

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE

ZA OBNOVO KOGENERACIJSKEGA POSTROJENJA V TOŠ IN OBNOVO SREDNJE NAPETOSTNEGA DELA STIKALIŠČ (TP768 IN TP612) VKLJUČNO Z ENERGETSKIMI TRANSFORMATORJI

Št.: 203313-dn

**Ljubljana, 20.08.2013
(po reviziji 22.08.2013)**

NASLOV NALOGE: **ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA
TELESA PODZEMNE VODE ZA OBNOVO
KOGENERACIJSKEGA POSTROJENJA V TOŠ IN
OBNOVA SREDNJE NAPETOSTNEGA DELA
STIKALIŠČ (TP768 IN TP612) VKLJUČNO Z
ENERGETSKIMI TRANSFORMATORJI**

DATUM IZDELAVE: **20.08.2013** (po reviziji 22.08.2013)

ŠTEVILKA NALOGE: **203313-dn**

NAROČNIK: **ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.,
Verovškova 62,
1000 Ljubljana**

INVESTITOR: **ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.,
Verovškova 62,
1000 Ljubljana**

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

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

Odgovorni nosilec naloge: **dr. Domen Novak, dipl.san.inž.**

KAZALO

1.	POVZETEK.....	5
2.	UVOD.....	7
2.1	SPLOŠNO POJASNILO O NAMERAVANEM POSEGU	7
2.2	OSNOVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA.....	7
2.2.1	Zakonske osnove.....	7
2.3	METODOLOGIJA, VSEBINA IN OBSEG ANALIZE TVEGANJA	8
3.	GEOGRAFSKI POLOŽAJ IN OPIS LOKACIJE	9
4.	GEOLOŠKE RAZMERE.....	11
4.1	GEOLOŠKI OPIS LJUBLJANSKEGA POLJA.....	11
4.2	GEOLOŠKE RAZMERE NA OBRAVNAVANI LOKACIJI	13
4.3	OBSTOJEČA RABA TAL.....	17
5.	HIDROGEOLOŠKE RAZMERE.....	18
5.1	POVRŠINSKE VODE	18
5.2	PODZEMNE VODE.....	18
5.2.1	Hidrogeološka zgradba vodonosnika Ljubljanskega polja	18
5.2.2	Hidrogeološke razmere na lokaciji.....	22
5.3	VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI	23
5.3.1	Vodovarstvena območja – območje Ljubljanskega polja	23
5.3.2	Vodni viri	24
5.4	KAKOVOST PODZEMNE VODE	26
6.	OPIS NAMERAVANEGA POSEGA	30
6.1	SPLOŠNO	30
6.2	PROSTORSKI AKTI	30
6.3	OPIS OBSTOJEČEGA IN BODOČEGA STANJA.....	30
6.3.1	Obstoječe stanje.....	30
6.3.2	Zasnova rekonstrukcije	31
7.	DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL	33
7.1	GRADNJA OBJEKTA	33
7.2	OBRATOVANJE	33
7.3	PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE KEMIKAJIJ V PREDMETNEM OBJEKTU	35
8.	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL.....	39
8.1	IZVOR, OPREDELITEV IN MOBILNOST POTENCIALNIH ONESNAŽEVAL	39
8.2	MOBILNOST ONESNAŽEVAL GLEDE NA KEMIJSKE LASTNOSTI ONESNAŽEVAL IN HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI VODONOSNIKA.....	40
8.3	OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA	40
8.4	OPREDELITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV.....	41
8.5	OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELES PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE IZKOPOV OZINA OBJEKTOV	41
9.	OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNEGA DOGODKA	43
9.1	OPREDELITEV SCENARIJEV.....	43
9.2	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADBENIH DEL	43
9.2.1	Scenarij normalnega razvoja dogodkov	43
9.2.2	Scenarij alternativnega razvoja dogodkov.....	43
9.2.3	Scenarij najslabše možnosti.....	44
9.3	RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA.....	45
9.3.1	Scenarij normalnega razvoja dogodkov	45
9.3.2	Scenarij alternativnega razvoja dogodkov - Nevarnosti za nastanek manjših nesreč	45
9.3.3	Scenarij najslabše možnosti.....	45

10. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE	49
10.1 MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE	49
10.2 ŠIRJENJE ONESNAŽENJE V ZALEDJU VODARNE HRASTJE	49
10.2.1 Razlitje onesnaževal v času gradnje	49
10.2.2 Obratovanje	53
10.3 PREGLED REZULTATOV	53
10.4 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST MODELA	53
11. RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA	55
11.1 OCENA REFERENČNEGA STANJA	55
11.2 VPLIV ONESNAŽENJA V ZALEDJU VODARNE HRASTJE	55
11.2.1 Gradnja objekta	55
11.2.2 Obratovanje objekta	56
11.3 PREGLED REZULTATOV RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI PRI RAZLIČNIH SCENARIJIH	56
11.4 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKE METODE	57
12. VARSTVENI UKREPI	58
12.1 UKREPI IN POGOJI GLEDE NA VELJAVNO ZAKONODAJO	58
12.2 UKREPI, KI SO ŽE PREDVIDENI	58
12.2.1 Predvideni varstveni ukrepi v času gradnje	58
12.2.2 Predvideni varstveni ukrepi v času obratovanja	58
12.3 UKREPI DOLOČENI PRI ANALIZI TVEGANJA	59
12.3.1 Ukrepi v času gradbenih del	59
12.3.1.1 Interventni ukrepi v času del	61
12.3.2 Omilitveni in zaščitni ukrepi v času obratovanja	61
12.3.2.1 Interventni ukrepi v času obratovanja	63
13. MONITORING	64
14. SKLEPNA OCENA	66
15. LITERATURA IN VIRI	67
16. PRILOGA	69
1. Hidrogeološka karta z vodovarstvenimi pasovi	

1. POVZETEK

Investitor ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o., Verovškova 62, želi rekonstruirati kogeneracijsko postrojenje v toplotni Šiška in obnoviti del srednje napetostnih stikališč (TP768 in TP612) vključno z energetskimi transformatorji. Namen rekonstrukcije na predvideni lokaciji je rekonstruirati obstoječe kogeneracijsko postrojenje z vgradnjo nove, močnejše eno-gredne plinske turbine in obnoviti del srednje napetostne elektroenergetske opreme, ki se nahaja v dveh obstoječih srednje napetostnih stikališčih (TP768 in TP612), vključno z energetskimi transformatorji. Ker Elektro Ljubljana prehaja na 20 kV napetostni nivo elektrodistribucijskega omrežja, bo predvidena nova elektroenergetska oprema sposobna obratovati tako na 10 kV, kot tudi 20 kV napetostnem nivoju.

Obnova (gradnja) bo potekala na zemljišču s parcelnimi številkami: 92/3, 92/11, 92/12, 92/14 vse k.o. Spodnja Šiška.

Morebitno širjenje onesnaževala v podzemni vodi smo simulirali z matematičnim modelom. Uporabljen je bil računalniški program Processing Modflow v. 5.3.1. Rezultati modeliranja kažejo, da bi v primeru vnosa onesnaževala v podzemno vodo le-to potovalo s tokom podzemne vode proti črpališču Hrastje.

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v scenarijih normalnega poteka dogodkov in alternativnega scenarija v času gradnje je bil vnos onesnaževal tako majhen, da model ni mogel simulirati potovanja onesnaževala v podzemni vodi, saj le to zaradi majhnih količin, razgradnih in retardacijskih procesov v nenasičeni coni vodonosnika, ni prišlo do nivoja podzemne vode. Analiza tveganja na primeru mineralnih olj torej pokaže, da gradnja objekta v *normalnih razmerah* in tudi v primeru *alternativnega scenarija* odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je *manjša* kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Analiza tveganja na primeru mineralnih olj pokaže, da gradnja objekta tudi v primeru *scenarija najslabše možnosti* odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je *manjša* kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Kljub navedenemu sledi, da je potrebno vse nesreče preprečevati oziroma upoštevati pogoje te analize tveganja.

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v scenarijih normalnega in alternativnega razvoja ter scenarija najslabše možnosti v času obratovanja, do onesnaženja ne pride. Analiza tveganja na primeru mineralnih olj torej pokaže, da obratovanje objekta v normalnih razmerah in tudi v primeru alternativnega scenarija in scenarija najslabše možnosti odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je manjša kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Glede na ureditev oziroma predvideno izvedbo ter namen predmetnih naprav, glede na izvedbo komunalnih priključkov in manipulacijskih površin na lokaciji sami ter predvsem ob striktnem izvajanju v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, niso ogroženi parametri kemijske sestave podzemne vode. Snovi, ki jih pred posegom v prostor ni bilo v vodnem telesu, se po izvedenem posegu *ne bodo pojavile*. Do izpada oskrbe s pitno vodo zaradi obratovanja obravnavanih ter ob izvajanju predvidenih varovalnih ukrepov ne more priti.

Iz zgornjih podatkov predstavnika investitorja sledi, da je najgloblji izkop pri morebitni sanaciji dveh temeljev v kotlovnici, ki sega do kote cca. 298,50 m, kar je 6 m pod koto terena.

Glede na podatke iz vrtin (TŠ-1/11, TŠ-2/11, TŠ-3/11) na investitorjevi lokaciji je globina do podzemne vode znašala minimalno 24 m oziroma ni višje od kote približno 280,5 m.n.v. (Šilc, april 2013). Iz navedenega je razvidno, da:

- se s predmetno gradnjo ne bo posegalo v območje nihanja prave podzemne vode v vodonosniku,

- bodo izkopi bodo izdelani bistveno več kakor 2 metra nad najvišjo gladino podzemne vode.
- zaradi obratovanja predvidenega objekta ne bo zmanjšana transmisivnost vodonosnika oziroma ne bo zmanjšana prostornina vodonosnika ali presekan tok podzemne vode.

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev ter doslednemu zagotavljanju predpisanih zaščitnih ukrepov, je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri obratovanju predmetnih naprav, na obravnavanem območju, *sprejemljivo*.

2. UVOD

2.1 SPLOŠNO POJASNILO O NAMERAVANEM POSEGU

Investitor, v sklopu kompleksa Energetika ob Verovškovi c, v Ljubljani, predvideva vgradnjo enega oljnega transformatorja moči največ 16000 kVA, dveh oljnih transformatorjev moči po 4000 kVA, treh oljnih transformatorjev moči 1000 kVA in enega suhega transformatorja moči 1000 kVA. Poleg navedenega je predvidena še postavitev dizelskega električnega agregata in generatorskega sklopa s plinsko turbino s pripadajočimi napeljavami.

2.2 OSNOVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA

2.2.1 Zakonske osnove

Pri izdelavi analize tveganja so upoštevani vsi relevantni veljavni okoljevarstveni predpisi. Splošne zakonske, podzakonske in metodološke osnove za izdelavo in vsebino analize tveganja so naslednje:

Splošno

- Zakon o vodah /ZV-1/ (UL RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08-ZV-1A)
- Zakon o varstvu okolja /ZVO-1, ZVO-1A, ZVO-1B, ZVO-1C/ (UL RS, št. 41/04, 17/06, 20/06-ZVO-1A, 39/06-ZVO-1 UPB1, 49/06-ZmetD, 66/06, 33/07, 70/08, 108/09)
- Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt, ZPNačrt-A) (UL RS, št. 33/07, 108/09)
- Zakon o graditvi objektov /ZGO-1-UPB1, ZGO-1B, ZGO-1C/ (UL RS, št. 102/04, 14/05, 126/07, 108/09)
- Zakon o ohranjanju narave (ZON) (UL RS 56/99)
- Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o ohranjanju narave (Zon-B) (UL RS, 41/04)
- Zakon o rudarstvu (ZRud-1; Ur. l. RS; 61/10, 62/10, 76/10)
- Nacionalni program varstva okolja (UL RS 93/99)
- Uredba o vrstah posegov v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (UL RS, št. 78/06, 72/07, 32/09)
- Pravilnik o projektni dokumentaciji (UL RS, 55/08)
- Enotna klasifikacija vrst objektov (CC-SI) s pojasnili (UL RS, 33/03)

Tla

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh (UL RS, št. 68/96, 41/04-ZVO-1)
- Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (UL RS, št. 84/05)
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (UL RS, št. 55/97, 41/04-ZVO-1)

Vode

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 120/04, 7/06, 1/12, 44/12)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (UL RS, št. 64/04, 5/06, 58/11)
- 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)
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (UL RS, št. 49/06, 114/09)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (UL RS, št. 31/09)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 47/05, 45/07, 79/09)

- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (UL RS, št. 64/12)
- Uredba o stanju površinskih voda (UL RS, 14/09)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (UL RS, št. 47/05)
- Uredba o stanju podzemnih voda (UL RS, št. 25/09, 68/12)
- Pravilnik o pitni vodi (UL RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 25/09)

Odpadki

- Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS, št. 61/11)
- Uredba o odpadkih (UL RS, št. 103/11)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (UL RS, št. 34/08)
- Uredba o uporabi ozonu škodljivih snovi in fluoriranih toplogrednih plinov (UL RS, št. 78/08)
- Uredba o ravnanju z odpadnimi nagrobnimi svečami (UL RS, št. 78/08)
- Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (UL RS, št. 84/06, 106/06, 110/07)
- Uredba o ravnanju z baterijami in akumulatorji ter odpadnimi baterijami in akumulatorji (UL RS, št. 3/10)
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (UL RS, št. 34/08, 61/11)

Kemikalije

- Zakon o kemikalijah /ZKem/ (Ur.l. RS, št. 36/1999, 11/2001-ZFfS, 65/2003, 47/2004-ZdZPZ, 61/2006-ZBioP, 16/08)
- Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi (UL RS, št. 35/05, 54/07, 88/08)
- Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih pripravkov (UL RS, št. 67/05, 137/06, 88/08, 81/09)
- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH), (UL RS, št. 23/08).

2.3 METODOLOGIJA, VSEBINA IN OBSEG ANALIZE TVEGANJA

V elaboratu so obdelane hidrogeološke razmere območja, opis nameravanega posega in analiza tveganja za onesnaženje podzemne vode. Analiza tveganja je izdelana po deterministični metodi, ki jo predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja in z uporabo podatkov, ki jih je dostavil investitor, javnih podatkov o podzemni vodi in vodovarstvenih območjih MOP ARSO ter podatkov, ki so v arhivu izdelovalca analize.

3. GEOGRAFSKI POLOŽAJ IN OPIS LOKACIJE

Ureditev predmetnega objekta bo izvedena v sklopu obstoječega kompleksa TOŠ torej v okviru zemljišča, s katerim razpolaga investitor.

Obravnavana lokacija se nahaja v širšem območju Ljubljanskega polja. Ožjo okolico predstavlja mešano industrijsko-poslovno-trgovsko območje. Teren je raven. Nadmorska višina terena v okolici obravnavane lokacije je približno 304 m.



Slika 1: Širše območje nameravanega posega – DOF5, merilo 1: 10000 (vir: http://urbinfo.gis.ljubljana.si/web/profile.aspx?id=MOL_Urbanizem@Ljubljana).



Tektonske razmere v predkvartarni podlagi

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

Obravnavano ozemlje pripada Ljubljanski kotlini, ki je začela nastajati še pred srednjim oligocenom. Ob prelomih je bilo ozemlje spuščeno. Prelomi so bili aktivni še v kvartarju in tudi v recentnem času.

Konglomeratni in prodni zasip Ljubljanskega polja

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

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

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

Pod mlajše pleistocenskim prodnim zasipom leži plast rjave *gline in gline s prodniki*. Glinasta plast je debela do 10 metrov. Nastala naj bi v riško-würmski medledeni dobi. Ponekod je glinasta plast zvezna, ponekod pa ne. Glina se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja med vznožjem Šentviškega hriba, Zapužami, Kosezami ter vznožjem Rožnika in

Gradu do Ljublanice na jugu, na severovzhodu pa približno do črte: železnica od razcepa s kamniško progo, Pivovarna Union, podvoz na Dunajski cesti in štajerska proga do toplotarne. Na desnem bregu Ljublanice gline povečini ni. V osrednjem delu polja nastopa rjava glina, oziroma glina s prodniki povečini v obliki leč. V Klečah je glinasta plast ugotovljena samo v nekaterih vodnjakih, v nekaterih pa ne. Tam leži prodni zasip neposredno na mlajšem konglomeratnem zasipu.

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

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

4.2 GEOLOŠKE RAZMERE NA OBRAVNAVANI LOKACIJI

Iz spodnje slike je razvidno, da znaša debelina prodno – konglomeratno – peščenega zasipa, ki sestavlja glavni vodonosnik na Ljubljanskem polju, na širšem območju predvidene lokacije do približno 90 m.



Slika 4: Debelina prodno – konglomeratno – peščenega zasipa, ki sestavlja glavni vodonosnik na Ljubljanskem polju, na predvideni lokaciji (Veselič in sod., 1999).

Na področju TOŠ so bili za potrebe monitoringa podzemne vode izvrtani trije piezometri.

