki se segreva s kurilno napravo. Pri tem se nastajajoči izhodni plini vodijo preko dimnika v okolje.

Podrobnejši opis posameznih sklopov podajamo v nadaljevanju:

Pred doziranje

Pred doziranje je sestavljeno iz 30 dozatorjev, ki so vgrajeni pod silosi in preko sistema transportnih trakov omogočajo dobavo agregatov (apnenec, silikat) do sušilnega bobna.

Sušenje

Sušenje agregatov se odvija v sušilnem bobnu. Sušilnik deluje na principu protitočnega bobna, ki ima naklon 4° proti izstopu, kar zagotavlja optimalno pretočno hitrost minerala skozi boben. V notranjosti bobna so nameščene lopatice, ki s svojo obliko omogočajo, da se z enakomerno zaveso toplota gorilnika optimalno prenaša na mineral. Lopatice v območju plamena pa preprečujejo, da bi mineral v središču bobna oviral dogorevanje plamena. Na izstopu iz sušilnega bobna gre mineral na vroči elevator, ki opravi transport do sita, kjer se opravi sejanje agregata.

Odpraševanje

Namen odpraševanja je večplasten. Izpušni plini sušilnega bobna se preko cevovodov vodijo do filtra, kjer se izločijo plini in usedajo prašni delci. Plini se odvedejo skozi kaminsko cev, medtem ko se prašni delci vračajo v mešalni proces. Podtlak v plinskem krogotoku preprečuje nenadzorovano uhajanje prahu v atmosfero.

Mešalni stolp

V mešalnem stolpu se izvaja sejanje agregata na sitih in priprava za mešanje. Preko sistema tehtnic za tehtanje agregata, bitumna in kamene moke, ki so računalniško vodene ter izbiro receptur pa že proizvajamo asfaltne mešanice, ki jih potem nalagamo na tovorna vozila.

Prekladalni silosi

Prekladalni silos je namenjen za shranjevanje asfaltne mešanice po zaključenem ciklusu mešanja, kjer se skladišči in kasneje naloži na tovorna vozila.

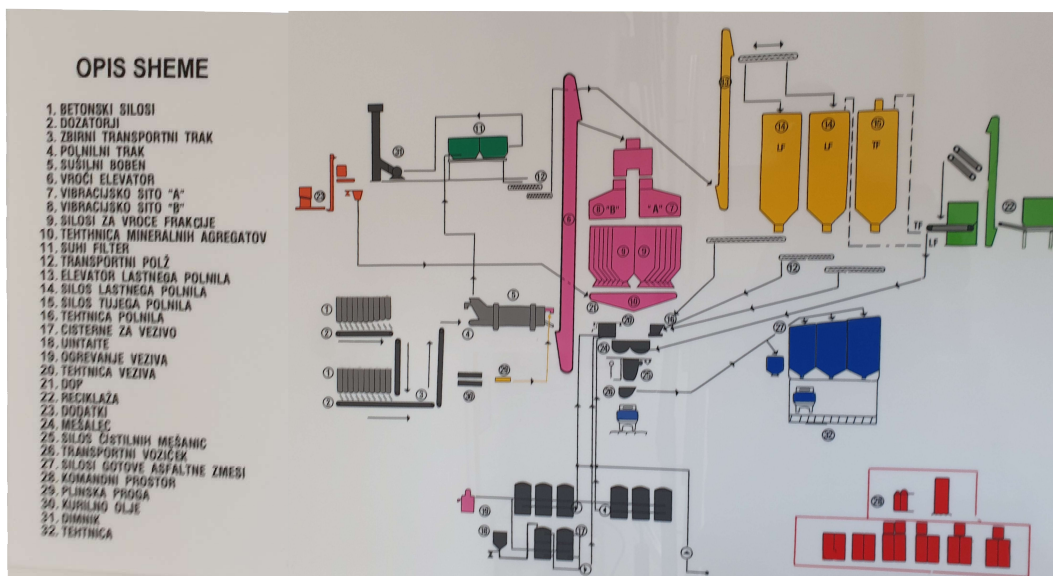
Oskrba s polnili

Sistem za oskrbo s polnilom je namenjen skladiščenju lastnega in tujega polnila v silosih. V sušilnem in odpraševalnem procesu pridobljeno lastno polnilo se hrani v ločenem silosu. V odvisnosti od recepture se komponente polnila preko transportnega sistema dovajajo v tehtnico za polnilo, stehtajo in dodajo za polnilo.

Cisterne bitumna

Bitumen se skladišči v osmih cisternah volumna 60 m³, kjer se ga vzdržuje na delovni temperaturi. V cisternah so vgrajeni grelni registri, ki so ogrevani s termalnim oljem. Temperatura bitumna se regulira s termometri za posamezno cisterno. Točenje bitumna se izvaja na polnilni postaji za bitumen, kjer se iz avto cisterne bitumen pretoči v izbrano cisterno. Vsaka cisterna ima dvojno varovanje proti izlitju.

V letu 2021 je bilo pri proizvodnji 202.029 ton asfaltnih zmesi porabljeno 181.803 t zmesi kamnitih zrn ter 9.660 t bitumenskih veziv.



Slika 5: TAC, Tovarna asfalta T 27100 A – MTEB 2/2 – 6/7 – 5 – 580, kapaciteta 300 t/h

3.5.2 Opis nameravane spremembe naprave

Za predvideno stanje, ki je predmet tega poročila, se velikost in značilnosti naprave, vključno s kapaciteto ne spreminjajo in ostajajo enaki kot v obstoječem stanju.

3.5.3 Prometne obremenitve

Prometna ureditev je obstoječa: dovoz do nove tovarne asfalta bo po obstoječi cesti namenjeni za tovarno asfalta.

Predvidena letna frekvenca prevozov v Tovarni asfalta Črnuče:

- 5.500 sedlastih vlačilcev vhodnih kamenih agregatov (vlačilec cca 30 ton tovora),
- 310 avtociстern vhodnega bitumna (avtociстerna cca 25 ton tovora)
- 200 avtociстern vhodne kamene moke (avtociстerna cca 26 ton)
- 9.000 kamionov s proizvedeno asfaltno zmesjo (različne teže)

V letnem povprečju je to do maksimalno 65 tovornih vozil dnevno.

3.5.4 Infrastrukturalna opremljenost

Območje je komunalno in energetska opremljeno, trase vodovoda, kanalizacije, plina in elektrike potekajo po obodnih cestah (Brnčičeva ulica).

Vodovod

Tovarna asfalta je priključena na javno vodovodno omrežje preko zunanjega vodomernega jaška.

Kanalizacija

Pri tehnološkem procesu **ne nastajajo** industrijske odpadne vode. Komunalne odpadne vode iz spremljajočih objektov se odvajajo v kanalizacijo, ki je zaključena z čistilno napravo (CČN Ljubljana).

Padavinske odpadne vode iz streh objektov se odvaja v ponikalnice.

Padavinske odpadne vode iz povoznih površin se preko lovilnikov olj odvajajo v javno kanalizacijo ločenega sistema, ki se zaključuje s čistilno napravo.

Območje posega ima 4 prispevna območja, za katere so izvedeni 4 meteorni kanalizacijski kanali. Na kanalu M1 je izveden peskolov velikosti 2 m³, na preostalih kanalih so izvedeni lovilci olj.

Kanal »M1« poteka po severni strani poslovnega in industrijskega objekta, vzporedno z industrijskim tirom. Kanal odvodnjava strešini in asfaltno površino za objektoma, ki se ne uporablja za prevoze oz. promet tovornimi vozili, zato se ne končuje z lovilnikom olj, temveč le z zgoraj omenjenim peskolovom.

Kanal »M2« poteka pred objektoma in odvodnjava dovozno poz in parkirišče vozil. Kanal »M3« poteka po izvozni poti in pod parkirišči tovornjakov. Kanal »M4« poteka pod pločnikom vzdolž izvozne ceste.



Slika 6: Komunalna infrastruktura na območju posega, merilo 1:5.000 (Vir: /4/)

Električno omrežje

Tovarna asfalta se napaja iz obstoječe transformatorske postaje TP2024 – Tovarna asfalta Črnuče.

Oskrba z zemeljskim plinom

Tovarna asfalta je priključena na plinovodno omrežje upravljavca Plinovodi d.o.o. preko obstoječe reducirne postaje (MRP SCT).

Zunanja ureditev

Vse zunanje površine so utrjene, vodotesne z dvignjenim robnikom. Vse cisterne z bitumnom so ustrezno zavarovane pred izlitjem. Lovilne betonske posode so oljetesne. Volumen prestreznih posod je enak volumnu cistern.

Prometna ureditev in dostopi

Prometna ureditev je obstoječa: dovoz do tovarne asfalta je in bo po obstoječi cesti namenjeni za tovarno asfalta.

Na območju objekta so obstoječi podzemni prostori tračnih elevatorjev v skupni prostornini 4450m³. V kletni etaži sta nameščeni tudi dve črpalki. V primeru požara, bi se požarna voda lahko stekala v podzemni rezervoar.



Slika 7: Obstoječi prostori podzemnih elevatorjev

3.5.5 Pri delu nujno potrebne kemikalije

Gradnja

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji. Za obstoječi poseg ni potrebna odstranitev ali gradnja objektov, vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Obratovanje

Po navedbah upravljavca bodo na lokaciji uporabljali:

- Bitumen: je zmes naravnih ali industrijsko pridobljenih ogljikovodikovih spojin. Pridobiva se v postopku vakuumске destilacije iz surove nafte. Njegovo elastoviskozno obnašanje se s spremembo temperature spreminja iz trdnega v tekoče stanje in skozi ohlajanje zopet nazaj v izhodiščno stanje. Do temperature 50 °C je v trdnem stanju. Vnetišče bitumna je pri >230 °C. V letu 2021 je bilo pri proizvodnji porabljeno 9.660 t bitumenskih veziv.
- VIATOP® premium: z bitumnom obвити peleti iz celuloznih vlaken (90% celuloznih vlaken + 10% bitumna) za tehnično zahtevnejše asfaltne zmesi. Aditiv skladiščijo izključno v objektu. Iz dostavnih vozil se vrši pretovor neposredno v objekt (vozilo se postavi tik ob objekt; manipulacij navedenim aditivom po povoznih in manipulativnih površinah kompleksa ni).
- Termično olje (MOBILTHERM 605) – ogrevan bitumna: V sistemu za prenos toplote se nahaja 4000 l termičnega olja. Olje se ne porablja, ker je to zaprt sistem. V osnovi je olje ves čas spravljeno v sistemu za gretje bitumna ima pa lovilni bazen, ki je 1x večji od količine, ki je v sistemu t.j. 8 m³. Olje se daje na letne analize v akreditirane laboratorije, zato da se spremlja kakovost in odloča o morebitni menjavi. V primeru menjave se najame koncesionarja, ki staro olje odpelje in pripelje novega, izda pa tudi evidenčni list za odpeljano količino. Olja na lokaciji ne skladiščijo.
- Zemeljski plin za ogrevanje termičnega olja. Zemeljski plin je fosilno gorivo, sestavljeno iz mešanice ogljikovodikov. Zemeljski plin je nestrupen plin, lažji od zraka, in je v določenem razmerju z zrakom eksploziven. Je brez vonja, zato mu zaradi varnostnih razlogov dodajamo v ustreznem razmerju odorant, značilen vonj, po katerem zaznamo prisotnost plina. Produkt gorenja (pri pravilni nastavljeni mešanici plina in zraka) sta CO₂ in H₂O.
- Maziva in druge tehnične tekočine bodo uporabljali le v času remonta ali havarije. Vse pri delu potrebne kemikalije bodo nabavljali v minimalnih pri delu potrebnih količinah (večje zaloge niso predvidene oz. potrebne) ter le sproti in po potrebi. V sklopu objekta sicer ne bodo skladiščili kakršnih koli kemikalij potrebnih pri remontu ali za primer havarije. Velja nevesti, da bodo vsi tovrstni artikli v obliki spreja in pakirani v originalni embalaži proizvajalca in v manjših

- embalažnih enotah. Iz dostavnih vozil se vrši pretovor neposredno v objekt (vozilo se postavi tik ob objekt; manipulacij s kemikalijami po povoznih in manipulativnih površinah kompleksa ni).
- Na predmetnih površinah, bodo v času obratovanja, uporabljali tudi goriva vozil in delovnih strojih (diesel, neosvinčen motorni bencin).



Slika 8: Obstoječi jašek termalnega olja

3.5.6 Varstvo pred požarom

Nosilec posega zagotavlja vse predpisane ukrepe za varstvo pred požarom in ima izdelano Oceno požarne ogroženosti, KOMPLAST d.o.o., 10.7.2020 ter Požarni red, KOMPLAST d.o.o., 10.7.2020.

Število uporabnikov v omenjenem objektu je do 30 oseb. V obravnavanem objektu so nameščeni gasilniki na prah in CO₂. Zidnih hidrantov ni v objektu. Ob objektu je dovolj ustrezno utrjenih površin za namestitve in razvitje vseh vrst naprav ter sredstev za gašenje tovrstnih objektov. V bližini objekta se nahaja zunanje hidrantno omrežje. Zbirno mesto se nahaja pred objektom na parkirišču. Za hitrejšo evakuacijo je nameščena varnostna razsvetljava, naprave za javljanje požara in primerna označitev evakuacijskih poti.

