

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

**SPREMEMBE IN DOPOLNITVE ZAZIDALNEGA
NAČRTA ZA SEVERNI DEL OBMOČJA UREJANJA
VP3/2 BRDO**

Ljubljana, november 2019

NASLOV: ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA
TELESIA PODZEMNE VODE ZA SPREMEMBE IN
DOPOLNITVE ZAZIDALNEGA NAČRTA ZA SEVERNI
DEL OBMOČJA UREJANJA VP3/2 BRDO

PRIPRAVLJAVEC PA: MOL – ODDELEK ZA URBANIZEM
Poljanska 28, 1000 Ljubljana

NAROČNIK/INVESTITOR: GEN-I, trgovanje in prodaja električne energije d.o.o.,
Vrbina 17, 8270 Krško
Tehnološki park Ljubljana, d.o.o.,
Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana
Kemofarmacija d.d.,
Cesta na Brdo 100, 1000 Ljubljana

ŠTEVILKA NALOGE: 130/2019

DATUM: 8. 11. 2019

IZDELOVALEC: GIGA-R, okoljsko svetovanje in rešitve,
Margita Žaberl s.p.,
Šmartinska cesta 72, 1000 Ljubljana



KAZALO

1. UVOD	6
1.1 NAMEN SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA	6
1.2 METODA	6
1.3 PREDPISI	6
2. LOKACIJA SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA.....	7
2.1 OPIS LOKACIJE IN GEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA.....	7
3. MORFOLOŠKI OPIS OBMOČJA	9
4. GEOLOŠKE RAZMERE	9
4.1 GEOLOŠKI OPIS ŠIRŠEGA OMOČJA.....	9
4.1.1 Geološka zgradba Draveljske doline	10
4.1.2 Viška starejša pleistocenske terasa	11
4.2 GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA, KI JE LEŽI DOLVODNO OD OBRAVNAVANIH SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA.....	14
4.3 GEOLOŠKE RAZMERE NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU	15
4.4 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI	16
4.5 SEIZMIKA	16
5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE.....	17
5.1 PODZEMNE VODE	17
5.1.1 Hidrogeološka zgradba Draveljske doline.....	17
5.1.2 Opis hidrogeoloških razmer na obravnavanem območju	18
5.1.3 Hidrogeološke značilnosti vodonosnika, ki je leži dolvodno od obravnavane lokacije	20
5.2 POVRŠINSKE VODE.....	23
5.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI.....	24
5.3.1 Vodovarstvena območja	24
5.3.2 Vodni viri.....	25
5.3.3 Kakovost podzemne vode.....	26
6. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR	27
6.1 PROSTORSKI AKTI.....	27
6.2 POGOJI GRADNJE ZARADI UPRAVLJANJA Z VODAMI, DOPUSTNI OBJEKTI IN DEJAVNOSTI TER DODATNI POGOJI ZA NJIHOVO GRADNJO OZIROMA UPORABO	27
7. OPIS SD ZN.....	29
7.1 NAMEN IN RAZLOGI ZA PRIPRAVO ZN	29
7.2 OBMOČJE SD ZN.....	30
7.3 OBSTOJEČE STANJE	31
7.4 PROSTORSKA ZASNOVA.....	31
7.5 OPIS UREDITEV PO FUNKCIONALNIH ENOTAH	32
7.5.1 FUNKCIONALNE ENOTE F7/8/16 in F15 in (investicijska pobuda Gen-I)	32
7.5.2 FUNKCIONALNA ENOTA F5 - (investicijska pobuda Tehnološki park Ljubljana).....	32
7.5.3 FUNKCIONALNA ENOTA F12 – (investicijska pobuda Kemofarmacija).....	33
7.5.4 FUNKCIONALNA ENOTA F9/10 – (investicijska pobuda FMR)	33
7.6 KOMUNALNA IN ENERGETSKA OPREMLJENOST	34
8. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL	35
8.1 GRADNJA V SKLOPU ZN	35
8.2 OBRATOVANJE	36

8.3	PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL.....	37
9.	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL.....	41
9.1	IZVOR, OPREDELITEV IN MOBILNOST POTENCIALNIH ONESNAŽEVAL	41
9.1.1	Gradnja.....	41
9.1.2	Obratovanje.....	41
9.2	MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA.....	43
9.3	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA.....	45
9.4	CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA.....	45
9.5	OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESIA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV	46
10.	OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV.....	47
10.1	OPREDELITEV SCENARIJEV.....	47
10.2	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADNJE	47
10.2.1	Scenarij normalnega razvoja dogodkov	47
10.2.2	Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	47
10.2.3	Scenarij najslabše možnosti.....	48
10.3	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA	49
10.3.1	Scenarij normalnega razvoja dogodkov	49
10.3.2	Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	49
10.3.3	Scenarij najslabše možnosti.....	50
11.	OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE	54
12.	DOLOČITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV	57
13.	VARSTVENI UKREPI	58
13.1	ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL.....	58
13.2	OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA.....	59
14.	MONITORING	61
15.	SKLEPNA OCENA.....	62
16.	VIRI PODATKOV IN LITERATURA.....	64
17.	PRILOGA.....	66

PRILOGA 1: Hidrogeološka karta s hidroizohipsami in smerjo toka podzemne vode

Seznam tabel:

<i>Tabela 1:</i>	<i>Pretoki Glinščice in Pržanca</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 2:</i>	<i>Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 3:</i>	<i>Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – gradnja</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 4:</i>	<i>Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – obratovanje hleva</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 5:</i>	<i>Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 6:</i>	<i>Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 7:</i>	<i>Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev - Kemofarmacija</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 8:</i>	<i>Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev potencialnih onesnaževal v in izven objekta</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 9:</i>	<i>Opredelitev kemičnih snovi in pripravkov kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa)</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 10:</i>	<i>Možna onesnaževala med gradnjo in obratovanjem</i>	<i>42</i>

Seznam slik:

<i>Slika 1:</i>	<i>Lokacija ZN – širše območje (vir: Atlas okolja, september 2019).....</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2:</i>	<i>Lokacija ZN – ožje območje (vir: Atlas okolja, september 2019)</i>	<i>8</i>
<i>Slika 3, 4:</i>	<i>Lokacija ZN – F7/8/16; Obstoječe stanje (vir: GIGA-R, julij 2019).....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 5, 6:</i>	<i>Lokacija ZN – F5; Obstoječe stanje (vir: GIGA-R, julij 2019).....</i>	<i>8</i>
<i>Slika 7:</i>	<i>Geološka zgradba širšega območja (Vir: Osnovna geološka karta: list Kranj in list Ljubljana).</i>	<i>10</i>
<i>Slika 8:</i>	<i>Geološka zgradba Draveljske doline (Vir: GeoZS, 2017).</i>	<i>13</i>
<i>Slika 9:</i>	<i>Prikaz nihanja nivojev v opazovanem obdobju.....</i>	<i>19</i>
<i>Slika 10:</i>	<i>Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005)</i>	<i>22</i>
<i>Slika 11:</i>	<i>Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005).....</i>	<i>23</i>
<i>Slika 12:</i>	<i>Vodovarstvena območja – širše območje predmetnega območja. Vir: Atlas okolja, september 2019);.....</i>	<i>25</i>
<i>Slika 13:</i>	<i>SD ZN, prikaz sprememb in dopolnitev.....</i>	<i>30</i>
<i>Slika 14:</i>	<i>Območje ZN za severni del območja urejanja VP3/2 Brdo (Uradni list RS, št. 18/02, 64/05, 100/07, 78/10, 63/12, 24/15, 42/18 in 71/18) (modro) in prikazom območja sprememb in dopolnitev ZN (rdeče);</i>	<i>31</i>
<i>Slika 15:</i>	<i>Širjenje onesnaževala lažjega od vode v nezasičeni in zasičeni coni medzrnskega vodonosnika (prirejeno po Fetterju, 1999)</i>	<i>44</i>
<i>Slika 16:</i>	<i>Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (vir: Jaron in sod., 1996)</i>	<i>45</i>
<i>Slika 17:</i>	<i>Vhodni parametri in izračun.....</i>	<i>55</i>

1. UVOD

1.1 NAMEN SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA

V postopku izdelave in v nadaljevanju sprejema so spremembe in dopolnitve zazidalnega načrta za severni del območja urejanja VP 3/2 - Brdo (v nadaljnjem besedilu tudi: SD ZN). V območju funkcionalnih enot F7, F8, F15 in F16 se umesti poslovni objekt imenovan »Razvojni center energetske prihodnosti« (gradnja poslovnega centra družbe Gen-i). Območje funkcionalne enote F 15 se ohranja kot pripadajoča zelena površina objektu. V funkcionalni enoti F5 (investicijska pobuda Tehnološki park Ljubljana), ki predstavlja osrednji javni prostor tehnološkega parka, se umesti večnamenski objekt, namenjen poslovnim, trgovskim, gostinskim, servisnim, športnorekreacijskim dejavnostim in izobraževanju (konferenčni center). Območje funkcionalne enote F12 (investicijska pobuda Kemofarmacija) je namenjeno logistično-distribucijske dejavnosti. Obstoječi glavni objekt se ohranja, dopusti se manjše širitve na vzhodni in zahodni strani objekta. Objekt bo namenjen logistični in distribucijski dejavnosti.

1.2 METODA

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

1.3 PREDPISI

Podlage za izdelavo analize tveganja:

- Zakon o vodah /ZV-1/ (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV1A, 57/12-ZV-1B, 100/13-ZV-1C, 40/14-ZV-1D, 56/15-ZV-1E, 60/17-ZDMHS)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11, 15/16)

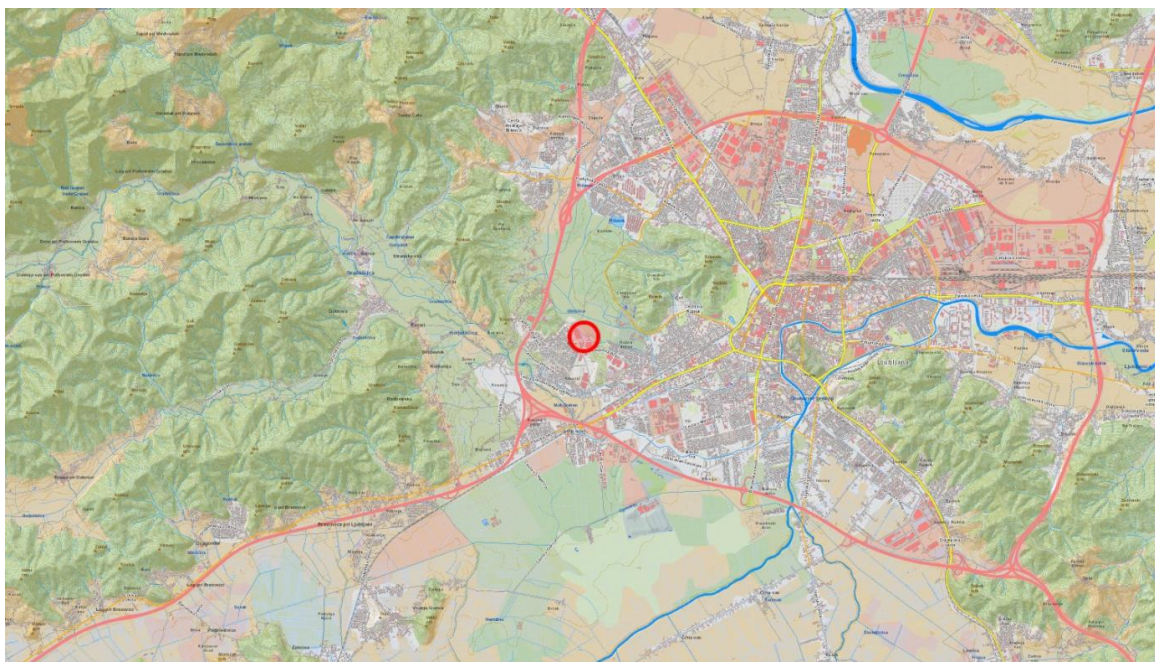
Predpisi s področja varstva okolja, ki jih je pri obravnavanih ureditvah potrebno upoštevati v povezavi z varstvom podzemnih voda:

- Zakon o varstvu okolja /ZVO-1/ (UL RS, št. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-OdlUS, 112/06-OdlUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08-ZVO-1B, 108/09-ZVO-1C, 57/12-ZVO-1E, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17-GZ, 21/18-ZNOrg, 84/18-ZIURKOE)
- Gradbeni zakon (GZ) (UL RS, št. 61/17, 72/17)
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami /ZVNDN/ (UL RS, št. 64/94, 33/02-Odl.US, 87/01-ZMatD, 41/04-ZVO-1, 28/06, 97/10, 21/18-ZNOrg)
- Zakon o kemikalijah /ZKem/ (Ur.l. RS, št. 36/1999, 11/2001-ZFFS, 65/2003, 47/2004-ZdZPZ, 61/2006-ZBioP, 16/08, ZKem-C – 9/11, 83/12-ZFFS-1)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12, 64/14, 98/15)
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (UL RS, 25/09)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08)
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11)
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (UL RS, št. 22/16, 30/16)
- Uredba o odpadnih oljih (UL RS, št. 24/12)
- Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (UL RS, št. 23/18)

2. LOKACIJA SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA

2.1 OPIS LOKACIJE IN GEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA

Območje obravnave leži v ČS Rožna dolina in obsega zemljišče v severo-vzhodnem delu Tehnološkega parka Ljubljana. Tehnološki park Ljubljana leži neposredno ob cesti Pot za Brdom in obsega zemljišče, ki na severovzhodu meji na kmetijska zemljišča, ki segajo do krajinskega parka Rožnik, Šišenski hrib in Tivoli, na jugu meji na Cesto na Brdo in na zahodu na stanovanjsko območje Brdo. Osrednja prometna os Tehnološkega parka je Pot za Brdom, ki se na severu navezuje na priključek na zahodno AC, na jugu pa na Pot rdečega križa, ki prečka železnico in se priključuje na mestno vpadnico Tržaško cesto. Območje grafičnih sprememb in dopolnitev zazidalnega načrta meri cca. 56.889 m². Po določilih Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS 115/07, 9/08, 65/12, 93/13) se predmetno območje nahaja na širšem vodovarstvenem območju z oznako VVO III. Značilna nadmorska višina terena v območju obravnavanega ZN je cca med 301 do 302 m.



Slika 1: Lokacija ZN – širše območje (vir: Atlas okolja, september 2019)



Slika 2: Lokacija ZN – ožje območje (vir: Atlas okolja, september 2019)



Slika 3, 4: Lokacija ZN – F7/8/16; Obstoječe stanje (vir: GIGA-R, julij 2019)



Slika 5, 6: Lokacija ZN – F5; Obstoječe stanje (vir: GIGA-R, julij 2019)

3. MORFOLOŠKI OPIS OBMOČJA

Območje predvidene gradnje v funkcionalnih enotah F5, F7/8/16, F15 in F12 se nahaja na jugozahodnem delu Ljubljane, cca 1 km južno od Rožnika. Območje pripada bazenu reke Glinščice. Na severu se raztezajo gozdne površine Toškega čela in Mirnega vrha. Vzhodno se nahajajo urbana področja Kosez, Dravelj in Šiške, nad katerimi se dvigata Šišenski hrib in Rožnik. Zahodni del zaključujejo urbane površine Brda, Draveljsko brdo, Tičnica, Stražni vrh, Preval. Južni del bazena tvorijo urbane površine Rožne doline ter iztok Glinščice v Gradaščico.

Značilna nadmorska višina terena v območju obravnavanega ZN je cca med 301 do 302 m.

Zaradi morfološke oblike terena se vode drenirajo v smeri od zahoda proti vzhodu (proti Glinščici). Vzhodno od območja ZN poteka jarek, kamor se steka del padavinskih vod.

Na zahodni strani meji območje na cesto Pot za Brdom. Območje ZN prečka cesta Tehnološki park.

4. GEOLOŠKE RAZMERE

Geološke razmere širšega območja povzemamo po:

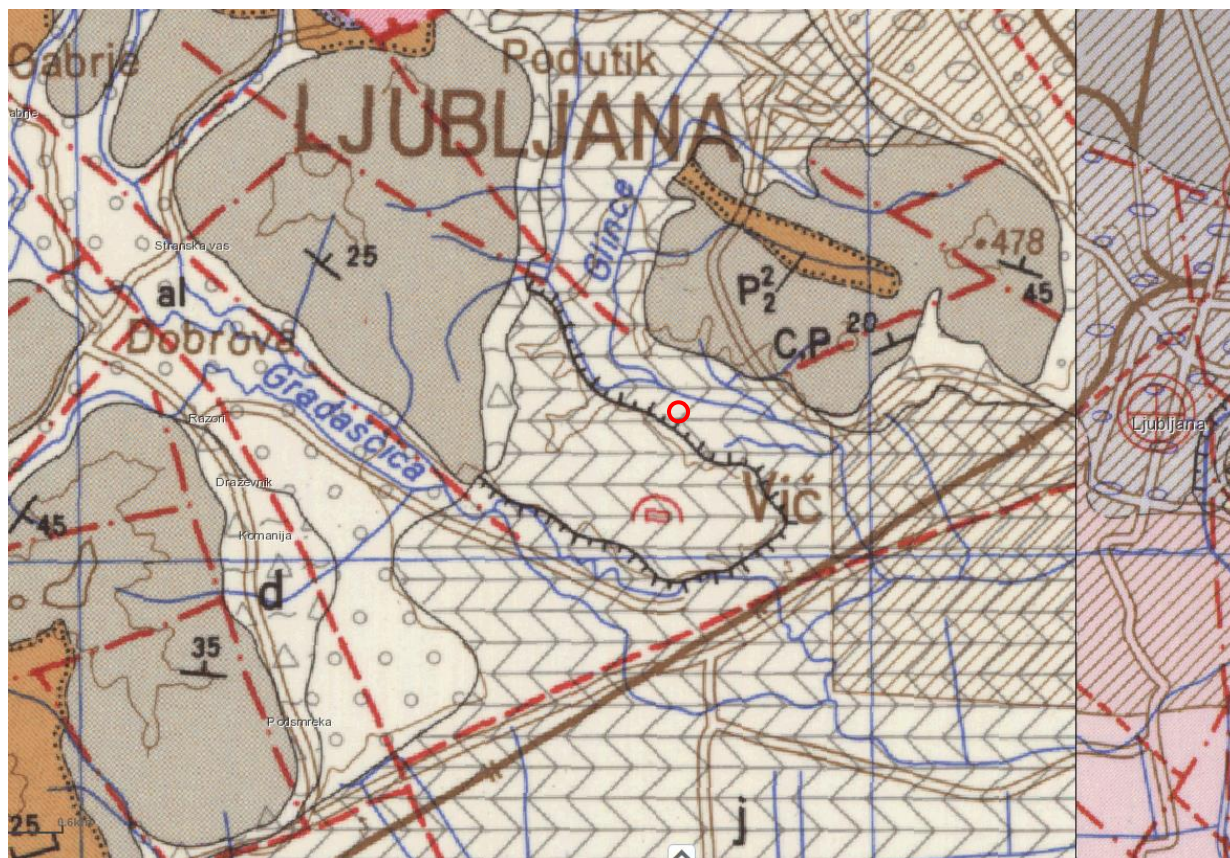
- Železnik B.: Potencialni novi viri pitne vode za Mestno občino Ljubljana; Študija; mapa 3; Ljubljansko polje; zvezek 3.1; Geološke in hidrogeološke razmere; Hidroinženiring d.o.o. (Ljubljana, september 2005)
- Poročilo o geološko-geomehanskih in hidrogeoloških raziskavah za stanovanjsko sosesko Novo Brdo v območju urejanja ZN 252; št.: ic 209/17; Geoinženiring d.o.o. in IRGO Consulting d.o.o. (Ljubljana, maj 2017)
- Peček D.; Gotehnično poročilo o rezultatih raziskav in pogojih temeljenja objektov na območju urejanja VS 3/5 BRDO v Ljubljani; št.: 8311-1/05; Geoinženiring d.o.o. (Ljubljana, december 2005)
- Čenčur Curk B. et. al.; PROLINE-CE; Workpackage T2, Activity T2.1; Set up of pilot specific management practices D.T2.1.4; Descriptive documentation of pilot actions and related issues pilot action PAC2.1: Well field Dravlje Valley in Ljubljana, Univerza v Ljubljani (Ljubljana, september 2017),

4.1 GEOLOŠKI OPIS ŠIRŠEGA OMOČJA

Med Rožnikom in Šentviškim hribom ter Podutikom in Vičem geološke razmere pojasnjuje vrtina, ki je bila izvedena v predhodnih hidrogeoloških raziskavah iskanja rezervnih vodnih virov za Mestno občino Ljubljana. V neposredni bližini sedaj obravnavane lokacije je bila izvrtana vrtina (na območju načrtovane vodarna Koseze) OP-12/03, ki je pokazala, da se pod 15 m debelo plastjo peščeno meljaste gline nahaja do globine 82,8 m nanos meljasto peščenega proda. V spodnjih plasteh (med globinami 66 -82,8 m) prevladujejo plasti konglomerata. Podlago tvori grödenski peščenjak.

Na tem območju se torej nahaja podobna global kot med Rožnikom in Gradom. Tej domnevi v prid govori dejstvo, da so pri vseh globljih vrtinah na Viču zadeli v večji globini na savski prod. Tega je nanese Sava v dobi, ko je tekla skozi ožino med Šentviškim hribom in Rožnikom vzporedno z Glinščico skozi Vič ter skozi ožino med Rožnikom in Gradom nazaj na Ljubljansko polje.