POPIS VRTINE TŠ-1/11

Globina (m): Popis jedra vrtine

0,00 - 1,00	Umetni nasip
1,00 - 1,70	Rumenosiv meljast pesek in prod , 0 do 2 cm, delež G: 30 %, S: 30 %, M: 40 %. Prodniki so karbonatni. AC klasifikacija: SM/GM.
1,70- 3,00	Srednj svetlo siv meljasto peščen prod , 0 do 9 m, delež G: 75 %, S: 15 %, M: 10 %. Prevladujejo karbonatni prodniki, nekaj je silikatnih. AC klasifikacija: GP/GW.
3,00 -5,00	Rumenosiv peščeno meljast prod , 0 do 8 cm, delež G: 60%, S: 15 %, M: 25 %. Prevladujejo karbonatni prodniki. AC klasifikacija: OM. 5,00- 6,00 Senčnato rumen meljast prod , 0 do 5 cm, delež G: 50 %, S: 20 %, M: 30 %. Vezivo je vlažno in lepljivo zaradi majhne količine gline med meljem. AC klasifikacija: OM.
6,00 – 8,50	Rumenosiv peščeno meljast prod , 0 do 8 cm, delež G: 50%, S: 20%, M: 30 %. Jedro je zlepljeno. AC klasifikacija: OM.
8,50- 15,0	Sivkasto oranžen (peščeno meljast prod, kije ponekod zlepljen v konglomerat, 0 do 6 cm, delež G: 60%, S: 20 %, M: 20%. AC klasifikacija: OM. Odvzet vzorec.
15,00-16,60	Temno rumeno oranžna peščeno meljast prod, ki je na več mestih zlepljen v konglomerat, 0 do 6 cm, delež G: 60%, S: 15 %, M: 25 %. AC klasifikacija: OM.
16,60- 18,00	Rumenosiv peščeno meljast prod, na več mestih zlepljen v konglomerat, 0 do 4 cm, delež G: 55 %, S: 20 %, M: 25 %. AC klasifikacija: OM.
18,00 – 19,50	Temno rumeno oranžna peščeno meljast prod, ki je na več mestih zlepljen v konglomerat, 0 do 6 cm, delež G: 60%, S: 15 %, M: 25 %. AC klasifikacija: GM.
19,50 -26,50	Rumenosiv konglomerat, ki mestoma prehaja v meljasto peščen prod z manj melja kakor v prejšnjih intervalih, 0 do 10 cm, večinoma do 5 cm, delež G: 60 %, S: 30 %, M: 10%. Prodniki so v veliki večini karbonatni (apnenčasti). AC klasifikacija: Konglomerat/GW.
26,50-30,00	Rumenosiv peščeno meljast prod, v prvi polovici mestoma še zlepljen v konglomerat, 0 do 5 cm, delež G: 60 %, S: 20 %, M: 20 %. AC klasifikacija: OM. Odvzet vzorec.
30,00-30,20	Senčnato rumen drobeno zrnat pesek s prodniki rdečega peščenjaka, delež prod 10%, pesek je tudi meljast. AC klasifikacija SW/SM.
30,20-30,90	Senčnato rumen peščeno meljast prod, 0 do 7 cm, delež G: 60 %, S: 20%, M: 20%. AC klasifikacija: GM.
30,90-31,50	Temno rumeno oranžna poltrden melj s prodniki, delež prod 20 %, v sredini intervala je 5 cm plast z več prodniki. AC klasifikacija: ML.
31,50-32,50	Senčnato rumen peščeno meljast prod, 0 do 10 cm, delež G: 60 %, S: 20 %, M: 20 %. AC klasifikacija: GM.
32,50- 33,50	Rumenosiv meljast pesek in meljasto peščen droben prod, 0 do 1 cm, delež G: 30%, S: 40%, M: 30%. AC klasifikacija: SM/GM.
33,50-37,50	Srednje rumen peščeno meljast prod, jedro je precej zlepljeno, 0 do 7 cm, delež G: 65 %, S: 15 %, M: 20 %. Nekaj več je silikatnih prodnikov, prevladujejo pa še vedno karbonatni prodniki. AC klasifikacija: GM. Odvzet vzorec.
37,50-39,10	Sivkasto oranžen peščeno meljast prod, kije ponekod zlepljen v konglomerat, 0 do 4 cm, delež G: 65 %, S: 15%, M: 20%. AC klasifikacija: GM.
39,10- 40,00	Senčnato rumen peščeno meljast prod, 0 do 4 cm, delež G: 70 %, S: 15 %, M: 15 %, močno prevladujejo karbonatni prodniki. AC klasifikacija: GM/GW.

POPIS VRTINE TŠ-2/11

Globina (m): Popis jedra vrtine

0 - 0,5 m	temno rumenkasto rjav humus z prodami velikosti do 4cm; prod 40%
-----------	--

0,5- 1,0 m	rumeno siv peščeno meljast prod in grušč velikosti do 4cm (verjetno gre za nasip); prod 50%
1,0 – 1,5m	srednje rumeno rjav meljast prod s primešanim humusom (verjetno prvotno površje); prod, velikosti do 5cm, je pretežno karbonatne sestave, delež prod 60%; GM
1,5- 5,6m	rumeno siv peščeno meljast prod pretežno karbonatne sestave, mestoma zlepljen v konglomerat ; velikost prod do 9cm; delež prod 60%, peska 20%, melja 20%; GM
5,6- 9,0m	bledo oranžen peščeno meljast, pretežno karbonaten prod; več prodnikov je tudi tufa in rjavkastih peščenjakov. Velikost prod do 9cm; delež prod 70%, peska 20%, melja 10%; GM/GW
9,0- 10,6m	rumeno siv meljast prod s sabo zaobljenimi dolomitnimi in apnenčevi prodniki velikosti do 10cm; delež prod 70%, peska 10%, melja 20%;GM
10,6 – 12m	sivkasto oranžen peščeno meljast prod velikosti do 5cm, pretežno karbonatne sestave. Delež prod 65%, peska 15%, melja 20%;prod mestoma zlepljen v konglomerat; GM
12- 12,7m	sivkasto oranžen meljasto peščen prod, mestoma sprijet v konglomerat; Velikost prod je do 6cm; vsebnost prod 80%, peska 15%, melja 5%. GW
12,7- 15,0m	sivkasto oranžen meljasto peščen prod zlepljen v konglomerat, ki je bil pri vrtanju zdrobljen. Velikost prod do 5cm; Delež prod po oceni 70%, peska 20%, melja 10%; GW/GM
15,0- 16,7m	temno rumenkasto oranžen peščeno meljast prod sprijet v slabše vezan konglomerat. Velikost prod po oceni do 4cm; delež prod 65%, peska 15%, melja 20%; GM
16,7 – 18,2m	rumenkasto siv meljasto peščen prod, zlepljen v konglomerat do slabo sprijet prod. Velikost prod do 5cm; delež prod 70%, peska 20%, melja 10%, GW/GM
18,2- 18,8m	sivkasto oranžen peščeno meljast prod sprijet v slabše vezan konglomerat. Velikost prod do 4cm; delež prod 50%, peska 20%, melja 30%; GM
18,8-26,3m	rumenkasto siv konglomerat karbonatne sestave, pri vrtanju mestoma zdrobljen v meljasto peščen prod. Večinoma kot konglomerat. Ponekod je lepo vidna medzrnska poroznost.
26,3 -27,4m	sivkasto oranžen meljasto peščen prod in slabo vezan konglomerat. Karbonatni prodniki še prevladuje, vendar se povečuje delež nekarbonatnih. delež prod 70%, peska 15%, melja 15%; GM/GW
27,4- 29,0m	sivkasto oranžen peščeno meljast do meljast prod. Velikost prod do 4cm; delež prod 45%, peska 25%, melja 30%; GM. Mestoma prevladujejo nekarbonatni prodniki.
29,0- 30,0m	rumenkasto siv peščeno meljast karbonatni prod velikosti do 6cm; delež prod 65%, peska 20%, melja 15%; GM/GW.
30,0- 30,3m	sivkasto oranžen meljast pesek z redkimi prodniki velikosti do 0,75cm; delež prod 10%, peska 60%, melja 30%; SM
30,3 – 32,1m	rumenkasto si peščeno meljast prod velikosti do 8cm; delež prod 60%, peska 20%, melja 20%; GM. Prod je mestoma zlepljen v konglomerat
32,1 – 32,2m	rumenkasto siv meljast do zaglinjen prod velikosti do 4cm; delež prod 60%, peska 10%, melja 25%, gline 5%; GM/GC
32,2- 33,0m	rumeno siv peščeno meljast prod velikosti do 7cm; delež prod 70%, melja 20%, peska 10%;GM
33,0- 33,9m	senčnato rumen meljast pesek z redkimi predniki v prvi polovici intervala. Velikost prednikov do 2cm, delež prod 10%, peska 60%, melja 30%; SM
33,9- 35,0m	srednje rumen peščeno meljast prod velikosti do 8cm. Mestoma je zlepljen v konglomerat. Delež prod 75%, peska 10%, melja 5%; GM/GP
35,0- 35,8m	temno rumenkasto oranžen meljast pesek z redkimi predniki v začetku intervala. Velikost prednikov do 1cm; delež prod 5 %, peska 70%, melja 25%; SM
35,8- 36,4m	sivkaste oranžen peščeno meljast prod velikosti do 6cm; delež prod 60%, peska 20%, melja 20%; GM

36,4- 37,1 m	temno oranžen meljast pesek z redkimi predniki velikosti; delež prodra 5%, peska 70%, melja 25%; SM
37,1- 37,5m	rumenkasto siv peščeno meljast prod velikosti do 4cm; delež prodra 70%, peska 15%, melja 15%; GM/GW
37,5- 38,1m	rumenkasto siv peščen prod, ki je pretežno karbonaten. Delež prodra 80%, peska 15%, melja 5%; GP/GW
38,1- 39,0m	sivkasto oranžen peščeno meljast prod velikosti do 6 cm; delež prodra 70%, peska 15%, melja 15%; GM/GW; Prod je pretežno karbonaten
39,0- 40,0m	temno rumeno oranžen meljasto peščen prod; delež prodra 70%, peska 20%, melja 10%. Prod je pretežno karbonaten. GW/GM

POPIS VRTINE TŠ-3/11

Globina (m): popis izpirka vrtine

0 - 1m	bledo rjav humus z prodrom. delež prodra 45% 1-3m bledo rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 60%, peska 30% in melja 10%
3 -4,5m	bledo rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 40%, peska 30% in melja 20%.
4,5- 6m	bledo rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 60%, peska 30% in melja 10%.
6- 7,5m	rumenkasto siv peščen prod z meljem. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 70%, peska 25% in melja 5%.
7,5 -9m	svetlo siv peščen prod z meljem. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 65%, peska 30% in melja 5%.
9- 12m	bledo rumenkasto rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 55%. peska 30% in melja 15%.
12- 15m	bledo rumenkasto rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 65%, peska 25% in melja 10%.
15 - 16,5m	svetlo rjavkasto siv zameljen peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 50%, peska 30% in melja 20%.
16,5- 18m	bledo rumenkasto rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 65%, peska 25% in melja 10%.
18-21m	bledo rumenkasto rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 50%, peska 40% in melja 10%.
21 -24m	bledo rumenkasto rjav meljasto prodnat pesek. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 40%. peska 50% in melja 10%.
24- 27m	bledo rumenkasto rjav zameljen prod s peskom. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 55%, peska 25% in melj 20%.
27 -28,5m	bledo rumenkasto rjav zameljen peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 70%, peska 20% in melja 10%.
28,5 – 30m	srednje rumenkasto rjav meljasto peščen prod. Prod do velikosti 2cm. Delež prodra 60%, peska 30% in melja 10%.
30 -31,5m	bledo rumenkasto rjav zaglinjen peščen prod. Prod do velikosti 3cm. Delež prodra 50%, peska 35% in gline 15%.
31,5- 33m	svetlo rjav zameljen peščen prod. Prod do velikosti 1,5cm. Delež prodra 40%, peska 35% in melja 25%.
33 -34,5	sivo-rjav peščen prod z meljem. Prod do velikosti 4cm. Delež prodra 80%, peska 15% in melja 5%.
34,5- 36m	sivo-rjav zameljen peščen prod. Prod do velikosti 4cm. Delež prodra 70%, peska 15% in melja 15%.
36- 40m	srednje siv zameljen peščen prod. Prod do velikosti 4 cm. Delež prodra 65%, peska 25% in melja 10%.

Najbližja vrtina, ki je dosegla neprepustno karbonsko podlago je bila izvrtana v neposredni bližini in sicer na področju Ljubljanskih mlekarn. Raziskovalno piezometrična vrtina LMP-1/06. Globina vrtine znaša 93,0 m. Litološki profil vrtine je:

0,0-8,0m	droben do srednje zrnat prod (posamezni prodniki do 2,0 cm)
8,0-10,5m	rjava meljna glina, rjava glina z peskom-posamezni prodniki
10,5-16,5m	drobno do srednje zrnat prod s peskom in nekaj melja
16,5-21,0m	droben peščen prod (posamezni prodniki do 0 2,0 cm) z nekaj melja
21,0-25,5m	slabo vezane plasti konglomerata v menjavi s tanjšimi vložki srednje do drobno zrnatega proda z nekaj peska in melja
25,5-26,0m	konglomerat-kompakten
26,0-28,5m	zbit droben prod s peskom in meljem (svetlo siv) - pojav vode
28,5-29,0m	drobno do srednje zrnat prod s peskom in nekaj melja (svetlo rjave barve)
29,0-32,0m	drobno do srednje zrnat prod s peskom-veliko melja
32,0-38,5m	delno zaglinjen drobno do srednje zrnat prod
38,5-41,0m	zaglinjen drobno do srednje zrnat prod s peskom in nekaj melja
41,0-49,5m	drobno do srednje zrnat prod s peskom-mestoma tanjše (do 0,1m) plasti konglomerata
49,5-50,0m	konglomerat
50,0-50,5m	drobno do srednje zrnat prod
50,5-50,6m	svetlo rjava glina
50,6-56,3m	debelejše plasti dobro vezanega konglomerata z vmesnimi tanjšimi plastmi proda oz. slabo vezanega konglomerata
56,3-57,5m	svetlo rjava glina
57,5-61,0m	menjavanje tankih plasti konglomerata in zaglinjenega peska s prodom
61,0-75,0m	menjavanje tankih plasti konglomerata in zameljenega peska s prodom
75,0-85,0m	prod s peskom in meljem, mestoma zaglinjen
85,0-90,0m	močno zaglinjen prod s peskom, prehaja v svetlo sivo glino
90,0-93,0m	karbonski skrilavec (kameninska osnova)

4.3 OBSTOJEČA RABA TAL

Obravnavani poseg je lociran v industrijski coni oz. ožje v kompleksu TOŠ. Zaradi že prisotnih dejavnosti na ožjem območju gre pri obravnavani lokaciji za 100% pokrovnost tal z investitorjevimi objekti in manipulativnimi površinami.

5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

5.1 POVRŠINSKE VODE

Na obravnavani lokaciji ali v neposredni vplivni okolici ni površinskih vodotokov. Lokacija spada v vodozbirno območje reke Save, ki teče približno 3,5 km severno. Reka Sava ima na Ljubljanskem polju pomembno vlogo zaradi napajanja vodonosnika. Dokazano je, da se vodonosnik pretežno napaja iz reke Save (51%) in iz padavin (33%), delno pa tudi podzemno iz drugih vodonosnikov (16%) (Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani, 2002).

Drugi pomemben vodotok je reka Ljubljanica (oddaljenost približno 4,6 km jugovzhodno), ki pa zaradi zablatenosti struge Ljubljansko polje preči brez hidrodinamičnega odnosa s podzemno vodo vodonosnika Ljubljanskega polja.

5.2 PODZEMNE VODE

5.2.1 Hidrogeološka zgradba vodonosnika Ljubljanskega polja

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

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

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

Globina do podzemne vode

Glede na potek trase, smiselno povzamemo podatke vodomernih postaj za podzemno vodo (ARSO) v Klečah (0541 Kleče), ki je od obravnavane lokacije oddaljena cca 900 m proti severu in v Hrastjah (0341 Hrastje), ki je od predmetne lokacije oddaljena približno 4700 m proti vzhodu. Podatki o srednjih, minimalnih in maksimalnih nivojih podzemne vode na vodomernih postajah v letih 1999, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 in 2008 so podani v spodnjih tabelah.

ARSO ima vodomerno postajo za podzemno vodo v Klečah (0541 Kleče), ki je od obravnavane lokacije oddaljena cca 900 m proti severu in v Hrastjah (0341 Hrastje), ki je od predmetne lokacije oddaljena približno 4700 m proti vzhodu.

Tabela 1: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 1999 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	<i>0541 Kleče</i>	<i>0341 Hrastje</i>
Srednje kota podtalnice (m)	278,2	273,9
Maksimalna kota podtalnice (m)	279,0	274,6
Minimalna kota podtalnice (m)	277,4	273,4
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	1,6	1,2
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	0,8	0,7

Tabela 2: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2003 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	<i>0541 Kleče</i>	<i>0341 Hrastje</i>
Srednje kota podtalnice (m)	277,5	273,6
Maksimalna kota podtalnice (m)	279,2	274,8
Minimalna kota podtalnice (m)	276,6	273,1
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	2,6	1,7
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	1,7	1,2

Tabela 3: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2004 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	<i>0541 Kleče</i>	<i>0341 Hrastje</i>
Srednje kota podtalnice (m)	279,11	274,29
Maksimalna kota podtalnice (m)	280,12	275,4
Minimalna kota podtalnice (m)	277,95	273,64
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	2,17	1,76
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	1,01	1,11

Tabela 4: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2005 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	<i>0541 Kleče</i>	<i>0341 Hrastje</i>
Srednje kota podtalnice (m)	278,37	274,03
Maksimalna kota podtalnice (m)	279,89	275,11
Minimalna kota podtalnice (m)	277,16	273,31
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	2,73	1,8
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	1,52	1,08

Tabela 5: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2006 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	<i>0541 Kleče</i>	<i>0341 Hrastje</i>
Srednje kota podtalnice (m)	278,18	273,93
Maksimalna kota podtalnice (m)	278,76	274,62
Minimalna kota podtalnice (m)	277,03	273,88
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	1,73	0,69

Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	0,58	0,74
---	------	------

Tabela 6: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2007 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	0541 Kleče	0341 Hrastje
Srednje kota podtalnice (m)	277,66	273,8
Maksimalna kota podtalnice (m)	278,5	274,4
Minimalna kota podtalnice (m)	276,94	273,4
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	1,56	1,0
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	0,84	0,6

Tabela 7: Najnižji, srednji in najvišji nivoji vode v letu 2008 v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	0541 Kleče	0341 Hrastje
Srednje kota podtalnice (m)	278,18	274,08
Maksimalna kota podtalnice (m)	280,34	275,48
Minimalna kota podtalnice (m)	277,24	273,45
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	3,1	2,03
Nihanje med srednjim in maksimalnim nivojem (m)	2,16	1,4

Le v splošno informacijo: najvišji ugotovljen nivo podtalnice na vodomernih postajah je bil v Klečah leta 1974, v Hrastju pa leta 1973 (glej spodnjo tabelo).