Skupna ocena požarne ogroženosti:

| | | OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI PREMOŽENJA (NARAVNO OKOLJE, INDUSTRIJA, PROMET) | | | | | |
|--|---|--|---|----------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI OSEB (BIVALNO OKOLJE, NEVARNE SNOVI) | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| | | SKUPNA OCENA POŽARNE OGROŽENOSTI | | | | | |

| STOPNJE POŽARNE OGROŽENOSTI | |
|-----------------------------|--|
| Stopnje | Opis |
| 1 | Zelo majhna požarna ogroženost |
| 2 | Majhna požarna ogroženost |
| 3 | <u>Srednja požarna ogroženost</u> |
| 4 | Srednja do povečana požarna ogroženost |
| 5 | Velika požarna ogroženost |
| 6 | Zelo velika požarna ogroženost |

Slika 9: Skupna ocena požarne ogroženosti

Na osnovi dobljene ocene požarne ogroženosti spada obravnavani objekt v 3. stopnjo požarne ogroženosti – srednja požarna ogroženost.

Objekt ima srednjo do povečano požarna ogroženost na osnovi zadostnih količin vode (zunanji hidranti). Možnost prenosa ognja iz prostorov na druge prostore objekta je ob ustrezni intervenciji gasilcev minimalna. Glede na število ljudi in možnosti panike v času požara ali druge nesreče so v objektu jasno označene evakuacijske poti. Nevarnosti za razširitev požara iz obravnavanega objekta na sosednji objekt je ob hitri intervenciji zelo majhna.

Na osnovi Ocene požarne ogroženosti je izdelan Požarni red s pripadajočimi prilogami, evakuacijski načrt in požarni načrt.

Požarni red velja in se uporablja v vseh prostorih TAČ Tovarna asfalta Črnuče d.o.o., ki se nahajajo na naslovu Brnčičeva ulica 17c, 1231 Ljubljana - Črnuče. Ureja celoten sistem varstva pred požarom v družbi TAČ Tovarna asfalta Črnuče d.o.o., in določa:

- organizacijo varstva pred požarom,
- naloge in odgovornosti zaposlenih, obiskovalcev, strank in ostalih,
- načrtovanje ukrepov varstva pred požarom,
- izvajanje ukrepov varstva pred požarom,
- navodila za ravnanje v primeru požara,
- načine in vrste usposabljanja zaposlenih.

Za izvajanje ukrepov varstva pred požarom skrbi direktor in vsi zaposleni delavci v skladu z določili Požarnega reda, predpisi s tega področja in obveznostmi, ki jih imajo v skladu s pogodbo o zaposlitvi. Usposobljene so osebe za gašenje začetnih požarov ter požarna straža.

Intervencijske (dostopne) poti in površine za gasilsko intervencijo (postavitvene cone za gasilce) ob objektu so ustrezno označene, vedno proste in urejene po predpisih. Parkiranje na teh površinah ni dovoljeno.

Obravnavani prostori so opremljeni z ročnimi gasilnimi aparati. Število gasilnikov v obravnavanih prostorih je skladno s Pravilnikom o izbiri in namestitvi gasilnih aparatov (Ur. l. RS št. 67/2005).

Za potrebe gašenja je na voljo tudi javno komunalno omrežje. Hidrantno omrežje je zgrajeno in razvejano s takšno zmogljivostjo in dimenzijami, da omogoča učinkovito gašenje požarov v vseh prostorih. Preizkus in meritve hidrantnega omrežja opravlja pooblaščen gasilski servis v skladu s predpisi enkrat letno. Hidranti so vedno dostopni.

V objektu je vgrajen tudi sistem aktivne požarne zaščite, ki se je v skladu s Pravilnikom o nadzoru vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite (Uradni list RS, št. 53/19) periodično preizkuša in pridobiva potrdilo o brezhibnem delovanju, ki ga izda pooblaščen institucija.

Strelovodne instalacije so izvedene skladno z veljavnimi predpisi in standardi. Izvedene so tako, da ne predstavljajo nevarnosti za požar. Strelovodne napeljave, ozemljitve in galvanske povezave se redno vzdržujejo, opravljajo se tudi periodični pregledi in preizkusi po udaru strele, po vsaki predelavi ali popravilu oziroma periodično vsake štiri leta!

Opis ukrepov za primer nastanka požara:

Kdor opazi, da grozi neposredna nevarnost požara ali eksplozije, mora nevarnost odstraniti, če to lahko stori brez nevarnosti zase in za druge. O dogodku mora obvestiti odgovorne osebe.

Naloge zaposlenih v primeru požara so:

- če opazi požar, mora takoj obvestiti ostale zaposlene oziroma odgovorne osebe,
- začetni požar poskuša pogasiti po svojim močeh, če to lahko stori brez nevarnosti zase in za druge,
- če začetnega požara ni moč pogasiti, mora takoj obvestiti najbližjo gasilsko enoto, center za obveščanje ali policijsko postajo.

Javljanje požara mora biti razločno, razumljivo in mora vsebovati naslednje točne podatke:

- kje gori (točni podatki o lokaciji objekta v katerem je nastal požar)
- kaj gori (podatki o objektu, ali so prisotne nevarne snovi, ki gorijo)
- obseg požara
- ali so na kraju požara ogrožena človeška življenja
- podatki o prijavitelju požara (ime in priimek)

Prostor, ki ga je zajel požar je potrebno zapreti, da se čim bolj prepreči izhod dima na evakuacijske poti. Ob evakuaciji je potrebno izključiti elektriko v ogroženem požarnem sektorju (stori odgovorna oseba ali zaposleni, ki je najbližji glavnemu stikalu).

V primeru požara je potrebno poskrbeti za varen in organiziran umik ogroženih ljudi. Posebno so v nevarnosti ljudje, ki so najbolj oddaljeni od izhodov na prosto. V primeru da vozila zapirajo intervencijske poti za gasilska vozila, je potrebno poskrbeti za njihov takojšnji umik.

Zbirno mesto je določeno z ustreznim napisom oz. znakom na parkirišču nasproti objektov.

Ob požaru se ni dovoljeno zadrževati v neposredni bližini ogroženega objekta zaradi nevarnosti padcev predmetov in stekla ter morebiti parkiranih avtomobilov, ki bi lahko postali eksplozivno telo, če jih zajame ogenj. Zadrževanje ob objektih tudi ni dovoljeno zaradi onemogočanja intervencije gasilcev. Med in ob zaključku evakuacije je potrebno preveriti ali so vsi zaposleni in stranke zapustili ogrožene dele objekta, razen tistih, ki sodelujejo pri gašenju. Za kontrolo evakuacije gostov skrbijo zaposleni oziroma odgovorne osebe. Preverjanje evakuirancev se izvaja s preverjanjem števila oseb v objektu in dejansko evakuiranih (velja za zaposlene) ter fizičnim preverjanjem prostorov – kontrola ogroženih delov objekta (velja za goste in stranke).

Zajem požarnih voda

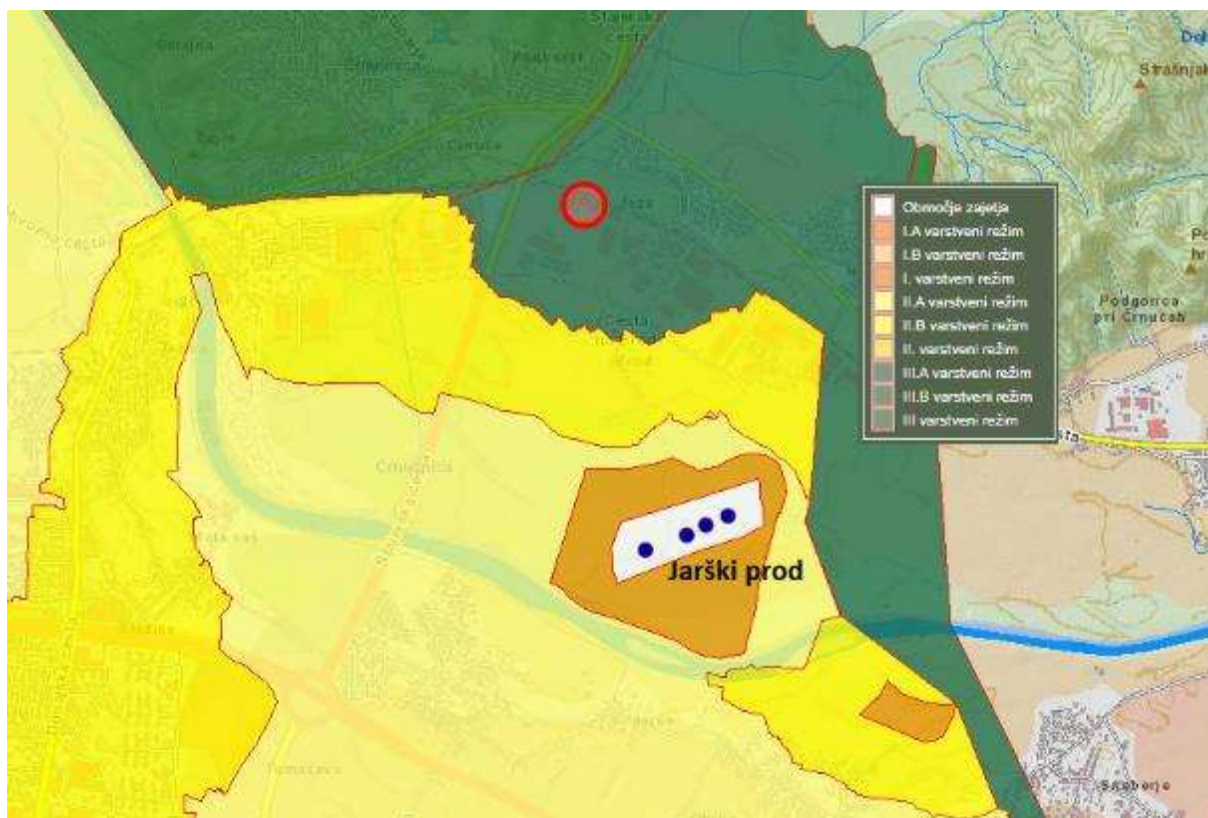
Požarne vode bodo zajete v obstoječem prostoru podzemnih elevatorjev, kjer sta vgrajeni tudi črpalke. Skupni volumen prostora je 4450 m³.

Požarne vode bodo tudi povoznih oz. manipulativnih površinah ob objektu, v internem kanalizacijskem sistemu in zunanjem internem kanalizacijskem sistemu z lovilnikom olj. Na iztoku iz lovilnika olj se izvede zaporni zasun ventil (pogoj tega elaborata).

Po gašenju se bo izvršila kontrola kakovosti vode in odvedla v javno kanalizacijo z zaključkom na javni komunalni čistilni napravi v Zalogu.

4. VODOVARSTVENO OBMOČJE

Vodovarstvena območja so bila sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS št. 43/15, 181/21, 60/22). Ta uredba določa vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, ki se uporablja za oskrbo prebivalcev s pitno vodo za Mestno občino Ljubljana in delno za občini Dol pri Ljubljani in Škofljica ter vodovarstveni režim.



Slika 10: Vodovarstvena območja /19/

Vodovarstvena območja so razdeljena na:

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

Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja je lokacija posega uvrščena v širše VVO in sicer v podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom z oznako »VVO III A«.

5. OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV

5.1 OPREDELITEV SCENARIJEV

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

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

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

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

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

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

5.2 GRADNJA

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Za obstoječi poseg **ni potrebna** odstranitev ali gradnja objektov, vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Opredelitev scenarija normalnega razvoja dogodkov, scenarij alternativnega razvoja dogodkov in scenarij najslabše možnosti torej ni relevantna.

5.3 OBRATOVANJE

5.3.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

Z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov ni razlitja bitumna ali mineralnih olj iz vozil oz. delovnih strojev. Prav tako ni razlitja pri delu potrebnih kemikalij. Izrednih dogodkov ni. Požar ne nastopi.

Zaključek

Vnosa onesnaževal v podzemno vodo v primeru scenarija normalnega razvoja dogodkov, ni. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru normalnega razvoja dogodkov ne bo.

5.3.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

Pride do manjšega nezgodnega izlitja ogretega bitumna (iz avtocisterne ali cisterne); izlitje ostane na zunanjih utrjenih površinah oz. v lovilnih betonskih posodah, ki so oljetesne. Zaradi fizikalno kemijskih lastnosti bitumen pri ohlajanju v najkrajšem času preide v trdno agregatno stanje in kot tak ostane na mestu izliva. Bitumen ni topen v vodi, zato spiranje z padavinskimi vodami ni možno.