Predmetno območje se nahaja na območju južnega roba Draveljske doline oziroma ožje na jugovzhodnem delu Viške starejše pleistocenske terase.



Slika 7: Geološka zgradba širšega območja (Vir: Osnovna geološka karta: list Kranj in list Ljubljana).

Pregled izrazov: j – Jezerski in barjanski sedimenti; d – Deluvij; al – Nanosi rek in potokov

4.1.1 Geološka zgradba Draveljske doline

Udorini Ljubljanskega polja in barja sta nastali v pliokvartarnem obdobju zaradi večfaznega tektonskega pogrezanja. S prelomi razsekano udorino Ljubljanskega polja so v pleistocenu in holocenu zapolnili rečni sedimenti. Udorino Ljubljanskega barja in Draveljske doline so v pleistocenu in holocenu zapolnili rečni in barjanski sedimenti.

Zahodni rob ravnice omejuje hriboviti svet Gradišča, V. Trate, Črnega vrha, Kuclja, Toškega čela, Stražnega vrha, Klobuka in Tičnice. Vzhodni rob ravnice omejuje hriboviti svet Rožnika. Proti severu in severovzhodu se dolina odpira proti Ljubljanskemu polju. Proti jugu je dolina odprta v smeri Ljubljanskega barja.

Geološka zgradba Draveljske doline z obrobjem je prikazana s hidrogeološko karto (slika 8). Na karti so kamnine prikazane po svoji geološki značilnosti in hidrogeološki funkciji.

Najstarejše plasti tega območja se pojavljajo na obrobem hribovju. Najstarejši so karbonski in permški skladi (C,P) peščenjaka, meljevca, skrilavca, glinastega skrilavca, kremenovega peščenjaka in kremenovega konglomerata. Nad te plasti so na zahodnem robu, pod Črnim vrhom odloženi srednje permški (P_2^2) grödenski skladi: rdeč peščenjak in alevrolit s prehodi v skrilavec in konglomerat. V osrednjem delu doline, na južnem robu Kosez nastopa grödenski peščenjak na globini 82,8 m.

Vzhodna pobočja Toškega čela gradijo plasti spodnje triasne (T_1) laporantega apnenca, dolomita in dolomita s plastmi sljudnatega skrilavca in plasti zgornje triasne (T_3^1) peščenjaka, argilita, tufita, apnenca in apnenca z rožencem. Nad temi plastmi je zahodno od Podutika odložen zgornje triasni (T_3

²⁺³) dolomit, plastovit in pasovit dolomit z redkimi vložki apnenca. Na pobočjih Strmice izdanjajo zgornje triasni in jurski (T_{3,J}) debelo skladovit apnenec, dolomitiziran apnenec z vložki dolomita.

Pestra dinamika odlaganja rečnih sedimentov se odraža v krovnih plasteh nad prodno konglomeratnim zasipom Draveljske doline, ki ga je odložila Sava v pleistocenu.

Na območju Draveljske doline, med Kosezami in Brdom nastopajo sledeče krovne plasti:

- Območje nanosov potokov z obrobja in jezerskih sedimentov (al), ki so odloženi na kamninski podlagi med Pržanom, Kamno gorico in Podutikom. Tu se nahajajo nanosi potokov z obrobja (al): pitvi glinasto peščeni zasipi z lečami in vložki slabo zaobljenega proda in grušča. Na območju med Pržanom, Kamno gorico in Podutikom je na površju tudi do 15 m debela plast gline (al). Na območju Kamne gorice nastopa pod glino dolomitni grušč z meljem. Južno in severno od Kamne gorice je pod glino zaglinjen grušč peščenjaka in skrilavega glinovca. Na območju Kamne gorice so vrhnje plasti odložene na dolomitu in apnencu, severno in južno od Kamne gorice pa na peščenjaku in skrilavem glinovcu.
- Območje nanosov potokov z obrobja, poplavno zaježitveni in jezerski sedimenti (šg-a), ki prekrivajo prodno konglomeratni zasip Save odložen v pleistocenu. Nanose sestavljajo glina, organska glina, šota, melj, pesek in zaglinjen grušč, povečini peščenjaka. Sestava nanosov se hitro menja v vodoravni in navpični smeri. Debelina teh nanosov je od 15 do 22 m. Ti nanosi so razširjeni v Draveljski dolini in dolini Glinščice. Na severu se pričnejo med Trato in Kosezami, kjer se končajo plasti mlajšega pleistocenskega savskega proda. Zahodna meja poteka približno od Trate, mimo Zapuž, Draveljske gmajne, ob zahodnem robu Koseškega Boršta, kjer poteka še okoli 1 kilometer proti jugu; tu se obrne proti vzhodu in se zaključi južno od živalskega vrta. Vzhodna meja poteka od Kosez do zahodnega obrobja Šišenskega hriba. Od tu potek proti jugu ob zahodnem vznožju Šišenskega Hriba in Rožnika do živalskega vrta. Pod glinastim pokrovom nastopa več 10 m debel prodno konglomeratni zasip reke Save.

V letu 2003 je bila na območju Kosez izvrtana vrtina OP-12 z namenom, da se na zahodnem robu Ljubljanskega polja določi struktura neprepustnih glinastih ali slabo prepustnih meljasto peščenih plasti ter pod njimi ležečih vodonosnih prodnih plasti in konglomeratov. Litološki podatki iz vrtine kažejo, da je glinasti pokrov na južnem robu Kosez debel 14m. Pod njim se nahaja peščeno prodnati in konglomeratni zasip debeline 69 m. V spodnjem delu, v debelini 27 m, je prodni zasip konglomeriran. V podlagi konglomerata, na globini 82,8 m nastopa grōdenski peščenjak.

- Območje, kjer od 5 do 20 m debela plast gline, meljne gline in melja (p-mQ₂) prekriva savski prodno konglomeratni zasip. To območje je v dolini Glinščice in sega do Rožne doline. Krovne plasti v glavnem sestavljajo glina, peščena glina, melj in šota. Ponekod so med meljem ali glino prodniki kamnin z obrobja. V dolini Glinščice je debelina teh plasti med 10 in 15 m. Pod njimi je savski prod
- Območje visoke savske terase na Brdu in Koseškem borštu (Q₁). Najstarejši prodno-konglomeratni zasip je visoka terasa na Brdu (viška visoka terasa) in Koseški boršt. Meja visoke terase na Brdu poteka na zahodu med Smodikovcem, Brdom in Vrhovci, na vzhodu med Gričem, Rožno dolino in Vičem. Na jugovzhodu sega terasa skoraj do Gradašnice. Podatki iz vrtin kažejo, da prekriva prodne in konglomeratne plasti terase 2 do 8 m debela plast gline. Pod glinastimi plastmi je savski prod z lečami konglomerata. Pri Bokalcu, na robu terase, je debelina teh plasti le 6,20 m, pri opekarni Brdo pa je bila skalna podlaga, črn skrilav glinovec, navrtana v globini 50 metrov. Vrodu visoke terase nastopajo velike količine melja in peska.

4.1.2 Viška starejša pleistocenske terasa

Obravnavano območje se nahaja na jugovzhodnem delu Viške starejše pleistocenske terase. Viško teraso sestavlja prodni nanos starejše pleistocenske starosti (staropleistocenski savski prodni zasip). Tvori ga prod in plasti konglomeratov. V primerjavi z ostalimi prodnimi zasipi ima ta zasip največji delež materiala, drobnejšega od proda, in je zaradi tega razmeroma slabše prepusten.

Med vzhodnim robom Viške terase in vznožjem Rožnika so odložene plasti gline, meljne gline in peska. To so poplavno zaježitveni nanosi potokov Pržanca in Glinščice ter deluvialne gline. Ti nanosi so debeli od 5 do 20 m in ležijo na Savskemrodu. Pod njimi se na globini približno 50 m pod površjem nahaja podlaga permokarbonske starosti.

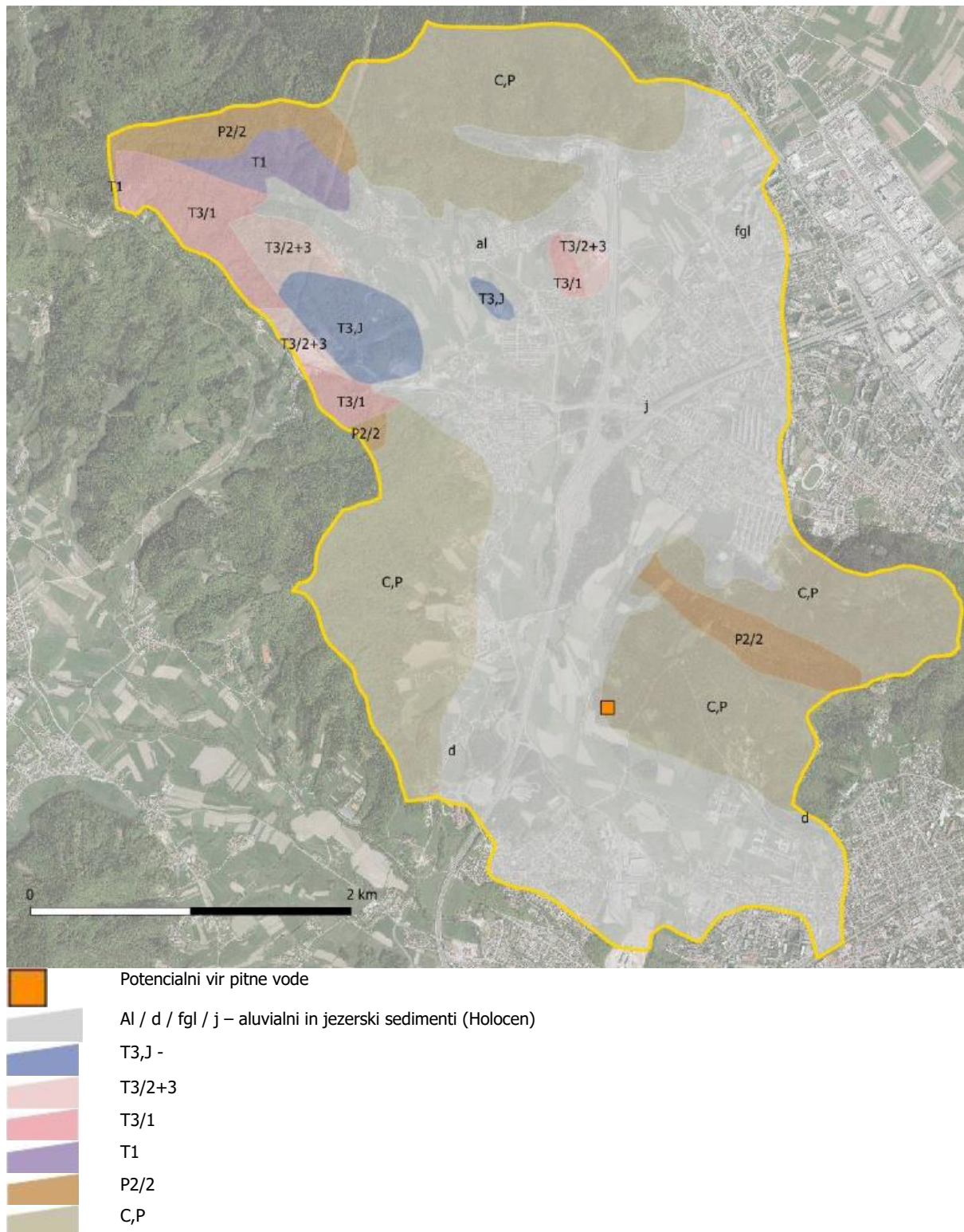
Obravnavano območje se nahaja na jugovzhodnem robu Viške starejše pleistocenske terase, na aluvialnih plasteh (prod, pesem, melj, glina) reke Save in njenih manjših pritokov. Južni rob Viške terase je hkrati tudi približna meja savskega roda na južnem območju Ljubljane. Južneje plasti že prehajajo v tipično poplavno zaježitvene nanose in naprej v tipične barjanske sedimente.

S preiskavami v tej in preteklih fazah preiskav je bilo ugotovljeno sledeče litološko zaporedje sedimentov od zgoraj navzdol: na površju so umetni nasipi ali izravnave. Debelina nasipa je od 0,4 do 1,9 m. Sestavljajo ga pretežno glinasti in meljasti prodi, pojavljajo se tudi glina, melj, pesek, grušč, odpadni gradbeni material in organski ostanki.

Pod nasipi ležijo plasti rjavo sivih do rdeče rjavih glin (CL, CH) težko gnente do trdne konsistence, ki mestoma prehajajo v glinaste in peščene melje (ML, MH) in meljaste peske (SM). Med plastmi gline so ponekod odložene posamezne leče prodnatega materiala. Te prodnate leče se bočno izklinjajo, zato je njihovo raztezanje v prostoru težko natančno opredeliti. V teh plasteh se občasno lahko razvijejo posamezni horizonti viseče podzemne vode. Debelina pretežno glinaste plasti z vložki roda znaša od 2,4 do 4,8 m, sega pa do globine 6,2 m pod površjem.

Gline so odložene na savskemrodu (GP, GM, GC), ki je srednje g gosti do zelo gosti. Debelina prodnih plasti zanaša več 10 m.

Glede na arhivske podatke in podatke iz OGK 1:100.000, list Kranj se hribinska podlaga nahaja na globini ca 50 m, tvorijo pa jo permokarbonski skrilavi meljevci, peščenjaki in konglomerati. Nivo podzemne vode je na koti od 287 do 289 m.n.v.



Slika 8: Geološka zgradba Dravelske doline (Vir: GeoZS, 2017).

4.2 GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA, KI JE LEŽI DOLVODNO OD OBRAVNAVANIH SPREMOMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA

V vplivnem območju SD ZN je vodonosnik Ljubljanskega polja.

Glede na do sedaj določene hidroizohipse in smeri toka podzemne vode je obravnavana lokacija izven vplivnega območja črpališč na Ljubljanskem barju. Z dosedanjimi hidrogeološkimi raziskavami je bilo ugotovljeno da podzemna voda iz zgornjega pleistocenskega vodonosnika iz predmetnega območja odteka proti severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem (Ljubljanska vrata) (Mencej, 1989). Podzemna voda, ki se iz vodonosnikov Ljubljanskega barja drenira skozi Ljubljanska vrata, napaja vodonosnik Ljubljanskega polja.

Karbon in perm

Karbonske in permske starosti so temno sivi skrilavi glinavec, sljudnati kremenov meljevec, kremenov peščenjak in drobnozrnat konglomerat (C,P), ki gradijo hrib Rašica in ostala pobočja od Srednjih do Spodnjih Gameljnah proti Črnučam. Karbonske in permske kamnine gradijo tudi podlago kvartarnim zasipom Ljubljanskega polja (Grad, Ferjančič, 1976). Debelina permokarbonskih skladov ni določena.

Konglomeratni in prodni zasip Ljubljanskega polja

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

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

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

- humus,
- mlajše pleistocenski prodni zasip,
- glina in glina s prodniki,
- mlajši konglomeratni zasip,
- srednji konglomeratni zasip,
- starejši konglomeratni zasip,

- predkvartarna kamninska podlaga (permokarbonski klastiti).

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

4.3 GEOLOŠKE RAZMERE NA OBRAVNAVANEM OBMOČJU

Na območju obdelave SD ZN ni bilo izvedene geoloških ali geomehanskih raziskav. Glede na navedeno podajamo podatke geomehanskih raziskav v neposredne bližine (cca 200 – 300 m južno od južnega roba sedaj obravnavanega območja).

Območje sestoji iz nanosov in naplavin pliocenske starosti, ki so nastali iz nanosov reke Save, Glinščice in Pržanca. Prodni savski zasip Viške terase je sestavljen iz proda in plasti konglomerata. Nad prodom so poplavno zaježitveni sedimenti iz glinastih, meljnih in peščenih zemljin. Neprepustna permokarbonska podlaga ob Cesti na Brdu je cca 50 m globoko.

Na podlagi geološko - geotehničnih parametrov so bile izločene tri tipične plasti temeljnih tal:

- Krovno plast sedimentov z značilno rjavo barvo, kije najbolj izrazita na neodkopanih delih območja (vrtina V-8) sestavljajo pretežno puste, peščene in mastne gline (CI, CL, CH), z glinastim in peščenim meljem (NIL, NIL) težkognetne in poltrdne, mestoma trdne konsistence. Debelina teh plasti je 4 -8 m, vsebujejo pa vložke in plasti zaglinjenega do zameljenega proda (GC, GM) debeline 0,5 -2,5 m, mestoma plasti peščenih in meljnih zemljin (SU, SM, W, NIL), v rahlem do srednje gostem stanju.
- Srednjo plast debeline do 4 m sestavljajo "modre gline", kije bila najvažnejša za eksploatacijo. To so pretežno mastne gline (CH), mestoma srednjegnetne konsistence.
- Najnižjo plast od kote cca 300 - 302 m.n.v. do raziskane globine na koti cca 287 m.n.v. sestavljajo peščeni, zameljeni in zaglinjeni prodi (GP, GM, GC) v srednje gostem do zelo gostem stanju, rjave in sive barve. Te zemljine predstavljajo prodni zasip reke Save debeline cca 50 m z visečo podtalnico, ki se preceja v glavni vodonosnik Ljubljanskega polja.

V letu 1996 je bilo v neposredni bližini sedaj obravnavanega območja izvrtanih dvanajst (12) sondažnih vrtin z oznako V-1/96 do V- 12/96. Podajamo osnovne litološke podatke za vrtini V-4/96 in V-8/96, ki se nahajata najbližje sedaj obravnavanemu območju (V-4/96 cca 300 m južno od južnega roba območja in V-8/96 cca 200 m južno od južnega roba območja):

Osnovni litološki podatki vrtine V-8/96

kota ustja vrtine 308,45

0,0 – 10,3 m: glina melj

10,3 – 13,00 m: prod (kota pojava proda: 298,15 m.n.v.)

Osnovni litološki podatki vrtine V-4/96

kota ustja vrtine 311,69

0,0 – 10,0 m: glina melj

10,0 – 15,00 m: prod (kota pojava proda: 301,69 m.n.v.)

V letu 2016 je bilo v neposredni bližini sedaj obravnavanega območja izvrtanih petnajst (15) sondažnih vrtin. Podajamo osnovne litološke podatke za vrtini V-E1-1/16, ki se nahaja najbližje sedaj obravnavanemu območju (cca 270 m južno od jugozahodnega roba območja):

Osnovni litološki podatki vrtine V-E1-1/16:

0,0 – 0,13 m: asfalt

0,13 – 0,45 m: GM-GP, sive barve, prodniki

0,45 – 0,7 m: glina s prodniki, svetlo sive barve

0,7 – 1,35 m:	pusta glina, trde do poltrdne kons., s številnimi drobc
1,35 – 2,0 m:	peščena do pusta glina, težko gnetne kons., sivkasto rjave barve
2,0 – 2,8 m:	peščen melj, težko gnetne do poltrde kons., svetlo sive barve
2,8 – 3,0 m:	peščen prod, sive barve
3,0 – 3,15 m:	zaglinjen prod, rjave barve
3,15 – 3,45 m:	peščen do zameljen prod, sive barve
3,45 – 3,65 m:	peščen do zameljen prod, oranžno rjave barve
3,65 – 6,3 m:	peščen prod, sive ponekod rjavkaste barve, prodniki 3 – 4 cm, posamezni do 6 cm
6,3 – 7,0 m:	zameljen do zaglinjen prod, rjave barve, v zelo gostem stanju, prodniki in posamezni kosi 2 – 3 cm
7,0 – 7,6 m:	peščen prod pomešan z glino, rjave barve, prodniki do 3 cm
7,6 – 8,0 m:	zaglinjen prod s prehodi v GC-GM, rjave barve, prodniki do 2 cm
8,0 – 8,9 m:	zameljen prod s prehodi v GM-GP, svetlo rjavo sive barve, prodniki in posamezni kosi do 2 cm
8,9 – 11,8 m:	zaglinjen prod, rjave barve, v srednje gostem stanju, prodniki do 2 cm, posamezni do 5 cm
11,8 – 13,6 m:	zameljen do zaglinjen prod, svetlo rjave do rjave barve, prodniki do 2 cm
13,6 – 14,0 m:	peščen prod pomešan z glino, oranžno rjave barve, v srednje gostem stanju, prodniki do 3 cm
14,0 – 19,7 m:	zaglinjen prod, sivo rjave barve, prodniki in posamezni kosi do 3 cm
19,7 – 19,85 m:	zaglinjen do zameljen prod, rjave barve, prodniki do 3 cm
19,85 – 20,0 m:	peščen do zameljen prod, rjavo sive barve
20,0 – 21,0 m:	zameljen do peščen prod, rjave barve, prodniki do 3 cm
21,0 – 21,3 m:	zaglinjen do zameljen prod, rjave barve, prodniki 2 do 3 cm
21,3 – 21,7 m:	zameljen do peščen prod, rjave barve, prodniki do 3 cm
21,7 – 22,0 m:	zameljen prod do zameljen pesek s prodniki, sivo rjave barve
22,0 – 22,7 m:	peščen prod, sivo rjave barve, prodniki do 6 cm
22,7 – 23,0 m:	zameljen do peščen prod, sivo rjave barve, prodniki do 5 cm

4.4 TEKTONSKE RAZMERE V PREDKVARTARNI PODLAGI

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

Ljubljanska kotlina 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.

4.5 SEIZMIKA

Obravnavano območje spada po Karti potresne nevarnosti v Sloveniji (MOP, 2001) s povratno dobo 475 let v območje zahodne Slovenije, kjer se upošteva projektni pospešek 0,250 g.