Tabela 8: Najnižji in najvišji ugotovljen nivo podzemne vode v Klečah in Hrastju

	Vodomerna postaja	
	0541 Kleče	0341 Hrastje
Maksimalna kota podtalnice (m)	282,54 (leto 1974)	276,64 (leto 1973)
Minimalna kota podtalnice (m)	275,01 (leto 1989)	271,6 (leto 1989)
Nihanje med minimalnim in maksimalnim nivojem (m)	7,53	5,04
Nihanje med maksimalnim nivojem (1974) in srednjim nivojem (1999)	$282,54 - 278,2 = 4,34$	$276,64 - 273,9 = 2,74$
Nihanje med maksimalnim nivojem (1974) in srednjim nivojem (2003)	$282,54 - 277,5 = 5,04$	$276,64 - 273,6 = 3,04$

Glede na najvišjo ugotovljeno koto podtalnice na vodomernih postajah 0541 Kleče in 0341 Hrastje, je nihanje med najvišjim ugotovljenim nivojem podtalnice (v letu 1973 oz. 1974) in srednjim nivojem (v letu 1999) od 2,74 m v Hrastju do 4,34 m v Klečah ter v letu 2003 od 3,04 v Hrastju in 5,04 v Klečah.

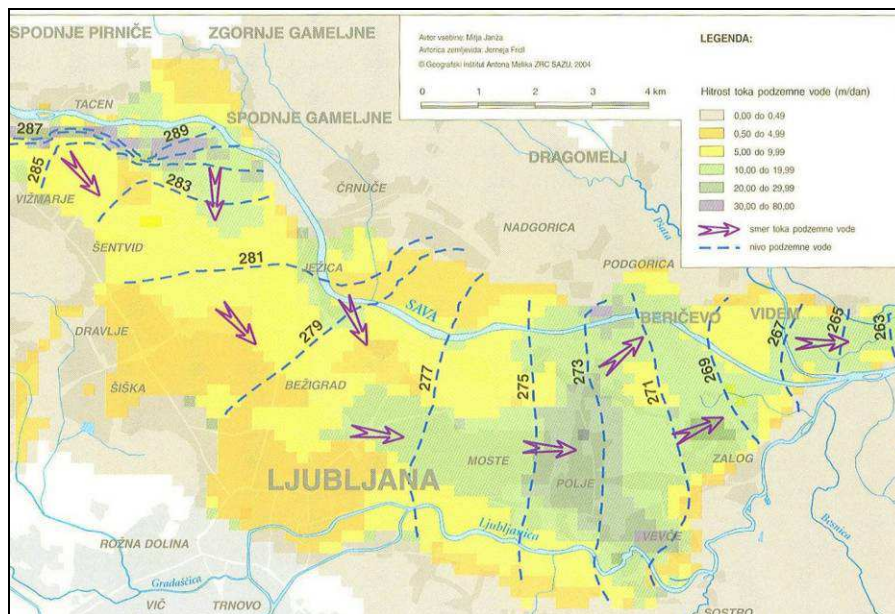
Koeficient prepustnosti v kvartarnih sedimentih

Vrednost koeficienta prepustnosti je bila določena na podlagi številnih rezultatov črpalnih poskusov v vrtnah. 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.

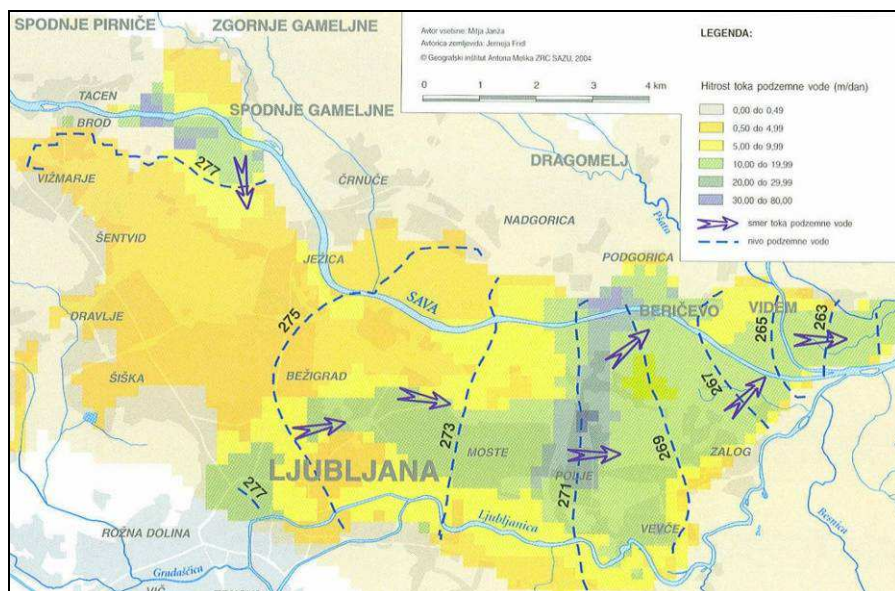
Smer toka in hitrost pretakanja podzemne vode

Generalna smer podtalnice na celotnem Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu vzporedno z reko Savo. 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.



Slika 5: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob visokih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005)



Slika 6: Karta gladin in hitrosti pretakanj podzemne vode ob nizkih vodah (Brancelj Rejec s sod., 2005)

5.2.2 Hidrogeološke razmere na lokaciji

Globina do podzemne vode

Glede na podatke iz vrtin (TŠ-1/11, TŠ-2/11, TŠ-3/11) na investitorjevi lokaciji (posredovane meritve od 1.1.2012 do 26.3.2013) je globina do podzemne vode znašala minimalna 24 m oziroma ni višje od kote približno 280,5 m.n.v., (Šilc, april 2013).

Sledenje se sklada s podatki (ARSO, VO-KA) najbližjih vodomernih postaj za meritve nivoja podzemne vode v Klečah in na Vodovodni cesti (Piezometer »Vodovodna« se nahaja v okviru površin podjetja Lajovic Tiki d.o.o.).

Koeficient prepustnosti

V nadaljevanju so povzeti rezultati nestacionarnih izračunov za črpalni poskus opravljen na piezometrih TŠ-1/11, TŠ-2/11 in TŠ-3/11 (Pregl, november 2011).

Tabela 9: Rezultati opravljenih črpalnih poizkusov.

piezometer	k_{Jacob} (mis)	$k_{\text{Papad. \& Coop.}}$ (mis)	k_{Theis} (mis)	k_{srednji} (mis)	$k_{\text{geom.}}$ (mis)
TS-1/11	3,06E-03	2,72E-03	2,60E-03	2,8E-03	2,8E-03
TŠ-2/11	1,71E-03	1,98E-03	2,12E-03	1,9E-03	1,9E-03
TŠ-3/11	2,21E-03	1,78E-03	1,71E-03	1,9E-03	1,9E-03

Rezultati potrjujejo, da so na območju piezometrov TŠ opravka z dobro prepustni vodonosni sedimenti. Prepustnost teh sedimentov je največja na območju piezometra TŠ- 1/ 11 in znaša:
 $k = 2,8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

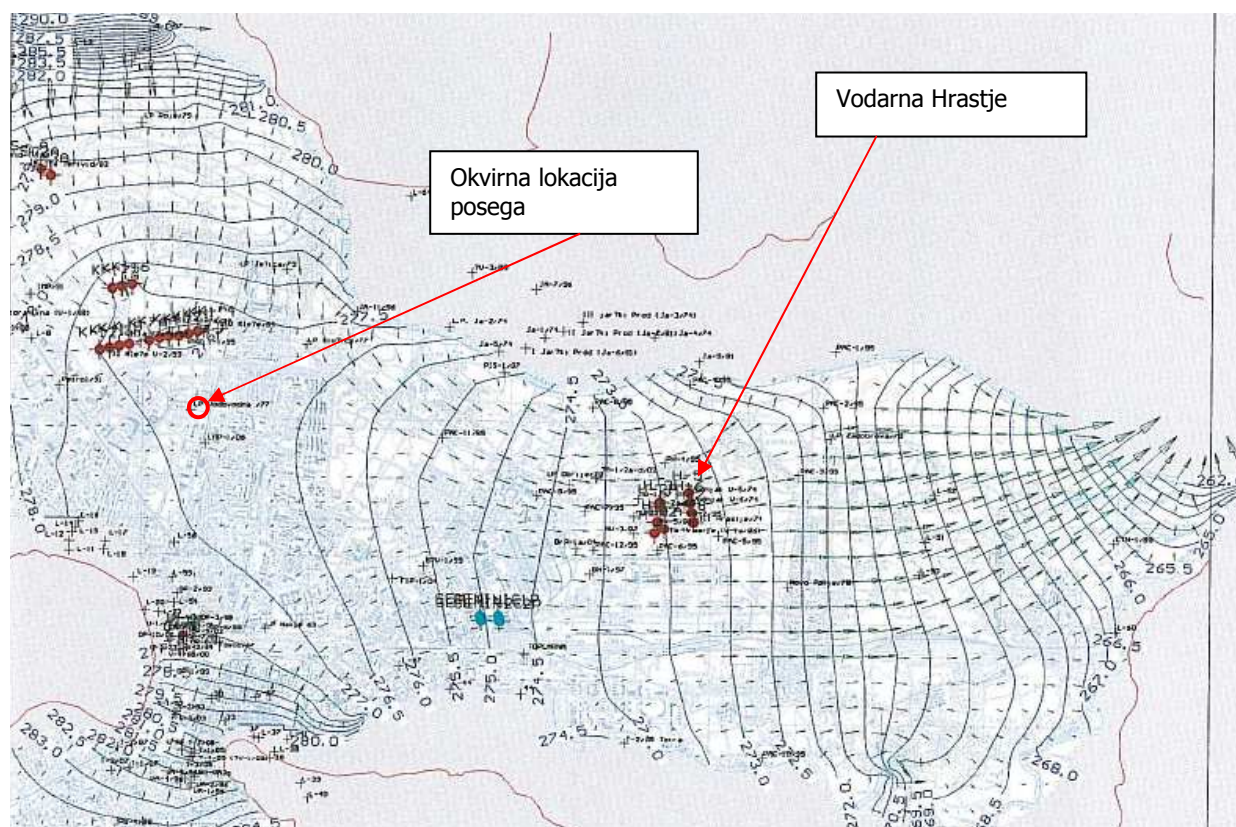
Nekoliko manjša pa je prepustnost sedimentov v okolici piezometrov TŠ-2/11 in TŠ-3/11 in znaša:
 $k = 1,9 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

V okviru kompleksa Ljubljanskih mlekarn (neposredna bližina) je bila izvrtana raziskovalno piezometrična vrtina LMP-1/06. Globina vrtine znaša 93,0 m. Po podatkih iz vmesnega poročila o izvedbi navedene raziskovalno-piezometrične vrtine znaša koef. prepustnosti $k = 2,45 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (dobljen s črpalnim testom na piezometru). Gladina podzemne vode ima blagi gradient (0,4 ‰) v jugovzhodni smeri (Geološki zavod RS, 2006).

Smer toka podzemne vode

Generalna smer podzemne vode na celotnem Ljubljanskem polju je od severozahoda proti jugovzhodu vzporedno z reko Savo. Po literaturi in glede na model širitve onesnaženja z območja tovarne Šiška, tok podzemne vode (oz. morebitno onesnaženje v njej) sicer potuje proti vodarni Hrastje.

Matematični model Ljubljanskega polja je umerjen na srednje stanje nivoja podzemne vode. Rezultat umerjanja je prikazan na spodnji sliki. Kot rezultat umerjanja so prikazani nivoji, smer in hitrost toka podzemne vode.



Slika 7: Matematični model podzemne vode Ljubljanskega polja (nivo in smer toka podzemne vode (povzeto po poročilu: Petauer D. in Štucin P., Poročilo št.: K-II-30d/c-14/103: GEORAZ d.o.o., februar 2009).

Hitrost toka podzemne vode

Na obravnavani lokaciji je hitrost podzemne vode v nizkem in visokem vodostaju od 0,5 do 10 m/dan (Rejec, Brancelj, 2005). Hitrost podzemne vode (v) je bila v neposredni bližini sedaj obravnavane lokacije (Energetika Ljubljana) izračunana tudi s pomočjo matematičnega modela ModFlow, ki s svojim algoritmom računa realne hitrosti (spodnja slika). Hitrosti na predmetni lokaciji znašajo 22 m/dan, kar ob upoštevanju 0.18 efektivne poroznosti znaša 3.96 m/dan (Vižintin, 2007).

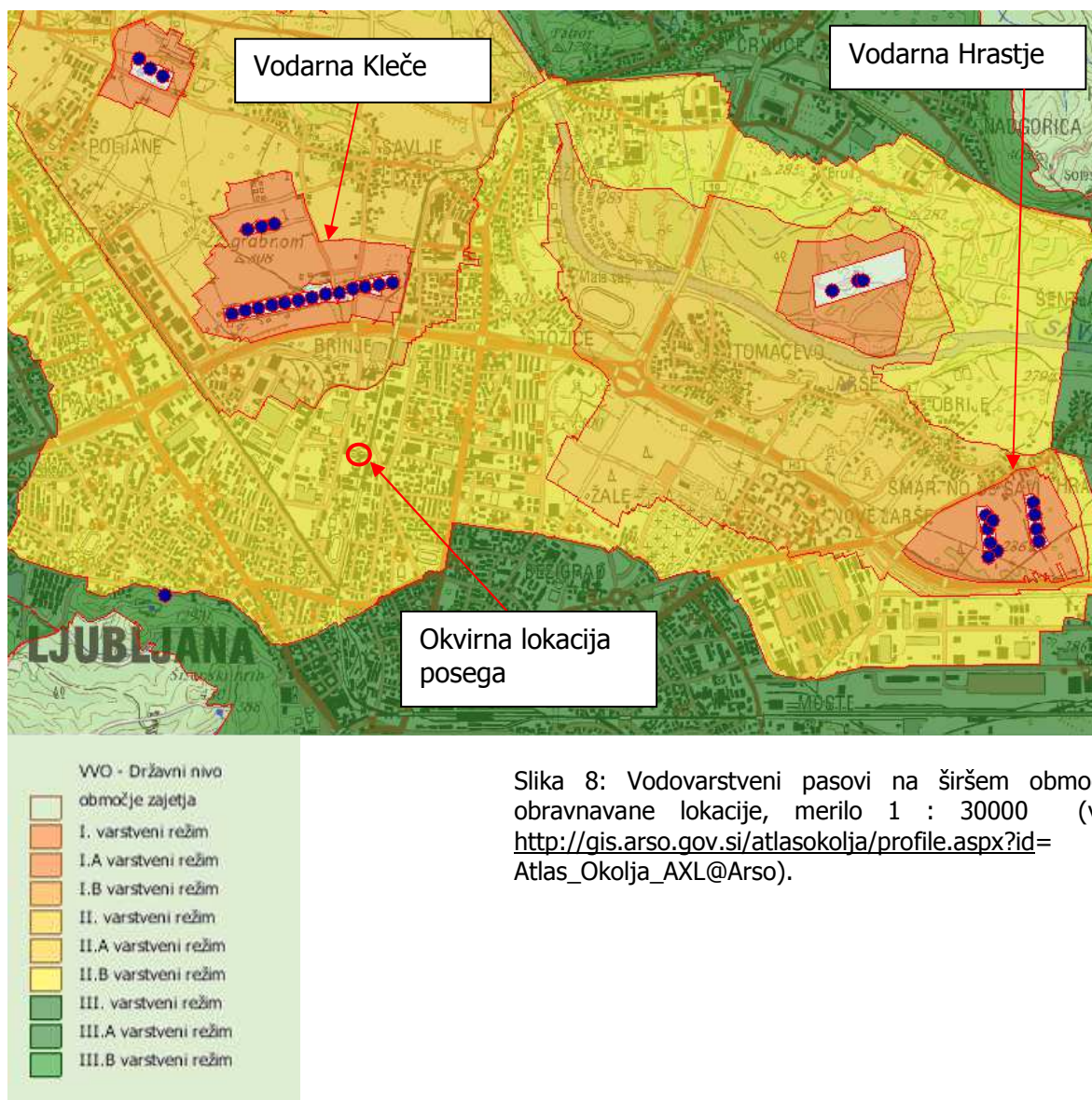
5.3 VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIRI

5.3.1 Vodovarstvena območja – območje Ljubljanskega polja

Vodovarstvena območja so bila sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja. Vodovarstvena območja so bila razdeljena na:

- območja zajetij z oznako "0".
- šest najožjih območij z oznako "VVO I".
- eno ožje območje, ki je razdeljeno na:
 - dve podobmočji s strogim vodovarstvenim režimom in oznako "VVO II A" in
 - eno podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom in oznako "VVO II B";
- eno širše območje, označeno z oznako "VVO III";

Obravnavana lokacija (kompleks TOŠ) je po Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja uvrščena v ožje vodovarstveno območje – podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom in oznako "VVO II B".



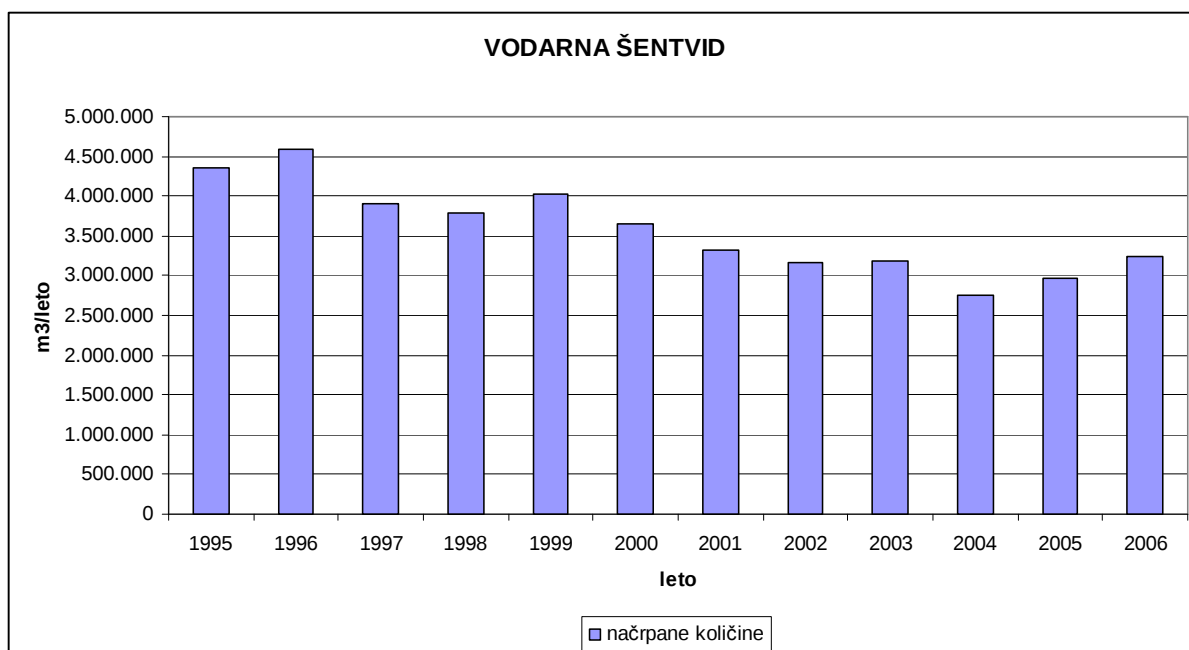
Slika 8: Vodovarstveni pasovi na širšem območju obravnavane lokacije, merilo 1 : 30000 (vir: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso).