Uporaba termičnega olja (MOBILTHERM 605): Termično olje se nahaja v poponoma zaprtem sistemu. Olje se ne porablja, dotakanja v sistem ni. Predvidene so letne kontrole olja in glede na ugotovljeno kvaliteto posledično tudi menjava slednjega (menjave so izrazito redke). Menjavo olja opravi zunanji operater oz. dobavitelj olja, ki je dolžan tudi odpeljati izrabljeno olje. Olja na lokaciji ne skladiščijo. Menjava olja bo potekala izključno znotraj objekta. Vozilo (cisterna) za menjavo olja se postavi neposredno ob objekt, od koder se napelje gibki priključek do ventila za menjavo na sistemu za termično olje. Najbolj neugoden scenarij je izpust iz spoja gibega priključka na ventil sistema za termično olje (nezgoda, malomarno delo), ki pa seveda ostane v zaprtem prostoru oz. v objektu. Glede na postopke menjave je izliv olja lahko le trenuten, saj operater takoj prekine prečrpavanje.

Izliv olja v primeru nezgodnega dogodka (človeške napake/okvare) pri pretakanju olja iz avtocisterne je lahko le trenuten, saj operater takoj prekine prečrpavanje. Izlije se 1 kg olja. Sistem ureditve povoznih površin, interne kanalizacije in lovilnikov olj je sposoben izlito količino (cca 1 kg olja) zadržati. Kontrola lovilnikov olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji v tem elaboratu).

Aditiv k asfalni zmesi (VIATOP® premium) je shranjevan v Big Bag vrečah, ki jih skladiščijo izključno v objektu. Iz dostavnih vozil se vrši pretovor neposredno v objekt (vozilo se postavi tik ob objekt; manipulacij z navedenim aditivom po povoznih in manipulativnih površinah kompleksa ni). Glede na fizikalno lastnost aditiva (trdno agregatno stanje), potencialna posledica incidenta ni širjenje razsutja v okolje. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi uporabe navedenega aditiva ne bo.

V primeru razlitja goriva ali olja na zunanjih povoznih površinah, se mineralno olja zbere v internem kanalizacijskem omrežju in v lovilnikih olja. Kontrola lovilnikov olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji v tem elaboratu). Ocenjujemo, da količina onesnaževala, ki se lahko razlije, ni večja od 0,5 l v primeru iztekanja tehničnih tekočin iz mehanskih sklopov vozil ali delovnih strojev, ki se bodo zadrževala na lokaciji. Glede na predvideno ureditev površin (neprepustne in nepoškodovane površine) eventualno izlita onesnaževala (v navedenih količinah) ne morejo preiti v podtalje. Ocena bazira tudi na naslednjih dejstvih:

- Vse površine so utrjene, vodotesne z dvignjenim robnikom,
- Padavinske odpadne vode iz povoznih površin se preko lovilnikov olj odvajajo v javno padavinsko kanalizacijo,
- Utrjene površine (povozne in parkirne), zaradi hrapavosti in medzrnskih prostorov v tlaku, same predstavljajo lovilne površine,
- Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala proti podzemni vodi tudi v tem pogledu onemogočeno.

Maziva in druge tehnične tekočine uporabljajo le v času remonta ali havarije. Pri nevedenih delih potrebne kemikalije (tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav) uporabljajo in nabavljajo sproti in po potrebi, pri čemer velja nevesti, da so in bodo vsi tovrstni artikli pakirani v originalni embalaži proizvajalca in v manjših embalažnih enotah. Ker so vse pri delu potrebne kemikalije v obliki spreja, tveganja, da bi se hkrati odprla ena ali več embalažnih enot (zaradi nezgodnega dogodka pri npr. dostavi v objekt med procesom vzdrževanja naprav), ni. V sklopu objekta sicer ne in ne bodo skladiščili kakršnih koli kemikalij potrebnih pri remontu ali za primer havarije.

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

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

Zaključek

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 ne bo.

5.3.3 Scenarij najslabše možnosti

V primeru izjemnega dogodka so možni naslednji scenariji:

- a) Uporaba/skladiščenje bitumna
- b) Pretovor gotove asfaltne mešanice
- c) Uporaba aditiva v asfaltni zmesi (VIATOP® premium)
- d) Uporaba termičnega olja (MOBILTHERM 605)
- e) Izpust zemeljskega plina
- f) Izpust sredstev v občasni uporabi (maziva in tehnične tekočine)
- g) Izliv tehničnih tekočin in goriv iz vozil (mineralnih olj)
- h) Požar

Ad a) Uporaba/skladiščenje bitumna

Varnostno pomembni deli vira tveganja

Dejavnost lahko razdelimo glede na pomembnost virov tveganja na naslednje enote:

- skladiščenje bitumna
- mesto uporabe (mešalni stolp),
- pretovor s transportnega vozila,
- manipulacijo od mesta pretovora z vozila do mesta uporabe.

V postopku ugotavljanja potencialno nevarnih situacij smo preverili tri stopnje operacij.

Tveganje med uporabo:

- kontinuirani izpust iz cistern (zakasnelo ali pomanjkljivo vzdrževanje, človeška napaka)

Tveganje med pretovarjanjem z avtocistern:

- raztros/razlitje bitumna (zaradi premika vozila avtocisterne, okvare sistema za pretovor, nezgodnega raztrosa),
- malomarno delo.

Tveganje med manipulacijo od tovrnega vozila do mesta uporabe

- raztros/razlitje bitumna (zaradi okvare sistema za pretovor, nezgodnega raztrosa),
- malomarno delo.

Scenariji in verjetnosti večjih nesreč

Potencialna posledica incidenta je razlitje ogretega bitumna (neogret bitumen je v trdnem agregatnem stanju).

Poškodba cisterne in katastrofalna poškodba cisterne

Do takšne poškodbe lahko pride predvsem zaradi zunanjih vplivov - potres, sabotaža, ipd. Glede na dejstvo, da so objekti in naprave zgrajeni v skladu s protipotresnimi predpisi in da je območje varovano, je možnost poškodbe cistern in varovalnih sistemov (posamezne lovilne betonske posode) zaradi teh razlogov nerelevantna.

Verjetnost za razlitje med skladiščenjem

Največja nesreča je razlitje celotne cisterne, do česar bi lahko prišlo zaradi katastrofalne okvare cisterne, kar je zgolj teoretična predpostavka. Do izlitja bitumna v okolje, zaradi lovilnih bazenov, ne more priti.

Trenutni izpust iz avtocistern - puščanje gibkega priključka ali priključka na avtocisterne

Točenje bitumna se izvaja na polnilni postaji za bitumen, kjer se iz avtocisterne bitumen pretoči v izbrano cisterne. Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (človeške napake/okvare) pri pretakanju bitumna iz avtocisterne v cisterne.

Gibki priključek je in bo uporabljen pri pretakanju bitumna iz avtocistern v cisterne. Izlitje lahko nastopi zaradi:

- izvleka priključka zaradi premika vozila, ko polnjenje cistern še poteka,
- puščanje na spoju – spoj z gibko cevjo ni pravilno izveden,
- predrtje gibke cevi – zaradi oslabitve stene cevi ali pomanjkljivega vzdrževanja.

Izliv bitumna v takem primeru je lahko le trenuten, saj operater takoj prekine prečrpavanje.

Trenuti izpust iz cistern za bitumen

Cisterne so nameščene tako, da je in bo omogočena redna dnevna kontrola. Do izpusta lahko v večji meri pride v primeru človeške napake ali večje havarije, kar pa pomeni trenutni izliv. Vse cisterne z bitumnom so ustrezno zavarovane pred izlitjem. Lovilne betonske posode so oljetesne. Volumen prestreznih posod je enak volumnu cistern.

Glede na navedeno je izliv/raztros v zunanje okolje onemogočen.

Opomba: Kontinuirani izpust bitumna iz cistern ni mogoč, saj je in bo omogočena redna dnevna kontrola.

Posledice razlitja bitumna v lovilnih betonskih posodah ali na zunanjih površinah

Cestogradni bitumen je material, topen samo v naftnih derivatih in nekaterih orgaskih topilih. Do temperature 50 °C je v trdnem stanju. Zaradi fizikalni kemijskih lastnosti ogret bitumen zaradi ohlajanja v najkrajšem času preide v trdno agregatno stanje in kot tak ostane na mestu izliva.

Izlitje ostane na zunanjih utrjenih površinah oz. v lovilnih betonskih posodah, ki so oljetesne. Hkrati se izvedejo ukrepi za sanacijo onesnaženega območja; onesnaženje se takoj odstrani.

Cestogradni bitumen ne velja za onesnaževalo podzemnih voda. Bitumen ni topen v vodi, zato spiranje z padavinskimi vodami in migracija bitumna s slednjimi ni možna.

Zaključek

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi skladiščenja in uporabe bitumna ni in ne bo.

Ad b) Pretovor gotove asfaltne mešanice

Gotova asfaltna mešanica je v trdnem agregatnem stanju. Zaradi njene fizikalno kemijske lastnosti, morebitno razsutje ostane na mestu nezgode. Gotovi asfalt je material, topen samo v naftnih derivatih in nekaterih orgaskih topilih.

Cestogradni asfalt ne velja za onesnaževalo podzemnih voda. Asfalt ni topen v vodi, zato spiranje z padavinskimi vodami in migracija bitumna s slednjimi ni možna.

Zaključek

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi morebinega raztrosa gotove asfaltne mešanice ni in ne bo.

Ad c) Uporaba aditiva v asfaltni zmesi (VIATOP® premium)

Aditiv je shranjevan v Big Bag vrečah, ki jih skladiščijo izključno v objektu. Iz dostavnih vozil se vrši pretovor neposredno v objekt (vozilo se postavi tik ob objekt; manipulacij z navedenim aditivom po povoznih in manipulativnih površinah kompleksa ni).

Trenuti izpust iz embalažne enote

Big Bag vreče so nameščene tako, da je in bo omogočena redna dnevna kontrola. Do raztrosa lahko v večji meri pride v primeru človeške napake, kar pa pomeni trenutni raztrov in le v sklopu objekta. Glede na navedeno, je raztros v zunanje okolje onemogočen.

Opomba: Kontinuirani izpust aditiva in vreč ni nogoč, saj je in bo omogočena redna dnevna kontrola.

Zaključek

Glede na fizikalno lastnost aditiviva (trdno agregatno stanje), potencialna posledica incidenta ni prehod slednjega v okolje. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi uporane navedenih kemikalij ni in ne bo.

Ad d) Uporaba termičnega olja (MOBIL THERM 605)

Termično olje se nahaja v poponoma zaprtem sistemu. Olje se ne porabja, dotakanja v sistem ni. Predvidene so letne kontrole olja in glede na ugotovljeno kvaliteto posledično tudi menjava slednjega (menjave so izrazito redke). Menjavo olja opravi zunanji operater oz. dobavitelj olja, ki dolžan tudi odpeljati izrabljeno olje. Olja na lokaciji ne skladiščijo.

Trenutni izpust iz posameznih elementov sistema

Vpliv trenutnega izpusta iz posameznih elementov ocevja za termično olje na okolje in podzemno vodo ni možen. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- V primeru okvare posameznega elementa ocevja se kroženje olja takoj zastavi (tipala zaznajo padec tlaka v sistemu),
- Sistem javi okvaro vzdrževalcem, ki okvaro v najkrajšem času odpravijo,
- Morebiti izteklo olje izteče v lovilni bazen, ki je 1x večji od količine, ki je v sistemu tj. 8 m³, s čimer je onemogočen izliv/raztros v zunanje okolje.

Posledice trenutnega razlitja termičnega olja v objektu v času menjave

Menjava olja bo potekala izključno znotraj objekta. Vozilo (cisterna) za menjavo olja se postavi neposredno ob objekt, od koder se napelje gibki priključek do ventila za menjavo na sistemu za termično olje.

Najbolj neugoden scenarij je izpust iz spoja gibkega priključka na ventil sistema termičnega olja (nezgoda, malomarno delo), ki pa seveda ostane v zaprtem prostoru oz. v objektu. Izliv olja se pojavi v obliki tekočine, ki se lahko razširi preko dela prostora. Glede na postopke menjave je izliv olja je lahko le trenuten, saj operater takoj prekine prečrpavanje.

Izliv olja pri pretovarjanju izven objekta

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (človeške napake/okvare) pri pretakanju olja iz avtocisterne.

Gibki priključek je in bo uporabljen pri pretakanju olja iz avtocistern v sistem za termično olje. Izlitje lahko nastopi zaradi:

- izvleka priključka zaradi premika vozila, ko polnjenje/polnjenje/praznjenje še poteka,
- puščanje na spoju na avtocisterni – spoj z gibko cevjo ni pravilno izveden,
- predrtje gibke cevi – zaradi oslabilte stene cevi ali pomanjkljivega vzdrževanja.

Izliv olja v takem primeru je lahko le trenuten, saj operater takoj prekine prečrpavanje. V takem primeru se lahko izlije do maksimalno 30 l olja (izkušnje pri prečrpavanju naftnih derivatov (Petrol)). Sistem ureditve povoznih površin, interne kanalizacije in lovilnikov olj je sposoben izlito količino (cca 30 kg olja) zadržati. Kontrola lovilnikov olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji v tem elaboratu).

Zaključek

Razlitje izven utrjenih površin v danem primeru (glede na urejenost investitorjevih površin, urejenega odvodnjavanja padavinskih odpadnih vod ter pogojev te ekspertize), ni verjetno oz. možno. Vplivov na kakovost podzemne vode v danem primeru ni in ne bo.