5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

5.1 PODZEMNE VODE

Območje obdelave v SD ZN se nahaja na območju južnega roba Draveljske doline oziroma ožje na jugovzhodnem delu Viške starejše pleistocenske terase na aluvialnih plasteh reke Save in njenih pritokov. Tip proučevanega vodonosnika uvrščamo v medzrnski aluvialni vodonosnik in sicer lokalni srednje do visoko izdatni, mestoma pa nizko izdatni vodonosnik. Režim toka podzemne vode na ožjem območju lahko opredelimo kot tok v odprtem vodonosniku, vzhodno od preučevanega območja pa prehaja v zaprti režim toka.

Bližnja površinska vodotoka sta Glinščica, ki teče cca 300 m severno od lokacije in Gradaščica, ki teče cca 1200 m južno od obravnavnega območja. V bližini območja je prisoten tudi bajer, oddaljen cca 300 m južno. Amplituda nihanja gladina vode v bajerju je znatna in vidna iz posameznih sledov akumulacije ob bregovih. Celotna površina uleknine, v kateri se nahaja obstoječi bajer ob najvišjem vodnem stanju, zajema približno 1.272 m² (Prestor J., 2016), vanj pa se zbirajo padavinske vode z bližnjega hriba. Hrib leži na vzhodni strani in ima slemenitev sever – jug ter se dviga približno 15 metrov nad bajer. Ob vznožju hriba poteka jarek, po katerem višek vode v obdobju višjih voda odteka iz bajerja in se steka v obstoječi podzemni zadrževalnik. Del padavinskih vod tako odteka v bajer in zadrževalnik, del pa se infiltrira na preostalem območju zemljišča.

5.1.1 Hidrogeološka zgradba Draveljske doline

Povzeto po:

- Železnik B.: Potencialni novi viri pitne vode za Mestno občino Ljubljana; Študija; mapa 3; Ljubljansko polje; zvezek 3.1; Geološke in hidrogeološke razmere; Hidroinženiring d.o.o. (Ljubljana, september 2005)

Kadunja Draveljske doline je po do sedaj znanih podatkih zapolnjena z več 10 m debelim prodnatim konglomeratnim zasipom, ki v jedru doline presega debelino 70 m. V zasipu nastopa medzrnska poroznost dobre vodoprepovednosti in dobre izdatnosti. Črpalni poskus izveden na vrtini OP-12/03, na južnem robu Kosez, je pokazal, da imajo peščeno prodne plasti in spodaj ležeči konglomerat zelo dobro vodoprepovednost, koeficient hidravlične prevodnosti je več kot 1×10^{-3} m/s.

Vodonosnik v prodno konglomeratnem zasipu je naravno dobro zaščiten z več m debelim, za vodo zelo slabo prepustnim do neprepustnim glinastim pokrovom. Debelina pokrova dosega 14 do 20 m.

Na območju med Pržanom, Kamno gorico in Podutikom so krovne plasti za vodo praktično neprepustne. Koeficient prepustnosti je manjši od 1×10^{-8} m/s. Nekoliko prepustnejše so plasti zaglinjega grušča in proda, ki leže pod glinastimi sedimenti. Gladina podzemne vode je blizu površine, med 0,3 do 1,5 m.

Med Trato, mimo Zapuž, Draveljske gmajne in zahodnega roba Koseškega Boršta nastopa hitro menjavanje za vodo neprepustnih in slabo prepustnih plasti. Ocenjuje se, da je koeficient hidravlične prepustnosti teh plasti manjši od 1×10^{-8} m/s.

Iz podatkov vrtin je razvidno, da sta v teh plasteh dva horizonta podzemne vode. Zgornji horizont je v globini okoli 3 m, spodnji pa v globini od 6 do 9m. Podzemna voda v vodonosniku prodno konglomeratnega zasipa je v večji globini.

Od Draveljske gmajne do Rožne doline nastopajo v krovni prodno konglomeratnega zasipa glina in meljna glina ter leče peska in melja, ki so za vodo zelo slabo prepustne do neprepustne. Ocenjuje se, da je koeficient prepustnosti manjši od 1×10^{-8} m/s.

V dolini Glinščice je podtalnica v teh plasteh blizu površine, na globini od 0,5 do 1,5 m. Pod glinastimi plastmi je nivo podzemne vode v vodonosniku prodno konglomeratnega zasipa v globini od 17 do 25 m.

Koeficient hidravlične prevodnosti sedimentov brdske terase je okoli $1,7 \times 10^{-4}$ m/s. Nivo podzemne vode je na globini okoli 17 m.

Ocena zalog podzemne vode

S piezometrom OP-12/03 je dokazano, da nastopa na zahodnem robu Ljubljanskega polja, na območju med Šišenskim hribom in Rožnikom na vzhodu in Straškim vrhom na zahodu, v Draveljski dolini, zelo perspektivna lokacija za zajem več kot 100 l/s kakovostne podzemne vode. Na osnovi dosegljivih podatkov se ocenjuje izdatnost lokacije na 100 do 200 l/s.

5.1.2 Opis hidrogeoloških razmer na obravnavanem območju

Povzeto po:

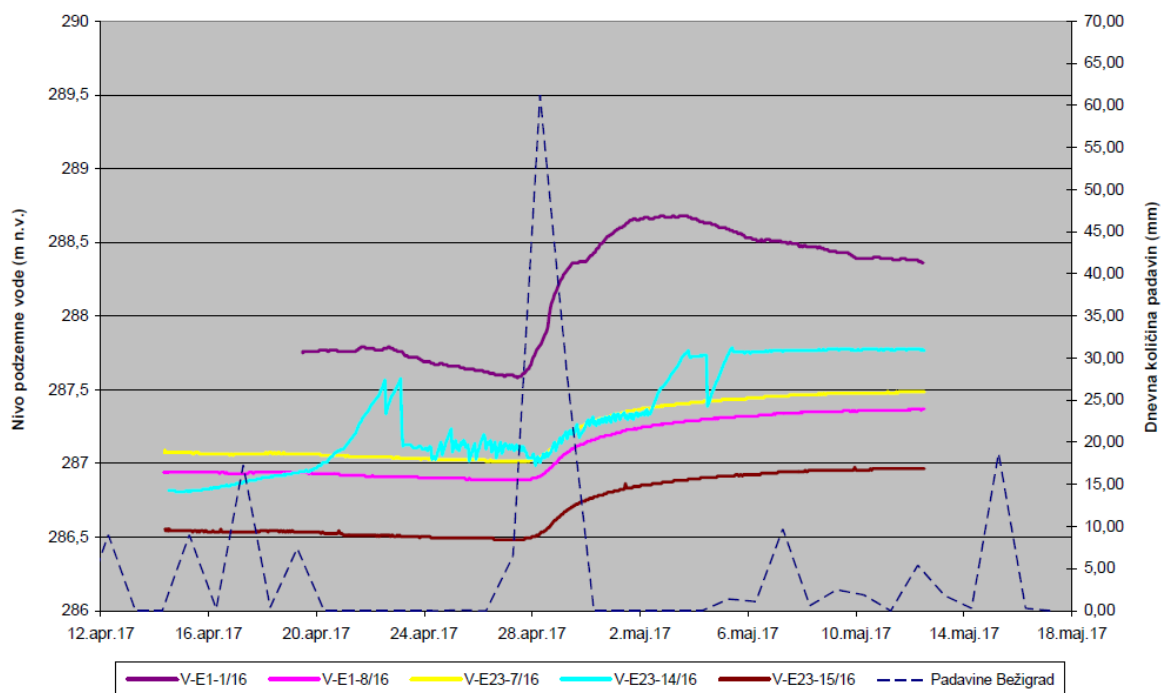
- Poročilo o geološko-geomehanskih in hidrogeoloških raziskavah za stanovanjsko sosesko Novo Brdo v območju urejanja ZN 252; št.: ic 209/17; Geoinženiring d.o.o. in IRGO Consulting d.o.o. (Ljubljana, maj 2017)
- Peček D.; Gotehnično poročilo o rezultatih raziskav in pogojih temeljenja objektov na območju urejanja VS 3/5 BRDO v Ljubljani; št.: 8311-1/05; Geoinženiring d.o.o. (Ljubljana, december 2005)

Določitev maksimalnih nivojev podzemne vode

Glede na rezultate dosedanjih meritev oktobra in novembra 2005 se nivo podtalnice pojavlja na koti 288-289 m. Glede na razpoložljive podatke nivojev podzemne vode v času izvajanja raziskav v letu 2017 je kota podzemne vode znašala od 286,9 m.n.v. do 288,5 m.n.v. Razpon nihanja podzemne vode ob pričetku letnega monitoringa je ocenjen na približno 2,5 m.

Rezultati diskretnih meritev nivojev podzemne vode, opravljenih v fazi raziskav v vrtini V-E1-1/16 287,59 (13.4.2017), 287,76 (19.4.2017) in 288,35 (12.5.2017).

Maksimalni razpon nihanja podzemne vode je bil glede na dosedanje meritve zabeležen v piezometru V-E1-1/16 in sicer 0,76 m. Odvisnost nihanja nivojev podzemne vode od padavin prikazuje spodnja slika, kjer se nakazuje vpliv dotoka podzemne vode v zasičeni coni od severozahoda proti jugovzhodu in potovanju tlačnega vala v tej smeri.



Slika 9: Prikaz nihanja nivojev v opazovanem obdobju

Natančnih ocen maksimalnih nivojev podzemne vode na ožjem območju v fazi raziskav ni bilo mogoče podati, saj z daljšimi zveznimi meritvami nivojev podzemne vode na lokacijah niso razpolagali.

Podatki o maksimalnem stanju podzemne vode so bili tako izračunani na podlagi nizov meritev nivojev iz bližjega piezometra na merilni postaji Kozarje, s katerim upravlja ARSO in ki zaradi dolgih časovnih nizov predstavlja pomembno izhodišče pri napovedovanju bodočih stanj. Od predvidene stanovanjske soseske Novo Brdo je postaja Kozarje (0300) oddaljena 2,1 km v smeri proti zahodu.

Povratne dobe maksimalnih nivojev podzemne vode so bile nato določene na podlagi sintetičnega nivograma in izračuna po logPearsonovi III porazdelitvi. Računsko določen maksimalni nivo podzemne vode glede na razpoložljive podatke iz merilne postaje Kozarje znaša za povratno dobo 5 let 290,49 m.n.v. za povratno dobo 50 let pa 290,85 m.n.v.

Smer toka podzemne vode in hidravlični gradient

Rezultati meritev nivojev podzemne vode dne 14.4.2017, kažejo na razmeroma enovito hitrost toka podzemne vode. Glede na daljše sušno obdobje se predvideva, da so nivoji podzemne vode in dobljen hidravlični gradient, ki znaša od 0,0021 do 0,0036, merodajni za nizko vodno stanje. V odvisnosti od vodostajev je sicer pričakovati, da se bo smer toka podzemne vode nekoliko spreminjala.

Generalna smer toka podzemne vode

Smer toka podzemne vode je na ožji lokaciji raziskovanega območja generalno usmerjena v smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Z obširnimi hidrogeološkimi raziskavami (Mencej, 1989) je bilo ugotovljeno, da podzemna teče proti vzhodu pod Rožnikom in odteka severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem, kjer se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu. Glede na do sedaj določene hidroizohipse in smeri toka podzemne vode je obravnavana lokacija izven vplivnega območja črpališč na Ljubljanskem barju in Ljubljanskem polju (priloga 1).

Koeficient prepustnosti

Prepustnost plasti gline, ki se nahaja pod umetnim nasipom, znaša od $3,2 \times 10^{-11}$ m/s do $2,3 \times 10^{-10}$ m/s. Večja prepustnost $6,7 \times 10^{-6}$ m/s je bila izmerjena le v vrtini V-E1-2/16, ki je drugačne sestave, kar kaže na prostorsko heterogenost ločilne plasti.

Hidravlična prepustnost nezasičene cone znaša od $6,4 \times 10^{-6}$ m/s do $3,2 \times 10^{-4}$ m/s. Količina drobne frakcije v prodih se na majhni razdalji zelo spreminja, tako zaradi heterogenosti območja dobimo razpon prepustnosti preko dveh velikostnih redov.

V piezometrih so bili izvedeni črpalni poizkusi zasičene cone, s katerimi so bile ugotovljene prepustnosti reda velikosti $1,4 \times 10^{-3}$ m/s in $8,1 \times 10^{-3}$ m/s.

Hitrost toka podzemne vode

Izračunana povprečna hitrost toka podzemne vode (v) je sorazmerno visoka in znaša po enačbi:

$$v = k \times i / n_e$$

ca 0,43 m/h, kar je 10,32 m/dan. V izračunu smo upoštevali sledeče vrednosti: $K = 4 \times 10^{-3}$ m/s, $n_e = 0,1$ in hidravlični gradient $i_{\min.} = 2,1\text{‰}$ oz. $i_{\max.} = 3,6\text{‰}$.

Pojavi viseče podzemne vode med vrtnjem

Površina ločilne plasti med nasutjem in glinastimi plastmi, na kateri so bili med vrtnjem zabeleženi pojavi viseče podzemne vode, ni ravna, temveč je na več mestih poglobljena. Same zaporne plasti, ki nastopajo na celotnem območju, tvorijo slabo do zelo slabo prepustni sedimenti, ki ovirajo vertikalno napajanje vodonosnika iz padavin in usmerjajo tok v smeri padca plasti. Generalna smer vpada površine glinene plasti je proti jugu, kar nakazuje tudi smer odtoka viseče podzemne vode.

Med vrtnimi deli je bila ugotovljena prisotnost viseče podzemne vode nad ločilno glineno plastjo. Na stiku med umetnim nasutjem in glinenimi plastmi se namreč pojavlja ponikla meteorna voda, ki se lahko začasno zadrži v poglobljenih kotanjah glinenih plasti. Debelina plasti gline in peščeno meljastih glin variira približno od 2 do 5 metrov. Ločilna plast gline se pojavlja na celotnem območju raziskav nad koto približno 299,5 m nadmorske višine.

5.1.3 Hidrogeološke značilnosti vodonosnika, ki je leži dolvodno od obravnavane lokacije

Območje obdelave SD ZN je locirano na območju vodonosnika Ljubljanskega barja; podzemna voda Ljubljanskega barja delno napaja tudi vodonosnik Ljubljanskega polja.

Hidrogeološka zgradba vodonosnika Ljubljanskega polja

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

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

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

Globina vodonosnika

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

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

Globina do podzemne vode

Iz hidrogeološke karte je razvidno, da se podzemna voda na visoki terasi pri Vižmarjih nahaja v globini preko 30 m. Na ozemlju med Šentvidom in kamniško progo je 25 do 30 m globoko, med Bežigradom, glavno železniško postajo in Ježico pa je v globini med 20 in 25 m.

V Mostah in Savskem naselju se podzemna voda nahaja 15 do 20 m globoko. Na širokem območju od Tomačevega preko vodarne Hrastje do Novega Polja ter od Toplarne v Mostah do Polja najdemo podzemno vodo 10 do 15 m globoko.

Na nizki terasi, ki poteka v 0.5 do 2 km širokem pasu vzdolž desnega brega Save od Broda preko Roj, Tomačevega in Šmartnega, je podzemna voda bližje površini. Približno na odseku Brod-Roje je podzemna voda v globini 12 do 20 m, med Ježico in Zadobrovo med 5 in 10 m, itn.

Tudi na levem bregu Save na Jarškem Brodu je gladina podzemne vode v globini 5 do 10 m.

Koeficient prepustnosti v kvartarnih sedimentih

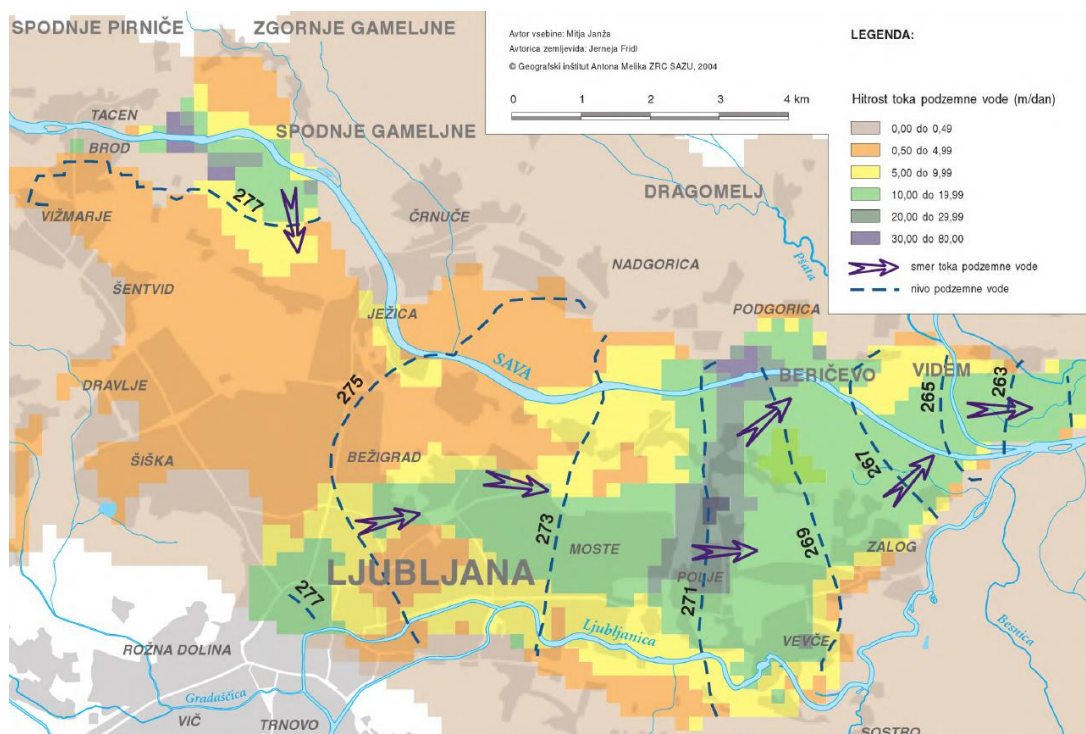
Vrednost koeficienta prepustnosti je bila določena na podlagi številnih rezultatov črpalnih poskusov v vrtinah. Ugotovljeno je bilo, da je prepustnost kvartarnih sedimentov Ljubljanskega polja zaradi heterogene sestave vodonosnika različna tako v vodoravni kot v navpični smeri. V splošnem je prepustnost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

Smer toka in hitrost pretakanja podzemne vode

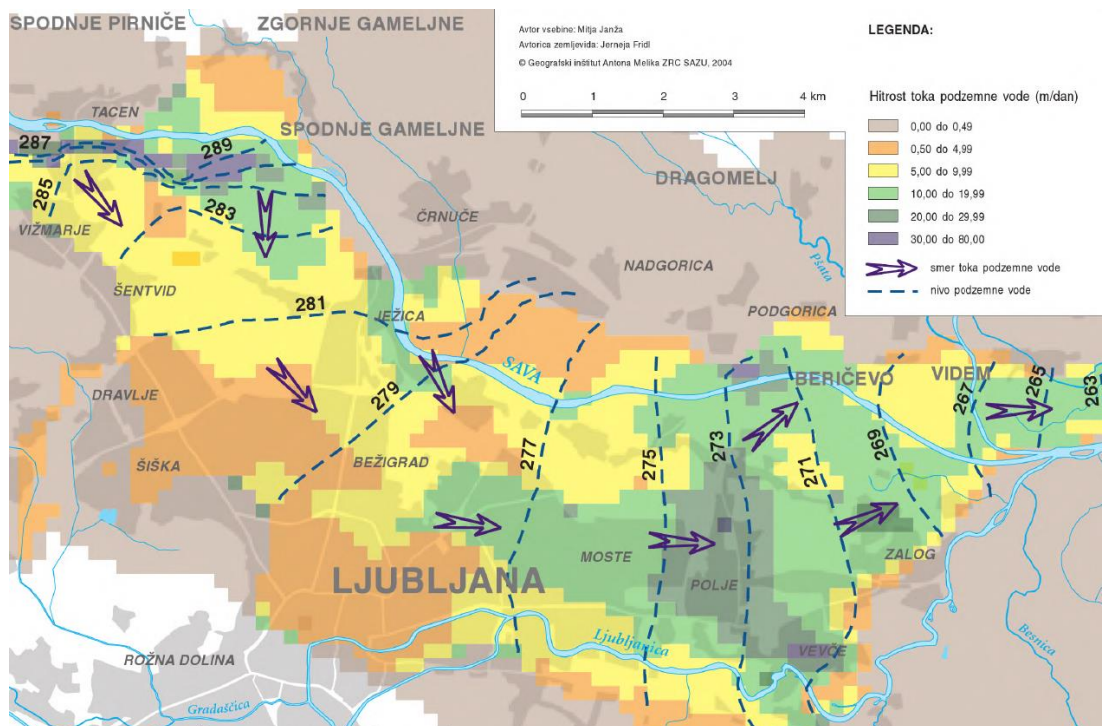
Generalna smer podtalnice na celotnem Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu vzporedno z reko Savo, to je od Broda skozi Kleče, Bežigrad, Tomačevo in Jarše. Od tukaj gre južni krak proti Slapam, Kašlju in Zalogu, severni krak pa skozi Hrastje, Sneberje in Šentjakob.