5.3.2 Vodni viri

Vodarna Šentvid

Vodarna Šentvid oskrbuje višjo tlačno cono na severozahodu mesta. Vodarna Šentvid leži med kmetijskimi površinami, vendar se ji z vzhoda in jugozahoda poseljena območja Šentvida močno približujejo. Mimo vodarne potekata z obeh strani prometni cesti, ki povezujeta Ježico in Savlje s Šentvidom oziroma z gorenjsko avtocesto. Blizu zajetja je tudi upravna stavba, ki jo obdaja pogozdena površina.

Vodarna Šentvid je po količini načrpane vode manjše črpališče Vodovoda Ljubljana. Vodarna Šentvid črpa vodo iz treh vodnjakov, v skupni kapaciteti 240 l/s. Globina vodnjakov je od 55 do 63,7 m. Kamninska podlaga je na območju vodarne okoli 80 m pod površjem. Debelina omočenega dela vodonosnika je okoli 50 m.



Slika 9: Količine načrpane podzemne vode v vodarni Šentvid v obdobju 1995-2006

Vodarna Kleče

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

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

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

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

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

Območje vodarne Kleče je v zaledju vodarne Hrastje.

Vodarna Hrastje

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

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

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

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

5.4 KAKOVOST PODZEMNE VODE

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

Podatki o kakovosti oziroma onesnaženosti podzemnih voda podani v nadaljevanju se nanašajo najbližja merilna mesta ob trasi predmetnega plinovoda. Meritve se opravljajo v okviru republiškega monitoringa podzemnih voda.

Ljubljansko polje

Roje LV-0377

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Roje LV-0377 v letu 2010

V letu 2010 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v = 10,9$ in $9,7$ °C, pH = 7,4 in 7,6; električna prevodnost, $K = 361$ in 338 $\mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti TOC v podzemni vodi so 0,29 in 0,33 mgC/l;
- izmerjena vsebnost nitrata = 7 in 6,3 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2010 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Roje LV-0377 v letu 2011

V letu 2011 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v = 10,3$ in $9,8$ °C, pH = 7,6; električna prevodnost, $K = 347$ in 345 $\mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti TOC v podzemni vodi so 0,44 in 0,56 mgC/l;
- izmerjena vsebnost nitrata = 8,2 in 10 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;

- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2011 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Roje LV-0377 v letu 2012

V letu 2012 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=11^{\circ}\text{C}$, pH = 7,5 in 7,6; električna prevodnost, $K = 327$ in $403\ \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti TOC v podzemni vodi so 0,43 in 0,37 mgC/l;
- izmerjena vsebnost nitrata = 8,2 in 10 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2012 niso ugotovili;

Šentvid II a

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Šentvid II a v letu 2010

V letu 2010 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=11,57 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, pH = 7,4 in električna prevodnost, $K = 563 \pm 12,5\ \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3}=17,5 \pm 3\text{ mg/l NO}_3$ in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2010 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Šentvid II a v letu 2011

V letu 2011 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=11,3^{\circ}\text{C}$, pH = 7,4 in električna prevodnost, $K = 484$ in $522\ \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata = 17,3 in 18,7 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2011 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Šentvid II a v letu 2012

V letu 2012 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=11,2$ in $11,1^{\circ}\text{C}$, pH = 7,4 in električna prevodnost, $K = 448$ in $456\ \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata = 15,4 in 13,6 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;

- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2012 niso ugotovili;

Kleče VIIIa

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Kleče VIIIa v letu 2010

V letu 2010 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=11,2 \pm 2^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5 \pm 0,3$ in električna prevodnost, $K = 472 \pm 36 \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3}=11,6 \pm 1 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2010 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Kleče VIIIa v letu 2011

V letu 2011 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=10,9$ in 11°C , $\text{pH} = 7,4$ in električna prevodnost, $K = 434$ in $467 \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata $=12,8$ in 14 mg/l NO_3 in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2011 niso ugotovili;

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Kleče VIIIa v letu 2012

V letu 2011 sta bili opravljeni 2 vzorčenja. Na podlagi rezultatov preiskav je ugotovljeno:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode, $T_v=10,7$ in $10,8^\circ \text{C}$, $\text{pH} = 7,5$ in $7,4$; električna prevodnost, $K = 383$ in $418 \mu\text{S/cm}$;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata $= 11$ in $13,6 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- ugotovljene vsebnosti kroma v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjene vsebnosti pesticidov in metabolitov so pod mejo določanja za uporabljene analitske metode;
- vsebnosti lahkihhalogenih organskih spojin (kloriranih topil), v letu 2012 niso ugotovili;

Hrastje 1A

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Hrastje 1A za leto 2010

V letu 2010 sta bili v okviru državnega monitoringa opravljeni 2 vzorčenja, na podlagi le-teh se ugotavlja:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode $T_v=12^\circ \text{C}$, $\text{pH}=7,4$ in električna prevodnost $= 624 \pm 4 \mu\text{S/cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50%;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;

- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 21,6 \pm 1,5 \text{ mg/l NO}_3$ ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- krom se nahaja predvsem v oksidativni obliki Cr^{6+} ($C_{\text{SRED}, \text{Cr}(\text{sku})} = 18 \text{ µg/l Cr}$ in $C_{\text{SRED}, \text{Cr}^{6+}} = 17 \text{ µg/l Cr}$). Ne glede na to, da mejna vrednost za celokupni Cr ni presežena, pa so obstoječe obremenitve nesprejemljive z vidika oskrbe s pitno vodo; ni opaznih trendov upadanja obremenitev s kromom v primerjavi s preteklim obdobjem;
- izmerjene vsebnosti atrazina so presegle mejne vrednosti
- izmerjene vsebnosti desetilatrazina so presegle mejne vrednosti,;

$C_{\text{Srednja, ATRAZIN}} = 0,1 \pm 0,01 \text{ µg/l}$	$C_{\text{Srednja, DESETILATRAZIN}} = 0,115 \pm 0,002 \text{ µg/l}$
$C_{\text{Maksimalna, ATRAZIN}} = 1,1 \text{ µg/l}$	$C_{\text{Maksimalna, DESETILATRAZIN}} = 0,12 \text{ µg/l}$

Ugotovljena je prisotnost lahkih organskih halogenih spojin (klorirana topila), značilne so stalne obremenitve podzemne vode s tetrakloroetenom in trikloroetenom.

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Hrastje 1A za leto 2011

V letu 2011 sta bili v okviru državnega monitoringa opravljene 2 vzorčeni, na podlagi le-teh se ugotavlja:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode $T_v = 12,7 \text{ °C}$, $\text{pH} = 7,4$ in električna prevodnost = $567,5 \pm 0,5 \text{ µS/cm}$, nasičenost s kisikom je višja od 50%;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata, $C_{\text{SRED}, \text{NO}_3} = 20,7 \pm 0,7 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- prisotnost pesticidov ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljata parametra atrazin in deseti-atrazin. Parameter deseti-atrazin v eni izmed meritev presega mejno vrednost.
- ugotovljena je prisotnost lahkih organskih halogenih spojin (klorirana topila), značilne so stalne obremenitve podzemne vode s tetrakloroetenom in trikloroetenom.

Kakovost in obremenitve podzemne vode – Hrastje 1A za leto 2012

V letu 2012 sta bili v okviru državnega monitoringa opravljene 2 vzorčeni, na podlagi le-teh se ugotavlja:

- osnovne značilnosti vode, temperatura, pH in električna prevodnost, so bile v preiskovanem obdobju stalne, temperatura vode $T_v = 12,5$ in $12,8 \text{ °C}$; $\text{pH} = 7,4$ in električna prevodnost = 543 in 542 µS/cm , nasičenost s kisikom je višja od 50%;
- vsebnosti amonija in TOC v podzemni vodi so na koncentracijskem nivoju meje določanja za uporabljene analitske metode;
- izmerjena vsebnost nitrata = $19,7$ in $21,1 \text{ mg/l NO}_3$ in ne presega mejne vrednosti 50 mg/l NO_3 ;
- prisotnost pesticidov ni bila ugotovljena. Izjemo predstavljata parametra atrazin ($0,06$ in $0,07 \text{ µg/l}$) in deseti-atrazin. Parameter deseti-atrazin v eni izmed meritev presega mejno vrednost.
- ugotovljena je prisotnost lahkih organskih halogenih spojin (klorirana topila), značilne so stalne obremenitve podzemne vode s tetrakloroetenom in trikloroetenom.

6. OPIS NAMERAVANEGA POSEGA

6.1 SPLOŠNO

Investitor, v sklopu kompleksa Energetika ob Verovškovi c, v Ljubljani, predvideva vgradnjo enega oljnega transformatorja moči največ 16000 kVA, dveh oljnih transformatorjev moči po 4000 kVA, treh oljnih transformatorjev moči 1000 kVA in enega suhega transformatorja moči 1000 kVA. Poleg navedenega je predvidena še postavitev dizelskega električnega agregata in generatorskega sklopa s plinsko turbino s pripadajočimi napeljavami.

Rekonstrukcija je predvidena na zemljišču z naslednjimi parcelnimi številkami: 92/3, 92/11, 92/12, 92/14 vse k.o. Spodnja šiška (1740).

6.2 PROSTORSKI AKTI

- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (UL RS, št. 78/10, 10/11 – DPN),
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (UL RS, št. 78/10, 10/11 – DPN in 22/11 – popr., 43/11-ZKZ-C in 53/12 obv. razl.)

6.3 OPIS OBSTOJEČEGA IN BODOČEGA STANJA

Investitor ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o., Verovškova 62, želi rekonstruirati kogeneracijsko postrojenje v toplotni Šiška in obnoviti del srednje napetostnih stikališč (TP768 in TP612) vključno z energetskimi transformatorji. Namen rekonstrukcije na predvideni lokaciji je rekonstruirati obstoječe kogeneracijsko postrojenje z vgradnjo nove, močnejše eno-gredne plinske turbine in obnoviti del srednje napetostne elektroenergetske opreme, ki se nahaja v dveh obstoječih srednje napetostnih stikališčih (TP768 in TP612), vključno z energetskimi transformatorji. Ker Elektro Ljubljana prehaja na 20 kV napetostni nivo elektrodistribucijskega omrežja, bo predvidena nova elektroenergetska oprema sposobna obratovati tako na 10 kV, kot tudi 20 kV napetostnem nivoju.

6.3.1 Obstoječe stanje

Energetika Ljubljana ima postrojenje za soproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE), ki je nameščeno v kotlarni na lokaciji Toplarne Šiška. Del tega postrojenja sta agregat s plinsko turbino za proizvodnjo električne energije in parni kotel za proizvodnjo nasičene pare z izkoriščanjem toplote izpušnih plinov iz plinske turbine. Električno energijo se pretežno oddaja v distribucijsko električno omrežje, para pa je namenjena predvsem oskrbi bližnjih industrijskih odjemalcev. Za parnim kotlom je vgrajen tudi grelnik omrežne vode, ki z dodatnim izkoriščanjem toplote izpušnih plinov po izstopu iz parnega kotla ogreva vročo vodo v sistemu daljinskega ogrevanja mesta Ljubljana.

Nazivna kapaciteta obstoječega parnega kotla je 20 t/h ($p = 16$ bar, $t = 204$ °C), nazivna električna moč agregata s plinsko turbino pri ISO pogojih pa 6,8 MW. Parni kotel v čisti sočasni proizvodnji (brez obratovanja dodatnega gorilnika) proizvaja približno 10 t/h pare. Največja razpoložljiva moč proizvodnje vroče vode z grelnikom omrežne vode dosega 4,8 MW.

Objekt, kjer se nahaja obstoječe postrojenje SPTE, je podkleten. Talna plošča kletne etaže dimenzij 26,80 x 21,00 m je na koti -5,00 m. Kletna etaža kotlarne je armiranobetonska z monolitnimi zunanji stenami in notranji betonskimi stebri v osnovnem rastru 7,00 m x 7,00 m, ki je prilagojen tehnološkim zahtevam ob vročevodnem kotlu 116 MW in zamiku pritlične etaže. Nad monolitno betonsko ploščo z nosilci v rastru notranjih betonskih stebrov je na koti -0,10 m postavljena jeklena konstrukcija objekta s tlorisno dimenzijo 21,00 m x 21,00 m, ki je v najvišjem delu visoka cca. 13,5 m. Njeni primarni jekleni prečni okvirji so prav tako kot nosilci monolitne betonske plošče v osnovnem rastru 7,00 m, vmes in v čelnih stenah pa so na razdalji 3,50 m

nameščeni vmesni stebri s sistemom horizontalnih jeklenih profilov za ogrodje fasadnemu plašču. Fasadne stene so iz pločevinastih termoizolacijskih panelov. Vrata in montažne odprtine v fasadi so jeklene v jeklenih okvirih. Streha območja je iz toplotno izolativnih pločevinastih panelov na jekleni podkonstrukciji. Področje skladišča kemikalij poleg prostora kogeneracijskega postrojenja je armiranobetonsko in delno zidano z jeklenim nadstreškom. Nosilne konstrukcije instalacijskih delov so jeklene in prilagojene potrebam konkretne situacije na mestu samem.

6.3.2 Zasnova rekonstrukcije

Strojne instalacije in oprema

Rekonstrukcija kogeneracijskega postrojenja zajema postavitev nove eno-gredne plinske turbine s spremljajočo opremo. Električna moč predvidenega novega generatorskega sklopa s plinsko turbino bo 7960 kW pri ISO pogojih, kar predstavlja približno 15% povečanje električne moči glede na obstoječ generatorski sklop. Zaradi vgradnje novega generatorskega sklopa s plinsko turbino se bo nekoliko povečal pretok izpušnih plinov (oz. dimnih plinov) in zvišala se bo njihova temperatura. Parni kotel bo ostal obstoječ.

Zaradi spremenjenih parametrov dimnih plinov, dotrajanosti, neustreznosti ali posodobitve opreme, je poleg zamenjave turbinskega agregata potrebno zamenjati, oziroma predelati tudi dela ostale opreme kogeneracijskega postrojenja:

- Zamenjava dušilnika hrupa,
- zamenjava tri-potne preklopne lopute,
- zamenjava kanalskega dodatnega gorilnika z ventilatorjem,
- prestavitev pomožnega dimnika z novo jekleno konstrukcijo, zaradi prerazporeditve opreme kogeneracijskega postrojenja
- zamenjava vstopnega filtra zgorevalnega zraka,
- zamenjava hladilnika turbinskega olja,
- zamenjava vstopnega filtra hladilnega zraka,
- prilagoditev povezovalnih kanalov dimnih plinov,
- dvig tlak zemeljskega plina s predelavo, oziroma zamenjavo kompresorja; vgradnja hladilnika zemeljskega plina,
- vgradnja ekonomizerja dimnih plinov (grelnik napajalne vode) v dimno komoro za parnim kotlom
- vgradnja dodatnega grelnika sveže demi vode,
- zamenjava dotrajanega parnega prenosnika (grelnik omrežne vode),
- posodobitev merilno regulacijske opreme na kotlu,
- prenova procesnega vodenja in nadzornega sistema.

Preostali del opreme celotnega postrojenja, ki zajema predvsem opremo parnega kotla, se lahko glede na izvedene kontrolne izračune, kljub povečani moči turbine, obdrži.

Predvideno je, da se nov generatorski sklop postavi na obstoječi lokaciji z manjšimi prilagoditvami in spremembami, ki jih pogojuje vgradnja novega generatorskega sklopa.

Gradbena dela

Rekonstrukcija predvideva tudi gradbene posege, ki so potrebni, zaradi rekonstrukcije kogeneracijskega postrojenja, obnove dela srednje napetostnega stikališča in zamenjave energetskih transformatorjev.

V območju zamenjave turbine je potrebno ustrezno dopolniti nosilno konstrukcijo in sam prostor, da bo postavitev nove turbine mogoča, vključno z ojačitvijo nosilne AB plošče in AB temeljev. Ojačitev konstrukcije bo, zaradi prestavljene opreme, v manjši meri potrebna tudi v neposredni bližini prostora turbine (nevtralizacijski bazen). Z izdelavo nove jeklene konstrukcije in predelavo obstoječe bo potrebno zagotoviti tudi nemoteno postavitev prestavljene in nove opreme. Z gradbenimi deli se bo zagotovila ustrezna podpora za vse navezave na turbino in ureditev in sanacijo montažnih odprtin za demontažo in vnos nove turbine ter ostale opreme.

Poleg območja same turbine bo posledično še nekaj manjših gradbenih posegov v sklopu kompleksa toplarne Šiška na Verovškovi cesti in sicer:

- vgradnja treh novih transformatorjev (10(20)/0.4 kV), rekonstrukcija obstoječih transformatorskih boksov in lovilnih skled, zamenjava kabelskih povezav z SN stikališčem,
- vgradnja dveh novih transformatorjev (10(20)/6 kV), rekonstrukcija obstoječih transformatorskih boksov in lovilnih skled, zamenjava kabelskih povezav z SN stikališčem, instalacijska rekonstrukcija trafo postaje 10(20)/6 kV
- gradnja novega transformatorskega boksa za postavitev novega energetskega transformatorja 20/10 kV in izvedba elektro kabelskih povezav na primarni ter sekundarni strani transformatorja. Nov transformatorski boks je predviden poleg obstoječih dveh transformatorskih boksov (10/6 kV),
- rekonstrukcija SN stikališča (menjava električne opreme in sanacija obstoječih gradbenih konstrukcij),
- menjava transformatorja lastne rabe (20/0,4 kV) in rekonstrukcija NN stikališča lastne rabe,
- preureditev električne opreme v komandnem prostoru kogeneracijskega postrojenja,
- postavitev novega dizel agregata s temeljenjem ter
- ureditev plinskega kompresorja z inštalacijskimi in gradbenimi deli.