Ad e) Izpust zemeljskega plina

Posledice izpusta zemeljskega plina: Izpust goriva se pojavi v obliki hlapov. Po izpustu zemeljskega plina se prične izhlapevanje, ki ga povzroča dovajanje toplote iz okolice. V primeru izpusta lahko pride do visoke trenutne koncentracije hlapov v zraku na območju izpusta, čeprav ne pride do vžiga.

V primeru puščanja zemeljskega plina bo celotni režim delovanja zaustavljen; okvara bo avtomatsko javljena. Uhajanje zemeljskega plina je glede na varovalne sisteme lahko le trenutno in kratkotrajno.

Zaključek

Onesnaženje tal in podtalja: glede na fizikalno kemijske značilnosti zemeljskega plina, onesnaženje podzemne vode, zaradi morebitnih izpustov zemeljskega plina ni možno.

Ad f): Izpust sredstev v občasni uporabi (maziva in tehnične tekočine)

Maziva in druge tehnične tekočine bodo uporabljali le v času remonta ali havarije. Vse pri delu potrebne kemikalije bodo nabavljali v minimalnih pri delu potrebnih količinah (večje zaloge niso predvidene oz. potrebne) ter le sprotno in po potrebi. V sklopu objekta sicer ne bodo skladiščili kakršnih koli kemikalij potrebnih pri remontu ali za primer havarije. Velja nevesti, da bodo vsi tovrstni artikli v obliki spreja in pakirani v originalni embalaži proizvajalca in v manjših embalažnih enotah. Iz dostavnih vozil se vrši pretovor neposredno v objekt (vozilo se postavi tik ob objekt; manipulacij s kemikalijami po povoznih in manipulativnih površinah kompleksa ni).

Zaključek

Glede na namen ter količine kemikalij za vzdrževanje naprav ter vrsto embalaže v katerih so te kemikalije, potencialna posledica incidenta ni razlitje posamezne snovi ali zmesi. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru scenarija najslabše možnosti zaradi uporabe navedenih kemikalij ni in ne bo.

Ad. g) 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 sprost do maksimalno 10 kg goriva. Vplivov na kakovost podzemne vode in vire pitne vode ne bo. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- Vse povozne in manipulativne površine so utrjene, vodotesne z dvignjenim robnikom,
- Padavinske odpadne vode iz povoznih površin, kjer se vrši manipulacija s sestavinami za asfalt in asfaltno zmesjo, se preko lovilnikov olj odvajajo v javno padavinsko kanalizacijo,
- Po lovilnikih olj se izvede zaporni ventil/zasun (pogoj te ekspertize). Sistem bo omogočel dodatno zaščito za primer izlitja mineralnih olj in pri zadrževanju morebitnih požarnih voda,
- Utrjene površine (manipulativne in povozne), zaradi hrapavosti in medzrnskih prostorov v tlaku, same predstavljajo lovilne površine,
- Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala proti podzemni vodi tudi v tem pogledu onemogočeno.

Zaključek

Razlitje izven utrjenih površin v danem primeru (glede na urejenost investitorjevih površin, urejenega odvodnjavanja padavinskih odpadnih vod ter pogojev te ekspertize), ni verjetno oz. možno. Vplivov na kakovost podzemne vode v danem primeru ni in ne bo.

Ad h) Požar

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

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru požara ne bo. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- Nosilec posega zagotavlja vse predpisane ukrepe za varstvo pred požarom in ima izdelano Oceno požarne ogroženosti.
- Osnovni elementi predmetnega objekta (konstrukcijski elementi, naprave), so negorljivi.
- Osnovni gradniki asfaltnih zmesi t.j. frakcije suhih in segrelih naravnih ali umetnih mineralnih snovi različnih zrnatosti, so negorljive.

- Vnetišče bitumna je pri $>230^{\circ}\text{C}$. Najvišja dovoljena temperatura cestogradbenega bitumna v cisterni sme znašati največ 180°C .
- V primeru začetnega (lokaliziranega) požara, se le-ta gasi z ročnimi gasilnimi aparati (prah, CO_2) ali z drugimi priročnimi sredstvi ter brez posebne zaščitne opreme. Na lokaciji je na voljo dovolj sredstev za zadušitev začetnega požara. Opomba: zmesi, ki so prisotne v ročnih gasilnih aparatih (prah, CO_2) niso razvrščene kot nevarna kemikalija. Požarna vode v tem primeru na nastanejo.
- V bližini objekta se nahaja zunanje hidrantno omrežje.
- Uporaba gasilne pene je možna. Opomba: Po literaturi se gasilna pena uporablja na mestih, kjer so prisotne kemikalije kot npr. v nekaterih vejah industrije, v objektih, kjer so prisotni naftni derivati (civilno letalstvo, rafinerija, skladišča, bencinski servisi), vojski ipd. oziroma povsod tem, kjer gašenje z vodo zaradi vrste gorečih stvari in torej narave požara ni mogoča.
- Strelovodne instalacije so izvedene skladno z veljavnimi predpisi in standardi. Izvedene so tako, da ne predstavljajo nevarnosti za požar. Strelovodne napeljave, ozemljitve in galvanske povezave se redno vzdržujejo, opravljajo se tudi periodični pregledi in preizkusi po udaru strele, po vsaki predelavi ali popravilu oziroma periodično vsake štiri leta! Zagotovljen je ustrezen dostop, ki omogoča nemoteno intervencijo.
- Požarne vode bodo zajete v že izvedenem prostoru podzemnih elevatorjev skupne površine 4450 m^3 .
Požarne vode bodo zajete tudi povoznih oz. manipulativnih površinah ob objektu, v internem kanalizacijskem sistemu in zunanjem internem kanalizacijskem sistemu z lovilniki olj. Na iztokih iz lovilnikov olj se izvede zaporni zasun/ventil (pogoj tega elaborata).
- Po gašenju se bo izvršila kontrola kakovosti vode in nadalje odvedla v javno kanalizacijo z zaključkom na javni komunalni čistilni napravi v Zalogu.

Zaključek

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

6. OPREDELITEV ONESNAŽEVAL

6.1 ODPADKI

V ČASU GRADNJE

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Za obstoječi poseg **ni potrebna** odstranitev ali gradnja objektov, vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Opredelitev odpadkov kot onesnaževal v času gradnje torej ni relevantna.

V ČASU OBRATOVANJA

Pri predmetni osnovni dejavnosti ne nastajajo odpadki: bitumen, mineralne frakcije in aditiv k asfaltu se porabijo v celoti oz. vgradijo v asfaltno zmes.

Izrabljeno termično olje odpelje dobavitelj navega in sicer ob menjavi sami.

Odpadke, ki nastanjajo zaradi osnovne dejavnosti predstavlja odpadna embalaža (Big Bag vreče, prazni spreji).

V sklopu posega niso predvideni novi viri nastajanja odpadkov in ravnanje z njimi. V času obratovanja bo predvidoma nastajala enaka količina odpadkov, kot v obstoječem stanju. Odpadki se in se bodo zbirali ločeno in oddajali pooblaščenim zbiralcem in predelovalcem odpadkov. Komunalni odpadki se bodo prepuščali izvajalcu javne službe VO KA Snaga Ljubljana.

Nosilec posega Agenciji RS za okolje v skladu z 29. členom Uredbe o odpadkih redno poroča Agenciji RS za okolje o nastalih odpadkih in ravnanju z njimi. V naslednji tabeli so prikazani podatki iz uradnih evidenc Agencije RS za okolje o vrsti nastalih odpadkov v letu 2021.

Za vse oddane odpadke bodo izdani evidenčni listi in letna poročila v spletni aplikaciji IS Odpadki.

6.2 OSNOVNI PODATKI O MOREBITNIH ONESNAŽEVALIH

Morebitna onesnaževala:

Tabela 1: Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti kemikalij morebitnih onesnaževal

| Snov / zmes | Funkcija/način uporabe | Nevarne lastnosti morebitnih onesnaževal ¹ |
|--|------------------------------------|--|
| Bitumen | Sestavina asfaltnih zmesi | Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija ¹ |
| VIATOP® premium | Sestavina asfaltnih zmesi - aditiv | Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija ¹ |
| Termično olje (MOBILTHERM 605) | Ogrevanje bitumna – prenos toplote | Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija ¹ |
| Zemeljski plin | Gorivo – ogrevanje termičnega olja | H220 Zelo lahko vnetljiv plin H280 Vsebuje plin pod tlakom; segrevanje lahko povzroči eksplozijo. |
| Maziva in druge tehnične kemikalije v obliki sprejev | Uporaba pri remontih in ob okvarah | Načeloma: H302: Zdravju škodljivo pri zaužitju. H315: Povzroča draženje kože. H319: Povzroča hudo draženje oči. H317: Lahko povzroči alergijski odziv kože. (popoln pregled zaradi raznovrstnosti kemikalij ni mogoč) |

| 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 |
| 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. |

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

6.2.1 Osnovni podatki navarnih lastnosti uporabljenih kemikalij

Bitumen

Akutni učinki:

- Oralno (podgana): LD 50 > 5000 mg/kg
- Dermalno (kunec): LD 50 > 2000 mg/kg
- Inhalacijsko (podgana): LC 50 > 94,4 mg/m³
- Draženje kože (kunec): Ne draži kože
- Poškodbe/draženje oči (kunec): Ne draži oči
- Preobčutljivost dihal (morski prašiček): Ne povzroča preobčutljivosti
- Drugo: Pripravek lahko povzroči draženje oči, kože in dihalnih poti v primeru povečane izpostave in nepravilne rabe.

Rakotvornost: Nekatere raziskave rakotvornosti so na voljo za vdihavanje ali izpostavljenost kože. Z raziskavo vdihavanja ni bilo zaznati karcinogenega učinka. Nekatere raziskave izpostavljenosti kože živali so pokazali šibke aktivnosti. V raziskavah asfalta izpostavljenih delavcev ni bilo mogoče najti vzročne povezave med izpostavljenostjo hlapov bitumna in tveganjem za raka na pljučih. Glede na splošno oceno rezultatov raziskave o ključnih s pomočjo živali in dveh ključnih epidemioloških raziskavah je bilo sklenjeno, da ni nobenega dokaza, da bi bitumen preko kože ali pri vdihavanju predstavljal nevarnost za raka pri normalnih pogojih uporabe.

Specifična toksičnost za ciljne organe (STOT) - enkratna izpostavljenost:

Raziskave na podganah kažejo, da izpostavljenost kondenzatom hlapov bitumna ne povzroča pljučnega vnetja. V raziskavah na 170 delavcih, izpostavljenih hlapom bitumna (v koncentracijah do 1,3 mg/m³) ni najdenega skupnega imenovalca med akutnimi učinki na pljučne funkcije, draženje dihal, ali drugih simptomov.

Specifična toksičnost za ciljne organe (STOT) - ponavljajoča izpostavljenost:

Ponavljajoče raziskave toksičnosti za oralne namene za bitumen niso značilne kot glavni način izpostavljenosti za človeka, pri vdihavanju in stikom prek kože. V vseh raziskavah dihalnih organov in kože ni bilo najdenih nezaželenih sistemskih učinkov, tudi pri dajanju najvišjih odmerkov in s tem bitumen ni razvrščen kot nevaren za te končne točke po standardih za nevarne snovi.

VIATOP® premium

Akutni učinki: ni relevantno

Draženje kože: ni dražilno

Poškodbe/draženje oči: ni dražilno

Draženje dihal: ni dražilno

Preobčutljivost: ni relevantno

Rakotvornost, mutagenost, reproduktivna toksičnost: ni relevantno

Termično olje (MOBILTHERM 605)

Akutni učinki (za sestavine)

Tabela 2: Akutni učinki (za sestavine):

| Kemijsko ime | Pot izpostavljenosti | tip | vrsta | Čas | vrednost |
|---|------------------------|-----|---------|-----|--------------|
| Destilati (nafta), razvoskani s topilom, težki parafinski | inhalacijsko (aerosol) | LC | podgana | 4 h | > 5000 mg/m |
| Destilati (nafta), razvoskani s topilom, težki parafinski | oralno | LD | podgana | | > 5000 mg/kg |
| Destilati (nafta), razvoskani s topilom, težki parafinski | dermalno | LD | Kunec | | > 2000 mg/kg |

Dodatne informacije: Nizka akutna toksičnost pri dermalni, oralni in inhalacijski izpostavljenosti.

Jedkost za kožo/draženje kože, resne okvare oči/draženje, nevarnost pri vdihavanju (za sestavine)

Tabela 3: Jedkost za kožo/draženje kože, resne okvare oči/draženje, nevarnost pri vdihavanju (za sestavine)

| Kemijsko ime | Pot izpostavljenosti | vrsta | Čas | rezultat |
|---|----------------------|-------|-----|--------------|
| Destilati (nafta), razvoskani s topilom, težki parafinski | dermalno | Kunec | | Ne draži. |
| Destilati (nafta), razvoskani s topilom, težki parafinski | oči | Kunec | | Rahlo draži. |

Dodatne informacije: Proizvod ni razvrščen kot dražilen za kožo in oči. Lahko povzroči draženje oči.

Preobčutljivost pri vdihavanju ali preobčutljivost kože: Ni razvrščen kot kemikalija, ki povzroča preobčutljivost.