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 10: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005)



Slika 11: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005)

5.2 POVRŠINSKE VODE

Najbližja vodotoka sta:

- reka Glinščica, ki teče cca 280 m severno od severnega roba predmetnega območja,
- potok Pržanec; sotočje slednjega in Glinščice je cca 650 m severno od severnega roba predmetnega območja.

Skozi obravnavano območje teče v smeri vzhod-zahod potok Glinščica. Glinščica je levi pritok Gradaščice s padavinskim prispevnim območjem okoli 17,4 km². Prispevno območje med Guncljami, železnico in orografsko razvodnico med porečjem Glinščice in Save je preko kanalizacijskega omrežja »priključeno« na porečje Glinščice.

Glinščica izvira v strnjnem gozdu izpod Toškega čela severovzhodno od Ljubljane. Vse do naselja Podutik je struga potoka dokaj naravna, skozi naselje pa je vodotok reguliran z betonsko utrditvijo brez obrežne vegetacije. Do sotočja s Pržancem je njegova struga, kljub regulaciji, zopet bolj naravna in obrasla. V zadnjem delu toka skozi Rožno dolino pod Rožnikom do sotočja z Gradaščico je potok brez obrežne vegetacije, povsem reguliran z betonsko utrditvijo (betonske plošče) brežin in dna struge.

Potok Pržanec izvira v Pržanu, teče mimo Kosez in vzdolžno preči Draveljsko dolino. Izliva v potok Glinščica, ki se nato izliva v Gradaščico. V Pržanec se pri Koseškem bajerju izliva potok Mostec, ki izvira na ljubljanskem Rožniku.

Vodne količine

Visoke vode posameznih pogostosti v različnih prerezih Glinščice so bile določene v študiji: C-681 Glinščica-Pržanec, VGI Ljubljana, maj 1999. V skladu z »Uredbo o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja« je bilo potrebno določiti tudi poplavne razmere v primeru nastopa visokih vod 500-letne pogostosti. Pretok s 500-letno povratno dobo je izračunan na podlagi 2. člena

»Pravilnika o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti«, kjer se za povodja manjša od 100 km² določi $Q_{500} = 1,4 \times Q_{100}$. Visoke vode Glinščice na obravnavanem odseku pri sedanjih razmerah so prikazane v spodnji tabeli.

Tabela 1: Pretoki Glinščice in Pržanca

Območje	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Glinščica do sotočja s Pržancem	6,3	9,1	12,1	16,2	19,3	27
Pržanec do sotočja z Glinščico	5,1	7,4	10,2	14,9	19,2	26,8
Glinščica na Brdnikovi ulici	11,5	15,5	20,9	30	38	53,2
Jamnikarjeva ulica	12,8	16,5	21	30	38	53,2
Glinščica do sotočja s Gradaščico	14,2	18,5	22,2	31	39	54,6

5.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI

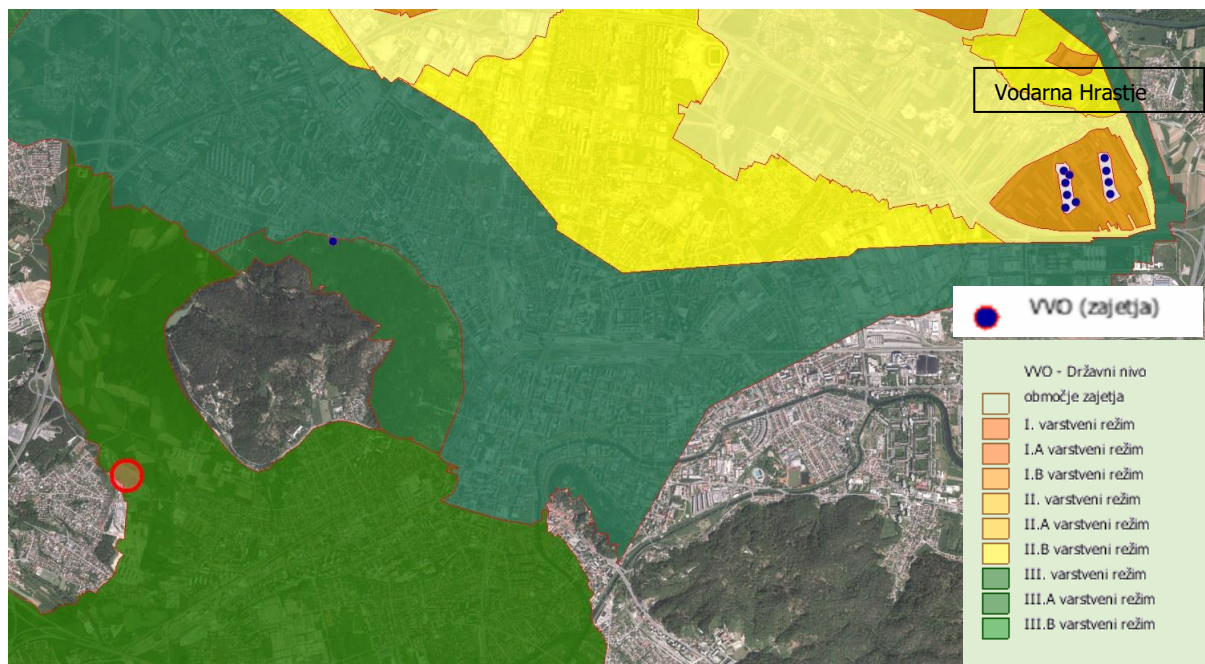
5.3.1 Vodovarstvena območja

Vodovarstvena območja so bila sprejeta z *Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)*. Ta uredba določa vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (v nadaljnjem besedilu: vodovarstveno območje), ki se uporablja za oskrbo prebivalstva s pitno vodo in se nahaja na območju občin Brezovica, Bloke, Borovnica, Cerknica, Grosuplje, Horjul, Dobrova-Polhov Gradec, Logatec, Ig, Log - Dragomer, Mestna občina Ljubljana, Škofljica, Velike Lašče in Vrhnika, ter vodovarstveni režim in roke, v katerih morajo lastniki ali drugi posestniki nepremičnin na tem območju svoje delovanje prilagoditi določbam te uredbe.

Vodovarstvena območja so bila razdeljena na:

- območja zajetij z oznako "0".
- najožja območja z oznako "VVO I",
- ožja območja z oznako "VVO II".
- širša območja z oznako "VVO III";

Obravnavana lokacija je po *Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane* uvrščena v širše vodovarstveno območje z oznako "VVO III".



Slika 12: Vodovarstvena območja – širše območje predmetnega območja. Vir: Atlas okolja, september 2019);

5.3.2 Vodni viri

Oskrba z vodo mesta Ljubljane temelji na dveh glavnih telesih podzemne vode, to je na vodonosniku Ljubljanskega polja in vodonosnem sistemu Ljubljanskega Barja.

Lokacija območja obdelave SD ZN je izven vplivnih območij črpališč na Ljubljanskem barju. Podzemna voda iz zgornjega pleistocenskega vodonosnika iz obravnavanega območja odteka proti severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem in se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu. Smer toka te podzemne vode je izven vseh vplivnih območij črpališč pitne vode na Ljubljanskem polju. Ne glede na navedeno v nadaljevanju podajamo podatke o najbližjem (glede na tok podzemne vode) velikem viru pitne vode t.j. vodarna Hrastje.

Vodarna Hrastje

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

Vodarna Hrastje je oddaljena cca 8,4 km severovzhodno. Globina vodnjakov v Hrastjah je od 40,5 do 52,5 m. Kamninska podlaga je na območju vodarne v globini okoli 60 do 70 m, debelina omočenega dela vodonosnika pa je okoli 50 m. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne Hrastje od 2×10^{-2} m/s do $8,6 \times 10^{-3}$ m/s (Mencej, 1995).

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

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

5.3.3 Kakovost podzemne vode

LJUBLJANSKO POLJE

S hidrogeološkimi raziskavami (Mencej, 1989) je bilo ugotovljeno da podzemna voda iz zgornjega pleistocenskega vodonosnika iz obravnavanega območja odteka proti severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem in se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu. Smer toka te podzemne vode, ki priteče na Ljubljansko polje je izven vseh vplivnih območij črpališč pitne vode na Ljubljanskem polju.

Vodarna Hrastje – merilno mesto Hrastje 1A

V letu 2016 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura vode, $T_v = 13,1$ in $12,9^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7,4$ in električna prevodnost, $K = 571$ in $567 \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitratov 19 in $20 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ in ne presega vrednosti $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$;
- prisotnost pesticidov ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljata parametra atrazin ($0,044$ in $0,056 \mu\text{g/l}$) in desetil-atrazin ($0,045$ in $0,055 \mu\text{g/l}$).

prisotnost lahkih organskih snovi ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljajo parametri triklorometan ($0,17 \mu\text{g/l}$), 1,1,2,2-tetrakloroeten ($0,39$ in $0,47 \mu\text{g/l}$) in trikloroeten ($0,37$ in $0,33 \mu\text{g/l}$).

Navje - limnigraf

Limnigraf Navje ne predstavlja vira pitne vode.

Na podlagi opravljenih preiskav za leto 2016 (2 meritvi) je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode: temperatura $13,9$ oz. $12,2^\circ\text{C}$; pH $7,3$ oz. $7,4$; električna prevodnost 570 oz. $514 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 30% ;
- vrednost nitratov: $6,2 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ in ne presega vrednosti $50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$,
- vsebnosti pesticidov v okviru meritev niso ugotovili,
- vsebnost lahko hlapnih halogenih organskih spojin je v okviru meritev v letu 2014 pod mejo določanja uporabljene analitske metode z izjemo parametrov: cis-1,2-dikloroeten ($0,73$ oz. $0,8 \mu\text{g/l}$), 1,1,2,2-tetrakloroeten ($0,62$ oz. $0,62 \mu\text{g/l}$) in trikloroeten ($0,17$ oz. $0,14 \mu\text{g/l}$).

6. POGOJI UREJANJA PROSTORA IN POSEGOV V PROSTOR

6.1 PROSTORSKI AKTI

Namenska raba prostora

Območje SD ZN se ureja na podlagi določil Občinskega prostorskega načrta MOL – izvedbeni del (Uradni list RS, št. 78/10 in spremembe, v nadaljnjem besedilu: OPN MOL ID), kjer se podaljšuje veljavnost Zazidalnega načrta za severni del območja urejanja VP 3/2 – Brdo (Odlok o zazidalni načrt za severni del območja urejanja VP 3/2 – Brdo (Uradni list RS, št. 18/02, 64/05, 100/07, 78/10, 63/12, 24/15, 42/18 in 71/18).

Območje obravnave obsega enoto urejanja prostora (v nadaljevanju EUP) RD-488 z namensko rabo IG - gospodarske cone. To so območja namenjena tehnološkimi parkom, proizvodnim dejavnostim z industrijskimi stavbami in skladišči ter s spremljajočimi stavbami za storitvene dejavnosti.

V območju obravnave poteka lokalna zbirna cesta Pot za Brdom, ki je opredeljena kot EUP RD-230 z namensko rabo PC - površine pomembnejših cest.

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

Po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13) se predmetna lokacije nahaja:

- v širšem vodovarstvenem območju z oznako VVO III.

Tabela 2: Prepovedi, omejitve in pogoji za VVO III

CC. Si		NESTANOVANJSKE STAVBE ³ ; OBJEKTI PROMETNE INFRASTRUKTURE ³ ; DRUGI GRADBENO INŽENIRSKI OBJEKTI ³	VVO III
121	1	Gostinske stavbe	+
122	2	Upravne in pisarniške stavbe	+
12301	3	Trgovske stavbe	+
12302	4	Sejemske dvorane, razstavišča	+
12304	6	Stavbe za druge storitvene dejavnosti	pd
1242	8	Garažne stavbe	pd
1252	10a	Silos in skladišča nenevarnih snovi	+
1263	13	Stavbe za izobraževanje in znanstveno-raziskovalno delo	+
1265	15	Športne dvorane	+
22231	10c	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, in je pred iztokom zagotovljena obdelava padavinske odpadne vode v lovilniku olj	pd ²⁴
	10d	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje odpadne vode, če gre za neposredno odvajanje v površinsko vodo v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	pd ²⁸
	10e	Iztok ali iztočni objekt za odvajanje padavinske odpadne vode s streh objektov, če gre za posredno odvajanje v podzemne oziroma neposredno v površinske vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	+ ²⁸

24205	7	Parkirišča	pd ²
-------	---	------------	-----------------

CC. Si		IZVAJANJE GRADBENIH DEL	VVO III
	1	Gradbišče v skladu s predpisi, ki urejajo gradnjo objektov, na zemljišču s površino, večjo od 1 hektarja	pd
	2	Parkirišče na gradbišču za delovne stroje in naprave (brez vzdrževanja vozil in strojev)	+
	3	Prostor za vzdrževanje vozil in strojev ali začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva	+
	4	Sanitarije na gradbišču	..11
	5	Začasna skladišča na gradbišču za betonske elemente	+
	6	Oskrba strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva)	+
	7	Izkopi na gradbišču	pd ^{3,6}
	17	Vgradnja betonskih in lesenih pilotov s suhim vrtanjem, izkopom ali zabijanjem	pd
	18	Vgradnja pilotov z vrtanjem z izplako	pd
	19	Vgradnja pilotov s cementacijo v vrtini	+

+ pomeni, da je poseg v okolje dovoljen.

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

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

³Objekte ali naprave na širšem vodovarstvenem območju je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10%, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje, ob pogoju, da se izvede analiza tveganja za količinsko in kakovostno stanje podzemne vode. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje.

⁶ Izkopi na širšem vodovarstvenem območju so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen v primerih, kadar je izjemoma dovoljena gradnja iz opombe 3 te priloge.

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

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

²⁸Cevovod, po katerem se očiščena odpadna voda odvaža v vodotok, mora biti izveden tako, da je preprečeno ponikanje v podzemno vodo ali zajetje.

Opomba: ta analiza tveganja je izdelana z namenom ocene sprejemljivosti objektov (in dejavnosti, ki se bodo v njih odvijale) v okviru predmetnega ZN.

7. OPIS SD ZN

Opis SD ZN je povzet po:

- IZHODIŠČA ZA PRIPRAVO SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA ZA SEVERNI DEL OBMOČJA UREJANJA VP3/2 BRDO. LUZ d.d., Ljubljana (september 2019)

Opomba: Iz navedeni dokumentov so povzeti le podatki relevantni za pripravo tega elaborata.

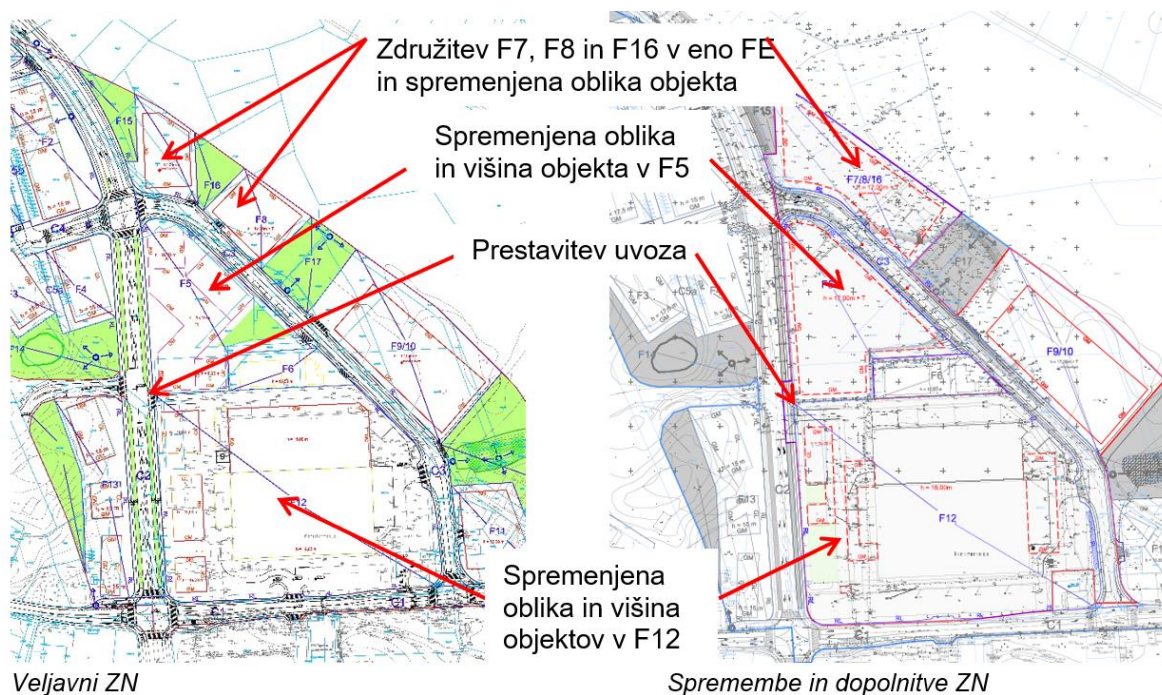
7.1 NAMEN IN RAZLOGI ZA PRIPRAVO ZN

Podane so investicijske pobude podjetij GEN-I d.o.o., Kemofarmacija d.d., Tehnološki park Ljubljana d.o.o. in FMR d.o.o., za razvoj in krepitev obstoječih poslovnih dejavnosti v območju.

Zaradi novih rešitev je treba spremeniti nekatera določila veljavnega ZN za posamezne funkcionalne enote, pri čemer se celovita urbanistična zasnova območja, ohranja. Predmet sprememb in dopolnitev ZN se nanaša na prostorske enote: F5, F7, F8, F9/10, F12 in F16, ter C1-del in C3, ki sta namenjeni prometni infrastrukturi. Spremeni se tudi razdelitev funkcionalčnih enot (poglavje 3).

Predlagane so naslednje spremembe:

- v območju funkcionalnih enot F7, F8, F15 in F16 se umesti **poslovni objekt imenovan »Razvojni center energetske prihodnosti«** s pripadajočimi ureditvami. Območje funkcionalne enote F 15 se ohranja kot pripadajoča zelena površina ob objektu.
- v funkcionalni enoti F5, ki predstavlja osrednji javni prostor tehnološkega parka se umesti **večnamenski objekt, namenjen poslovnim, trgovskim, gostinskim, servisnim, športnorekreacijskim dejavnostim in izobraževanju** (konferenčni center) ter spremljajočim terciarnim (gostinstvo) in kvartarnim (izobraževanje, šport) dejavnostim, pri čemer se dopusti sprememba gabaritov objekta (oblika in višine) in redifiniranje zelenih površin (površina predpisana z ZN se ohranja),
- v funkcionalni enoti F12 se dopusti **manjše širitve obstoječe dejavnosti**, omogoči energetske učinkovito prenovo objektov in ureditev prometno logističnih površin,
- v funkcionalni enoti F9/10 se dopusti **povezavo med seboj ločenih objektov v vseh etažah**,
- v vseh funkcionalnih enotah se dopusti namestitev sončnega zbiralnika ali sončnih celic (fotovoltaika) na strehah in na fasadah objektov,
- redefinira se etpnost in obveze, kot predpogoj za izvedbo posameznih posegov,
- skladno z novimi programi in kapacitetami se uskladi rešitve priključevanja območja na gospodarski javno infrastrukturo.



Slika 13: SD ZN, prikaz sprememb in dopolnitev

S predlaganimi spremembami se ne spreminja konceptualna urbanistična zasnova Tehnološkega parka Ljubljana, temveč gre za spremembe zaradi krepitve obstoječih poslovnih dejavnosti, dopolnitev z novimi sodobnimi poslovnimi in večnamenskimi dejavnostmi skladnimi s konceptom Tehnološkega parka. Omogoči se sodobno in skladno oblikovanje z namenom enotne podobe območja. S spremembami se omogoči izvedba energetsko učinkovitih rešitev. Obstoječa in načrtovana javna prometna infrastruktura se ne spreminja, spreminjajo se le posamezni dostopi/uvozi in navezave na javno omrežje.

7.2 OBMOČJE SD ZN

Območje grafičnih sprememb in dopolnitev zazidalnega načrta (v nadaljnjem besedilu: SD ZN) meri cca. **56.889 m²**.



Slika 14: Območje ZN za severni del območja urejanja VP3/2 Brdo (Uradni list RS, št. 18/02, 64/05, 100/07, 78/10, 63/12, 24/15, 42/18 in 71/18) (modro) in prikazom območja sprememb in dopolnitev ZN (rdeče);

7.3 OBSTOJEČE STANJE

Območje obravnave leži v ČS Rožna dolina in obsega zemljišče v severo-vzhodnem delu Tehnološkega parka Ljubljana. Tehnološki park Ljubljana leži neposredno ob cesti Pot za Brdom in obsega zemljišče, ki na severovzhodu meji na kmetijska zemljišča, ki segajo do krajinskega parka Rožnik, Šišenski hrib in Tivoli, na jugu meji na Cesto na Brdo in na zahodu na stanovanjsko območje Brdo. Osrednja prometna os Tehnološkega parka je Pot za Brdom, ki se na severu navezuje na priključek na zahodno AC, na jugu pa na Pot rdečega križa, ki prečka železnico in se priključuje na mestno vpadnico Tržaško cesto.

7.4 PROSTORSKA ZASNOVA

Območje obravnave obsega enoto urejanja prostora RD-488, ki je namenjena poslovni dejavnosti, tehnološkemu podjetništvu (podjetja z visoko tehnologijo in razvojem visoko specializiranih znanj), spremljajočim centralnim in uslužnostnim dejavnostim, prometni in energetski infrastrukturi ter ureditvi parkovnih površin.