Vsi omenjeni posegi sodijo v nujni sklop rekonstrukcije ob zamenjavi plinske turbine.

Gradbene konstrukcije

Zaradi razlik v karakteristikah obstoječega in novega postrojenja bo potrebno več posegov v nosilne konstrukcije obstoječega objekta. Gre za ojačitve jeklenih in armiranobetonskih delov konstrukcije, za dodatne jeklene podpore ter za dopolnitev obstoječih armiranobetonskih temeljev. Na novo bo potrebno urediti celico za transformator poleg obstoječih dveh transformatorjev na enak način in v enakem obsegu kot so obstoječe celice.

Polega transformatorja se bo na obstoječi temelj za dizel agregat ustrezno preuredil tako, da se bo lahko nanj namestil novi zmogljivejši dizel agregat.

Poseg v nosilno konstrukcijo bo tudi v območju SN stikališča, kjer bo potrebno novim tehnološkim zahtevam prilagoditi nosilno ploščo stikališč.

Električne instalacije in oprema

Rekonstrukcija kogeneracijskega postrojenja zajema postavitev nove eno-gredne plinske turbine s spremljajočo opremo. Predmet obnove je posodobitev, prestavitev oz. zamenjava dela električne opreme v srednje napetostnem stikališču (TP768 in TP612). Nova vgrajena električna oprema bo sposobna obratovati na 10 kV ali 20 kV napetostnem nivoju, kar bo Energetiki Ljubljana omogočilo prehod na 20kV napetostni nivo distribucijskega električnega omrežja.

Glavni obravnavani sklopi so:

- izgradnja novega 20 kV stikališča z dvostranskim napajanjem ter vzdolžno ločitvijo;
- zamenjava generatorja plinske kogeneracije z dvigom moči na 9,4 MVA;
- vgradnja transformatorja 10,5/20 kV, z največjo močjo 16 MVA namenjenega transformaciji generatorske napetosti kogeneracijskega postroja na 20 kV napetostni nivo;
- zamenjava vseh obstoječih 0,4kV transformatorjev (vsi transformatorji razen transformatorja lastne porabe kogeneracijskega postroja bodo prevezljivi iz 10 kV na 20 kV);
- zamenjava 0,4 kV razdelilnika lastne porabe kogeneracijskega postroja, vključno z zagonskim dizel agregatom.

7. DOLOČITEV IN OPREDELITEV ONESNAŽEVAL

7.1 GRADNJA OBJEKTA

Tabela 10: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – gradnja

Vrsta dejavnosti	Morebitno onesnaženje DA/NE	Kemijske lastnosti, izvor in količina onesnaževala	Interakcija potencialnega onesnaževala in okolja	Toksičnost (nevarne lastnosti) onesnaževala	Mobilnost onesnaževala
Gradbišče					
Gradbišče - postopki v času normalnega poteka del	NE	Onesnaževala v okolju niso prisotna	NE	DA - tekočine v vozilih, delovnih strojih; oznaka nevarnosti: Xn Brez izpustov!	NE – onesnaževala v okolju niso prisotna;
Gradbišče v času izrednih razmer (razlitje goriva...)	DA	Morebitni izliv iz vozil in delovnih strojev - mineralna olja	Voda	DA - tekočine iz vozil, delovnih strojev; oznaka nevarnosti: Xn	DA – Potencialno na gradbiščne površine in nadalje ponikovanje

¹lastnosti posameznih snovi/pripravkov oz. onesnaževal so podane v nadaljevanju elaborata; količin vnaprej ni mogoče napovedati.

7.2 OBRATOVANJE

Tabela 11: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – obratovanje

Vrsta dejavnosti	Morebitno onesnaženje v objektu DA/NE	Kemijske lastnosti in količina onesnaževala ^{1,2}	Interakcija onesnaževala in okolja	Toksičnost (nevarne lastnosti) onesnaževala ¹	Mobilnost onesnaževala – izven objekta
Transformatorji in druge naprave					
<u>Transformatorji</u> - delovni prostori/postopki v času normalnega obratovanja	NE	Ni izlitja olj	NE	Ni izlitja olj	NE Ni izlitja kemikalij - brez iztoka v okolje in podtalje
<u>Transformatorji</u> - delovni prostori/postopki v času izrednih razmer (eventuelno razlitje/okvara)	DA	Morebitni izliv (mezenje) transformatorskega olja	Voda	NE transformatorsko olje	NE – V javno kanalizacijo - pred vtoki v javno kanalizacijo bodo lovilci olj
<u>Dieselsko električni agregat</u> - delovni prostori/postopki v času normalnega obratovanja	NE	Ni izlitja olj	NE	Ni izlitja olj	NE Ni izlitja kemikalij - brez iztoka v okolje in podtalje

<u>Dizelsko električni agregat</u> - delovni prostori/postopki v času izrednih razmer (eventualno razlitje/okvara)	DA	Morebitni izliv goriva	NE	DA	NE V podstavku ohišja se nahaja lovilna posoda za vse tekočine, ki se nahajajo v agregatu.
<u>Generatorski sklop s plinsko turbino</u> - delovni prostori/postopki v času normalnega obratovanja	NE	Ni izlitja olj	NE	Ni izlitja olj	NE Ni izlitja kemikalij - brez iztoka v okolje in podtalje
<u>Generatorski sklop s plinsko turbino</u> - delovni prostori/postopki v času izrednih razmer (eventualno razlitje/okvara) Dizelsko električni agregat	DA	Morebitni izliv iz mazalnega olja/goriva	NE	DA	NE Zajem kemikalij v objektu - brez iztoka v okolje in podtalje
<u>Povezovalno ocevje</u> - normalno obratovanje	NE	Dieselsko gorivo/ELKO	NE Brez izlitij; brez iztoka v okolje in podtalje	DA	NE Brez izlitij - brez iztoka v okolje in podtalje
<u>Povezovalno ocevje</u> - postopki v času izrednih razmer (izlitja)	DA	Dieselsko gorivo/ELKO	NE Zajem izlitja v objektu ali dvoplaščni cevi Ni stika z vodo; brez iztoka v okolje	DA	NE Zajem kemikalij v objektu - brez iztoka v okolje in podtalje
<u>Postopki pri vzdrževanju objekta/naprav</u>	DA	Morebitni izliv kemikalij pri dejavnosti	NE Ni stika z vodo; brez iztoka v okolje,	DA	NE Uporabe vode v tehnološke namene ni/ni stika z vodo;

¹lastnosti posameznih snovi/pripravkov so podane v nadaljevanju elaborata.

²količin tehničnih kemikalij za vzdrževanje naprav ni mogoče vnaprej napovedati, vendar gre za relativno majhne količine.

Tabela 12: Določitev dejavnosti in opredelitev onesnaževal – zunanja ureditev

Vrsta dejavnosti	Morebitno onesnaženje v objektu DA/NE	Kemijske lastnosti in količina morebitnega onesnaževala ^{1, 2}	Interakcija onesnaževala in okolja	Toksičnost (nevarne lastnosti) onesnaževala ²	Mobilnost onesnaževala
Zunanja ureditev					
- parkirišča in povozne površine	DA	Morebitni izliv iz vozil - mineralna olja	Voda	DA – tekočine iz vozil	NE – kanalizacijo - pred vtoki v javno kanalizacijo bodo lovilci olj

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

² lastnosti posameznih snovi/pripravkov so podane v posebni tabeli v nadaljevanju elaborata;

7.3 PODROBNEJŠI PREGLED VRSTE IN KOLIČINE KEMIKAJIJ V PREDMETNEM OBJEKTU

Uporaba snovi/pripravkov v delovnih postopkih

Tabela 13: Podrobnejši pregled vrste in količine kemikalij pri gradnji/uporabi

IME-SNOVI-PRIPRAVKA	VRSTA SKLADIŠČNE POSODE	DNEVNA PORABA	LETNA PORABA/KOLIČINA	DELOVNE KOLIČINE NA LOKACIJI
Transformatorsko olje NYTRO 10 XN	transformatorji	DA	porabe ne bo – gre za enkratno polnjenje v tovarni	količina glede na transformator
Mazalno olje za turbine Shell turbo oil GT 32	generatorski sklop s plinsko turbino	DA	porabe ne bo – gre za enkratno polnjenje	2500 kg
Dizelsko gorivo	rezervoarji vozil	DA	količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	-
Neosvinčen motorni bencin	rezervoarji vozil	DA	količin vnaprej ni mogoče napovedati ¹	-
Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav	originalna embalaža proizvajalcev	DA	količin vnaprej ni mogoče napovedati	pri delu sprotne

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

Tabela 14: Funkcija/način uporabe in nevarne lastnosti kemikalij/razvrstitev kemikalij v pri gradnji/uporabi

Snov / pripravek	Funkcija/način uporabe	Nevarne lastnosti kemikalij/razvrstitev ¹
NYTRO 10 XN	Transformatorsko olje	Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija
Shell turbo oil GT 32	Transformatorsko olje	Ni razvrščeno kot nevarna kemikalija
Dieselsko gorivo/ELKO	Gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem – dizel	Xn, N R40-51/53-61-62
Neosvinčen motorni bencin	Gorivo za motorje z notranjim zgorevanjem – neosvinčen bencin	T, N, F+ R12-38-45-51/53-65-67

¹ podatek iz uradnega varnostnega lista proizvajalca/dobavitelja

Karakteristike kemikalij

Pripravki (razvrščeni kot nevarna kemikalija):

Tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav: popoln pregled zaradi raznovrstnosti kemikalij ni mogoč. Načeloma in glede na izkušnje gre za majhne količine nevarnih kemikalij pretežno z oznakami dražilno, zdravju škodljivo.

Goriva:

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

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

Zmesi, ki niso razvrščeni kot nevarna kemikalija*:

Zmesi niso razvrščene kot nevarne kemikalije, vendar jih v tem poglavju vseeno obravnavamo.

Zmes: NYTRO 10 XN vsebuje:

- **Destilati (zemeljsko olje), lahka naftenska frakcija rafiniran s topilom; nespecifično bazno olje: 99,7 %**
- **2,6-diterc-butil-p-krezol: 0,3 %**

Zmes: Shell turbo oil GT 32 vsebuje:

- Visoko rafinirano mineralno olje in dodatke

Toksikološke karakteristike kemikalij v uporabi

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).

Zmes: NYTRO 10 XN:

Akutni učinki:

Oralno (podgana): LD₅₀ > 5000 mg/kg

Dermalno (podgana): LD₅₀ > 2000 mg/kg

Ne povzroča preobčutljivosti. Ponavljajoč ali dolgotrajen stik lahko povzroči izgubo kožne maščobe in dermatitis. Lahko povzroči pordečitev oči in prehodne bolečine. Daljše ali ponovljeno vdihavanje meglice, ki nastane pri višji temperaturi, lahko draži dihalne organe.

Kancerogenost:

Ker je vsebnost izvlečka DMSO manjša kot 3 % m/m se snov ne razvršča med rakotvorne.

Pripravek ni razvrščen kot nevarna kemikalija.

Zmes: Shell turbo oil GT 32:

Akutni učinki:

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

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

Drugo: Pripravek lahko povzroči blago draženje oči, dihalnih poti. Ponavljajoč ali dolgotrajen stik lahko povzroči izgubo kožne maščobe in dermatitis.

Diesel gorivo/ELKO:

Akutni učinki:

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

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

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

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

Kronični učinki:

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

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

Neosvinčen motorni bencin:

Akutni učinki:

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

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

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

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

Kronični učinki:

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

Ekotoksikološke karakteristike kemikalij v uporabi

Zmes: NYTRO 10 XN:

Strupenost: $LC_{50} > 1000$ mg/l

Mobilnost: Tekočina, lažja od vode. V vodi netopen. Ni hlapen. V primeru razlitja na zemljo se veže na delce in ne prodira dalje (imobilizacija z adsorpcijo na trdne delce).

Bioakumulacija: lahko se akumulira v organizmih.

Obstojnost in razgradljivost: Biološka razgradljivost v območju 20-60%.

Zmes: Shell turbo oil GT 32:

Zmes ni popolnoma razgradljiva.

Mobilnost: plava na vodi.

Produkt verjetno ni strupen za vodne organizme: $LL/EL50 > 100$ mg/l. Lahko pa povzroči telesne okvare na vodnih organizmih.

Zmesi ne smemo izpuščati v kanalizacijo, površinske in talne vode.

Diesel gorivo/ELKO:

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

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

Drugo: Ta izdelek nima specifičnih lastnosti inhibiranja bakterijske aktivnosti. Na vsak način se mora odpadno vodo, ki vsebuje ta izdelek, obdelati v za to ustreznih čistilnih napravah.

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

Neosvinčen motorni bencin:

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

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

Drugo: Ta izdelek nima specifičnih lastnosti inhibiranja bakterijske aktivnosti. Na vsak način se mora odpadno vodo, ki vsebuje ta izdelek, obdelati v za to ustreznih čistilnih napravah.

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

Drugi ekotoksikološki podatki v varnostnih listih za navedene pripravke niso podani. Splošni napotki (velja za vse podane pripravke): Pripravkov ne smemo izpuščati v kanalizacijo, površinske in talne vode.

Povzetek:

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

Tabela 15: Opredelitev kemičnih snovi in zmesi kot potencialno nevarne oz. nenevarne (z vidika možnega onesnaženja vodnega telesa)

Opredelitev	Ime snovi/zmesi
Potencialno nevarni*	dizelsko gorivo/ELKO, neosvinčeni motorni bencin
Nenevarni	tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav**, mazalno olje***, transformatorsko olje***,

*le v primeru izpustov v okolje – velja za vse pripravke

**glede na količino in način uporabe

***glede na izvedbo zaprtih sistemov

Opredelitev je podana kot ocena in sicer glede na fizikalno-kemijske, toksikološke in ekotoksikološke podatke o posamezni kemikaliji, vrsto embalaže, namen oz. uporabo posamezne kemikalije ter glede predvideno in zahtevano ureditev objekta.

Glede na sestavo pripravkov 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.

8. OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL

8.1 IZVOR, OPREDELITEV IN MOBILNOST POTENCIALNIH ONESNAŽEVAL

GRADNJA

Emisije v podzemne vode v času gradnje so potencialno možne iz gradbene mehanizacije in transportnih vozil na gradbiščih; v primeru izlitja goriv, maziv iz delovnih strojev in gradbenih vozil, je možen prehod teh onesnaževal v podzemno vodo, vendar le v primeru izrednih situacij.

OBRATOVANJE

Iz zgornjega pregleda v tem poglavju vidimo, da se bodo v času obratovanja v in ob obravnavanih objektih eventualno pojavljala naslednja potencialna onesnaževala:

- odpadne vode:
 - mineralna olja (ostanki goriv, maziv zaradi odvodnjavanja zunanjih povoznih površin in površin lovilnih skled), ki pa so vezana na odvajanje preko lovilcev olj,
 - mineralna olja (ostanki goriv, maziv); izliv na neutrjenih površinah, kar pa glede na predvideno urejenost območja ni verjetno.
- pri delu potrebne kemikalije
 - mineralno transformatorsko olje; porabe ne bo – gre za enkratno polnjenje v tovarni; bodo uporabljali izključno v zaprtih sistemih; prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode;
 - dizelsko gorivo za potrebe dizelskega agregata; Rezervoar je montiran v podnožje agregata. Prostornina rezervoarja je 1000 litrov. V podstavku ohišja se nahaja lovilna posoda za vse tekočine, ki se nahajajo v agregatu. Prehod teh kemikalij v podtalje zaradi same izvedbe objekta ni možen;
 - generatorski sklop s plinsko turbino: mazalno olje za mazanje ležajev generatorskega sklopa (plinska turbina, reduktor, el. generator; 2200 L (rezervoar) + ca 300 L (hladilnik olja + cevovod) = cca. 2500 L olja) se nahaja v rezervoarju mazalnega olja, ki bo dobavljen skupaj z generatorskim sklopom. Predvidena pozicija hladilnika mazalnega olja (olje/zrak) se nahaja na strehi objekta KPV. Rezervoar mazalnega olja v generatorskem sklopu s plinsko turbino je opremljen z nivojskim stikalom, ki v primeru nizkega nivoja mazalnega olja (v primeru puščanja mazalnega olja na cevovodu oz. hladilniku mazalnega olja) sproži alarm in izvede se zaustavitev generatorskega sklopa. V lovilnem koritu pod hladilnikom olja (na strehi objekta KPV) je predvidena postavitev nivojskega stikala (za alarm v primeru dviga gladine v lovilni skledi). Prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega (zaprt objekt) ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode;
 - Dieselsko gorivo/ELKO je predviden kot rezervno gorivo v času, ko ni na razpolago zadostnih količin zemeljskega plina, ki se uporablja kot glavno gorivo. Rezervno gorivo je tudi predvideno za primer, da bi prišlo do izpada oskrbe z zemeljskim plinom. Navedenemu gorivu (Dieselsko gorivo/ELKO) je zaradi izvedbe (pogoji v nadaljevanju tega elaborata) kotlovnice, onemogočen prehod v podtalje in podzemne vode. Dieselsko gorivo/ELKO bo skladiščeno v obstoječem rezervoarju D - 1000m³ in v obstoječem dnevnem 54 m³ dvooplačnim rezervoarju. 1000 m³ in 54 m³ rezervoarja nista predmet tega elaborata, ker sta obdelana v drugem projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja.
 - uporaba drugih nevarnih kemikalij z izjemo občasne oz. redke uporabe tehničnih kemikalij za vzdrževanje naprav ni predvidena. Navedene kemikalije moramo obravnavati kot kemikalije nujno potrebne pri delu (osnovni pripravki za občasno oz. redko vzdrževanje naprav) pri čemer velja navesti, da so vsi tovrstni kemični pripravki ali snovi pakirani v originalni embalaži proizvajalca. Navedenim kemikalijam je zaradi

načina in minimalne količine teh kemikalij, onemogočen prehod v okolje, podtalje in podzemne vode.