Rakotvornost, mutagenost, reproduktivna toksičnost:

Mineralna bazna olja, ki se nahajajo v tem izdelku, so zelo prečiščena in vsebujejo manj kot 3% DMSO ekstraktov po metodi IP 346, in zato ne veljajo za kancerogene.

Povzetek ocene lastnosti CMR: Kemikalija ni razvrščena kot kancerogena, mutagena ali strupena za razmnoževanje.

STOT – enkratna in ponavljajoča se izpostavljenost:

Bazno olje močno rafinirano: Minimalni učinki; nespecifična infiltracija imunskih celic, oljne usedline, manjši pljučni granulom.

Zemeljski plin

Pri normalnih pogojih (tlak, temperatura) je zemeljski plin nestrupen plin brez barve in okusa.

Maziva in druge tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav (splošno):

Možnost draženja oči in kože. Lahko poškodujejo sluznice in kožo. Zdravju škodljivo pri vdihavanju in/ali v stiku s kožo in/ali pri zaužitju (podroben opis bo podan v varnostnem listu za posamezno kemikalijo).

Dizelsko gorivo

Akutni učinki:

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

- Inhalacijsko (podgana): LC 50 > 5 mg/l/4 h (ocenjeno glede na sestavo komponent)
- Drugo: Pripravek lahko povzroči draženje oči, kože in dihalnih poti v primeru povečane izpostave in nepravilne rabe.

Kronični učinki

Študije dolgoročnih toksičnih učinkov na miših so dale negotove rezultate. IARC inštitucija je l. 1989 razvrstila destilate 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 (kunic): 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.

6.2.2 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 zemljino in med transportom skozi vodonosnik se veliko polutantov naravno razgradi ali se delno absorbira (odvisno od litološke sestave). Stopnja razgradnje je v posameznih primerih odvisna tudi od lastnosti poroznega medija. Če poznamo lastnosti poroznega medija in polutanta (onesnaževala), lahko ocenimo vpliv onesnaženja (*Veselič, 1984, Fetter, 1999, Mali, 2002*).

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

Pri pretakanju fluidov skozi porozne sedimente ločimo:

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

V primeru, da se tekočine med seboj ne mešajo (mineralna olja in voda) je v nadaljevanju pomembno ugotoviti ali je onesnaževalo gostejše in redkejše 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 onesnaževalci 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 zemljino. V primeru velikega volumna ali dolgotrajnejšega razlivanja ter v neugodnih hidroloških razmerah (močnem deževju), lahko derivati dosežejo gladino podzemne vode.

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

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

6.2.3 Količina potencialnih onesnaževal

Količine potencialnih onesnaževal zaradi preglednosti podajano v tabelarični obliki. Podatki v zvezi z načrtovanim posegom so povzeti po posredovani dokumentaciji in navedbah upravljavca naprave.

Tabela 4: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu

| IME-SNOVI-PRIPRAVKA | VRSTA SKLADIŠČNE POSODE | DNEVNA PORABA | LETNA PORABA | KOLIČINE NA LOKACIJI |
|---|----------------------------------|---------------|---|--|
| Bitumen | Namenske stacionarne cisterne | DA | 9660 t (leto 2021) | 8 x 60 m ³ |
| VIATOP® premium | Big bag vreče (500kg ali 1000kg) | DA | Glede na porabo bitumna | Sprotne količine |
| Termično olje (MOBILTHERM 605) | Zaprta sistem | DA | 4000 l – stalno polnjenje (dolivanja ni) | 4000 l – stalno polnjenje (dolivanja ni) |
| Zemeljski plin | Plinovod | DA | Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹ | Sprotne količine v plinovodu |
| Maziva in druge tehnične kemikalije | V obliki sprejev | NE | Količin vnaprej ni mogoče napovedati | Pri delu sprotne |
| Dieselsko gorivo – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem | Rezervoarji vozil | DA | Količin vnaprej ni mogoče napovedati ² | Sprotne količine v rezervoarjih |
| Neosvinčen motorni bencin – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem | Rezervoarji vozil | DA | Količin vnaprej ni mogoče napovedati ² | Sprotne količine v rezervoarjih |

¹količina ni znana oziroma se bo konstantno spreminjala – glede na odvzem s strani porabnikov

²količina goriva rezervoarjih vozil in delovnih strojev ni znana oziroma se bo konstantno spreminjala.

7. 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, 181/21, 60/22) so:

- Vodarna Šentvid; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen cca 4,6 km Z
- Vodarna Kleče; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen cca 3,3 km JZ
- Vodarna Hrastje; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 3,5 km JV
- Vodarna Jarški prod; najbližji črpalni vodnjak je oddaljen 1,4 km JV.

Glede na smer toka podzemne vode je lokacija v zaledju vodarne Jarški prod. Ostala črpališča pitne vode so izven vplivnega območja posega v Črnučah.

Vodarna Jarški prod

Vodarna Jarški prod je edina izmed vodarn, ki leži na levem bregu reke Save južno od industrijske cone ob Brnčičevi ulici. Je na z nizkim drevjem in grmičevjem poraslem območju vzhodno od mostu, kjer Štajerska cesta prečka reko Savo.

Vodarna Jarški prod črpa vodo iz treh vodnjakov, v skupni količini 230 l/s. Globina vodnjakov je okoli 60 m, kamninska podlaga pa je okoli 70 m globoko. Minimalni nivo podzemne vode v letu 2006 je bil v opazovalnem piezometru Ja-2, ki je znotraj črpališča, na koti 275,01 m.n.v. (8,09 m pod površjem).

Vodarna oskrbuje s pitno vodo naselja na levem bregu Save in sicer so oskrbovana območja Črnuče, Dobrava pri Črnučah, Nadgorica, Podgorica, Šentjakob, Brinje, Beričevo, Videm, Dol pri Ljubljani, Kleče pri Dolu, Zaboršt pri Dolu, Zajelše, del Podgore, Dolsko, Petelinje, del Kamnice, Vinje, Hrib, Osredke, Senožeti, Laze pri Dolskem. Pomen vodarne je tudi v tem, da predstavlja rezervni vodni vir za vodarno Hrastje. Osnovne hidrogeološke karakteristike na lokaciji vodarne Jarški prod so podane v spodnji tabeli.

Tabela 5: Osnovne hidrogeološke karakteristike v okolici vodarne Jarški prod

| | globina do podzemne vode (m) | debelina omočenega dela vodonosnika (m) | smer toka vode v okolici | koeficient prepustnosti (m/s) |
|---------------------|------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------|
| vodarna Jarški prod | 8,09 | ok. 65 | SZ-JV | $1,4 \cdot 10^{-2}$ |

8. OPREDELITEV VODNEGA VIRA

8.1 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).

Podajamo merilno mesti, ki leži dolvodno v smeri toka podzemne vode od predmetne lokacije in leži na območju vodarne Jarški prod.

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Jarški prod (III) JA-3

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

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 11,5$ in $12,1^\circ\text{C}$, pH = 7,2 in 7,5; električna prevodnost 483 in $533 \mu\text{S/cm}$;
- nasičenost s kisikom je bila 93,2 in 94,2%;
- vsebnosti KPK, amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 6,2 in $9,3 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ in ne presega vrednosti $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$;
- vsebnost sulfatov je bila 6,5 in 11 mg/l , vsebnost kloridov pa 9,9 in 12 mg/l ;
- pesticidi, lahkohlapne organske snovi - rezultati niso podani (spletna stran; http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/kakovost_arhiv2019.html)
- vsebnosti merjenih ostankov zdravil so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Jarški prod (III) JA-3

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

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 11,1$ in $12,6^\circ\text{C}$, pH = 7,5; električna prevodnost 463 in $518 \mu\text{S/cm}$;
- nasičenost s kisikom je bila 92,4%;
- vsebnosti KPK, amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 8,4 in $9,3 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ in ne presega vrednosti $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$;
- vsebnost sulfatov je bila 11 in 11 mg/l , vsebnost kloridov pa 8 in $8,4 \text{ mg/l}$;
- vsebnosti merjenih pesticidov so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode.
- vsebnosti lahkohlapnih organskih snovi v podzemni vodi: pod mejo določanja za uporabljene analitske metode.
- vsebnosti merjenih ostankov zdravil so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Jarški prod (III) JA-3

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

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 12,5$ in $11,5^\circ\text{C}$, pH = 7,6 in 7,4; električna prevodnost, K = 489 in $462 \mu\text{S/cm}$;
- nasičenost s kisikom je bila 95,6 in 92,7%

- vsebnosti KPK, amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 9,3 in 8 mg NO₃/l in ne presega vrednosti 50 mg NO₃/l;
- vsebnost sulfatov je bila 10 in 10 mg/l, vsebnost kloridov pa 18 in 8 mg/l;
- vsebnosti merjenih pesticidov so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode.
- meritev vsebnosti lahkih organskih snovi v podzemni vodi v letu 2021 ni bilo;
- vsebnosti merjenih ostankov zdravil so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;

V letu 2022 je bila opravljeno 1 vzorčenje. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, T_v = 13,1 °C, pH = 7,5; električna prevodnost, K = 459 µS/cm;
- nasičenost s kisikom je bila 91%
- vsebnosti KPK, amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 8,4 mg NO₃/l in ne presega vrednosti 50 mg NO₃/l;
- vsebnost sulfatov je bila 9,7 mg/l, vsebnost kloridov pa 8,1 mg/l;
- meritev vsebnosti pesticidov v podzemni vodi v letu 2022 ni bilo;
- meritev vsebnosti lahkih organskih snovi v podzemni vodi v letu 2022 ni bilo;
- meritev vsebnosti ostankov zdravil v podzemni vodi v letu 2022 ni bilo.

8.2 OPIS NARAVNIH DANOSTI VODNEGA VIRA

8.2.1 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.

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.

Podrobnejši opisi posameznih litoloških členov so v nadaljevanju.

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 lilitnih 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 zrnji. Cement sestavljajo kremen, sericit, karbonat, glinasta in organska snov. Sestava peščenjaka ustreza drobi. Plastnatost je izražena v meljevcih in peščenjaki, sicer pa je serija okarakterizirana z izrazito skrilavostjo. Debelina permokarbonskih skladov ni določena (vir: /6/ in /7/).



Slika 11: Položaj lokacije posega na osnovni geološki karti lista Kranj in Ljubljana (vir:/6//7/)

Pregled izrazov: Š-a: prod; t-w: mlajši prodni zasip (würm); šg-a: glinast prod, peščena glina in glina; fgl – konglomeratni in prodni zasip ljubljanskega polja; C,P-peščenjak, meljevec, skrilavec in konglomerat.

Konglomeratni in prodni zasip Ljubljanskega polja (fgl, t-w)

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 fluvio-glacialni 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 Ljubljanica 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: /18/).

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 glina s prodniki*. Glinasta plast je debela do 10 metrov. Nastala naj bi v riško-würmski medleden dobi. Ponekod je glinasta plast zvezna, ponekod pa ne. Glina se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja med vznožjem Šentviškega hriba, Zapužami, Kosezami ter vznožjem Rožnika in Gradu do 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 glina 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 izdaja 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. Kvartarni sedimenti (pesek, prod in konglomerat) so tukaj debeli med 70 in 105 m. Druga poglobljena in široka kotanja je med Jarškim Brodom, Šentjakobom ter vodarno Hrastje in Žalami. Tu so prodne plasti debele od 70 do 80 m. Med Brinjem na levem bregu Save ter Zgornjo Zadobrovo in Studencem poteka v smeri sever – jug visoko dvignjena predkvartarna podlaga neprepustnih permokarbonskih sedimentov, kjer so kvartarne naplavine debele le od 8 do 20 m. Na območju med Spodnjo Zadobrovo in Zalogom pa leži permokarbonska podlaga ponovno nekoliko globlje, tako, da so tod prodno-konglomeratne plasti debele več kot 20 m oz. do 40 m (vir: /18/).

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

8.2.2 Geološke razmere ožjega območja

Geološke podatke povzemamo iz lokacije betonarne SCT, kjer so bile izvrtane štiri sondažne vrtine (V 1 do V 4); vsaka je bila globoka 10 m (/2/). Najbližja vrtina V-4 je locirana le okoli 80 m jugovzhodno od lokacije TAČ. Vrtina V-2 je najbolj oddaljena in je cca 180 m jugovzhodno od objekta TAČ.

Preiskava tal je pokazala, da se pod površinskim slojem nasipa nahaja plast glin s humusom, nato se do globine 4,2 - 5,0 m nahaja slabo granuliran prod z meljem (GM-GP), v srednje gostem stanju, nakar se do končne globine preiskav (10 m) nahaja zaglinjen prod z vložki glin in grušč pregnetenega karbonskega skrilavca, sive barve, v srednje gostem stanju. Podzemna voda se je v vrtinah nahajala na globini od 4,5 m do 7,8 m. V vrtini V-4, ki je najbližje posegu, je bila globina podzemne vode 4,8 m kar je na koti 280,5 m.

Podobne geološke razmere so bile ugotovljene tudi v bližnji okolici. Okoli 300 m jugovzhodno je geološka sestava sledeča:

- Pod umetnim nasipom se do globine 5 m pojavlja sloj pretežno peščenega proda.
- do globine 10 - 12 m so zaglinjeni prodi, zelo zaglinjeni prodi in glina. Plasti glin so debele od 0,5 do 1 m.
- pod globino 10 – 12 m so zameljeni in zaglinjeni prodi.