Kljub temu, da so v skladu z OPN v gospodarskih conah (IG) predvidene tudi dejavnosti kot so 12510 Industrijske stavbe, 12520 Rezervoarji, silosi in skladišča, 12303 Bencinski servisi, 21301 Letališke steze in ploščadi in zbirni centri za odpadke, spremembe ZN na območju obravnave ne predvidevajo novih tovrstnih dejavnosti. Predvidena je le manjše širitve obstoječe dejavnosti Kemofarmacije d.o.o., ki jo lahko uvrstimo med proizvodno oz. skladiščno dejavnost.

Predvidena je sprememba razdelitve na 22 funkcionalnih enot in sicer je enajst predvidenih za pozidavo (F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7/816, F9/10, F11, F12, F13), pet je namenjenih skupnim parkovnim površinam (F14, F15, F17, F18, F19), šest je namenjenih ureditvi cestne infrastrukture (C1, C2, C3, C4, C5a, C5b). Funkcionalne enote F 8, 16 in 7 se združijo v F7/816.

Funkcionalne enote F1, 2, 3, 4, 5, 6, 7/8/16, 9/10, 11, 12, 13 so stavbna zemljišča, ki jih sestavlja ena ali več gradbenih parcel.

7.5 OPIS UREDITEV PO FUNKCIONALNIH ENOTAH

7.5.1 FUNKCIONALNE ENOTE F7/8/16 in F15 in (investicijska pobuda Gen-I)

V območju funkcionalnih enot F7, F8, F15 in F16 se umesti poslovni objekt imenovan »**Razvojni center energetske prihodnosti**«. Območje funkcionalne enote F 15 se ohranja kot pripadajoča zelena površina objektu.

V objektu je predviden naslednji program: **pisarne, servisni prostori, tehnološki prostori, javni program v pritličju**. Objekt bo v celoti podkleten (garaža za parkiranje). Na objektu se dopusti umestitev fotovoltaike.

Uvoz do objekta se uredi s prometnih površin v funkcionalni enoti C3 (Za opekarno). V sklopu ureditve se predvidi možnost navezave na povezovalno pot v smeri fakultet in Večne poti.

Dopustna višina objekta je 17,00 m, pri čemer je na strehi objekta dopustno izvesti terasno etažo.

Namembnost

Program v objektu bo poslovno izobraževalni za potrebe opravljanja dejavnosti GEN-I, vključno s programi kot npr. prostori za dnevno varstvo otrok, restavracija s kuhinjo, prodajni prostori, razstavnimi saloni, ipd..

Predvidene BTP v F7/8/16 in F15 po realizirani spremembi ZN

Pisarne	5.760 m ²
Ostali pisarniški prostori	930 m ²
Servisni prostori	2.145 m ²
Tehnološki prostori	872 m ²
Pritličje z odprtimi programi	1.430 m ²
SKUPAJ OBJEKT (nadzemni del)	11.137 m ²
Garaža	4.000 m ²
SKUPAJ OBJEKT (nadzemni del + podzemni del)	15.137 m²

7.5.2 FUNKCIONALNA ENOTA F5 - (investicijska pobuda Tehnološki park Ljubljana)

V funkcionalni enoti F5, ki predstavlja **osrednji javni prostor tehnološkega parka** se umesti večnamenski objekt, namenjen poslovnim, trgovskim, gostinskim, servisnim, športnorekreacijskim dejavnostim in izobraževanju (konferenčni center). Dopustno je umestiti terciarne (gostinstvo) in kvartarne (izobraževanje, šport) programe, vendar kot del interne ponudbe podjetja. Predvidena namenbnost objekta se ohranja dopusti pa se sprememba gabaritov objekta, pri čemer se upoštevajo

odmikov od regulacijskih linij cest in parcelnih mej, skladno s splošnimi določili Odloka o OPN MOL ID (5,0 m). Objekt bo v celoti podkleten.

Dopustna višina objekta je do 22,00 m.

V F5 je treba umestiti najmanj 720 m² zelenih površin na raščenem terenu.

Uvoz do objekta se uredi s prometnih površin v funkcionalni enoti C3 (Za opekarno).

Predvidene BTP v F5 po realizirani spremembi ZN:

Fitnes	478 m ²
Gostinstvo	967 m ²
Trgovina in storitve	1.326 m ²
Pisarne	16.638 m ²
Sanitarije in komunikacije	1.402 m ²
SKUPAJ OBJEKT (nadzemni del)	19.811 m²
Garaža	8.585 m ²
SKUPAJ OBJEKT (nadzemni del + podzemni del)	28.396 m²

7.5.3 FUNKCIONALNA ENOTA F12 – (investicijska pobuda Kemofarmacija)

Območje funkcionalne enote F12 je namenjeno logistično-distribucijske dejavnosti. Obstoječi glavni objekt se ohranja, dopusti se manjše širitve na vzhodni in zahodni strani objekta. Objekt bo namenjen logistični in distribucijski dejavnosti. Na strehi objekta se dopusti umestitev fotovoltaike.

Ob Poti za Brdom se predvidi umestitev dveh objektov namenjenih skladiščno poslovnim dejavnostim. Objekta se lahko povežeta. Med objektoma se uredi odprte zelene površine.

Uvoz do glavnega objekta se uredi s prometnih površin v funkcionalni enoti C3 (Za opekarno). Izvoz iz območja se predvidi prek obstoječega priključka na Cesti na Brdu. Uredi se nov priključek - izvoz na Pot za Brdom, ki je že predviden v ZN, pri čemer se priključek pomakne proti jugu. Dopusti se postavitve kolesarnic.

Predvidene BTP novih objektov v F12 po realizirani spremembi ZN:

Skladišča	1.297 m ²
Skladišča in poslovna dejavnost	do 934 m ²
SKUPAJ OBJEKT:	do 2.231 m²

7.5.4 FUNKCIONALNA ENOTA F9/10 – (investicijska pobuda FMR)

Novo načrtovani objekt, ki je že predviden v veljavnem ZN bo povezoval več različnih vsebin in dejavnosti, zato se urediti skupni glavni vhod v objekt, v katerem se bodo umestile povezovalne dejavnosti (repcija, hall, dvorana, restavracija, kavarna itd.).

V funkcionalni enoti 9/10 se dopusti, da so objekti načrtovani znotraj GM, lahko povezni v vseh etažah nad pritličjem, pri čemer se ohranjajo cezura (transparentnost) in pogledi proti odprti krajini.

BTP z ZN že predvidenega objekta se s dopuščenimi povezavami praktično ne povečuje.

7.6 KOMUNALNA IN ENERGETSKA OPREMLJENOST

S SD ZN se v splošnem ohranja obstoječa zasnova okoljske, energetske in elektronsko komunikacijske gospodarske javne infrastrukture iz veljavnega ZN. Zaradi spremenjenih velikosti in zmogljivosti načrtovanih stavb na območju SD ZN je treba v fazi izdelave osnutka SD ZN preveriti kapacitivno ustreznost načrtovane (in delno že izvedene) okoljske, energetske in elektronsko komunikacijske infrastrukture iz veljavnega ZN.

Kanalizacija

V območju urejanja je kanalizacija izvedena v ločenem sistemu.

Odpadne komunalne vode iz z ZN predvidenih objektov se bodo pod pogoji upravljalca (JP VOKA SNAGA) priključile na obstoječ kanalizacijski sistem.

Padavinske vode

Odvajanje padavinskih voda z objektov in utrjenih površin je treba urediti s ponikanjem oziroma zbiranjem voda za ponovno uporabo na tak način, da se v čim večji možni meri zmanjša odtok padavinskih voda z utrjenih površin v javni kanalizacijski sistem ali površinski odvodnik. Ponikanje padavinske vode z objekta in utrjenih površin je treba urediti na raščenem (nepozidanem) terenu zemljišča, namenjenega gradnji.

V fazi osnutka SD ZN je treba računsko preveriti načrtovan odtok padavinske odpadne vode iz območja SD ZN. V primeru, če se bo odtok padavinske vode iz območja SD ZN povečal predviden odtok padavinske odpadne vode iz hidrološko hidravlične študije za to območje, bo treba dodatno količino padavinske vode zadržati ali ponovno uporabiti na gradbeni parceli načrtovanih stavb.

Nastajanje industrijskih odpadnih vod glede na dejavnosti v predvidenih ni predvideno.

Vodovod

Oskrba z vodo je predvidena z navezavo na obstoječ vodovodi sistem. Predpogoj za možnost priključitve načrtovanih stavb na območju SD ZN na vodovodno omrežje je izvedba rekonstrukcije obstoječega vodovodnega omrežja na širšem območju Brda (v Cesti na Brdo od Celarčeve ulice do vodohrana Brdo), katere izvedba je v pristojnosti MOL.

Objekti bodo priključeni na javno vodovodno omrežje, skladno s pogoji upravljalca (JP VOKA SNAGA).

Ogrevanje

Če se objekti ogrevajo z energenti, ki so po predpisu o prioritetni uporabi energentov za ogrevanje na območju Mestne občine Ljubljana (Odlok o prioritetni uporabi energentov za ogrevanje na območju Mestne občine Ljubljana, Uradni list RS, št. 41/16) po vrstnem redu pred plinovodnim ogrevanjem, obveznost priključevanja na vročevodno omrežje ne velja oziroma velja samo za del, ki ni zagotovljen iz teh energentov. Po trenutno veljavnem predpisu so po vrstnem redu pred zagotavljanjem toplote iz plinovodnega omrežja načini pridobivanja toplote iz sončnega obsevanja, iz odpadne toplote z rekuperacijo toplote ali iz plinaste biomase, iz vročevodnega omrežja ali iz geotermalne in hidrotermalne energije s toplotnimi črpalkami.

Glede na priključke na območju, je možno predvideti, da se bodo objekti ogrevali na zemeljski plin ali na načine, ki so po predpisu o prioritetni uporabi energentov za ogrevanje na območju Mestne občine Ljubljana (Odlok o prioritetni uporabi energentov za ogrevanje na območju Mestne občine Ljubljana,

Uradni list RS, št. 41/16) po vrstnem redu pred plinovodnim ogrevanjem; možna bi bila še uporaba toplotnih črpalk ali toplote iz sončnega obsevanja.

Električno omrežje

Priključki na električno omrežje se izvedejo pod pogoji/smernicami mnenjedajalca Elektro Ljubljana d.d.

Pri umeščanju transformatorski postaj v nove objekte je treba upoštevati *Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (UL RS, št. 70/96, 41/04-ZVO-1)*.

Odpadki

V okviru predvidenih objektov se bodo uredila zbirna mesta za ločeno zbiranje komunalnih odpadkov; v skladu s pogoji JP VOKA SNAGA d.o.o., ki bo vršilo odvoz odpadkov.

Pri ravnanju z odpadki se mora upoštevati določila *Uredbe o odpadkih (UL RS, št. 37/15, 69/15)* in *Uredbe o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (UL RS, št. 84/06, 106/06, 110/07, 67/11, 68/11-popr., 18/14, 57/15, 103/15, 2/16-popr., 35/17 in 60/18)*.

V okviru gostinske dejavnosti je možno pričakovati tudi biorazgradljive kuhinjske odpadke in odpadke iz restavracij (št. odpadka 20 01 25) ter jedilna olja in masti (št. odpadka 20 01 08). Z njimi je treba ravnati v skladu z *Uredbo o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi (Uradni list RS, št. 70/08)*.

Javna razsvetljava

Razsvetljava na območju mora biti načrtovana v skladu z *Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13)*.

Promet

Obstoječa in načrtovana javna prometna infrastruktura (C2 – Pot za Brdom, C1 – Cesta na Brdo, C3 – Cesta za opekarno) se ohranja, skladno z določili ZN. Predmet sprememb in dopolnitev so lokacije priključevanja funkcionalnih enot F5, F7/8/16 in F12 na omrežje javne prometne infrastrukture.

Načrtovane so naslednje spremembe:

- v funkcionalno enoto F7/8/16 je načrtovana ukinitvev severnega uvoza, lokacija uvoza v območje se prilagodi zasnovi objektov,
- v funkcionalni enoti F12 se preuredi uvoz s ceste C3 – Ceste za opekarno, izvoz na C2 – Pot za Brdom se prestavi proti jugu, ohrani se obstoječ izvoz na Cesto na Brdo,
- v F5 se lokacija uvoza v območje prilagodi zasnovi objektov.

Parkiranje bo večinoma urejeno v kletnih etažah objektov. Na parceli, namenjeni gradnji je treba za vsak objekt oziroma za posamezni del objekta, ki je predmet gradnje, zagotoviti število parkirnih mest skladno z določili OPN MOL ID, v skladu s katerim se bo po potrebi izdelal tudi mobilnostni načrt.

8. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL

8.1 GRADNJA V SKLOPU ZN

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

Tabela 3: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – gradnja

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

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

8.2 OBRATOVANJE

V času obratovanja objekta nevarnosti, glede na predvideno dejavnost, za onesnaženje vodnega telesa ni pričakovati.

Tabela 4: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – obratovanje hleva

Vrsta dejavnosti	Morebitno onesnaženje v objektu DA/NE	Kemijske lastnosti, izvor in količina morebitnega onesnaževala ^{1, 2}	Interakcija onesnaževal in okolja	Toksičnost (nevarne lastnosti) onesnaževala ²	Mobilnost onesnaževala – izven objekta
Objekt					
- pisarne in ostali pisarniški prostori v času normalnega obratovanja in v času izrednih dogodkov (razlitja delovnih sredstev, požar)	DA	Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta, Čistila	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč
- pisarniški, trgovski, gostinski prostori ter prostori namenjeni športnorekreacijskim dejavnostim in izobraževanju v času normalnega obratovanja in v času izrednih dogodkov (razlitja delovnih sredstev, požar)	DA	Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta, Čistila	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč

Vrsta dejavnosti	Morebitno onesnaženje v objektu DA/NE	Kemijske lastnosti, izvor in količina morebitnega onesnaževala ^{1, 2}	Interakcija onesnaževal in okolja	Toksičnost (nevarne lastnosti) onesnaževala ²	Mobilnost onesnaževala – izven objekta
- servisni in tehnološki prostori v času normalnega obratovanja in v času izrednih dogodkov (razlitja delovnih sredstev, požar)	DA	Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta, Čistila	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč
- logistični in distribucijski prostori Kemofarmacije v času normalnega obratovanja in v času izrednih dogodkov (razlitja/raztros prisotnih sredstev humane medicine in veterine, požar)	DA	Nujna sredstva potrebna pri delu, Čistila	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč
Zunanja ureditev in priključki					
- zunanja ureditev v času normalnega obratovanja in v času izrednih dogodkov (razlitja delovnih sredstev, požar)	DA	Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta, Čistila	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč
- fotovoltaika (požar)	DA	Požarne vode	NE	DA	NE Zajem v objektu – nekontroliran iztok v okolje ni mogoč
- priključek na javno kan. omrežje	DA	Odpadne vode z vsebnostjo čistil		DA	NE – iztok v j.k.s.
- povozne in parkirne površine	DA	Morebitni izliv iz vozil - mineralna olja	Voda	DA – tekočine iz vozil, delovnih strojev	NE – V vodotok - pred vtokom v bodo lovilniki olj
- vodovod, elektrovod, plinovod, vročevod	NE	-	-	-	NE

¹količin vnaprej ni mogoče napovedati, vendar gre za zelo majhne količine;

² lastnosti posameznih sredstev so podane v nadaljevanju elaborata.

8.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE MOREBITNIH ONESNAŽEVAL

Uporaba kemikalij v delovnih postopkih

Tabela 5: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu

IME SNOVI/ZMESI	VRSTA SKLADIŠČNE POSODE	DNEVNA PORABA	LETNA PORABA	KOLIČINE NA LOKACIJI
-----------------	-------------------------	---------------	--------------	----------------------

Čistila za čiščenje notranjih prostorov	Originalna embalaža proizvajalcev	NE	Količin vnaprej ni mogoče napovedati	Pri delu sprotne
Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta	Originalna embalaža proizvajalcev	NE	Količin vnaprej ni mogoče napovedati	Pri delu sprotne

Uporaba drugih kemikalij času gradnje in v času obratovanja

Tabela 6: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev v uporabi – ob in v objektu

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

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

Tabela 7: Podrobnejši pregled vrste in količine sredstev - Kemofarmacija

IME-SNOVI-PRIPRAVKA	VRSTA SKLADIŠČNE POSODE	LETNA KOLIČINA	KOLIČINE NA LOKACIJI
Zdravila za humano in veterinarsko rabo	originalna embalaža proizvajalcev	Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	odvisne od povpraševanja na trgu; potrebe po obsežnih zalogah ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev
Kozmetična sredstva, sredstva za izdelavo in pripravo zdravil ter kozmetičnih sredstev, dezinfekcijska sredstva	originalna embalaža proizvajalcev (do 1 kg)	Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	odvisne od povpraševanja na trgu; potrebe po obsežnih zalogah ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev
Medicinski pripomočki (diagnostika, inkontinenca, obvezilni in sanitetni material)	originalna embalaža proizvajalcev	Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	odvisne od povpraševanja na trgu; potrebe po obsežnih zalogah ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev
Živila za posebne prehranske namene, prehranska dopolnila in kozmetika	originalna embalaža proizvajalcev	Količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	odvisne od povpraševanja na trgu; potrebe po obsežnih zalogah ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev

¹količina ni znana oziroma se bo konstantno spreminjala.

Določbe Zakona o kemikalijah se ne uporabljajo za zdravila za humano in veterinarsko rabo, kozmetične izdelke. Zdravila za humane ter veterinarske namene in surovine za le-te ter dezinfekcijska sredstva predstavljajo nujno potrebna in ozko specializirana sredstva, ki morajo biti obvezno vedno na voljo (dnevne zaloge - takojšnja dobava na zahtevo lekarne, bolnišnice ali druge zdravstvene ustanove). Glede na ozko specializiranost navedenih sredstev, njihova uporaba v druge t.j. ne medicinske namene ni možna. Potrebe po obsežnih zalogah ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev.

Tabela 8: Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev potencialnih onesnaževal v in izven objekta

Vrsta snovi/zmesi	Nevarne lastnosti potencialnih onesnaževal/toksikološka razvrstitev ¹
Zdravila za humano in veterinarsko rabo ter surovine za zdravila	Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija
Kozmetična sredstva ter surovine za kozmetična sredstva	Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija Možna izjema: odstranjevalec laka za nohte H226 - Vnetljiva tekočina in hlapi. H332 - Zdravju škodljivo pri vdihavanju.
Dezinfekcijska sredstva	H226 - Vnetljiva tekočina in hlapi. H332 - Zdravju škodljivo pri vdihavanju.
Dieselsko gorivo – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	H226 - Vnetljiva tekočina in hlapi. H304 - Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno. H315 - Povzroča draženje kože. H332 - Zdravju škodljivo pri vdihavanju. H351 - Sum povzročitve raka (zaužitje). H373 - Lahko škoduje organom (koža, pljuča) pri dolgotrajni ali ponavljajoči se izpostavljenosti (vdihavanje, zaužitje, stik s kožo). H411 - Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki
Neosvinčen motorni bencin – gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem	H224 - Zelo lahko vnetljiva tekočina in hlapi. H304 - Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno. H315 - Povzroča draženje kože. H336 - Lahko povzroči zaspanost ali omotico. H340 - Lahko povzroči genetske okvare (stik s kožo, vdihavanje, zaužitje). H350 - Lahko povzroči raka (stik s kožo, vdihavanje, zaužitje). H361fd - Sum škodljivosti za plodnost. Sum škodljivosti za nerojenega otroka. H411 - Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki.
Čistila za čiščenje notranjih prostorov	Načeloma: H302: Zdravju škodljivo pri zaužitju. H315: Povzroča draženje kože. H319: Povzroča hudo draženje oči. H317: Lahko povzroči alergijski odziv kože.
Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav in objekta – uporaba pri vzdrževanju naprav v objektu in objekta samega	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)

Toksikološke karakteristike potencialnih onesnaževal

Dezinfekcijska sredstva, nakatera kozmetična sredstva:

Zmesi vsebujejo primarne in/ali sekundarne alkohole v različnih razmerjih. Možnost draženja oči in kože. Lahko poškodujejo sluznice in kožo.

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).

Čistila:

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

Diesel gorivo:

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 v primeru povečane izpostave in nepravilne rabe.

Kronični učinki:

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

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

Neosvinčen motorni bencin:

Akutni učinki:

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

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

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

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

Kronični učinki:

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

Povzetek

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

Tabela 9: Opredelitev kemičnih snovi in pripravkov kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa)

Opredelitev	Ime potencialnega onesnaževala
Potencialno nevarni*	dieselsko gorivo, neosvinčeni motorni bencin,
Nenevarni**	zdravila za humano in veterinarsko rabo ter surovine za zdravila, kozmetična sredstva ter surovine za ta sredstva, dezinfekcijska sredstva, čistila, tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav

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

**glede razvrstitev in na način uporabe

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

Glede na sestavo potencialnih onesnaževal ter spremljajočih dejavnosti (prevoz) bodo v nadaljevanju te ekspertize (opis ogroženosti vodnega vira in opredelitev scenarijev vpliva na vodni vir, ocena relativne občutljivosti) obravnavana naslednji parameter: mineralna olja.

9. OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL

9.1 IZVOR, OPREDELITEV IN MOBILNOST POTENCIALNIH ONESNAŽEVAL

9.1.1 Gradnja

V času gradnje, predvsem v času zemeljskih del, lahko pride do neposrednega ogrožanja tal. Takrat se z gradbenimi stroji posega pod površinski zemeljski sloj.