Glede na sestavo kemikalij ter spremljajočih dejavnosti (transport - vozila) bo v tej ekspertizi obravnavan naslednji parameter: mineralna olja.

8.2 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.

Ranljivost vodonosnika glede na onesnaženje je neposredno povezana s hidravličnimi lastnostmi vodonosnika in značilnostmi samega polutanta. Če poznamo lastnosti poroznega medija (vodonosnika) 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, stopnje sortiranosti, vlažnosti kamnine, debeline nezasičene cone,...) ter od vrste tekočine (voda, onesnaževalo).

Pri pretakanju fluidov skozi porozne sedimente ločimo:

- tok fluidov, ki se med seboj mešajo ali raztapljajo (npr. nekatera barvila, nekatere soli in voda)
- tok fluidov, ki se med seboj ne mešajo ali raztapljajo (npr. nafta, olje in voda).

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

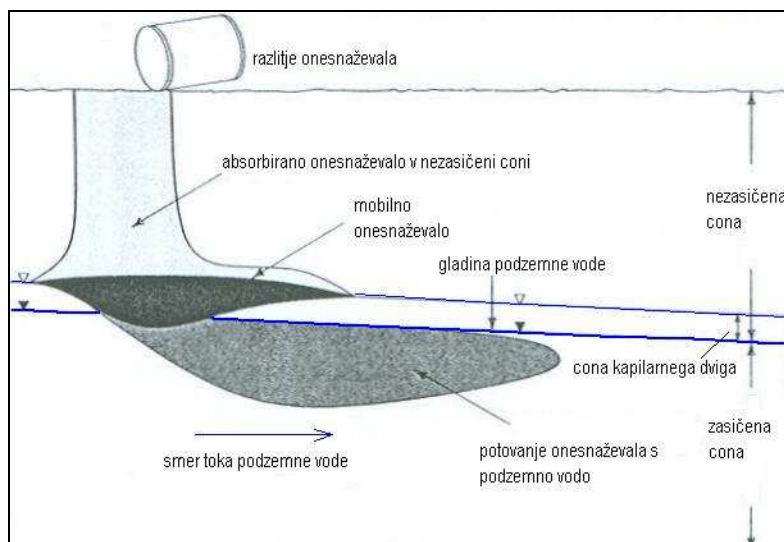
Pri opredelitvi možnih scenarijev je bilo ugotovljeno, da bi bila mineralna olja edini možni onesnaževalec podzemne vode. Ker je gostota mineralnih olj manjša od gostote vode, bi le to potovalo v smeri toka in na zgornjem sloju podzemne vode.

8.3 OPREDELITEV TRANSPORTNIH POTI ONESNAŽEVAL V NEZASIČENI IN ZASIČENI CONI VODONOSNIKA

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

V primeru, da pride na predmetni lokaciji do izlitja onesnaževala, bi le potovalo skozi nezasičeno cono bolj ali manj vertikalno, v prežeti coni pa horizontalno v smeri toka podzemne vode, torej proti vzhodu k vodarni Kleče in dalje proti vodarni Hrastje.

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



Slika 10: 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).

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. V primeru onesnaženja, bi onesnaževala potencialno lahko dospela do mesta črpalnih vodnjakov, vendar v določenem časovnem intervalu.

8.4 OPREDELITEV OGROŽENIH VODNIH VIROV

Rezultati modeliranja kažejo (prikaz v nadaljevanju), da bi v primeru vnosa onesnaževala v podzemno vodo le-to potovalo s tokom podzemne vode proti vodarni Hrastje.

8.5 OPIS OGROŽENOSTI VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE ZARADI GLOBINE IZKOPOV OZINA OBJEKTOV

Predvidene so naslednje globine izkopov:

- prestavitev plinovoda za oskrbo plinske turbine in dodatnega gorilnika: Globina izkopa do 1,5 m pod koto terena (304,47 m)
- prestavitev kabske kinete – talna plošča črpališča; Globina izkopa do 0,7 m (~301,80) pod koto talne plošče v kleti črpališča (~302,5 m)
- podaljšanje kabske kinete – kineta za predvidenim novim transformatorskim prostorom: Globina izkopa do 1,5 m pod koto terena (304,47 m)
- morebitna sanacija temeljev pod jekleno nosilno konstrukcijo kotla: Globina izkopa do 1,0 m pod koto talne plošče v kleti (299,50 m)
- izkop za novo trafo celico: Globina izkopa do 1,5 m pod koto terena (304,49 m)
- morebitni izkop za temelj diesel agregata: Globina izkopa do 1,0 m pod koto terena (304,48 m)
- morebitni izkop za temelj plinskega buffer rezervoarja: Globina izkopa do 1,0 m pod koto terena (304,50 m)

Iz zgornjih podatkov sledi, da je najgloblji izkop pri morebitni sanaciji dveh temeljev v kotlovnici, ki sega do kote cca. 298,50 m, kar je 6 m pod koto terena.

Glede na podatke iz vrtin (TŠ-1/11, TŠ-2/11, TŠ-3/11) na investitorjevi lokaciji je globina do podzemne vode znašala minimalna ca 24 m oziroma ni višje od kote ca 280,5 m.n.v, (Šilc, april 2013).

Iz navedenega je razvidno, da:

- se s predmetno gradnjo ne bo posegalo v območje nihanja prave podzemne vode v vodonosniku,
- bodo izkopi bodo izdelani bistveno več kakor 2 metra nad najvišjo gladino podzemne vode.
- zaradi obratovanja predvidenega objekta ne bo zmanjšana transmisivnost vodonosnika oziroma ne bo zmanjšana prostornina vodonosnika ali presekan tok podzemne vode.

9. OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNEGA DOGODKA

9.1 OPREDELITEV SCENARIJEV

Scenarij je zaporedje 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.

9.2 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU GRADBENIH DEL

9.2.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

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

Iz posredovane dokumentacije ni razvidno, da bi med gradnjo nastajali tudi gradbeni odpadki, ki sodijo med nevarne odpadke.

Vplivov na kakovost podzemne vode in vire pitne vode v primeru normalnega razvoja dogodkov zaradi predmetne gradnje ne bo.

9.2.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov

V primeru alternativnega razvoja dogodkov lahko pride do manjšega vnosa onesnaževal v tla in posledično v podzemne vode. Gre za princip majhnega, razpršenega in počasnega onesnaževanja. Onesnaževalo se v nenasičeni coni vodonosnika delno adsorbira na prisotne frakcije, deloma počasi prodira v globino vodonosnika do horizonta podzemne vode. Izvedba predvidenih zaščitnih ukrepov je počasna, zato pride do nevarnosti za onesnaženje podzemne vode. Ne izvedejo se vsi predvideni ukrepi za preprečitev onesnaženja. Izvedejo se le ukrepi v 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 na 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), ki se bodo zadrževala na lokaciji. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- gradnja bo potekala kratek čas,
- delovni stroji se bodo na lokaciji zadrževali la za čas zunanjih del,
- tovorna vozila se na lokaciji zadržujejo le kratek čas t.j. le za čas pretovora,
- podana je zahteva po brezhibnosti vozil in delovnih strojev.

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

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

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

9.2.3 Scenarij najslabše možnosti

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

Zaradi osnovne dejavnosti (gradnje) bo na in izlokacije potekal transport tovornih vozil oziroma bodo v sklopu gradnje uporabljali delovne stroje.

Največjo nevarnost v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva pri polnjenju rezervoarjev za gorivo gradbenih strojev, razlitja goriva pri poškodbi gradbenih strojev in transportnih vozil, razlitja nevarnih snovi iz cevi delovnega stroja) lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala; v tem primeru so nevarne snovi, ki potencialno nevarnost za onesnaženje vodnega vira mineralna olja.

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

- varianta A: do dogodka pride na površini in ob tem dogodku počí dovodna cev za olje. Olje se razprši po površini, preden se izvedejo ukrepi za zaustavitev.
- Varianta B: do dogodka pride zaradi preobremenjenosti pogonskega motorja delovnega stroja. Ob tem popustijo tesnila in cevi za dovod olja in pogonskega goriva. Zaradi pritiska hipno izteče del onesnaževala na tla.
- varianta C: do dogodka pride na terenu, s katerega je odstranjena krovna plast. Ob tem v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva pri poškodbi gradbenih strojev in transportnih vozil) lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala (mineralno olje). Ocenjujemo, da se v tem primeru naenkrat lahko sprosti do 100 kg navedenih onesnaževal. Podzemna voda skupaj z onesnaževalom odteka prosto z generalnim tokom podzemne vode kar omogoča širjenje oblaka onesnaževala ob tem toku podzemne vode. Privzamemo, da znaša začetna koncentracija v podzemni vodi pri scenariju najslabše možnosti 1 mg/l.

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

9.3 RAZLITJE ONESNAŽEVAL V ČASU OBRATOVANJA

9.3.1 Scenarij normalnega razvoja dogodkov

V normalnih razmerah in z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov ni razlitja mineralnih olj iz vozil in ni razlitja drugih kemikalij – transformatorskih olj oz. drugih mineralni olj (tako v kot izven objekta). Posledično ni vnosa onesnaževal (v danem primeru mineralnih olj) v okolje.

Industrijskih voda iz predmetnega objekta ne bo.

Po izvedbi gradbene faze (zaključku) onesnaženje podtalnice (razlitje pri delu potrebnih kemičnih pripravkov ipd.) skozi tlak predmetnega objekta praktično ni več možno, razen v primeru havarij (naravnih nesreč).

9.3.2 Scenarij alternativnega razvoja dogodkov - Nevarnosti za nastanek manjših nesreč

V primeru alternativnega razvoja dogodkov predvidimo le manjše izlitje goriva ali drugih tehničnih tekočin iz mehanskih sklopov vozil (manjše okvare vozil). Odvija se v obliki počasnega kapljanja goriv ali maziv. Gre za princip majhnega, razpršenega in počasnega onesnaževanja z adsorpcijo na utrjenih površinah.

Ocenjujemo, da količina goriva, ki se v takem primeru lahko v obliki kapljanja nanese na utrjene površine, ni večja od 1 kg. V fazi obratovanja se bo v primeru razlitja goriva ali olja na zunanjih povoznih površinah to zbralo v internem kanalizacijskem omrežju in v lovilcih olj. Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- vozila se na lokaciji ne bodo zadrževala daljši čas,
- tovarna vozila imajo med pretovorom ugasnjene motorje,
- osebna vozila imajo med obiskom objekta 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,
- ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti.
- glede na urejenost okolice (izključno utrjene površine – asfaltna ali betonska izvedba), izlitje neposredno na neutrjene površine ni mogoče.

Kontrola lovilcev olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji tem poročilu).

Pri delovanju obravnavanih naprav nujno potrebne kemikalije bodo v zaprtih sistemih – dotakanj ne bo. Izvedba zaprtih sistemov preprečuje iztekanje.

Pri delu občasno (redko!) potrebni pripravki (tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav v objektu) 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 primeru razlitja posamezne embalažne enote, se bo celotno izlitje zadržalo v sklopu posameznega prostora ali objekta.

Vnosa mineralnih olj v podzemno vodo v primeru scenarija alternativnega razvoja dogodkov, ni.

9.3.3 Scenarij najslabše možnosti

Zaradi osnovne dejavnosti bo na lokacijo in z nje potekal transport osebnih, dostavnih in občasno tudi tovornih vozil. V primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče, strojeloma) je možen iztok goriva ali drugih tehničnih tekočin iz mehanskih sklopov vozil.

Scenariji najslabše možnosti - večjih nesreč

Transformatorsko olje

Varnostno pomembni deli vira tveganja

Dejavnost lahko opredelimo kot virov tveganja le na:

- izpust transformatorskega olja iz posameznega transformatorja.

Tveganje med uporabo:

- kontinuirani izpust iz transformatorja (zakasnelo ali pomanjkljivo vzdrževanje, človeška napaka)
- katastrofalna poškodba - lom plašča transformatorja.

Kontinuirani izpust iz transformatorjev

Glede na to, da bodo vsi transformatorji nameščeni pod streho, nad posebnimi lovilnimi skledami in da je predviden odtok morebitnih padavinskih (le v primeru močnega dolgotrajnega neurja z močnim vetrom iz severne strani, kjer so transformatorski prostori odprti) vod preko premične potopne črpalke in nadalje preko lovilca olj, da bodo nameščeni varovalni in alarmni sistemi na transformatorjih ter, da so predpisani periodični inšpekcijski pregledi, je možnost za kontinuirani izpust posameznega transformatorja zaradi zakasnelega vzdrževanja zelo majhna. Hkrati bodo vsi transformatorji nameščeni vidno v prostoru, kar omogoča redne dnevne kontrolne preglede. Do izpusta lahko v večji meri pride v primeru človeške napake; izpust onesnaževala se v celoti zadrži v zadrževalnih sistemih in ne prehaja v tla ali podtalje.

Katastrofalna poškodba - lom plašča transformatorja.

Do katastrofalne poškodbe posameznega transformatorja lahko pride le zaradi zunanjih vplivov - potres, sabotaja, ipd. ali zaradi nerednega vzdrževanja. Glede na dejstvo, da je območje že varovano, je možnost poškodbe transformatorjev zaradi teh razlogov zelo majhna. Volumen lovilne jame je sposoben zajeti celotno količino olja posameznega transformatorja.

Katastrofalna okvara posameznega transformatorja lahko nastane tudi zaradi človeške napake, kot je poizkus izvrševanja vzdrževalnih del brez predhodne priprave. Zmanjšanje možnosti takšnega dogodka je vezano na dosledno spoštovanje predpisov glede priprave na vzdrževalna dela in uporabo zaščitnih naprav in opreme glede na vrsto uporabljane medija ter vrsto uporabo delovnih materialov.

Dizelsko gorivo za potrebe dizelskega agregata

Varnostno pomembni deli vira tveganja

Dejavnost lahko opredelimo kot virov tveganja le na:

- izpust goriva.

Tveganje med uporabo:

- kontinuirani izpust iz rezervoarja (zakasnelo ali pomanjkljivo vzdrževanje, človeška napaka)
- katastrofalna poškodba - lom rezervoarja.

Kontinuirani izpust iz rezervoarja oz. katastrofalna poškodba - lom rezervoarja.

Rezervoar je montiran v podnožje agregata. Prostornina rezervoarja je 1000 litrov. V podstavku ohišja se nahaja lovilna posoda za vse tekočine, ki se nahajajo v agregatu. Prehod teh kemikalij v podtalje zaradi same izvedbe objekta ni možen;

Generatorski sklop s plinsko turbino

Varnostno pomembni deli vira tveganja

Dejavnost lahko opredelimo kot virov tveganja le na:

- izpust mazalnega olja.

Tveganje med uporabo:

- kontinuirani izpust iz mazalnega olja rezervoarja, hladilnika olja, povezovalnega ocevja (zakasnelo ali pomanjkljivo vzdrževanje, človeška napaka)
- katastrofalna poškodba - lom rezervoarja, hladilnika olja, povezovalnega ocevja

Kontinuirani izpust iz rezervoarja oz. katastrofalna poškodba - lom rezervoarja in povezovalnega ocevja

Mazalno olje za mazanje ležajev generatorskega sklopa se nahaja v rezervoarju mazalnega olja, ki bo dobavljen skupaj z generatorskim sklopom. Rezervoar mazalnega olja v generatorskem sklopu s plinsko turbino je opremljen z nivojskim stikalom, ki v primeru nizkega nivoja mazalnega olja (v primeru puščanja mazalnega olja na cevovodu oz. hladilniku mazalnega olja) sproži alarm in izvede se zaustavitev generatorskega sklopa. Prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode.

Prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe objekta samega (zaprt objekt) ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode;

Kontinuirani izpust iz rezervoarja oz. katastrofalna poškodba – lom hladilnika

Predvidena pozicija hladilnika mazalnega olja (olje/zrak) se nahaja na strehi objekta KPV. V lovilnem koritu pod hladilnikom olja (na strehi objekta KPV) je predvidena postavitve nivojskega stikala (za alarm v primeru dviga gladine v lovilni skledi).

Prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode.

Gorivo za potrebe generatorskega sklopa s plinsko turbino

Dieselsko gorivo/ELKO je predviden kot rezervno gorivo v času, ko ni na razpolago zadostnih količin zemeljskega plina, ki se uporablja kot glavno gorivo. Rezervno gorivo je tudi predvideno za primer, da bi prišlo do izpada oskrbe z zemeljskim plinom. Navedenemu gorivu (dieselsko gorivo/ELKO) je zaradi izvedbe (pogoji v nadaljevanju tega elaborata) kotlovnice, onemogočen prehod v podtalje in podzemne vode.

Dieselsko gorivo/ELKO bo skladiščeno v obstoječem rezervoarju D - 1000m³ in v obstoječem dnevnem 54 m³ dvoploščnem rezervoarju. 1000 m³ in 54 m³ rezervoarja nista predmet tega elaborata.

Sredstva v občasni uporabi (tehnične kemikalije za vzdrževanje naprav)

Glede na predstavljeni namen objektov ter količine nevarnih kemikalij pri občasnih vzdrževalnih delih, potencialna posledica incidenta ni razlitje posamezne snovi ali priprava. Kljub navedenemu podajamo možne scenarije incidenta - potencialna posledica incidenta je razlitje posamezne snovi ali priprava.

Kontinuirani izpust iz embalažnih enot

Skladiščenja embalažnih enot s tehničnimi kemikalijami za vzdrževanje naprav ne bo.

Izliv kemikalij pri pretovarjanju

Pripravki bodo embalirani 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.

Posledice razlitja kemikalij

Maksimalno količino onesnaževala, ki se lahko razlije pri scenariju najslabše možnosti (pred posredovanjem zaposlenih), ocenimo na 0,5 l oz. trenutni izliv pri pljasku iz odprtine embalažne enote. Pripomniti velja, da zaradi ureditve površin, razlita tekočina ne more vstopiti v tla ali podtalje, temveč v celoti ostane na utrjenih površinah oziroma se eventualno izlije v interno kanalizacijo, kjer se zadrži.