Podlaga vodonosnika (permokarbonske kamnine) do globine 12 m ni bila dosežena.

8.2.3 Tektonske razmere v predkvartarni podlagi

Permokarbonske plasti podlage Ljubljanskega polja pripadajo Škofjeloško-Trnovskemu pokrovu (/6/). 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.

8.2.4 Seizmičnost terena

Nova karta »Potresna nevarnost Slovenije – projektni pospešek tal« je od 1. maja 2022 sestavni del zakonodaje o potresno odporni gradnji. V prehodnem obdobju (od 1. maja 2022 do 1. maja 2024) je veljavna tudi dosedanja uradna karta za potresno odporno projektiranje.

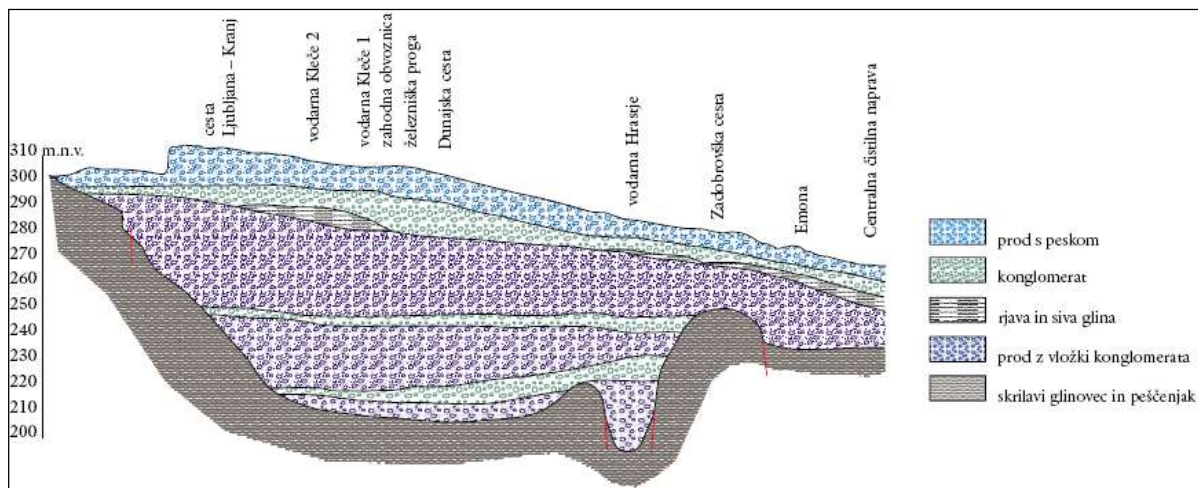
Po novi karti potresne nevarnosti Slovenije je vršni pospešek tal na obravnavanem območju 0,275 g.

8.2.5 Hidrogeološke značilnosti

Obseg in velikost vodonosnika Ljubljanskega polja

Aluvialni prodno-peščeni vodonosnik Ljubljanskega polja se razteza vzdolž Save med Mednim in Dolskim (slika spodaj) in zajema površino 109 km², njegova srednja nadmorska višina pa skoraj 300 m nad morjem (tabela spodaj).

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 Hrastje, 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.



Slika 12: Hidrogeološki profil vodonosnika Ljubljanskega polja (Žlebnik, 1971: (/17/))

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 prodnopenesčenega 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, Ljublanice in Kamniške Bistrice proti Dolskemu. Dreniranje se izraža v obstoju izvirov (studenčnic), ki izvirajo ob vznožju nizkih teras in iztekajo v Savo in Ljublanico od Vevč ter Zgornjega in Spodnjega Kašlja navzdol. Ti izviri in studenčnice so tako neposredni pokazatelj količinskega stanja telesa podzemne vode Ljubljanskega polja.

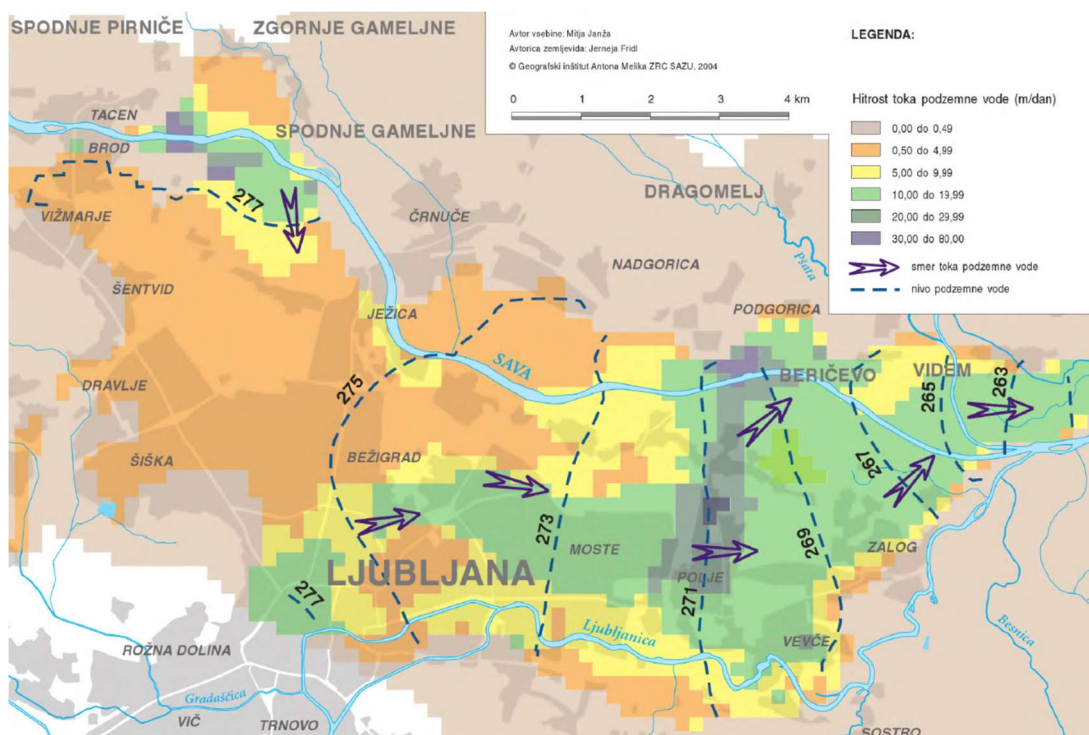
Koeficient prepustnosti v kvartarnih sedimentih

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 (/17/). Koeficient prepustnosti pleistocenskega vodonosnika je na območju vodarne Kleče 8×10^{-3} m/s. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne Hrasje 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.

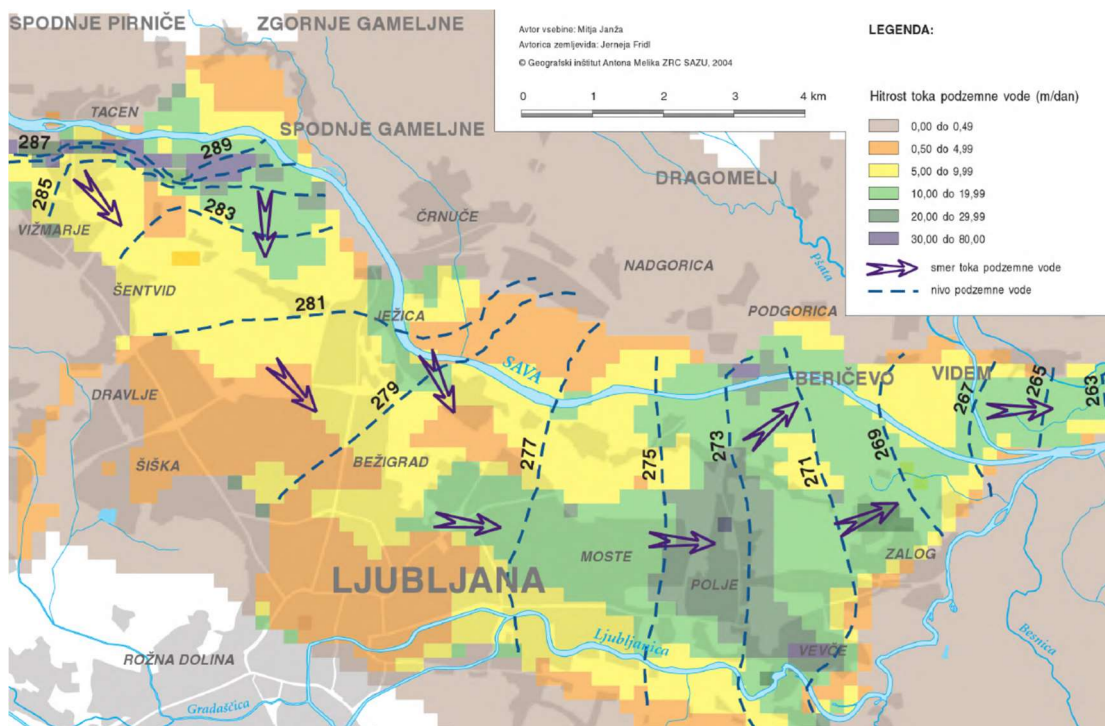
Smer toka in hitrost pretakanja podzemne vode

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

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



Slika 13: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (/17/)



Slika 14: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (/17/)

8.2.6 Hidrogeološke razmere na obravnavani lokaciji

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

Globina podzemne vode v širši okolici

ARSO ima v okolici več piezometričnih vrtin, kjer zvezno merijo nivo podzemne vode. Najbližja oz. najprezentativnejša piezometra sta *Lj.-Roje* (4 km SZ od lokacije obravnave) in *Podgorica*, ki je oddaljen 4,2 m vzhodno. V nadaljevanju smo izpisali minimalne in maksimalne in srednje nivoje podzemne vode v obdobju meritev (1972-2018). Podatki o minimalnih in maksimalnih so povzeti po podatkih ARSO (/20/). Izračunali smo srednjo letno gladino oziroma nivo podzemne vode, ki je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode.

Tabela 6: Najnižji, najvišji in povprečni nivo podzemne vode na vodomernih postajah

| | Roje (V-01) | Podgorica |
|---------------|----------------------------|----------------------------|
| | Obdobje meritev; 2001-2018 | Obdobje meritev: 1972-2018 |
| Min NPV (m) | 287,38 | 272,43 |
| Maks NPV (m) | 291,35 | 277,45 |
| Povprečje (m) | 288,36 | 274,37 |

Med obravnavanim območjem v Črnučah in črpališčem Jarški prod ima VOKA vodomerne postaje JA-1, ČV-3 in GPB-1/02. Lokacije piezometrov so na sliki Slika 15. Statistični podatki o nivojih podzemne vode med leti 2003-2019 so v spodnji tabeli.

Tabela 7: Podatki o nivoju podzemne vode na okoliških merilnih mestih VOKA (obdobje meritev 2003-2019)

| | JA-1 | ČV-3 | GPB-1/02 |
|---------------------|--------|--------|----------|
| Min NPV (m) | 276,63 | 276,97 | 282,4 |
| Maks NPV (m) | 280,76 | 280,65 | 285,16 |
| Nihanje min-max (m) | 4,13 | 3,68 | 2,76 |

Globina podzemne vode v bližnji okolici

Glede na karto hidroizohips (Slika 15) je nivo podzemne vode na obravnavani lokaciji na okoli 283 m kar je okoli 3,5 m pod površjem.

Najbližje raziskave z vrtinami so bile 80 m jugovzhodno (betonarna SCT; /2/). V vrtini V-4, ki je najbližje posegu, je bila globina podzemne vode 4,8 m kar je na koti 280,5 m.

Z upoštevanjem dostopnih raziskav ocenjujemo, da se nivo podzemne vode na obravnavani lokaciji nahaja med 280 m in 283 m, odvisno od vodostajev.

Smer toka podzemne vode

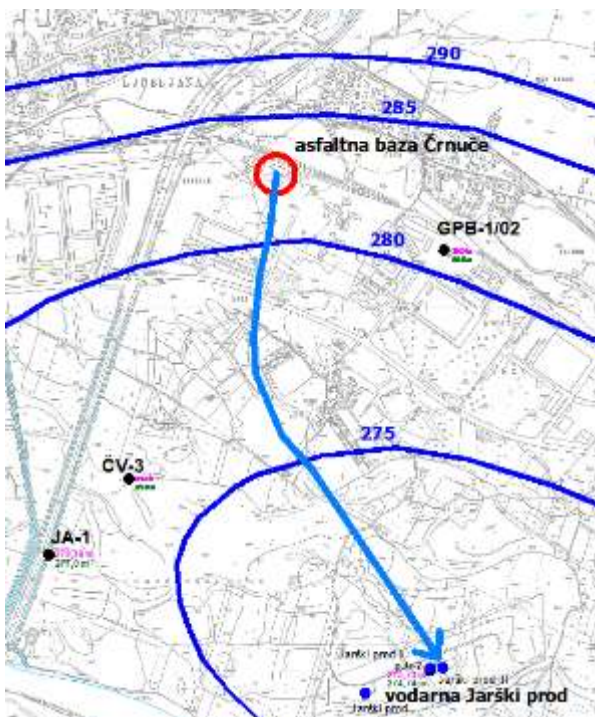
Smer toka podzemne vode na obravnavani lokaciji je od SV proti JZ in je najverjetneje pogojena s smerjo vpada neprepustne podlage. Proti jugu, v smeri proti vodarni Jarški prod, se smer podzemne vode nekoliko obrne proti jugovzhodu. Hidroizohipse (Slika 15) so povzete po podatkih ARSO /8/.