Vnos onesnaževal v podtalje v času gradnje je lahko posledica:

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

V primeru onesnaževal, ki jih pri preučevanju predvidenih ureditev prepoznavamo kot tiste, ki bi lahko predstavljale tveganje za okolje ugotavljamo, da so tako dieselska goriva kot mineralna olja lažja od vode.

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

9.1.2 Obratovanje

V času obratovanja se bodo v in ob obravnavanih objektih eventualno pojavljala naslednja potencialna onesnaževala:

Odpadne vode:

- Komunalna odpadne vode, ki bodo morale odtekati v javni kanalizacijski sistem in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode,
- Padavinske vode z utrjenih prometnih, skladiščnih, manipulativnih površin se odvajajo prek lovilcev olj in peskolovov v sistem meteorne kanalizacije in v odvodnik Glinščice.
- Padavinske vode s streh objektov bodo odvajane v ponikovanje, v kolikor bo s ponikalnim poskusom ugotovljeno, da je to možno. Variantno je možnem odvod teh voda v sistem padavinske kanalizacije in v odvodnik Glinščice.

Pri delu potrebne kemikalije (objekt Gen-i in objekt Tehnološkega parka):

- V objektu ni predvidena uporaba nevarnih kemikalij z izjemo občasne uporabe gospodinjskih čistil; odvod uporabljenih čistil bo vezan na odpadne vode, ki bodo odtekale v javni kanalizacijski sistem,
- Preostale kemikalije v objektih moramo obravnavati kot kemikalije nujno potrebne pri delu (osnovne zmesi za vzdrževanje naprav v objektih) pri čemer velja navesti, da so vsi tovrstni kemične zmesi ali snovi pakirani v originalni embalaži proizvajalca in navadno shranjevani in uporabljeni v minimalnih količinah). Navedenim kemikalijam je zaradi načina uporabe (le lokalno brez uporabe vode) in tudi geoloških razmer na območju, onemogočen prehod v okolje.

Delovne operacije v okviru novih objektov Kemofarmacije:

- Nova objekta bosta namenjeni logistični in distribucijski dejavnosti, kar v osnovi pomeni nov vhodni objekt (dostava) in izhodni objekt (distribucija). Osnovni postopki v procesu distribucije lahko zajemajo tudi:
 - organizacijo ter pripravo potrebnih materialov za proizvodnjo zdravil v skladu z zahtevami naročnika (npr. nalepke, navodila),
 - sprememba ovojnine (npr. lepljenje nalepk, vstavljanje navodil za uporabo, zamenjava navodil za uporabo, zamenjava sekundarne ovojnine),

- ustrezno označevanje vzorcev za klinična preizkušanja (vključno z uporabo randomizacijskih kod za slepa preizkušanja),
- uporabo različnih vrst pakiranj (npr. pakiranje s termoskrčljivo folijo, pakiranje v transportno embalažo),
- razpakiranje izdelkov.
- Večino izdelkov, ki so predmet skladiščenja in manipulacije v Kemofarmaciji, je v trdnem agregatnem stanju. Navedene izdelke zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode.
- Zdravila za humane ter veterinarske namene in surovine za le-te ter dezinfekcijska sredstva predstavljajo nujno potrebna in ozko specializirana sredstva, ki morajo biti obvezno vedno na voljo (dnevne zaloge - takojšnja dobava na zahtevo lekarne, bolnišnice ali druge zdravstvene ustanove). Glede na ozko specializiranost navedenih sredstev, njihova uporaba v druge t.j. ne medicinske namene ni možna. Potrebe po obsežnih zalogah katerega koli izdelka ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev.
- Zaradi fizikalno kemijskih lastnosti pretežnega dela snovi v dezinfekcijskih sredstvih in delu kozmetičnih artiklov (hlapne ali lahkohlapne snovi), le-te že v izredno kratkem času po izlivu odhlapijo v ozračje in zato ne morejo prispevati k fizičnemu onesnaženju tal in podtalja,
- Pretakanja ali presipanja ni; vsi izdelki so pakirani v originalni embalaži proizvajalca (do 1 kg) in navadno shranjevani in uporabljeni v minimalnih količinah.
- Pretovor vseh kemikalij bo neposredno v ali iz objekta (manipulacija izdelkov po povoznih površinah ni predvidena); iztok kemikalij v okolje bo zaradi izvedbe objektov (brez talnih odtokov in povezave s kanalizacijo), v celoti onemogočen.

Opomba: Kot je razvidno iz posredovane dokumentacije bo potrebna ena ali več transformatorskih postaj. Navedene naprave NE predstavljajo morebitnega onesnaženja podzemne vode in sicer zaradi:

- v vsaki transformatorski postaji bo nameščen transformator (ali več), ki bo suh ali pa bo vseboval biološko razgradljivo olje,

Vse navedeno so pogoji v tem elaboratu; transformatorje izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode.

Glede na osnovno in spremljajočo dejavnosti bo v tej ekspertizi obravnavano naslednje potencialno onesnaževalo: mineralna olja.

Tabela 10: Možna onesnaževala med gradnjo in obratovanjem

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

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

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

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

9.2 MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA

Transport onesnaženja skozi vodonosnik je odvisen od zgradbe vodonosnika, zgornje nezasičene (vadozne) cone in spodnje zasičene (freatične) cone. 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).

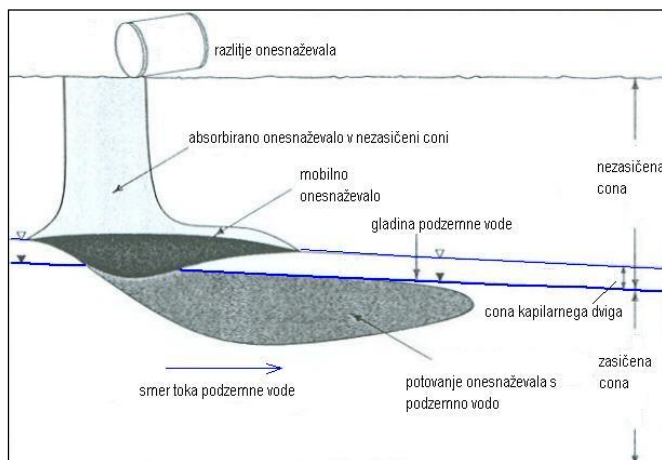
V primeru, da se tekočine med seboj ne mešajo (mineralna olja in voda) je v nadaljevanju pomembno ugotoviti ali je onesnaževalo gostejše in redkejšo od vode. S tem določimo ali bo le-to v podzemni potovalo v zgornjem ali spodnjem sloju podzemne vode (*Fetter, 1999*). Od gostote onesnaževala pa je odvisna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

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

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

Pod vplivom kapilarnih sil se, v coni stika napredujočega čela razlitja z gladino podzemne vode, naftni derivati (obravnavamo mineralna olja; podrobneje v nadaljevanju poročila) razširijo radialno v horizontalni smeri pri tem zaradi večje viskoznosti izpodrivajo vodo. Kapilarni pritiski se postopno znižujejo in onesnaženi element se prične pomikati v smeri toka podzemne vode. Napredovanje onesnaževala eksponentno upada s tokom podzemne vode in se ustavi na stopnji zasičenosti, pri čemer se voda in naftni derivati ne mešajo, netopni ogljikovodiki pa lahko z vodo tvorijo emulgirano 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 toka dveh tekočin prihaja do razlik pri njihovih hitrosti tako v vzdolžni (longitudinalna disperzija) kot tudi v vertikalni smeri (lateralna disperzija) v zasičeni coni vodonosnika (glej spodnjo sliko).



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

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

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

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

pri čemer je:

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

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

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

$$D_L = \alpha_L \cdot v_i$$

$$D_T = \alpha_T \cdot v_i$$

pri čemer je:

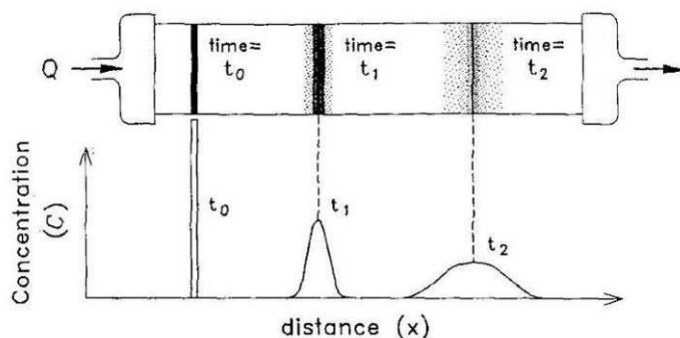
v_i hitrost toka podzemne vode v smeri x (m/s)

α_L in α_T longitudinalna oz. transversalna hidrodinamska disperzija (m), ki jo izračunamo po formuli:

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

kjer je x izbrana razdalja v smeri toka podzemne vode.

Onesnaževalo bi v podzemni vodi potovalo po zakonitostih, ki veljajo za advekcijski in disperzijski transport onesnaževala. Posledica hidrodinamske disperzije je razpršenje onesnaževala v podzemni vodi tako v vzdolžni smeri, kot tudi v prečni smeri toka. Iz tega sledi, da je z večanjem razdalje od mesta vnosa onesnaževala v podzemno vodo njegova koncentracija v določeni točki vedno manjša. Efekt hidrodinamske disperzije je prikazan na naslednji sliki.



Slika 16: Koncentracije onesnaževala pri enkratnem vnosu v dvodimenzionalni tok podzemne vode v odvisnosti od časa in razdalje (vir: Jaron in sod., 1996)

9.3 OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA

V primeru razlitja onesnaževala bi bila smer potovanja onesnaževala:

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

Vertikalna smer potovanja onesnaževala

Globina do podzemne vode na območju obravnavane lokacije je vsaj 10 m pod površjem (pri koti površja 301 m.n.v.). Onesnaževalo bi se v tej coni deloma absorbiralo, nato pa se bi onesnaževalo postopoma spiralo z infiltrirano padavinsko vodo proti gladini podzemne vode.

Horizontalna smer potovanja onesnaževala

Smer toka podzemne vode je na ožji lokaciji raziskovanega območja generalno usmerjena v smeri od severozahoda proti jugovzhodu.

Z obširnimi hidrogeološkimi raziskavami (Mencej, 1989) je bilo ugotovljeno, da podzemna teče proti vzhodu pod Rožnikom in odteka severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem, kjer se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu. Glede na do sedaj določene hidroizohipse in smeri toka podzemne vode je obravnavana lokacija izven vplivnega območja črpališč na Ljubljanskem barju in Ljubljanskem polju.

9.4 CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA

Kot ciljno hidrogeološko cono lahko interpretiramo vodonosnik, ki leži v nizvodni smeri od predmetne lokacije. Glede na določila tč. 9, 7. člena Zakona o vodah je vodonosnik plast ali več plasti kamenin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal in dovolj velike poroznosti in prepustnosti, ki omogočata znatnejši tok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode.

Na podlagi predhodno podanih geološko hidrogeoloških razmer na vplivnem območju predvidenih SD ZN lahko ugotovimo, da se lokacije nahaja na vodonosniku Ljubljanskega Barja.

Na podlagi tega se kot ciljno hidrogeološka enota lahko opredeli:

- Območje vodonosnika, na katerih bo urejeni novi objekti v okviru predmetnega ZN in območje dolvodno, kamor se lahko razširi morebitno onesnaženje z območja predmetne lokacije.

9.5 OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA ZARADI GLOBINE IZKOPOV ALI OBJEKTOV

Značilne kote na območju SD ZN:

- Značilna nadmorska višina terena v območju obravnavanega ZN je cca 301 - 302 m.n.v.
- Gladina podzemne vode na predmetnem območju varovane z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS, št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13) je do 291 m.n.v.

Najgloblje točke izkopa za dno temeljev v tej fazi priprave dokumentacije ni mogoče določiti. V nadaljevanju načrtovanja bo potrebno upoštevati določila priloge 3 Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane in sicer:

- Objekte ali naprave na širšem vodovarstvenem območju je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10%, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje, ob pogoju, da se izvede analiza tveganja za količinsko in kakovostno stanje podzemne vode. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje.
- Izkopi na širšem vodovarstvenem območju so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen v primerih, kadar je izjemoma dovoljena gradnja iz opombe ³ te priloge.
- Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvisjo gladino podzemne vode, če gre za za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

10. OPREDELITEV MOŽNIH SCENARIJEV RAZVOJA DOGODKOV

10.1 OPREDELITEV SCENARIJEV

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

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

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

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

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

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

10.2 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADNJE

10.2.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

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

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

Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru normalnega razvoja dogodkov zaradi predvidenih ureditev ne bo.

10.2.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

V primeru alternativnega razvoja dogodkov lahko pride do manjšega vnosa onesnaževal v tla. Gre za princip majhnega, razpršenega in počasnega onesnaževanja. Do preboja vrhnje neprepustne oz. zelo slabo prepustne plasti na pride. Onesnaževalo se v danem adsorbira na prisotne frakcije. Izvedba predvidenih zaščitnih ukrepov je takojšnja, zato ne pride do nevarnosti za onesnaženje okolja tudi ne podzemne vode v pravem vodonosniku. Izvedejo se ukrepi za sanacijo onesnaženega območja. Ob morebitnem onesnaženju se, ob pravilnem ravnanju, onesnažena zemljina takoj odstrani, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala v globino tal onemogočeno.

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

- tovorna vozila se na lokaciji zadržujejo le kratek čas t.j. le za čas pretovora,
- podana je zahteva po brezhibnosti vozil in delovnih strojev.

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

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

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

10.2.3 Scenarij najslabše možnosti

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

Gradnja s temelji brez pilotov

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

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

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

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

Gradnja s piloti

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

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

- varianta A: do dogodka pride na površini in ob tem dogodku počí dovodna cev za olje. Olje se razprši po površini, preden se izvedejo ukrepi za zaustavitev.
- Varianta B: do dogodka pride zaradi preobremenjenosti pogonskega motorja delovnega stroja. Ob tem popustijo tesnila in cevi za dovod olja in pogonskega goriva. Zaradi pritiska hipno izteče del onesnaževala na tla.
- varianta C: do dogodka pride na terenu, s katerega je odstranjena krovna plast. Ob tem v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva pri poškodbi gradbenih/vrtnih strojev in

transportnih vozil) lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala (mineralno olje in pogonsko gorivo). Ocenjujemo, da se v tem primeru naenkrat lahko sprosti do 100 kg navedenih onesnaževal. Podzemna voda skupaj z onesnaževalom odteka prosto z generalnim tokom podzemne vode kar omogoča širjenje oblaka onesnaževala ob tem toku podzemne vode.

Zaključek

Vodonosnik na mestu z SD ZN predvidenih posegov je prekrit s plastmi (glino in glinastim meljem), ki so neprepustni oziroma zelo slabo prepustni. V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami (brez odstranjene celotne krovni plasti (glina in glinasti melj)) bi se le to absorbiralo v glinastem sloju. Z izkopom onesnaženega materiala bi se preprečilo vsako možnost onesnaženja podzemne vode v zgornjem pleistocenskem vodonosniku.

V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami z odstranjeno celotno krovno plastjo (glina in glinasti melj) bo prišlo do del v neomočenem (peščenem) delu vodonosnika. V primeru nezgodnega dogodka (razlitja mineralnih olj pri poškodbi gradbenih strojev) bi onesnaževalo lahko prodrlo v podzemno vodo. Smiselno enako velja za izvedbo morebitnih pilotov.

Smer toka podzemne vode je na ožji lokaciji raziskovanega območja generalno usmerjena v smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Z obširnimi hidrogeološkimi raziskavami (Mencej, 1989) je bilo ugotovljeno, da podzemna teče proti vzhodu pod Rožnikom in odteka severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem, kjer se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu. Glede na do sedaj določene hidroizohipse in smeri toka podzemne vode je obravnavana lokacija izven vplivnega območja črpališč na Ljubljanskem barju in Ljubljanskem polju.

Onesnaženja vodnih virov torej tudi v primeru izlitja onesnaževal v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami z odstranjeno celotno krovno plastjo, ne bi bilo.

10.3 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA

10.3.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

V normalnem (beri vsakodnevnem) obratovanju ne bo nenadzorovanega dostopa do investitorjevih objektov. Z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov ni razlitja mineralnih olj iz delovnih strojev/vozil in ni razlitja/raztrosa kemikalij (tako v kot izven objektov). Izrednih dogodkov ni. Požar ne nastopi.

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

10.3.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

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

Ocenjujemo, da količina onesnaževala, ki se lahko razlije, ni večja od 0,5 l v primeru razlitja kemikalij, ki so potrebne pri delu (čistila in ev. tehnične tekočine – izlitje zaradi trenutnega pljuska iz embalažne enote pred posredovanjem upravljavca objektov) in 0,5 l v primeru iztekanja tehničnih tekočin iz mehanskih sklopov vozil, ki se bodo zadrževala ob objektih.

Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- tovorna in dostavna vozila imajo med pretovorom ugasnjene motorje,
- osebna vozila imajo med obiskom objektov ugasnjene motorje,
- vsa vozila bodo parkirana na urejenih površinah z urejenim odvodnjavanjem preko lovilcev olj,

- utrjene površine, zaradi hrapavosti in medzrnskih prostorov v tlaku, same predstavljajo lovilne površine,
- v fazi obratovanja se bodo morebiti izlite kemikalije (čistila in ev. tehnične tekočine) zadržale na tlaku na mestu izlitja samega,
- vsa čistilna sredstva ter vse preostale kemikalije v objektih bodo uporabljali bodo nabavljali sproti in po potrebi, pri čemer velja nevesti, da bodo vsi tovrstni artikli pakirani v originalni embalaži proizvajalca.

V fazi obratovanja se bo v primeru razlitja goriva ali olja na zunanjih povoznih površinah to zbralo v internem kanalizacijskem omrežju in v lovilnikih olja. Kontrola lovilnikov olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (osnovne smernice izvedbe so podane v nadaljevanju).

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

Glede na geološke danosti na območju in predvideno ureditev površin ob objektih (neprepustne in nepoškodovane površine) eventualno izlita onesnaževala ne morejo preiti v podtalje. Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto sicer takoj očisti.

Vnosa onesnaževal v podzemno vodo v primeru scenarija alternativnega razvoja dogodkov, ni. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru alternativnega razvoja dogodkov zaradi obratovanja predmetnih objektov ne bo.

10.3.3 Scenarij najslabše možnosti

V primeru izjemnega dogodka so možni naslednji scenariji:

- a) Izliv sredstev v dnevni uporabi (čistila, tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav v objektih) – vsi objekti
- b) Izliv sredstev pri manipulaciji - Kemofarmacija
- c) Izliv tehničnih tekočin in goriv iz vozil (mineralnih olj)
- d) Požar

Ad a) Izliv sredstev v dnevni uporabi (čistila, tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav) – vsi objekti

Pri delu potrebne kemikalije (čistila, tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav v objektih) bodo embalirani v manjših embalažnih enotah. Tveganje, da bi se hkrati odprlo več embalažnih enot (zaradi nezgodnega raztrosa/razlitja pri npr. raztovarjanju dostavnega vozila) je praktično zanemarljivo. V sklopu objektov ne bodo shranjevale večje embalažne enote (> 3 l) s kemijskimi zmesmi. V primeru razlitja posamezne embalažne enote, se bo celotno izlitje zadržalo v sklopu posameznega prostora ali objekta.

Glede na namen objektov ter količine nevarnih kemikalij v objektih (čistila - gospodinjske količine po posameznih delih objektov), potencialna posledica incidenta ni razlitje posamezne snovi ali zmesi. Kljub navedenemu podajamo možne scenarije incidenta - potencialna posledica incidenta je razlitje posamezne snovi ali zmesi. Enako velja za uporabo ev. tehničnih kemikalij za vzdrževanje naprav v objektu.

Kontinuirani izpust iz embalažnih enot

Glede na to, da bodo te enote nameščene po posameznih delih objektov in, da bo omogočena redna dnevna kontrola enot, je možnost za kontinuirani izpust posamezne ali vseh enot minimalna. Do izpusta lahko v večji meri pride v primeru človeške napake in sicer v času manipulacije take embalažne enote.

Izliv kemikalij pri pretovarjanju izven objektov

Kemikalije bodo embalirane v manjših embalažnih enotah, ki bodo zaščitene pred raztrosom. Tveganje, da bi se hkrati odprlo več embalažnih enot (zaradi nezgodnega raztrosa npr. pri raztovarjanju iz vozila) je praktično zanemarljivo. Izliv kemikalij glede na izvedbo zunanjih površin in

predvideno organizacijo dostave kemikalij (neposredno objekt) sicer ni verjeten. Pripomniti velja, da zaradi geoloških danosti ter predvidenih in pogojenih varnostnih ukrepov, razlita količina ne more vstopiti v podtalje.

Posledice razlitja kemikalij v objektih

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

Posledice razlitja kemikalij izven objektov

Maksimalno količino onesnaževala, ki se lahko razlije izven objektov pri scenariju najslabše možnosti (pred posredovanjem), ocenimo na 0,5 kg oz. trenutni izliv pri pljusu iz odprtine embalažne enote (npr. v času vzdrževanja zunanjih delov objektov ali površin ob objektih). Pripomniti velja, da zaradi ureditve površin ob objektih in geoloških razmer na območju, razlita tekočina ne more vstopiti v tla ali podtalje, temveč v celoti ostane na utrjenih površinah oziroma se eventuelno izlije v kanalizacijo.