Tehnične tekočine iz vozil

Najslabši scenarij se lahko zgodi v primeru nezgodnega dogodka (prometne nesreče/strojeloma) na povoznih oz. parkirnih površinah zunaj objekta. V tem primeru ocenjujemo, da se lahko sprosti do maksimalno 100 kg goriva (npr. nesreča dveh osebnih vozil z razlitjem iz obeh rezervoarjev).

Ocena bazira na naslednjih dejstvih:

- vozila se na lokaciji ne bodo zadrževala daljši čas,
- tovorna in dostavna vozila imajo med pretovorom ugasnjene motorje,
- osebna vozila imajo med obiskom objekta 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.

Odvodnja vode z zunanjih manipulacijskih in prometnih površin bo izvedena preko *lovilca olj* (pogoji izvedbe so podani tudi v tem elaboratu). Tehnologija omogoča predpisano čiščenje, s tem, da je zagotovljeno redno vzdrževanje in čiščenje lovilca olj. Predvideni sistem ureditve zunanjih površin, interne kanalizacije in lovilca olj je sposoben navedeno količino (ca 100 kg goriva) zadržati. Kontrola lovilca olja se bo izvajala skladno z obratovalnimi navodili (pogoji v tem elaboratu).

Ob morebitnem onesnaženju, se onesnaženo mesto takoj očisti, tako da je nadaljnje pronicanje onesnaževala proti podzemni vodi onemogočeno.

Razlitje izven utrjenih površin z urejenim odvodnjavanjem preko lovilca olj v danem primeru (glede na predvideno urejenost okolice), sicer ni verjetno.

Ne glede na navedeno opredelimo scenarij najslabše možnosti: Maksimalno količino onesnaževala (mineralnih olj), ki se lahko vnese trenutno v podtalje in nadalje podzemno vodo pri scenariju najslabše možnosti (upoštevani so projektirani zaščitni ukrepi, vendar najbolj črnogled scenarij – izliv na neutrjenih površinah, kar pa glede na predvideno urejenost območja ni verjetno), ocenimo na 1 kg – pred posredovanjem zaposlenih. Menimo sicer, da navedeni scenarij, glede na namen in predvideno izvedbo površin, predstavlja le teoretično možnost.

Vplivov na kakovost podzemne vode in vire pitne vode v primeru navedenega razvoja dogodkov ne bo.

10. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

10.1 MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE

Za preverjanja vplivov na podzemno vodo smo izdelali matematični model vodonosnika. Matematični model je zgrajen na geometričnem modelu vodonosnika, ob upoštevanju notranjih in zunanjih mej ter robnih pogojev. Model je zgrajen v modularno postavljenem programu Processing Modflow v. 5.3.1 (© 1991-2001 W.-H. Chiang & W. Kinzelbach; <http://www.pmwin.net>). Za nastavitev in umerjanje matematičnega modela so bili uporabljeni podatki starejših hidrogeoloških raziskav Ljubljanskega polja. Model je umerjen na srednji nivo podzemne vode.

Matematični model je izdelan na naslednjih osnovah:

- Hidrogeološka karta Ljubljanskega polja (različni viri)
- A) Črpanje 80 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Hrastje
- B) Črpanje 670 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Hrastje
- Vodonosnik je po značaju odprt s prosto gladino podzemne vode
- Osnovni model Ljubljanskega polja ima mrežo 100 x 100 m. Za analizo območja Hrastje je narejen teleskopski model z mrežo 33 x 33 m oz.
- V primeru preverjanja scenarija najslabše možnosti oziroma scenarija izjemnega dogodka smo simulirali razlike v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva iz gradbenih strojev in transportnih vozil). Ocenjujemo, da se v tem primeru naenkrat lahko sprosti do 100 kg goriva. Onesnaženje podzemne vode z mineralnimi olji je enkratno. Začetna koncentracija mineralnih olj v podzemni vodi je 1 mg/l.

10.2 ŠIRJENJE ONESNAŽENJE V ZALEDJU VODARNE HRASTJE

10.2.1 Razlitje onesnaževal v času gradnje

Scenarij normalnega poteka dogodkov in alternativni scenarij

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v teh dveh scenarijih je bil vnos onesnaževal tako majhen, da model ni mogel simulirati potovanja onesnaževala v podzemni vodi, saj le to zaradi majhnih količin, razgradnih in retardacijskih procesov v nenasičeni coni vodonosnika, ni prišlo do nivoja podzemne vode.

Scenarij najslabše možnosti

V primeru preverjanja scenarija najslabše možnosti oziroma scenarija izjemnega dogodka smo simulirali razlike v primeru nezgodnega dogodka (razlitja goriva iz gradbenih strojev in transportnih vozil). Ocenjujemo, da se v tem primeru naenkrat lahko sprosti do 100 kg goriva. Onesnaženje podzemne vode z mineralnimi olji je enkratno. Začetna koncentracija mineralnih olj v podzemni vodi je 1 mg/l.

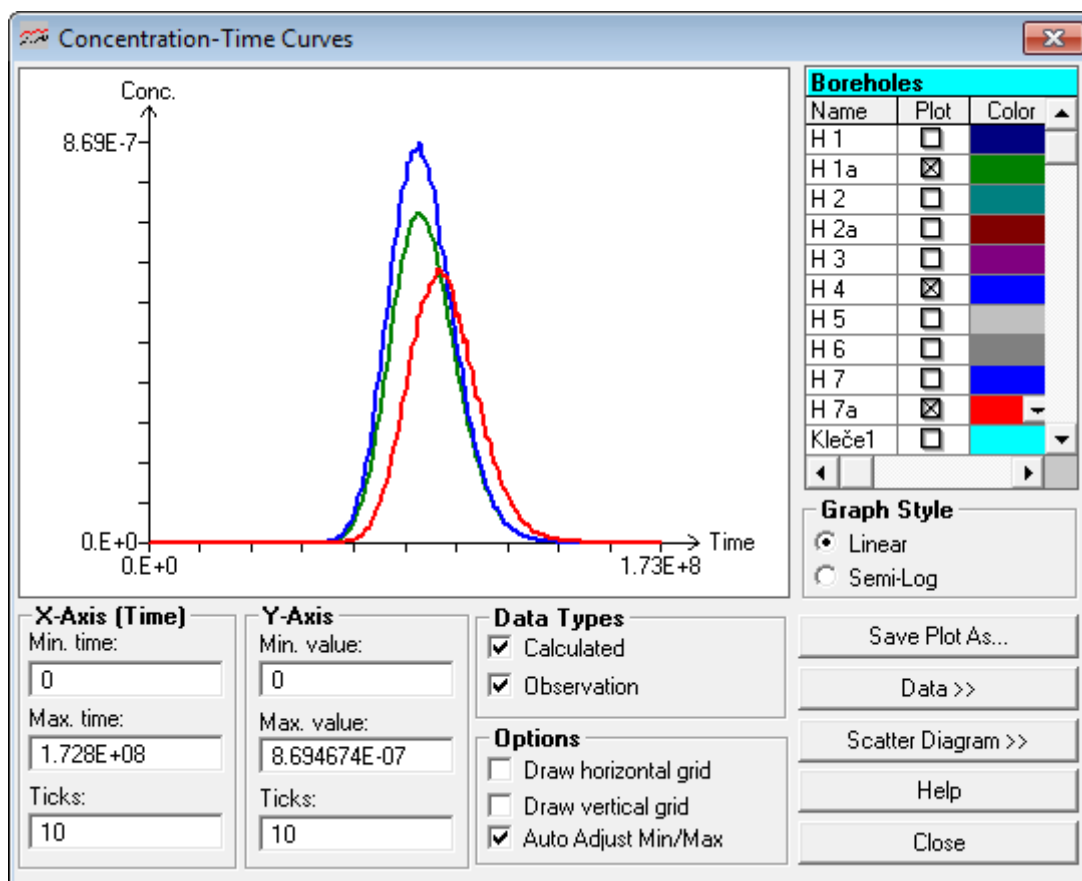
Obravnavali smo dve varianti:

- A) Črpanje 80 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Hrastje
- B) Črpanje 670 l/s iz vseh vodnjakov črpališča Hrastje

Koncentracija [mg/l]	
0.001	
0.005	
0.01	
0.05	
0.1	
0.5	

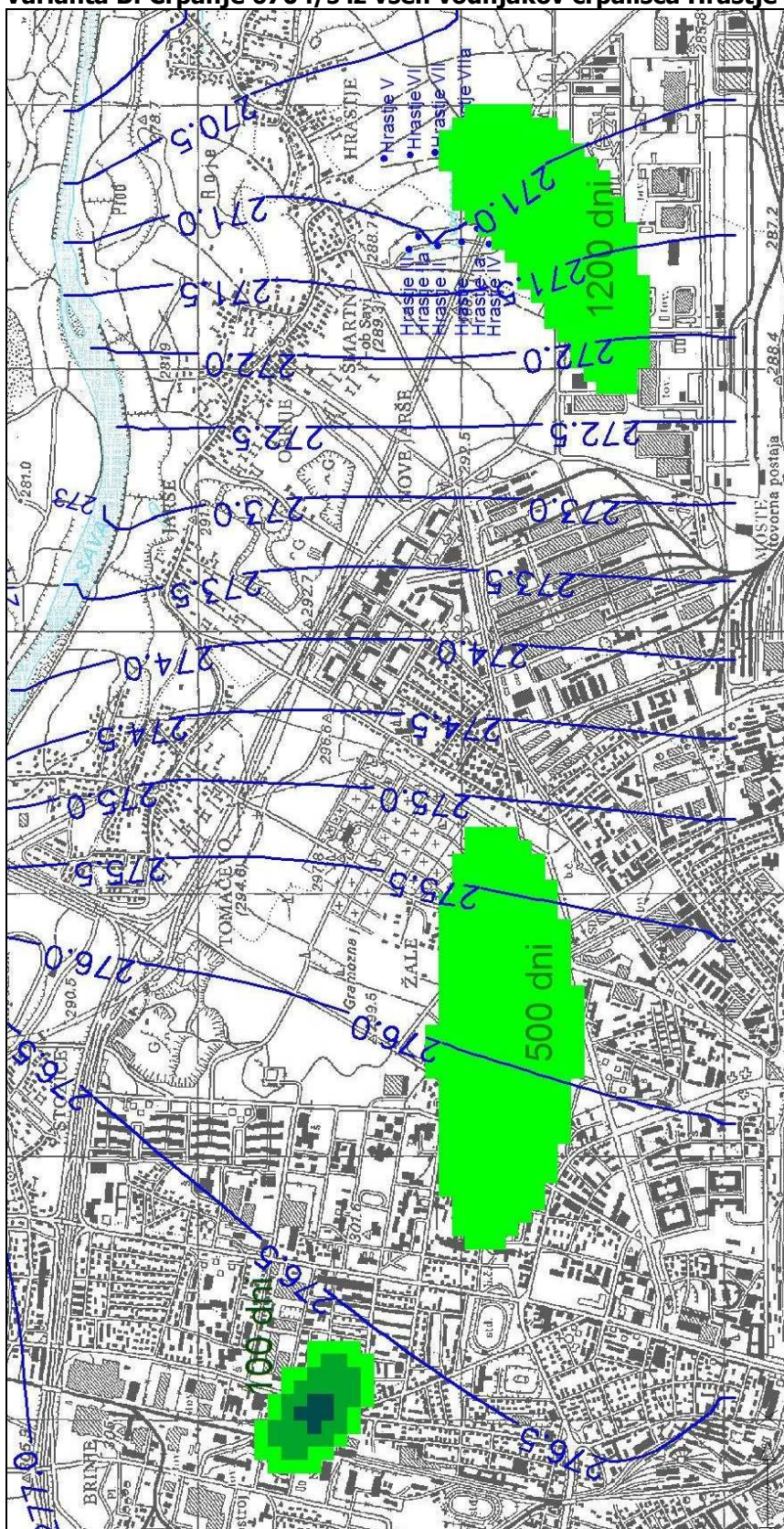
Slika 11: Legenda h kartam širjenja onesnaženja



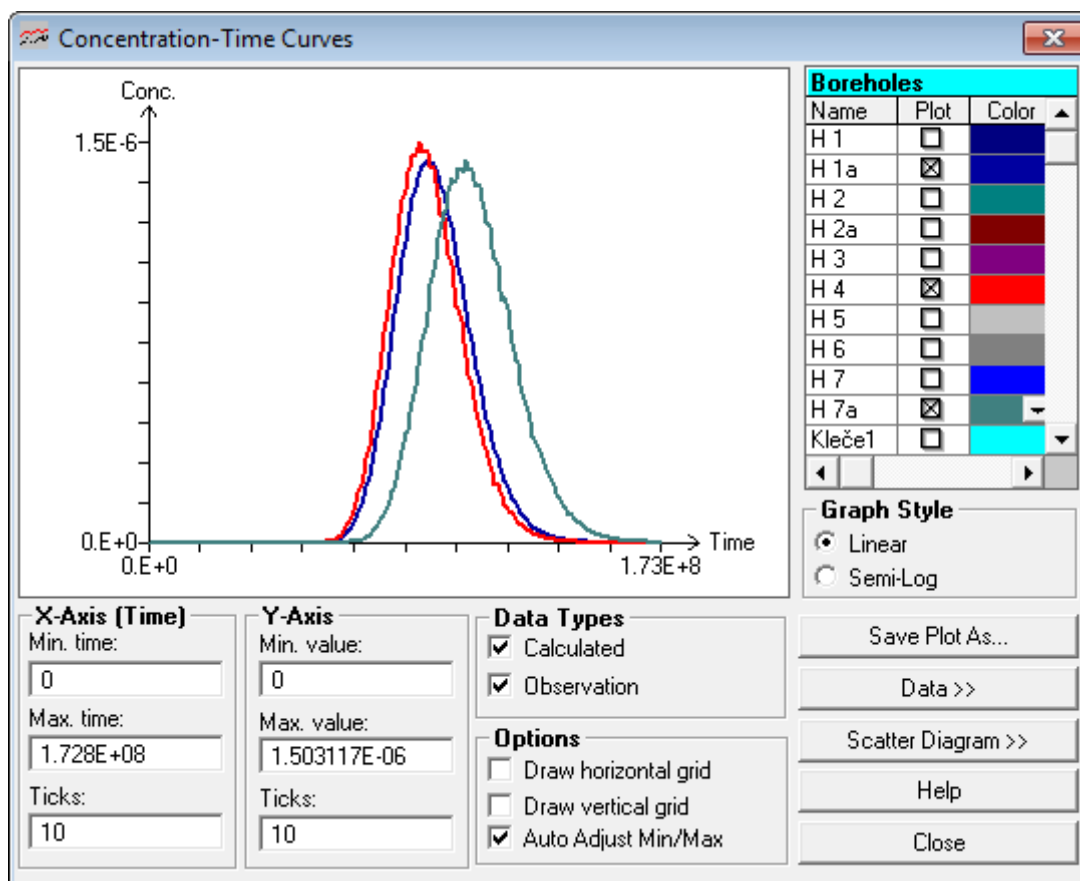


Slika 13: Koncentracija onesnaževala v vodnjakih vodarne Hrastje (1a, 4 n 7a) (čas v sekundah, koncentracija v g/l) pri skupnem črpanju 80 l/s. Vhodna koncentracija v podzemni vodi 1 mg/l. Maksimalna koncentracija $C_{max} = 0,869 \mu\text{g/l}$ se pojavi po 1000 dneh v vodnjaku Hrastje 4.

Varianta B: Črpanje 670 l/s iz vseh vodnjakov črpaljšča Hrastje



Slika 14: Sirjenje onesnaževala proti vodarni Hrastje po času 100, 500 in 1200 dni. Skupno črpanje v vodarni Hrastje $Q = 670$ l/s



Slika 15: Koncentracija onesnaževala v vodnjakih vodarne Hrastje (1a, 4 n 7a) (čas v sekundah, koncentracija v g/l) pri skupnem črpanju 670 l/s. Vhodna koncentracija v podzemni vodi 1 mg/l. Maksimalna koncentracija $C_{max} = 1,5 \mu\text{g/l}$ se pojavi po 1000 dneh v vodnjaku Hrastje 4.

10.2.2 Obratovanje

Scenarij normalnega in alternativnega razvoja ter scenarij najslabše možnosti

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v teh treh scenarijih do onesnaženje ne pride.

10.3 PREGLED REZULTATOV

Tabela 16: Pregled rezultatov - gradnja

Skupno črpanje v vodarni Hrastje Q	C_1 (mg/l)	R ($\mu\text{g/l}$)	dR = C_{max} ($\mu\text{g/l}$)	Čas (dni)	Vodnjak
80 l/s	1	2,5	0,869	1000	Hrastje 4
670 l/s	1	2,5	1,5	1000	Hrastje 4

C_1 – začetna koncentracija v podzemni vodi na mestu razlitja

R – referenčno stanje za mineralna olja v podzemni vodi

dR – sprememba referenčnega stanja, maksimalna koncentracija v vodnjakih

10.4 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST MODELA

Izračuni so bili narejeni z računalniškim programom Processing Modflow, z upoštevanjem vhodnih podatkov, ki so navedeni zgoraj. Z modelom smo prikazali širjenje oblaka onesnaževala le za primer najslabšega scenarija.

Vhodne podatke smo privzeli v zelo pesimistični varianti, ki pomeni strožjo kontrolo in strožje varnostne ukrepe pred onesnaženjem voda, tako površinske kot podzemne. Vhodne podatke bi bilo možno zaradi njihove variabilnosti izbrati tudi nekoliko drugače.

Uporabljen model daje rezultate, ki so zelo primerljivi in tudi preverljivi z drugimi modeli vodonosnika Ljubljanskega polja.

11. RELATIVNA OBČUTLJIVOST IN OCENA SPREMEMBE PARAMETROV, KI SO PREDMET ANALIZE TVEGANJA

11.1 OCENA REFERENČNEGA STANJA

Relativna občutljivost je določena za obdobje med gradnjo objekta in v obdobju njegovega obratovanja. Za obe obdobji je opredeljena relativna občutljivost za scenarij normalnega in alternativnega poteka ter za scenarij najslabše možnosti.

Relativna občutljivost je določena s sledečim obrazcem:

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

S - relativna občutljivost,

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

dR - sprememba referenčnega stanja zaradi ogroženosti onesnaženja.

Dovoljeno relativno občutljivost mineralnih olj določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja).