Koeficient prepustnosti, gradient podzemne vode in efektivna poroznost

Glede na izvedene geološke raziskave v neposredni bližini znaša koeficient prepustnosti aluvialnega sedimenta na tem območju okoli $1,0 \times 10^{-4}$ m/s.

Hitrost pretakanja podzemne vode na predmetnem območju

Podatki iz vrtin, ki so bile izvedene v bližnji okolici obravnave kažejo, da je zaradi zaglinjenosti sedimentov prepustnost relativno majhna, posledično so manjše tudi hitrosti toka podzemne vode. Ocenjujemo, da je ta manjša od 1 m/dan. Proti jugu in stran od obrobja polja se hitrosti povečajo in so do 10 m/dan (/17/). Z upoštevanjem povprečnega koeficienta prepustnosti $K=0,005$ m/s, gradienta 0,003 in efektivne poroznosti 0,15 je izračunana hitrost podzemne vode na relaciji Črnuče- jarški prod 8,6 m/dan.



Slika 15: Nivoji in smeri podzemne vode na območju med Črnučami in vodarno Jarški prod (/8/)

9. OPREDELITEV POTI PRENOSA ONESNAŽEVAL OD VIRA OGROŽANJA DO ZAJETJA

9.1 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

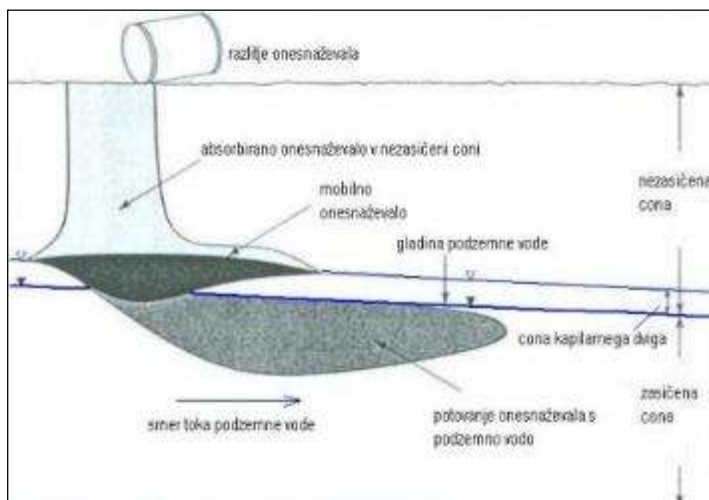
Glede na geološko strukturo, bi morebitno razlitje nevarne snovi na površini, v neugodnih hidroloških razmerah (močnem deževju) zelo hitro prodrlo globlje v nenasičeno cono. Morebitno onesnaženje bi, ob neugodnih meteoroloških razmerah - infiltracija izredno močnih padavin, prodrlo do podzemne vode najkasneje v enem dnevu.

V primeru, da pride na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le to potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno do podzemne vode. Kota podzemne vode na obravnavanem območju je cca 283 m.n.v. kar je okoli 3,5 m pod površjem.

Horizontalna smer potovanja onesnaževala

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. Glavna smer toka podzemne vode iz predmetnega območja je približno v smeri zahod do severozahod - jugovzhod t.j. proti črpališču Jarški prod.

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



Slika 16: Širjenje onesnaževala lažjega od vode v nezasičeni in zasičeni coni medzrnskega vodonosnika (prirejeno po /3/)

Porazdelitev onesnaževala bi sledila normalni ali Gaussovi porazdelitvi (/3/). Tako lahko določimo standardno deviacijo po naslednji enačbi:

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

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

Pri čemer je:

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

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

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

$$D_L = \alpha_L \cdot v_i$$

$$D_T = \alpha_T \cdot v_i$$

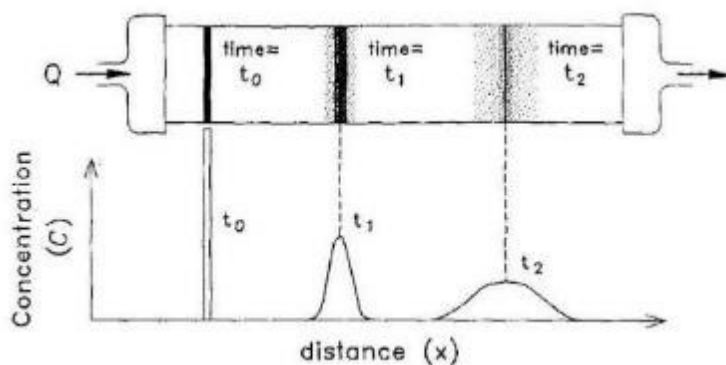
Pri čemer je:

- v_i – hitrost toka podzemne vode v smeri x (m/s)
- α_L in α_T – longitudinalna oz. transverzalna hidrodinamska disperzija (m), ki jo izračunamo po formuli:

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

kjer je x izbrana razdalja v smeri toka podzemne vode.

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



Slika 17: Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (Vir: /3/)

Iz podatkov v spodnji tabeli lahko določimo širino in dolžino vala onesnaženja na določeni razdalji. Pri izračunih smo pesimistično uporabili podatke, ki veljajo za pravi vodonosnik. Pri izračunih smo privzeli razdaljo 1,6 km, kolikor znaša razdalja med obravnavanim območjem in črpalniščem Jarški prod. Vhodni podatki in izračuni so podani v naslednji tabeli.

Tabela 8: Vhodni podatki in izračuni

| PARAMETRI | | Enota | VHODNI PODATKI |
|-----------|---|-------|----------------|
| K | Povprečen koeficient prepustnosti | m/s | 0,005 |
| i | gradient toka | - | 0,003 |
| n | efektivna poroznost | - | 0,15 |
| x | razdalja do črpalnega vodnjaka (v smeri toka) | m | 1600 |

| PARAMETRI | | Enota | REZULTATI IZRAČUNA |
|--------------------|---|-------------------|--------------------|
| v | hitrost ($K \cdot i / n$) | m/s m/dan | 0,0001 8,6 |
| α | hidrodinamska disperzija | m | 13,8 |
| D_L | koef.hidrodinamične disperzije, vzporedno z osjo x | m ² /s | 0,00137 |
| D_T | koef.hidrodinamične disperzije, vzporedno z osjo y op. $D_T = 0,1 \cdot D_L$ | m ² /s | 0,000137 |
| $3 \cdot \sigma_x$ | polmer oblaka onesnaženja v smeri x, na razdalji 1,6km | m | 630 |
| $3 \cdot \sigma_y$ | polmer oblaka onesnaženja v smeri y, na razdalji 1,6km | m | 200 |

Simuliran je razvoj onesnaženja z enkratnim vnosom, ko topne komponente mineralnega olja onesnažijo podzemno vodo.

Na razdalji 1,6 km od predvidenega mesta onesnaženja bi bil polmer disperzijskega vala pri črpalnišču Jarški prod 630 m v smeri toka podzemne vode in 200 m prečno na smer toka podzemne vode.

V primeru onesnaženja, bo celotna količina onesnaževala dospela v črpalne vodnjake v Jarškemrodu, vendar v določenem časovnem intervalu.

Časovni interval pojavljanja onesnaževala v črpalnih vodnjakih lahko ocenimo na podlagi naslednjih podatkov:

- dolžina vala onesnaženja (d): $2 \cdot 630 \text{ m} = 1260 \text{ m}$

Upoštevajoč hitrost podzemne vode 8,6 m/dan smo izračunali časovni interval pojavljanja onesnaževala (t) v črpališču Jarški prod je:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1260m}{8,6m/dan} = 146dni$$

Pri enkratnem vnosu onesnaževala bi bilo le to doseglo črpališče po cca 186 dneh od razlitja in bi bilo prisotno v črpalnih vodnjakih še okoli 146 dni.

9.2 OPREDELITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV

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

Glede na:

- interpretacijo hidrogeološke zgradbe terena,
- interpretacijo hidroloških lastnosti območja (značilnosti odtekanja voda z območja),
- dosedanje dognanja hidrogeološke stroke o hidrogeoloških lastnostih Ljubljanskega polja

lahko opredelimo, da predmetna lokacije leži v zaledju črpališča pitne vode Jarški prod, ki je zavarovano z:

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

10. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

10.1 IZRAČUN RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI VODNEGA VIRA – RAČUNSKA METODA

10.1.1 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 določitve mineralnih olj $R = 5 \mu g/l$. 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

Referenčno stanje R za mineralna olja: 5 µg/l (meja detekcije - LOD)

10.1.2 Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih v času gradnje

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Za obstoječi poseg **ni potrebna** odstranitev ali gradnja objektov, vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Opredelitev relativne občutljivosti pri različnih scenarijih v času gradnje torej ni relevantno.

10.1.3 Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih v času obratovanja

RELATIVNA OBČUTLJIVOST PRI NORMALNEM IN ALTERNATIVNEM POTEKU DOGODKOV

Pri normalnem obratovanju objekta in v primeru alternativnega razvoja dogodkov, ob upoštevanju vseh zaščitnih ukrepov, ne bo prihajalo do vpliva na vodne vire.

Spremembe referenčnega stanja pri normalnem in alternativnem scenariju ni in je tako enaka 0. Relativna občutljivost (S) pri scenariju normalnega in alternativnega razvoja dogodka (ob upoštevanju vrednosti za $R = 5,0$ µg/l in $dR = 0$ µg/l) je tako:

$$S = \frac{(R + dR)}{R} = \frac{(5,0 + 0)}{5,0} = 1 \frac{\mu g}{l}$$

Relativna občutljivost za parameter mineralna olja je 1 µg/l, kar je nižja vrednost, ki jo dopušča (predpisuje) Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

SCENARIJ NAJSLABŠE MOŽNOSTI

V primeru najslabšega razvoja dogodkov, ob upoštevanju vseh zaščitnih ukrepov, ne bo prihajalo do vpliva na vodne vire.

Spremembe referenčnega stanja pri scenariju najslabše možnosti ni in je tako enaka 0. Relativna občutljivost (S) pri scenariju najslabše možnosti (ob upoštevanju vrednosti za $R = 5,0$ µg/l in $dR = 0$ µg/l) je tako:

$$S = \frac{(R + dR)}{R} = \frac{(5,0 + 0)}{5,0} = 1 \frac{\mu g}{l}$$

Relativna občutljivost za parameter mineralna olja je 1 µg/l, kar je nižja vrednost, ki jo dopušča (predpisuje) Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

10.1.4 Pregled rezultatov relativne občutljivosti pri različnih scenarijih

Relativno občutljivost smo izračunali za primer onesnaženja z mineralnimi olji, ki predstavlja edino potencialno onesnaževalo v času gradnje in obratovanja objekta.

V alternativnih razmerah je relativna občutljivost pod dovoljeno mejo, ki jo določa *Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja*.

Pri scenariju najslabše možnosti (minerala olja) smo v obeh obdobjih (gradnja, obratovanje) računali z vhodnimi vrednostmi mineralnih olj, ki bi lahko ogrozile podzemno vodo. Verjetnost, da bi se tak dogodek zgodil je izjemno majhna. Relativna občutljivost (S) bi bila v scenariju najslabše možnosti med gradnjo in obratovanjem pod dovoljeno vrednostjo, ki jo predpisuje *Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja*.

Tabela 9: Rezultati spremembe (dR) in (S) pri različnih scenarijih – vodarna Jarški prod

| Scenarij | Obdobje med gradnjo | | Obdobje v času obratovanja objekta | |
|--------------------|---------------------|---|------------------------------------|---|
| | dR (µg/l) | S | dR (µg/l) | S |
| Normalni | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Alternativni | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Najslabše možnosti | 0 | 1 | 0 | 1 |

10.1.5 Preverljivost in zanesljivost računske metode

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

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

11. OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Opis ogroženosti vodnega telesa zaradi globine izkopov ali objektov torej ni relevanten.

12. 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, 181/21, 60/22) ter dodatni zaščitni ukrepi, navedeni v nadaljevanju.

12.1 ZAŠČITNI UKREPI, PREDPISANI Z ZAKONODAJO

Po Uredbi vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22) se predmetna lokacije nahaja:

- na širšem VVO in sicer v podobmočju z milejšim vodovarstvenim režimom z oznako »VVO III A.

Tabela 10: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III A

| CC. Si | | NESTANOVANJSKE STAVBE ³ | VVO III A |
|--------|---|------------------------------------|-----------|
| 1251 | 9 | Industrijske stavbe | pp |

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.

12.2 ZAŠČITNI UKREPI, KI ŽE VELJAJO

Vse cisterne z bitumnom so ustrezno zavarovane pred izlitiem. Lovilne betonske posode so oljetesne. Volumen prestreznih posod je enak volumnu cistern.