Ad. b) Izliv sredstev pri manipulaciji - Kemofarmacija

Nova objekta bosta namenjeni logistični in distribucijski dejavnosti kar v osnovi pomeni nov vhodni objekt (dostava) in izhodni objekt (distribucija). Osnovni postopki v procesu distribucije lahko zajemajo tudi:

- organizacijo ter pripravo potrebnih materialov za proizvodnjo zdravil v skladu z zahtevami naročnika (npr. nalepke, navodila),
- sprememba ovojnine (npr. lepljenje nalepk, vstavljanje navodil za uporabo, zamenjava navodil za uporabo, zamenjava sekundarne ovojnine),
- ustrezno označevanje vzorcev za klinična preizkušanja (vključno z uporabo randomizacijskih kod za slepa preizkušanja),
- uporabo različnih vrst pakiranj (npr. pakiranje s termoskrčljivo folijo, pakiranje v transportno embalažo),
- razpakiranje izdelkov.

Zdravila za humane ter veterinarske namene in surovine za le-te ter dezinfekcijska sredstva predstavljajo nujno potrebna in ozko specializirana sredstva, ki morajo biti obvezno vedno na voljo (dnevne zaloge - takojšnja dobava na zahtevo lekarne, bolnišnice ali druge zdravstvene ustanove), pri čemer bodo na lokaciji shranjevali le nujno potrebne količine teh sredstev. Glede na ozko specializiranost navedenih sredstev, njihova uporaba v druge t.j. ne medicinske namene ni možna. Potrebe po obsežnih zalogah katerega koli izdelka ni, saj je zagotovljena hitra dobava od proizvajalcev.

Glede na namen objektov Kemofarmacije ter količine nevarnih kemikalij v objektih (možni nekateri kozmetični izdelki oz. surovine in dezinfekcijska sredstva (minimalne količine po posameznih delih objektov)), potencialna posledica incidenta ni razlitje posamezne snovi ali zmesi. Kljub navedenemu podajamo možne scenarije incidenta - potencialna posledica incidenta je razlitje posamezne snovi ali zmesi.

Zaradi fizikalno kemijskih lastnosti pretežnega dela snovi v dezinfekcijskih sredstvih in delu kozmetičnih artiklov (hlapne ali lahkohlapne snovi), le-te že v izredno kratkem času po izlivu odhlapijo v ozračje in zato ne morejo prispevati k fizičnemu onesnaženju tal in podtalja.

Kontinuirani izpust iz embalažnih enot

Večino izdelkov, ki so predmet skladiščenja in manipulacije v Kemofarmaciji, je v trdnem agregatnem stanju. Navedene izdelke zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode.

Pretakanja ali presipanja ni; vsi izdelki so pakirani v originalni embalaži proizvajalca (do 1 kg) in navadno shranjevali in uporabljeni v minimalnih količinah.

Glede na to, da bodo te enote nameščene po posameznih delih objektov in, da bo omogočena redna dnevna kontrola enot, je možnost za kontinuirani izpust posamezne ali vseh enot nična. Do izpusta lahko v večji meri pride le v primeru človeške napake in sicer v času manipulacije take embalažne enote.

Izliv kemikalij pri pretovarjanju izven objektov

Izdelki in surovine bodo embalirane v manjših embalažnih enotah (do 1 kg), ki bodo zaščitene pred raztrosom. Tveganje, da bi se hkrati odprlo več embalažnih enot (zaradi nezgodnega raztrosa npr. pri raztovarjanju iz vozila) je praktično zanemarljivo.

Pretovor vseh kemikalij bo neposredno v ali iz objekta (manipulacija izdelkov po povoznih površinah ni predvidena). Izliv in distribucija izdelkov in surovin glede na predvideno organizacijo dostave kemikalij (neposredno v in iz objekta) tako sicer ni mogoč.

Posledice razlitja kemikalij v objektih

Najbolj neugoden scenarij je izpust embalažne enote, ki pa seveda ostane v zaprtem prostoru. Izliv kemikalije se pojavi v obliki tekočine, ki se lahko razširi preko celotnega prostora. Uhajanje tekočine je lahko trenutno ali kontinuirano. Zaradi fizikalno kemijskih lastnosti pretežnega dela snovi v dezinfekcijskih sredstvih in delu kozmetičnih artiklov (hlapne ali lahkohlapne snovi), le-te že v izredno kratkem času po izlivu odhlapijo v ozračje in zato ne morejo prispevati k fizičnemu onesnaženju tal in podtalja. Pripomniti velja tudi, da zaradi ureditve objektov samih, eventualno razlita onesnaževala ne morejo prodreti v podtalje.

Posledice razlitja kemikalij izven objektov

Pretovor vseh kemikalij bo neposredno v ali iz objekta (manipulacija izdelkov po povoznih površinah ni predvidena). Izliv in distribucija izdelkov in surovin glede na predvideno organizacijo dostave kemikalij (neposredno v in iz objekta) tako sicer ni mogoč. Pripomniti velja, da zaradi fizikalno kemijskih lastnosti pretežnega dela snovi v dezinfekcijskih sredstvih in delu kozmetičnih artiklov (hlapne ali lahkohlapne snovi), le-te že v izredno kratkem času po izlivu odhlapijo v ozračje in zato ne morejo prispevati k fizičnemu onesnaženju tal in podtalja.

Ad. c) Izliv tehničnih tekočin in goriv iz vozil (mineralnih olj)

Izliv mineralnih olj v prostorih objektov (garažni prostori) s stališča varovanja podtalnice ni relevanten, saj bodo prostori sami (ureditev skladno smernicami v nadaljevanju tega elaborata) onemogočali vstop teh kemikalij v okolje.

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče/strojeloma) na povoznih oz. parkirnih površinah zunaj objektov. V tem primeru ocenjujemo, da se lahko sprostijo do maksimalno 10 kg goriva. Odvodnja vode z manipulacijskih in prometnih površin bo izvedena preko lovilnikov olj v javno kanalizacijo (osnovne smernice izvedbe so podane v nadaljevanju). V normalnih razmerah tehnologija omogoča predpisano čiščenje, s tem, da je zagotovljeno redno vzdrževanje in čiščenje lovilnikov olj. Predvideni sistem ureditve povoznih in parkirnih površin, interne kanalizacije in lovilca olj je sposoben navedeno količino (cca 10 kg goriva) zadržati. Kontrola lovilnikov olj se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (osnovne smernice izvedbe so podane v nadaljevanju).

Razlitje izven utrjenih površin z urejenim odvodnjavanjem preko lovilcev olj v danem primeru (glede na predvideno urejenost okolice), sicer ni verjetno. Pripomniti velja, da zaradi geoloških danosti ter predvidenih in pogojenih varnostnih ukrepov, razlita količina ne more vstopiti v podtalje.

Ad c): Požar

Med izjemne dogodke med obratovanjem lahko uvrstimo tudi požar v posameznem objektu. V primeru gašenja z vodo lahko nastane večja količina požarne vode. Vplivov na kakovost podzemne vode v primeru požara ne bo. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- Hidrantno omrežje se izvede z nadzemnimi hidranti na sanitarnem vodovodu.

- Začetni (lokaliziran) požar, ki se še ni razširil po prostoru, bo gašen z ročnimi gasilnimi aparati (prah, CO₂) ali z drugimi priročnimi sredstvi ter brez posebne zaščitne opreme. Na voljo bo dovolj sredstev za zadušitev začetnega požara (osnovne smernice izvedbe so podane v nadaljevanju). Opomba: zmesi, ki so prisotne v ročnih gasilnih aparatih (prah, CO₂) niso razvrščene kot nevarna kemikalija.
- V primeru razširitve požara na celoten objekt (velik požar), bodo za gašenje uporabljali le vodo.
- Požarne vode bodo zajete v samih objektih t.j. predvsem garažnih kletah v objektu »Razvojni center energetske prihodnosti« (gradnja poslovnega centra družbe Gen-i) in večnamenski objekt (investicijska pobuda Tehnološki park Ljubljana). Osnovne smernice izvedbe tlakov zadnjih kletnih garaž so podane v nadaljevanju.
- Požarne vode bodo zajete v samih objektih Kemofarmacije (Kemofarmacija že ima na voljo sprinkler sistem in lovilne bazene za zajem požarnih voda) oz. morebiti prelivale na povozne površine ob objektu (ki bodo ločene od sosednjih površin z robniki) in v interno kanalizacijo z lovilniki olj, kjer se izvede jaške z zapornim ventilom (osnovne smernice izvedbe so podane v nadaljevanju).
- Požarna voda bo torej zajeta v objektih samih v katerem je prišlo do požara oz. se bo razlila in zadržala po povoznih površinah in v kanalizaciji. Gasilska brigada Ljubljana je opremljena z membranami, mehovi itd. oz. sistemi za zadrževanje požarnih voda, da ne bi prišle v kanalizacijo ali neposredno v okolje. Po gašenju se bo voda prečrpala in odpeljala z lokacije.

Prostori objektov samih, spremljajoče povozne površne in kanalizacijski sistem z lovilniki olj in zaporami bo predstavljal celovit sistem, ki bo omogočal zajem požarnih voda. Onemogočen bo nekontroliran prehod požarnih voda o v okolje. Vplivov na kakovost podzemne vode v danem primeru ne bo.

Fotovoltaika na objektih

Gasilska zveza Slovenije je pripravila priporočila za gasilce, ki jasno določajo, kako je treba ravnati v primeru požara na objektu, ki je opremljen s fotovoltaiko. Požar se lahko gasi z vodo ob upoštevanju predpisane najmanjše varnostne razdalje, ki pri gašenju energetskih naprav pod srednjo napetostjo z ročnikom za vodno meglico znaša 1 meter, pri gašenju z vodnim curkom pa 5 metrov. Ognjene zublje je mogoče ustaviti tudi z gasilnikom s prahom, CO₂ gasilnikom, uporaba gasilnika s peno pa je mogoča samo za gašenje naprav, ki niso pod napetostjo.

Namestiti je potrebno enostavne odklopnike modulov v kombinaciji z nadtokovno ali prenapetostno zaščito, ki ob požaru odklopijo module od dovodnega kabla. Na ta način ostane visokonapetostni dovodni kabel, ki predstavlja največjo električno nevarnost fotovoltaične naprave, brez napetosti. Možnost je tudi vgradnje posebnega visokonapetostnega odklopnika, zanimiva pa je vgradnja miniaturnih razsmernikov na posamezne module.

11. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

Iz geoloških podatkov širšega območja je razvidno, da na širšem obravnavanem območju odloženi neprepustni sedimenti na katerih prevladuje površinski odtok padavinske vode.

Vodonosnik na mestu s SD ZN predvidenih posegov je prekrit s plastmi (glino in glinastim meljem), ki so neprepustni oziroma zelo slabo prepustni. V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami (brez odstranjene celotne krovni plasti (glina in glinasti melj)) bi se le to absorbiralo v glinastem sloju. Z izkopom onesnaženega materiala bi preprečili vsako možnost onesnaženja podzemne vode v vodonosniku. Z varstvenimi ukrepi v času gradnje, ki so del analize tveganja, bo hkrati preprečeno kakršnokoli iztekanje onesnaževal v tla.

V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami z odstranjeno celotno krovno plastjo (glina in glinasti melj) bo prišlo do del v neomočenem (peščenem) delu vodonosnika. V primeru nezgodnega dogodka (razlitja mineralnih olj pri poškodbi gradbenih strojev) bi onesnaževalo lahko prodrlo neposredno v podzemno vodo. Smiselno enako velja za izvedbo morebitnih pilotov.

Ne glede na navedeno smo pesimistično obravnavali tudi scenarij v primeru prodora onesnaževala do podzemne vode z uredbo varovanega vodonosnika:

- 1) Glede na do sedaj določene hidroizohipse in smeri toka podzemne vode je obravnavana lokacija izven vplivnega območja črpališč na Ljubljanskem barju. Z dosedanjimi hidrogeološkimi raziskavami je bilo ugotovljeno da podzemna voda iz predmetnega območja odteka proti severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem (Ljubljanska vrata) (Mencej, 1989). Podzemna voda, ki se iz vodonosnikov Ljubljanskega barja drenira skozi Ljubljanska vrata, napaja vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu in pod območjem črpališča Hrastje. Položaj lokacije je prikazan tudi na karti, kjer je razvidna tudi lokacija vodarne Hrastje in smer toka podzemne vode iz predmetne lokacije (priloga 1). Navedeno je dokazano tudi z rezultati matematičnih simulacij - možnostjo onesnaženja podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega Polja in ogrožanje črpališč pitne vode z razlitjem onesnaževala z izlitjem mineralnih olj ob gradnje stolpnice Emonika oziroma objektov kompleksa Emonika City Center; zaključki matematičnih simulacij kažejo, da podzemna voda teče, glede na sedanje hidrogeološke pogoje, s tokom podzemne vode južno pod črpališčem Hrastje ne doseže vodnjakov vodarne Hrastje.
- 2) Upoštevali pa smo (pesimistično) tudi možnost spremenjenih hidrogeoloških razmer na območju Ljubljanskega polja. V danem primeru najbolj verjetna pot onesnaževala poteka od prehoda med Rožnikom in Grajskim gričem (Ljubljanska vrata) naprej po Ljubljanskem polju pa lahko tudi preko območja vodarne. Opredelitev poti prenosa onesnaževal od vira ogrožanja do zajetja in občutljivost na onesnaženje podzemne vode v tem primeru podajamo v nadaljevanju:

Ad 1) Onesnaževalo ne bi doseglo zajetij pitne vode, ki so zavarovana z:

- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS, št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)
- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)

Zaradi predvidenih SD ZN ne bo ogrožen noben vir pitne vode. Kljub temu pa je potrebno dosledno upoštevati ukrepe podane v tem poročilu.

Ad 2) Opredelitev poti prenosa onesnaževal od vira ogrožanja do zajetja in občutljivost na onesnaženje podzemne vode

Opredelitev poti prenosa onesnaževal od vira ogrožanja do zajetja

Pri opredelitvi poti prenosa onesnaževala in oceni vplivnega območja SD ZN preko celotnega območja vodonosnika so bili upoštevani različni modeli toka podzemne vode glede na dosedanje načrte hidroizohips.

Dol vodno - na drugi strani prehoda med Grajskim gričem in Rožnikom (Ljubljanska vrata) - je za javno oskrbo s pitno vodo urejeno črpališče Hrastje. Vodnjaki črpališča Hrastje so od lokacije SD ZN oddaljeni okoli 8 km zračne črte (ocenjena najbližje točka plinovoda napram črpališču Hrastje), onesnaževalo pa bi s tokom podzemne vode do vodnjakov opravilo pot okoli 9 km.

Glede na vrsto onesnaževala in poznane spremenljivke lahko koncentracijo onesnaževala ocenimo z enostavno oceno razredčenja na mestu vnosa in disperzijsko enačbo za trenutni vnos onesnaževala v podzemno vodo. Privzeli smo izračun, ki je bil uporabljen pri analizi tveganja za izdelavo novih opazovalnih vrtin, kjer bi z iztekanjem maziva ali goriva, mineralna olja iz delovnega stroja prodrla neposredno v tla.

Pesimistično smo upoštevali, da v tla uide 5 kg mineralnega olja, zaradi okvare na stroju ali ob razlitju iz rezervoarja ob nesreči, pri čemer je večino izlitja pravočasno sanirano. To smo privzeli kot praktično trenutni vnos.

Disperzija pri trenutnem točkovnem vnosu (Freeze&Cherry, 1979, str. 395,390)

$$C_{\max} = \frac{M}{8(\pi t)^{\frac{3}{2}} \sqrt{D_x D_y D_z}}$$

C_{\max} – vrh koncentracije sledila v središču oblaka (mg l⁻¹)

M – masa sledila na vstopni točki (g)

t – čas od vnosa sledila (s)

D_x, D_y, D_z – disperzijski koeficient v smeri x, y, z (m² s⁻¹)

$$D_x = v^m \alpha_x + D^*$$

v – povprečna linearna hitrost toka podzemne vode (m s⁻¹)

m – empirična konstanta z vrednostjo med 1 in 2 (za zrnave geološke plasti v splošnem 1)

α_x – disperzivnost v vzdolžni smeri (m)

D^* - difuzijski koeficient

Slika 17: Vhodni parametri in izračun

Freeze & Cherry		Vodarna Hrastje
M	kg	5
Q	m ³ /s	0
dH	m	13,7
l	m	9000
i	m	0,0014
α_x	m	26,7
k	m/s	8,87E-05
mef		0,1
v	m/s	1,27E-06
	m/dan	0,11

m		1
DI		3,38E-05
D*		3,38E-05
Aniz.disp.(5-20)		20
Dx	m ² /s	6,76E-05
Dy	m ² /s	3,38E-06
Dz	m ² /s	3,38E-06
t	dni	87778
C _{max}	(mg/l)	6,04E-06
V	(m ³)	827991597,3
3sx	m	969

Do črpališča Hrastje bi onesnaževalo prešlo že v odprt vodonosnik Ljubljanskega polja. Pot onesnaževala s tokom podzemne vode od izvora do črpališča bi bila že okoli 9 km. Glede na izračun hitrosti širjenja onesnaževala za zgornji vodonosnik ob morebitnem izlitju z disperzijsko enačbo, bi onesnaževalo doseglo črpališče Hrastje v času okoli 87780 dni (v cca 240,5 letih). Razredčenje bi bilo v tem primeru že tolikšno, da se onesnaževala v vodnjakih črpališča praktično ne bi zaznalo (po izračunu z disperzijsko enačbo 0,00604 µg/l).

Občutljivost na onesnaženje podzemne vode

S SD ZN načrtovani poseg ne predstavljajo vira stalnega onesnaževanja, zato izračun relativne občutljivosti na stalno onesnaževanje ni smiselno.

Potrebno je računati le z onesnaženjem ob nesrečah oziroma neustreznem ravnanju in izlitju onesnaževala med gradnjo. Morebitni oblak onesnaženja bi do vodarne potoval zelo dolgo (nekaj 100 let), razredčenje pa bi bilo že takšno, da se koncentracije onesnaževala v vodi z mejo zaznavnosti LOD = 5 µg l⁻¹ za ta parameter (po Pravilniku o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja) v vodi sploh ne bi zaznalo (izračunana koncentracija bi bila za tri rede velikosti manjša od meje zaznavnosti).

Glede na izračun hitrosti širjenja onesnaževala za zgornji vodonosnik ob morebitnem izlitju z disperzijsko enačbo bi onesnaževalo doseglo ocenjeno najvišjo koncentracijo onesnaževala 0,0708 µg/l.

Za referenčno stanje (R) smo privzeli podatke petih let, ki so na voljo po Poročilu ARSO za Ljubljansko polje (obdobje 1999-2003). Srednja vrednost mineralnih olj v vodnem viru Ljubljanskega polja je za to obdobje R_{min.olj.} = 1,84 µg/l. Meja zaznavnosti (Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja) je za ta parameter LOD = 5 µg/l.

Z matematičnim modelom izračunana sprememba referenčnega stanja v najneugodnejšem scenariju in hidroloških razmerah za najbližje zajetje je $\Delta R = 0,0708 \mu\text{g/l}$.

Dopustna vrednost občutljivosti za mineralna olja je enaka SA=+2 in SB=+1,5.

Ker je R_{min.olj.}(1,84 µg/l) < 5*LOD (25 µg/l), velja SA=+2.

Izračunana sprememba

Relativna občutljivost vodnega vira, ki ga črpa vodnjak Hrastje IV, na onesnaženje z mineralnimi olji je S = 1,038.

$$S = (R + \Delta R) / R = 1,038 < SA$$

Ocenjujemo, da predvidena gradnja in kasnejše obratovanje, ob upoštevanju navedenih in predvidenih zaščitnih ukrepov, ne more imeti vpliva na kemijsko in količinsko stanje podzemne vode.

12. DOLOČITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV

Podzemna voda in z njo potencialno onesnaženje odteka južno od črpališča Hrastje in, ob današnjih hidrogeoloških razmerah in današnjem stanju črpanja pitne vode v obstoječih črpališčih, ne doseže vodnjakov vodarne Hrastje. Druga črpališča pitne vode niso v prispevnem območju predmetnega območja.

Z interpretacijo hidrogeološke zgradbe terena in dodatno preverbo z matematičnim modelom, smo pokazali, da bi v primeru razlitja onesnaževalo potovalo stran od vseh zajetij pitne vode, ki so zavarovana z:

- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS, št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)
- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)

Zaradi SD ZN ne bo ogrožen noben vir pitne vode. Kljub temu pa je potrebno upoštevati omilitvene in zaščitne ukrepe podane v tej analizi.

Ker je območje predvidene gradnje izven vplivnih območij črpališč, ni potrebno računati spremembe referenčnega stanja zaradi ogroženosti (dR) in relativne občutljivosti S v okviru, ki ga določata 48. in 50. člen Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

13. VARSTVENI UKREPI

Posegi in dejavnosti, predvideni na obravnavanem območju, so sprejemljivi, če bodo upoštevane predvidene projektne rešitve, pogoji in omejitve Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane ter smernice k nadaljnjemu načrtovanju, navedene v nadaljevanju.

13.1 ZAŠČITNI UKREPI MED IZVAJANJEM GRADBENIH DEL

Predlagani dodatni ukrepi v času gradnje so splošni in podani kot smernice k nadaljnjemu načrtovanju ter se nanašajo predvsem na preprečevanje razlitja, izpiranja ali izluževanja nevarnih kemikalij v tla in posredno v podzemne vode na območju gradbišča. Zaradi pomanjkanja podatkov o gradnji v fazi SD ZN so v nadaljevanju navedeni le nekateri splošni ukrepi:

- Pred konkretnimi posegi oz. v fazi priprave dokumentacije za gradbeno dovoljenje je potrebno izdelati podrobno geomehansko poročilo o stanju zemljišča.
- Glede na predstavljeno sestavo tal je med gradnjo potrebno zagotoviti red in učinkovit geotehnični nadzor. V času izvedbe izkopov mora biti stalno prisoten nadzornik gradbišča.
- Za dokončno urejanje terena oz. dokončno izvedbo reliefa se mora uporabiti zemljino, ki je na lokaciji že prisotna oziroma po potrebi zemljino z drugih lokacij kot neonesnažen, glede sestavin tlom in podtalju enak ali podoben mineralni ali mineralno organski material, ki v svojih značilnostih ustreza naravnim tlom ali podtalju in lahko prevzema vse pomembne naloge tal ali podtalja.
- Izkopi naj se izvajajo v suhem vremenu, saj bo intervencijski čas za odstranitev morebitnega onesnaženja (onesnažene zemljine) v primeru izliva goriva ali motornega olja iz gradbenega stroja v tem primeru bistveno krajši in bo bistveno zmanjšana možnost za onesnaženje površinskih voda.
- Vsi transportni in gradbeni stroji, uporabljeni pri gradnji, morajo biti tehnično brezhibni in ustrezno vzdrževani.
- Investitor mora zagotoviti, da izvajalci gradbenih del na gradbišču hranijo ali začasno skladiščijo gradbene odpadke ločeno po vrstah gradbenih odpadkov in sicer tako, da ne onesnažujejo okolja in je zbiralcu gradbenih odpadkov omogočen dostop za njihov prevzem ali prevozniku gradbenih odpadkov za njihovo odpremo. Če hramba ali začasno skladiščenje gradbenih odpadkov ni možna na gradbišču, mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke odlagajo neposredno po nastanku v zabojnike.
- Izvajalec, ki bo izdelal načrt organizacije gradbišča v skladu s Pravilnikom o gradbiščih, naj v tem načrtu predvidi tudi lokacijo za začasno skladiščenje gradbenih odpadkov in lokacijo za gradbene stroje in naprave na utrjeni površini izven gradbene jame.
- Za morebitne nevarne odpadke mora biti določeno ustrezno opremljeno mesto na območju gradbišča (izven gradbene jame), skladiščne posode za nevarne odpadke pa morajo biti iz ustreznih materialov (odpornih na skladiščene snovi), zaprte in ustrezno označene (oznaka odpadka, oznaka nevarnosti).
- Investitor mora zagotoviti oddajo gradbenih odpadkov zbiralcu ali obdelovalcu, kar mora biti tudi ustrezno evidentirano.
- Prepovedano je izlivanje nevarnih in drugih tekočih odpadkov v tla ali v obstoječ kanalizacijski sistem.
- Skladiščenje morebitnih gradbenih kemičnih sredstev ni dovoljeno. Na lokaciji so lahko prisotne le količine za sprotno uporabo.

V kolikor bo potrebno pri izvedbi del prestaviti del kanalizacijskega in vodovodnega sistema se je potrebno, pri pripravi projektov za ta del posega, posvetovati s strokovnjaki JP Vodovod - Kanalizacija. Predlagamo, da strokovna služba JP Vodovod - Kanalizacija v času del pregleda stanje celotnega kanalizacijskega in vodovodnega sistema na območju in sicer ne glede na to, da sistemov pri delih ne bi poškodovali.

Interventni ukrepi v času del

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

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

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

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

Primer: Postopek v primeru razlitja z naftnimi derivati:

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

Opomba: pogoji so splošni in so podani glede na v tej fazi dosegljive podatke o vrsti in namenu s SD ZN predvidenih posegov.

13.2 OMILITVENI IN ZAŠČITNI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA

Glede na stopnjo dokumentacije so pogoji splošni in podani kot smernice k nadaljnjemu načrtovanju.

Vsi objekti:

- V tlaku najnižje etaže objektov Kemofarmacije ne sme biti talnih odtokov in povezave z kanalizacijskim sistemom. Tlake vseh najnižjih etaž se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane.
- Kemikalije kot so: maziva, tehnične tekočine za vzdrževanje sistemov v objektu, čistila, morajo biti nameščena v posebnih priročnih namenskih omarah, ki onemogočajo razlitja po prostorih.
- V sklopu prostorov je možna le uporaba (smiselno tudi skladiščenje) sprotnih količin pri delu potrebnih kemikalij.
- Vse kemikalije (nevarne in tiste, ki niso deklarirane kot nevarne) naj bodo le v originalni embalaži, ki je ustrezno označena, v skladu s predpisi, ki urejajo označevanje kemikalij (ime nevarne kemikalije, oznaka nevarnosti ...),
- Manipulacija kemikalij mora biti urejena tako, da je preprečen vnos v tla, vode ali kanalizacijski sistem.

Ponikovanje padavinskih voda s streh objektov

- Možnost ponikovanja padavinskih voda je potrebno dokazati s ponikalnim poskusom.
- Ponikovalnice morajo biti locirane izven vpliva povoznih in manipulativnih površin.
- Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Odpadne vode:

- Za vse interne kanalizacijske sisteme je potrebno zagotoviti neprepustno izvedbo z opravljenim preizkusom in potrdilom.
- V primeru odvoda voda s površin zadnjih kletnih etaž je za primer požara potrebno zagotoviti avtomatsko zaporo na sistemu za odvod voda iz kletne etaže. S tem bo celotna zadnja kletna etaža predstavljala lovilni bazen za zajem požarnih voda.

Predlagamo, da odvajanja vod (vtokov, prečrpališča, povezovalnega ocevja) iz območja parkirnih mest (garaž) v zadnji etaži ni. Ureditev sistema za odvajanje voda iz garažnega dela zadnje etaže je nepotrebna. Tak sistem predstavlja velik strošek tako v času vgradnje kot v času obratovanja (vzdrževanje in čiščenje sistema, odvažanje odpadkov, ki nastanejo pri delovanju sistema). V primeru vnosa voda z vozili gre za minimalne količine vode, ki se v kratkem posuši na vozilih samih ali tleh kletne etaže. Čiščenje površin kletne etaže je možno vršiti ročno ali strojno. S predlagano izvedbo zadnje etaže brez odtokov in povezave z javno kanalizacijo je zagotovljen tudi zajem požarnih voda.

Transformatorske postaje:

- Transformatorsko olje naj bo biorazgradljivo; variantna rešitev je namestitev suhega transformatorja (ali več transformatorjev),
- Lovilna skleda za zajem transformatorskega olja mora biti izvedena vodo in oljetesno, kar je potrebno dokazati z atestom,
- Lovilna skleda za zajem transformatorskega olja mora biti izvedena tako, da je omogočen zajem celotne količine olja,
- Tesnost lovilne skleda pod transformatorjem mora biti dokazana,
- Stene in dno lovilne skleda pod transformatorjem se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane; smiselno enako velja za prostore z diesel agregati.

Smiselno enako je potrebno urediti prostor z morebitnim diesel agregatom.

Dvigala:

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

Zunanje površine:

- Vse povozne površine ob objektih morajo biti obrobljene z robniki.
- Vse površine ob objektih se mora redno pregledovati; morebitne poškodbe utrjenih površin morajo 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.
- Upravljavalec mora zagotoviti vodenje obratovalnega dnevnika vsakega lovilnika olj.
- V primeru izlitja kemikalij na zunanjih površinah mora biti zagotovljeno čiščenje površin in internega kanalizacijskega sistema vključno z lovilcem 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.
- Prepovedano je izlivanje nevarnih kemikalij ali nevarnih odpadkov (npr. usedline in gošče iz lovilcev olj) v tla in s tem posredno v podzemno vodo ali v odtok (kanalizacijski sistem ko bo ta izveden).

- Interno kanalizacijsko omrežje, vključno z revizijskimi jaški, peskolovi, lovilci olj ter priklopom na javni sistem, mora biti izvedeno vodotesno, kar je potrebno dokazati s preskusom.

Požar:

Požarni red in fotovoltaika:

- Požarni red, ki obravnava postopke v primeru požara, mora biti na voljo vsem zaposlenim ves čas.
- Na voljo mora biti dovolj sredstev za zadušitev začetnega požara, kar je potrebno opredeliti pri nadaljevanju načrtovanja (v požarnem načrtu).
- Lastniki objektov opremljenih s fotovoltaičnimi napravami, ki so povezane v javno električno omrežje, naj poskrbijo za izdelavo ustreznih požarnih načrtov in z njimi seznaniti gasilce ter omogočiti ogled objekta in izvedenih inštalacij.
- Izgradnja, oziroma montaža fotovoltaičnih modulov (PV modulov) mora biti izvedena v skladu z veljavnimi predpisi.

Za zagotovitev požarne varnosti in zaščito pred požarom bo treba:

- Opredeliti ukrepe zaradi požarne ogroženosti okolja.
- Opredeliti dopustna požarna tveganja, ki so povezana s povečano možnostjo nastanka požara zaradi:
 - uporabe požarno nevarnih snovi in tehnoloških postopkov v objektih na predvidenem območju, ki bodo namenjeni poslovni in storitveni dejavnosti, ter možnosti širjenja požara na morebitna sosednja poselitvena območja in požarna tveganja zaradi požarne ogroženosti naravnega okolja,
 - neovirane in varne dovoze, dostope ter delovne površine za intervencijska vozila.

Omejitev možnosti onesnaževanja okolja:

- Zaradi preprečitve onesnaženja okolja in vodotoka in podzemne vode s požarnimi vodami, je potrebno za vsakim lovilnikom olj obvezno vgraditi jašek, v katerem bo zaporni ročni zasun.
- Ta zaporni ventil je potrebno pred pričetkom gašenja ročno zapreti (takoj 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 so odgovorne za organizacijo intervencije in zapiranje zapornega ventila.
- Jašek z zapornim ventilom, ki bo vgrajen po vsakem lovilniku olj, bi potrebno redno pregledovati in vzdrževati (zaščita pred korozijo ...).
- Vse preglede jaška in zapornega ventila bo potrebno zavesti v obratovalni dnevnik.

Interventni ukrepi v času obratovanja

Interventni ukrepi se izvajajo v primeru razlitja onesnaževala med obratovanjem in sicer glede na namembnost in urejenost obravnavanega objekta predvsem iztoka goriva ali tehničnih tekočin iz tovornih in osebnih vozil ob eventualni havariji na zunanjih površinah. Ukrepi med obratovanjem obsegajo zbiranje razlite zmesi in odvoz. Odvoz nevarnih odpadkov lahko vrši le podjetje, ki je uvedeno v seznam zbiralcev oziroma odstranjevalcev tovrstnih odpadkov. Spiranje v kanalizacijo ni dovoljeno. Ostali interventni ukrepi so smiselno enaki kot v času gradnje, vključno s postopkom v primeru razlitja oz. onesnaženja površine.

14. 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 hidrogeoloških danosti na območju, predvidene investitorjeve dejavnosti v obsegu in način kot je predviden, prisotne vrste in količine sredstev in predvsem rokovanje z njimi, ter dodatne varovalne ukrepe ter glede na navedbe predhodnih poglavij, ni potrebna.

15. SKLEPNA OCENA

Vodovarstveni režimi, kot so določeni v *Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)* in, v konkretnem primeru, glede na tok podzemne vode, tudi v *Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)*, so ukrepi zaščite vodnega telesa ter prepovedi in omejitve posegov v okolje na posameznih notranjih območjih vodovarstvenega območja, namenjeni zmanjševanju tveganja za onesnaženje vodnega telesa.

Varovanje podzemne vode je odvisno od kakovostnega načrtovanja in striktnega izvajanja določil navedenih uredb ter v tej analizi podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov.

Izsledki analize tveganja

Vodonosnik je na območju obdelave SD ZN prekrit s plastmi (glino in glinastim meljem), ki so neprepustne oziroma zelo slabo prepustne. V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami (brez odstranjene celotne krovni plasti (glina in glinasti melj) bi se onesnaževalo absorbiralo v glinastem sloju. Z izkopom onesnaženega materiala bi se preprečilo vsako možnost onesnaženja podzemne vode v zgornjem pleistocenskem vodonosniku. Z varstvenimi ukrepi v času gradnje, ki so del analize tveganja, bo hkrati preprečeno kakršnokoli iztekanje onesnaževal v tla.

V primeru izlitja onesnaževala v času izkopa gradbene jame ali izvajanja del v gradbeni jami z odstranjeno celotno krovno plastjo (glina in glinasti melj), bi prišlo do del v neomočenem (peščenem) delu vodonosnika. V primeru nezgodnega dogodka (razlitja mineralnih olj pri poškodbi gradbenih strojev) bi onesnaževalo lahko prodrlo neposredno v podzemno vodo. Smiselno enako velja za izvedbo morebitnih pilotov.

Z varstvenimi ukrepi v času gradnje, ki so del analize tveganja, bo preprečeno kakršnokoli iztekanje onesnaževal v tla. V primeru, da bi se to vseeno zgodilo, onesnaževalo zaradi glinene podlage ne bi prodrlo do pravega vodonosnika varovanega z *Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane*. Onesnaževalo bi, glede na geološke in hidrogeološke značilnosti na območju, v celoti odteklo površinsko in ne bi doseglo zajetij pitne vode, ki so zavarovana z:

- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS, št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)
- Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)

Ne glede na navedeno smo pesimistično obravnavali tudi scenarij v primeru prodora onesnaževala do podzemne vode vodonosnika, kar je glede na značilnosti s SD ZN predvidenimi posegi in geološke ter hidrogeološke danosti na območju, zgolj teoretična predpostavka (tudi slednje le v času gradnje, ne pa tudi v času obratovanja):

- Z dosedanjimi hidrogeološkimi raziskavami je bilo ugotovljeno, da podzemna voda iz predmetnega območja odteka proti severu skozi ožino med Rožnikom in Golovcem (Ljubljanska vrata) in se izliva v vodonosnik Ljubljanskega polja. Od tod teče podzemna voda v generalni smeri proti vzhodu in južno od območja črpališča Hrastje. Navedeno je dokazano tudi z rezultati več matematičnih simulacij - možnostjo onesnaženja podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega Polja in ogrožanje črpališč pitne vode z razlitjem onesnaževala z izlitjem mineralnih olj. Onesnaževalo tako ne bi doseglo zajetij pitne vode, ki so zavarovana z:
 - Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UL RS, št. 115/07, 9/08, 65/12, 93/13)
 - Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15)

- Upoštevali pa smo (pesimistično) tudi možnost spremenjenih hidrogeoloških razmer na območju Ljubljanskega polja. V danem primeru najbolj verjetna pot onesnaževala poteka od prehoda med Rožnikom in Grajskim gričem naprej po Ljubljanskem polju; lahko tudi preko območja vodarne Hrastje. Morebitni oblak onesnaženja bi do vodarne potoval zelo dolgo (nekaj 100 let), razredčenje pa bi bilo že takšno, da se koncentracije onesnaževala v vodi z mejo zaznavnosti $LOD = 5 \mu\text{g/l}^{-1}$ za ta parameter (po Pravilniku o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja) v vodi sploh ne bi zaznalo (izračunana koncentracija bi bila za tri rede velikosti manjša od meje zaznavnosti).

Ker je območje predvidene gradnje, glede na sedanje hidrogeološke pogoje, izven vplivnih območij črpališč, ni potrebno računati spremembe referenčnega stanja zaradi ogroženosti (dR) in relativne občutljivosti S v okviru, ki ga določata 48. in 50. člen Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Ogroženost vodnega telesa zaradi globine s SD ZN predvidenih posegov

Značilna nadmorska višina terena v območju obravnave SD ZN je cca 301 - 302 m.n.v. Gladina podzemne vode na predmetnem območju varovanem z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane je do 291 m.n.v.

Najgloblje točke izkopa za dno temeljev objektov v tej fazi priprave SD ZN ni mogoče določiti. V nadaljevanju načrtovanja bo potrebno upoštevati določila priloge 3 Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane in sicer:

- Objekte ali naprave na širšem vodovarstvenem območju je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10%, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje, ob pogoju, da se izvede analiza tveganja za količinsko in kakovostno stanje podzemne vode. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje.
- Izkopi na širšem vodovarstvenem območju so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen v primerih, kadar je izjemoma dovoljena gradnja iz opombe ³ te priloge.
- Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvisjo gladino podzemne vode, ce gre za za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Zaključek

Glede na lokacijo SD ZN, predvidene ureditve in namen s SD ZN predvidenih objektov ter ob upoštevanju v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, niso ogroženi parametri kemijske sestave podzemne vode. Snovi, ki jih pred s SD ZN predvidenimi posegi v prostor ni bilo v vodnem telesu, se tudi po izvedenih predvidenih posegih v vodnem telesu ne bodo pojavile. Do izpada oskrbe s pitno vodo zaradi gradnje in obratovanja objektov v okviru SD ZN ne more priti.

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri gradnji in obratovanju s SD ZN predvidenih objektov in površin ob njih na obravnavanem območju sprejemljivo.

Opomba: ta analiza tveganja je izdelana z namenom ocene sprejemljivosti z SD ZN predvidenih ureditev in ni neposredno uporabna za pridobivanje mnenja pristojne Direkcije RS za vode v fazi pridobivanja gradbenega dovoljenja za posamezen objekt znotraj območja SD ZN.

16. VIRI PODATKOV IN LITERATURA

- IZHODIŠČA ZA PRIPRAVO SPREMEMB IN DOPOLNITEV ZAZIDALNEGA NAČRTA ZA SEVERNI DEL OBMOČJA UREJANJA VP3/2 BRDO. LUZ d.d., Ljubljana (september 2019)
- Tehnološko tehnični podatki investitorjev (september 2019)
- ARSO, Atlas okolja (september 2019).
- Mencej, Z.,: Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija 31,32, 517-553 (1988-89), Ljubljana.
- Mencej, Z., s sod., 1989: Raziskave podtalne vode na Ljubljanskem barju. Zaključno poročilo. Geološki zavod Slovenije. Št.pr.: 612-1/89, Ljubljana.
- Mencej, Z., 2002: Varovanje vodonosnikov pod vzhodnim delom Ljubljanskega barja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Ljubljana.
- Železnik et.al, 2005; Potencialni novi viri pitne vode za Mestno občino Ljubljana, Hidroinženiring d.o.o., Ljubljana
- Poročilo o geološko-geomehanskih in hidrogeoloških raziskavah za stanovanjsko sosesko Novo Brdo v območju urejanja ZN 252; št.: ic 209/17; Geoinženiring d.o.o. in IRGO Consulting d.o.o. (Ljubljana, maj 2017)
- Peček D.; Gotehnično poročilo o rezultatih raziskav in pogojih temeljenja objektov na območju urejanja VS 3/5 BRDO v Ljubljani; št.: 8311-1/05; Geoinženiring d.o.o. (Ljubljana, december 2005)
- Čenčur Curk B. et. al.; PROLINE-CE; Workpackage T2, Activity T2.1; Set up of pilot specific management practices D.T2.1.4; Descriptive documentation of pilot actions and related issues pilot action PAC2.1: Well field Dravlje Valley in Ljubljana, Univerza v Ljubljani (Ljubljana, september 2017),
- Veselič, M.: 2000: Poročilo št.: ip 282/00 Analiza posedanja Ljubljanskega barja zaradi črpanja vode v zvezi z načrtovanim vodnjakom V-2Agl v vodarni Brest. IRGO Ljubljana
- Grad, K., Ferjančič, L., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Kranj. Zv. geol. zavod Beograd.
- Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija 14, Ljubljana.
- Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za gradnjo pilotov in poslovne stolpnice na območju prostorske enote P1 kompleksa Emonika (E-NET OKOLJE d.o.o., 2009),
- Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za gradnjo tesnilne zavese (diafragme) po obodu predvidene gradbene jame kompleksa Tobačna mesto (E-NET OKOLJE d.o.o., 2010),
- Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za gradnjo pilotov, zaščito gradbene jame in objektov na območju kompleksa Emonika City Center (E-NET OKOLJE d.o.o., december 2010),
- M., Petauer D., 1997: Strokovne podlage za pripravo metodologije za izdelavo ocen ogroženosti in kart ranljivosti podzemnih voda. IRGO, GEOKO. Arhiv MOP, Ljubljana.
- Breznik M., 1976, Metodologija zaščite podzemne pitne vode ter določitve varstvenih območij in pasov, Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, FAGG Ljubljana
- Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Univerza v Ljubljani, FGG in JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Ljubljana. Ljubljana, 2002.
- Mallants, D., 2004: Basic concepts of water flow, solute transport, and heat flow in soils and sediments, Scientific report, SCKCEN-BLG-911, 04/DMa/P-49, Belgija, str 88-89.
- Timbrell, J., Principles of Biochemical Toxicology, Third Edition, Taylor & Francis Ltd, London, 2000,
- N.F. Gray. Drinking Water Quality. Problems and Solutions. Chichester. John Wiley & Sons Ltd, 1994.
- Alfred Z. Keller, Henry C. Wilson. Hazards to Drinking Water Supplies. London: Springer - Verlag, 1992.
- H.F. Hemond and E.J. Fechner, Chemical Fate and Transportation in the Environment, Academic Press, inc., 1994.
- Fetter, W.C., 1999: Contaminant hydrogeology. Second edition. Prentice Hall.

- Fried, J.J., 1975: Groundwater pollution, Theory, Methodology, Modelling and Practical Rules. 330pp., New York.
- Yaron, B., Calvet, R., Prost, R., 1996: Soil pollution. Processes and Dynamics. 313 pp, Springer., New York.

17. PRILOGA



Vir podatkov: Mencej, 1989