Na lokaciji ne bodo skladiščili ali uporabljali nevarnih kemikalij kot aditivov k asfaltnim zmesem.

Uporaba kemikalij v obratu bo vezana izključno na uporabo v času remonta oz. havarije naprav; vse v ta namen potrebne tehnične kemikalije bodo pripeljali sproti in po potrebi.

Za sušenje frakcij uporabljajo in bodo uporabljali le zemeljski plin.

Za gretje bitumna uporabljajo termično olje. Gre za zaprt sistem, dolivanja olja ni. Termično olje segrevajo le z zemeljskim plinom.

Pri tehnološkem procesu ne nastajajo industrijske odpadne vode.

Komunalne odpadne vode iz spremljajočih objektov se odvajajo v kanalizacijo, ki je zaključena z čistilno napravo (CČN Ljubljana).

Padavinske odpadne vode iz streh objektov se odvaja v ponikovalnice.

Padavinske odpadne vode iz povoznih površin se preko lovilnikov olj odvajajo v javno padavinsko kanalizacijo.

Vse zunanje površine so utrjene, vodotesne z dvignjenim robnikom.

Tovarna asfalta se napaja iz obstoječe transformatorske postaje TP2024 – Tovarna asfalta Črnuče.

V obstoječem prostoru podzemnih tračnih elevatorjev skupne prostornine 4450m³ se lahko zajame morebitna požarna voda.

V fazi projektiranja je zamenjava treh obstoječih lovilcev olj z lovilci olj po standardu SIST EN 858.

12.3 ZAŠČITNI UKREPI, KI IZHAJAJO IZ ANALIZE TVEGANJA

12.3.1 Zaščitni ukrepi med izvajanjem gradbenih del

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Za obstoječi poseg **ni potrebna** odstranitev ali gradnja objektov, vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Opredelitev zaščitnih ukrepov med izvajanjem gradbenih del torej ni relevantno.

12.3.2 Zaščitni ukrepi med obratovanjem

Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji. Glede na navedeno in poleg že uveljavljenih ukrepov, so potrebni še naslednji organizacijski omilitveni in zaščitni ukrepi v času obratovanja:

Objekt:

- Zagotoviti je treba brezhibno in zanesljivo obratovanje naprave,
- Izvajati je treba tehnične ukrepe za preprečevanje onesnaževanja tal in podzemne vode, s katerimi zagotavlja brezhibnost:
 - talnih površin objekta (voden dnevnik pregledov)
 - opreme, skladiščnih posod, cevovodov
 - opreme ali gradbenih proizvodov, ki preprečujejo razlitje, in
 - opreme, ki opozarja, da so se nevarne snovi razlile,
- Voditi je potrebno vzdrževalni dnevnik o izvajanju tehničnih ukrepov,
- Zagotovi je treba izvedbo rednih pregledov tehničnih ukrepov za preprečevanje onesnaževanja tal in podzemne vode. Preglede tehničnih ukrepov je treba izvesti po pravilih stroke,
- Morebitne poškodbe ali okvare sistemov morajo biti takoj sanirane.

Pretakanje ogretega bitumna in menjava termičnega olja:

- Operater mora biti prisotem ves čas pretakanja bitumna ali menjave termičnega olja,
- Na vseh mestih uporabe in pretakanja je potrebno smiselno namestiti posode z namenskim absorpcijskim sredstvom za primere slučajnih nezgodnih razlitij,
- V primeru izlitja kemikalij mora biti zagotovljeno čiščenje površin v in ob objektu; vsak dogodek in čiščenje površin in sistema morata biti vpisana v obratovalni dnevnik.

Občasna uporaba kemikalij (remont/okvara):

- Potreben bo celovit nadzor nad količinami in vrstami uporabljenih kemikalij.
- Vse kemikalije naj bodo ustrezno označene, v skladu s predpisi, ki urejajo označevanje kemikalij (ime nevarne kemikalije, oznaka nevarnosti ...),
- Na vseh mestih uporabe in pretakanja kemikalij je potrebno smiselno namestiti posode z namenskim absorpcijskim sredstvom za primere slučajnih nezgodnih razlitij,
- V primeru izlitja kemikalij mora biti zagotovljeno čiščenje površin v in ob objektu; vsak dogodek in čiščenje površin in sistema morata biti vpisana v obratovalni dnevnik.

Plinovod:

- Vsaka kontrola plinovoda območju posega ter izvajanje morebitnih vzdrževalnih ali servisnih del na plinovodu mora biti listinsko dokazljivo.

Zunanje površine in odvod padavinskih voda:

Investitor bo zamenjal obstoječe tri lovilce olj in vgradil nove, ki bodo skladni s standardom SIST EN 858.

- Vse površine ob objektih bo treba redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe utrjenih površin bodo morale biti takoj sanirane,

- Vsak lovilnik olj mora zagotavljati in izkazovati delovanje in usklajenost v smislu zahtev »Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo«,
- V primeru izlitja kemikalij na zunanjih površinah mora biti zagotovljeno čiščenje površin in internega kanalizacijskega sistema vključno z vsakim lovilnikom olj; vsak dogodek in čiščenje površin in sistema morata biti vpisana v obratovalni dnevnik.
- Vsak lovilnik olj se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane.

Požar:

- Potrebno je upoštevanje vsakega novega delavca v postopke v primeru požara, kar mora biti listinsko dokazljivo,
- Zaradi preprečitve onesnaženja podzemnih voda s požarnimi vodami, je potrebno za vsakim obstoječim lovilnikom olj obvezno vgraditi zaporni ročni zasun/ventil,
- Vsak zaporni zasun/ventil je potrebno pred pričetkom gašenja ročno zapreti (tako ob pričetku požara), kar mora biti opredeljeno v požarnem redu. Čakanje na prihod gasilcev je nedopustno.
- V požarnem redu bodo morale biti določene pooblaščen osebe, ki bodo odgovorne za organizacijo intervencije in zapiranje zapornih zasunov/ventilov.
- Vsak zaporni zasun/ventil, ki bo vgrajen po lovilnikih olj, bo potrebno redno pregledovati in vzdrževati (pred korozijo ...).
- Vse preglede zapornih zasunov/ventilov bo potrebno zavesti v obratovalni dnevnik.

12.3.3 Interventni ukrepi v času obratovanja

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 začasno deponirati. Vse komtaminirane materiale je potrebno predati v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu, ki je evidentiran kot zbiralec teh odpadkov.

Upravljapec naprave mora zagotoviti ustrezna adsorpcijska sredstva za omejitve in zajem naftnih derivatov (ali drugih kemikalij), ki morajo biti uskladiščena na območju; ta sredstva naj bodo takoj dostopna. Vse tovrstne dogodke je potrebno vpisati v obratovalni dnevnik. Upravljapec naprave 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.

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 pooblaščen osebo (npr. delovodjo). Obvestilo mora vsebovati:
 - lokacijo onesnaženja,
 - vrsto onesnaženja (snov, količina),
 - čas nastopa onesnaženja.
- V najkrajšem času se prične z odstranjevanjem onesnaženega materiala, ki se ga preda v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu.
- Upravljapec naprave vpiše podatke o onesnaženju v obratovalni dnevnik in o dogodku obvesti pristojne službe. Obvestilo mora vsebovati enake podatke, kot je navedeno zgoraj.
- Pregleda se mesto onesnaženja ter po potrebi določi dodatno odstranitev onesnaženega materiala.
- Določi se tudi vse morebitne dodatne ukrepe za zavarovanje ogroženih vodnih virov (meritve in vzorčenje podtalnice).

13. MONITORING

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

Ocenjujemo, da izvedba novih opazovalnih vrtin zaradi predvidene investitorjeve dejavnosti v obsegu in način kot je predviden, prisotne vrste in količine kemijskih sredstev in predvsem rokovanje z njimi, glede na uredenost obrata in površin ob njem, 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.

14. ZAKLJUČEK

Tovarna asfalta se v obstoječem stanju že nahaja na lokaciji v Črnučah in obratuje od leta 1997. Tovarna ima gradbeno dovoljenje št. 351-560/77-34203 z dne 14.4.1997, RS, Upravna enota Ljubljana, Izpostava Bežigrad ter Uporabno dovoljenje št. 351-112/98-34207 (317/97) z dne 19.2.1998, RS, Upravna enota Ljubljana, Izpostava Bežigrad. Za predvideno stanje, ki je predmet tega poročila, se velikost in značilnosti posega (razen zamenjave starih lovilnikov olj, moniranih 1997, za nove, ki bodo ustrezali standardu SIST EN 858) **ne spreminjajo** in ostajajo enaki kot v obstoječem stanju.

Predmet (deterministične) analize tveganja za onesnaženje podzemne vode je obratovanje asfaltne baze Črnuče. Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15, 181/21, 60/22) je območje posega uvrščeno v širše VVO in sicer v podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom z oznako »VVO III A«.

Območje predvidene gradnje leži na zelo prepustnih sedimentih in je torej s hidrogeološkega stališča občutljivo. Varovanje podtalnice je torej odvisno od kakovostnega načrtovanja in striktnega izvajanja v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, saj vodonosnik nima naravne zaščite pred onesnaženjem s polutanti.

Pri ugotavljanju ali bi bila v primeru onesnaženja na predmetni lokaciji ogrožena podzemna voda v zajetjih/črpališčih pitne vode smo upoštevali hidrogeološke značilnosti območja posega in območja virov pitne vode. Glede na smer toka podzemne vode je lokacija posega v prispevnem območju vodarne Jarški prod.

Izsledki analize tveganja za čas gradnje:

Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Za obstoječi poseg **ni potrebna** odstranitev ali gradnja objektov (z izjemo zamenjave omenjenih lovilnikov olj), vključno z gradnjo nove gospodarske javne infrastrukture ali interne infrastrukture na območju posega.

Izvedba analize tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za čas gradnje torej ni relevantna.

Izsledki analize tveganja za čas obratovanja:

Na podlagi podatkov o posegu je privzeto, da v primeru normalnega in alternativnega razvoja dogodkov in tudi primeru simulacije scenarija najslabše možnosti oziroma scenarija izjemnega dogodka, ob upoštevanju uveljavljenih in podanih zaščitnih ukrepov, ne pride do izpusta onesnaževal v podzemno vodo.

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

Ogroženosti vodnega telesa podzemne vode zaradi globine posega

Opis ogroženosti vodnega telesa zaradi globine izkopov ali objektov torej ni relevanten. Za obstoječi poseg se gradbena dela ne bodo izvajala. Vsi objekti in potrebna infrastruktura so že zgrajeni in so v funkciji.

Zaključek

Do izpada oskrbe s pitno vodo zaradi gradnje in obratovanja obravnavane asfalte baze, glede na izvedbo le-te, njen namen ter ob izvajanju predvidenih varovalnih ukrepov **ne more priti**. Zaradi obravnavane asfaltne baze, tako v času gradnje kot v času obratovanja ne bo dodatnih družbenih stroškov za vzpostavitev zaščitnih ukrepov niti dodatnih stroškov za pripravo pitne vode.

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev ter doslednemu zagotavljanju predpisanih zaščitnih ukrepov (poglavje 12), je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri obratovanju Asfaltne baze Črnuče *sprejemljivo*.

15. LITERATURA IN VIRI

- /2/ Bizilj, P., 1998: Geotehnično poročilo o preiskavi tal in pogojih temeljenja proizvodne hale SCT v Črnučah. IGGG, št.pr.: J-II-39 d/b-1/6338. Ljubljana
- /3/ Projekt št. H-737; TAČ; PGD, PZI, PNZ d.o.o. (junij 1997),
- /4/ Fetter, W.C., 1999: Contaminant hydrogeology. Second edition. Prentice Hall.
- /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/ HMZ, ARSO: Hidrološka karta z dne 21-24.9.1992.
- /9/ Mencej, Z., 1989: Raziskave podtalne vode na Ljubljanskem barju. Geološki zavod Ljubljana.
- /10/ Mencej, Z., 1995: Analiza obstoječih in možnih vodnih virov za Ljubljanski vodovod. Hidroconsulting d.o.o. Dragomer.
- /11/ Mencej, Z., 2002: Varovanje vodonosnikov pod vzhodnim delom Ljubljanskega barja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Ljubljana.
- /12/ Mezga, K., 2008: Hidrogeološka analiza s profiliranjem na Ljubljanskem polju. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, NTF, Oddelek za geologijo, Ljubljana.
- /13/ Petan, S.,: Bogatenje podtalnice Ljubljanskega polja. Diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer, Ljubljana,
- /14/ Petauer D. in Štucin P., Poročilo št.: K-II-30d/c-14/103: GEORAZ d.o.o., februar 2009.
- /15/ Premru, U. in sod., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, List Ljubljana, 1:100 000, Zvezni geološki zavod, Beograd,
- /16/ 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.
- /17/ Rejec Brancelj I., Smrekar A., Kladnik D., (ur.), 2005: Podtalnica Ljubljanskega polja. Geografija Slovenije 10. Založba ZRC. Ljubljana.

- /18/ Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija 14, Ljubljana.
- /19/ Atlas okolja; http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso. Januar 2023
- /20/ http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php, januar 2023
- /21/ <https://urbinfo.ljubljana.si/web/profile.aspx?id=Urbinfo2022@Ljubljana>