Tabela 17: Relativna občutljivost (S), ki je določena s Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

<i>parameter</i>	<i>izražen kot</i>	<i>Relativna občutljivost (S)</i>
<i>Mineralna olja</i>	(µg/l)	+ 2

Referenčno vrednost R smo postavili pod mejo določljivosti mineralnih olj $R = 2 \mu\text{g/l}$

11.2 VPLIV ONESNAŽENJA V ZALEDJU VODARNE HRASTJE

11.2.1 Gradnja objekta

Scenarij normalnega in alternativnega razvoja

Pri normalnem scenariju in pri alternativnem scenariju v času gradnje, ob upoštevanju vseh zaščitnih ukrepov, ne bo prihajalo do vpliva na vodne vire. V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v scenariju alternativnega razvoja je bil vnos onesnaževal tako majhen, da model ni mogel simulirati potovanja onesnaževala v podzemni vodi, saj le to zaradi majhnih količin, razgradnih in retardacijskih procesov v nenasičeni coni vodonosnika, ni prišlo do nivoja podzemne vode.

Spremembe referenčnega stanja pri normalnem scenariju in pri alternativnem scenariju ni in je tako enaka 0. Relativna občutljivost (S) pri scenariju normalnega razvoja dogodka (ob upoštevanju vrednosti za $R = 2,5 \mu\text{g/l}$ in $dR = 0 \mu\text{g/l}$) je tako:

$$S = \frac{(R + dR)}{R} = \frac{(2,5 + 0)}{2,5} = 1 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}}$$

Relativna občutljivost za parameter mineralna olja je $1 \mu\text{g/l}$, kar je nižja vrednost, ki jo dopušča (predpisuje) Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Scenarij najslabše možnosti – vpliv na podzemno vodo vodarne Hrastje - širjenje onesnaženja iz lokacije

Sprememba referenčnega stanja, pri skupnem črpanju iz vodnjakov vodarne Hrastje 80 l/s,

Spremembo referenčnega stanja, pri skupnem črpanju iz vodnjakov vodarne Hrastje 80 l/s, povzamemo iz rezultatov modela; $dR = 0,869 \mu\text{g/l}$.

Relativna občutljivost v tem primeru je:

$$S = (R + dR) / R = (2 + 0,869) / 2 = 1,43$$

kar je v nižja vrednost kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (priloga 2).

Sprememba referenčnega stanja, pri skupnem črpanju iz vodnjakov vodarne Hrastje 670 l/s,

Spremembo referenčnega stanja, pri skupnem črpanju iz vodnjakov vodarne Hrastje 670 l/s, povzamemo iz rezultatov modela; $dR = 1,5 \mu\text{g/l}$.

Relativna občutljivost v tem primeru je:

$$S = (R + dR) / R = (2 + 1,5) / 2 = 1,75$$

kar je v nižja vrednost kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (priloga 2).

11.2.2 Obratovanje objekta

Relativna občutljivost pri normalnem in alternativnem poteku dogodkov in scenariju najslabše možnosti

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

Spremembe referenčnega stanja pri normalnem, alternativnem scenariju in scenariju najslabše možnosti ni in je tako enaka 0. Relativna občutljivost (S) pri scenariju normalnega in alternativnega razvoja dogodka ter scenariju najslabše možnosti (ob upoštevanju vrednosti za $R = 2,5 \mu\text{g/l}$ in $dR = 0 \mu\text{g/l}$) je tako:

$$S = \frac{(R + dR)}{R} = \frac{(2,5 + 0)}{2,5} = 1 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}}$$

Relativna občutljivost za parameter mineralna olja je $1 \mu\text{g/l}$, kar je nižja vrednost, ki jo dopušča (predpisuje) Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

11.3 PREGLED REZULTATOV RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI PRI RAZLIČNIH SCENARIJIH

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

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

Tabela 18: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) – normalni in alternativni potek dogodkov v času gradnje

Scenarij	dR (ug/l)	S (ug/l)
Normalni potek dogodkov	0	1
Alternativni potek dogodkov	0	1

Tabela 19: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) – Ljubljanski vodonosnik; scenarij najslabše možnosti v času gradnje

Skupno črpanje v vodarni Hrastje Q	R (μg /l)	dR= Cmax (μg /l)	Vodnjak	Relativna občutljivost (S)	Dovoljena relativna občutljivost S
80 l/s	2	0,869	Hrastje 4	1,43	+2
670 l/s	2	1,5	Hrastje 4	1,75	+2

Tabela 20: Sprememba referenčnega stanja (dR) in relativna občutljivost (S) v času obratovanja

Scenarij	dR (ug/l)	S (ug/l)
Normalni potek dogodkov	0	1
Alternativni potek dogodkov	0	1
Scenarij najslabše možnosti	0	1

11.4 PREVERLJIVOST IN ZANESLJIVOST RAČUNSKE METODE

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

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

12. VARSTVENI UKREPI

12.1 UKREPI IN POGOJI GLEDE NA VELJAVNO ZAKONODAJO

Zakon o vodah (ZV-1) v 150. členu določa, da se poseg v prostor, ki bi lahko trajno ali začasno vplival na vodni režim ali stanje voda, lahko izvede samo na podlagi vodnega soglasja.

Glede na določila Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 120/04, 7/06, 1/12, 44/12) se obravnavana lokacija nahaja na ožjem vodovarstvenem območju z oznako VVO IIB.

Analiza tveganja je izdelana na podlagi zahteve Agencije RS za okolje.

12.2 UKREPI, KI SO ŽE PREDVIDENI

12.2.1 Predvideni varstveni ukrepi v času gradnje

Iz dokumentacije in izjav projektantov so razvidni naslednji varstveni ukrepi:

- Posegi v tla bodo izvedeni tako, da prizadenejo čim manjšo talno površino. Pri gradnji bodo uporabljeni le materiali, o katerih neškodljivosti za okolje obstaja dokazilo.
- Celotno gradbišče (tako v fazi rušitev kot v fazi gradnje) bo varovano; dostopa nepooblaščenim osebam ne bo.
- Vsi odpadki, nastali v času rušitev in gradbenih del bodo do odvoza shranjevani ločeno in pod nadzorom.
- Betoniranje se izvaja v suhem vremenu in s tem prepreči spiranje premazov opažev.
- Gradbišče bo ograjeno, dostopa nepooblaščenim osebam ne bo,
- Izvajalec bo v času gradnje, med drugim, v najkrajšem možnem času in v skladu s predpisi odpravil vse morebitne negativne posledice, ki bi nastale zaradi graditve;
- Izvajalec bo zagotovil vse potrebne varnostne ukrepe in organizacijo na gradbišču, da bo preprečeno onesnaženje okolja in voda, ki bi lahko nastalo zaradi transporta, skladiščenja in uporabe tekočih goriv in drugih škodljivih snovi oziroma v primeru nezgode zagotovil takojšnje ukrepe.
- S predmetno gradnjo se ne bo posegalo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku,
- Izkopi bodo izdelani bistveno več kakor 2 metra nad najvišjo gladino podzemne vode.
- Zaradi obratovanja predvidenega objekta ne bo zmanjšana transmisivnost vodonosnika oziroma ne bo zmanjšana prostornina vodonosnika ali presekan tok podzemne vode.

12.2.2 Predvideni varstveni ukrepi v času obratovanja

Iz posredovane dokumentacije so razvidni naslednji varstveni ukrepi:

- industrijskih odpadnih voda ne bo,
- ponikovalnic ne bo,
- mineralna olja (ostanki goriv, maziv zaradi odvodnjavanja zunanjih povoznih površin in površin lovilnih skled), ki pa so vezana na odvajanje preko lovilcev olj v javno kanalizacijo,
- mineralna olja (ostanki goriv, maziv); izliv na neutrjenih površinah, kar pa glede na predvideno urejenost območja ni verjetno.
- mineralno transformatorsko olje; porabe ne bo – gre za enkratno polnjenje v tovarni; bodo uporabljali izključno v zaprtih sistemih; prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode;
- dizelsko gorivo za potrebe dizelskega agregata; Rezervoar je montiran v podnožje agregata. Prostornina rezervoarja je 1000 litrov. V podstavku ohišja se nahaja lovilna

posoda za vse tekočine, ki se nahajajo v agregatu. Prehod teh kemikalij v podtalje zaradi same izvedbe objekta ni možen;

- generatorski sklop s plinsko turbino: mazalno olje za mazanje ležajev generatorskega sklopa se nahaja v rezervoarju mazalnega olja, ki bo dobavljen skupaj z generatorskim sklopom. Predvidena pozicija hladilnika mazalnega olja (olje/zrak) se nahaja na strehi objekta KPV. Rezervoar mazalnega olja v generatorskem sklopu s plinsko turbino je opremljen z nivojskim stikalom, ki v primeru nizkega nivoja mazalnega olja (v primeru puščanja mazalnega olja na cevovodu oz. hladilniku mazalnega olja) sproži alarm in izvede se zaustavitev generatorskega sklopa. V lovilnem koritu pod hladilnikom olja (na strehi objekta KPV) je predvidena postavitve nivojskega stikala (za alarm v primeru dviga gladine v lovilni skledi). Prehod teh olj v podtalje zaradi same izvedbe sistemov in objekta samega (zaprt objekt) ni možen in jih zato izločimo iz obravnave onesnaževanja podzemne vode;
- Dieselsko gorivo/ELKO je predviden kot rezervno gorivo v času, ko ni na razpolago zadostnih količin zemeljskega plina, ki se uporablja kot glavno gorivo. Rezervno gorivo je tudi predvideno za primer, da bi prišlo do izpada oskrbe z zemeljskim plinom. Navedenemu gorivu (Dieselsko gorivo/ELKO) je zaradi izvedbe (pogoji v nadaljevanju tega elaborata) kotlovnice, onemogočen prehod v podtalje in podzemne vode.
- ELKO bo skladiščeno v obstoječem rezervoarju D - 1000m³ in v obstoječem dnevnem 54 m³ dvoplaščnim rezervoarju. 1000 m³ in 54 m³ rezervoarja nista predmet tega elaborata.
- uporaba drugih nevarnih kemikalij z izjemo občasne oz. redke uporabe tehničnih kemikalij za vzdrževanje naprav ni predvidena. Navedene kemikalije moramo obravnavati kot kemikalije nujno potrebne pri delu (osnovni pripravki za občasno oz. redko vzdrževanje naprav) pri čemer velja navesti, da so vsi tovrstni kemični pripravki ali snovi pakirani v originalni embalaži proizvajalca. Navedenim kemikalijam je zaradi načina in minimalne količine teh kemikalij, onemogočen prehod v okolje, podtalje in podzemne vode.

12.3 UKREPI DOLOČENI PRI ANALIZI TVEGANJA

12.3.1 Ukrepi v času gradbenih del

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.

Za gradnjo in vgradnjo se lahko uporabljajo le materiali, ki ne ogrožajo podtalja in podzemne vode.

Pri gradnji je upoštevati predvsem to, da se hidrogeološke razmere čim manj spreminjajo.

Posegi v tla naj se izvajajo tako, da bodo prizadete čim manjše površine tal.

Izvajalec naj dela izvaja tako, da bodo izkopani odseki čim krajši ob hkratnem sprotne zasipavanju.

Začasne prometne in gradbene površine naj se prednostno uporabijo obstoječe infrastrukturne in druge manipulativne površine. Tudi te površine morajo biti opredeljene (določene) pred začetkom izvajanja del.

Drugi ukrepi se nanašajo predvsem na preprečevanje razlitja, izpiranja ali izluževanja nevarnih kemikalij v tla na območju gradbišča.

Izvajalci, nadzorno osebje, delavci in vsi, ki prihajajo in se zadržujejo na gradbišču, morajo biti seznanjeni z ukrepi varstva podzemne vode.

Vsi transportni in gradbeni stroji, uporabljeni pri gradnji, morajo biti tehnično brezhibni in ustrezno vzdrževani. Vzdrževalna dela (kot npr. menjava olja) na gradbenih strojih morajo potekati izven gradbišča, v ustrezno opremljenih delavnicah, le izjemoma na območju gradbišča na za to vnaprej predvideni in za naftne derivate neprepustno utrjeni površini oziroma zavarovani tako, da je preprečen izliv naftnih derivatov v tla in posredno v podtalnico. Točenje goriva v gradbene stroje na območju gradbišča je potrebno izvajati z ustrezno cisterno za razvoz goriva in na vnaprej določenih in ustrezno pripravljenih mestih. Točenje goriva in olja iz sodov ni dopustno. Na območju trase ni dopustno skladiščenje goriv.

Vzdrževanje strojev (npr. menjava olja, itd.) mora potekati izven gradbišča, v ustrezno opremljenih mehaničnih delavnicah.

Izvedbo izkopov je potrebno načrtovati v suhem vremenu. V primeru nesreče (npr. v primeru razlitja naftnih derivatov) se tako prepreči hitro in nekontrolirano pronicanje v nižje z vodo zasičene zemeljske plasti.

V primeru, da bodo v času izkopov naleteli na nasutja odpadkov, je potrebno slednje odstraniti v celoti, vključno z morebitno onesnaženo podlago.

Investitor, ki naroči graditev objekta mora zagotoviti, da izvajalci gradbenih del na gradbišču hranijo ali začasno skladiščijo odpadke, ki nastajajo pri gradbenih delih, ločeno po vrstah gradbenih odpadkov iz klasifikacijskega seznama odpadkov.

Investitor mora zagotoviti, da izvajalci gradbenih del odpadke hranijo ali začasno skladiščijo na gradbišču 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.

Med drugim je nevarne odpadke potrebno zbirati ločeno (prepovedano je mešanje nevarnih odpadkov z ostalimi odpadki). Določeno mora biti ustrezno opremljeno mesto na območju gradbišča (izven gradbene jame) za začasno skladiščenje nevarnih odpadkov, skladiščne posode za nevarne odpadke pa morajo biti iz ustreznih materialov (odpornih na skladiščene snovi), zaprte in ustrezno označene (oznaka odpadka, oznaka nevarnosti), s čimer bo preprečeno iztekanje ali izpiranje nevarnih snovi v tla in podzemno vodo.

Zagotovljen mora biti reden odvoz z območja gradbišča, pri čemer mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke oddajo zbiralcu gradbenih odpadkov in nevarne odpadke oddajo pooblaščenim organizaciji za zbiranje nevarnih odpadkov, kar mora biti tudi ustrezno evidentirano.

Prepovedano je izlivanje nevarnih in drugih tekočih odpadkov v tla (ali v kanalizacijski sistem, ko bo ta zgrajen).

Skladiščenje nevarnih snovi in kemikalij, ki se uporabljajo pri gradnji in ki so kot nevarne opredeljene skladno z določili Zakona o kemikalijah, mora ustrezati veljavnim normativom, da se prepreči škodljivi vplivi na podtalnico in okolje.

Izvajalec gradbenih del mora med drugim zagotoviti, da so na območju gradbišča (izven gradbene jame) skladiščene najmanjše možne količine nevarnih snovi oz. kemikalij, ki se pri gradnji uporabljajo, čim krajši čas.

Zagotovljeno mora biti ustrezno opremljeno mesto za skladiščenje teh snovi, z lovilno skledo ustrezne prostornine, ki bi v primeru razlitja, razsipa ali druge nezgode omogočila zajem teh snovi in preprečila iztok v tla, poleg tega pa mora ta skladiščni prostor biti zaščiten pred atmosferskimi vplivi, preprečen pa mora biti tudi dostop nepooblaščenim osebam.

Za skladiščenje nevarnih snovi oz. kemikalij naj se uporablja originalna embalaža, posode za skladiščenje pa morajo biti zaprte in ustrezno označene (oznaka nevarnosti).

V kolikor bo potrebno pri izvedbi del predstaviti 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.

12.3.1.1 Interventni ukrepi v času del

Za primer dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z naftnimi derivati (z gorivom ali oljem iz gradbenih strojev ali transportnih vozil) ali z neznanimi tekočinami, mora biti pripravljen poslovnik (pravilnik, načrt ravnanja) za takojšnje ukrepanje.

V primeru razlitja naftnih derivatov 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 pooblašene 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. Vse tovrstne dogodke je potrebno vpisati v gradbeni dnevnik.

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.

Vodja gradbišča oz. druga pooblašena oseba mora o tovrstnih dogodkih takoj obvestiti pristojne službe (najbližjo policijo, center za obveščanje, gasilce, JP Vodovod-Kanalizacija Ljubljana, inšpekcijske službe). Pristojne službe po potrebi odredijo ogled mesta razlitja, na osnovi tega pa se po potrebi sprejme dodatne ukrepe za sanacijo onesnaženja (odvzem vzorcev vode iz piezometrov, dodaten izkop onesnaženega materiala ipd.).

Primer: Postopek v primeru razlitja oz. onesnaženja površine z naftnimi derivati:

- Voznik delovnega stroja oz. delavec ob stroju z adsorpcijskim sredstvom, ki je nameščeno v bližini delovnega stroja, najprej posuje onesnaženo površino, nato pa v najkrajšem času obvesti pooblašeno 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.

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

12.3.2 Omilitveni in zaščitni ukrepi v času obratovanja

Splošno:

- Zagotovljeno bo moralo biti celodnevno varovanje objekta (znotraj ograje),
- Vse alarmne (opozorilne) naprave morajo biti neposredno in celoten čas povezane z vzdrževalci (operaterji).

Tehnične zahteve:

Transformatorji

- Vsaka lovilna skleda za zajem transformatorskega olja mora biti izvedena vodo in oljetesno kar je potrebno dokazati s preizkusom tesnosti in izdajo potrdila; smiselno enako velja za lovilno jamo, lovilec olj, merilno mesto in povezovalno kanalizacijo.
- Stene in dno vsake lovilne skleda pod transformatorjem se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane; smiselno enako velja za lovilno jamo, lovilec olj, merilno mesto in povezovalno kanalizacijo.
- Vsi elementi sistema t.j. vse lovilne skleda, lovilna jama, lovilec olj, merilno mesto in povezovalna kanalizacija morajo biti odporni na kemikalije, ki bi se v njih lahko nahajale (mineralna olja),
- Kemikalije kot so: tehnične tekočine za vzdrževanje sistemov je potrebno dostaviti na lokacijo le sproti glede na zahteve po vzdrževanju,
- Potreben bo celovit nadzor nad količinami in vrstami kemijskih snovi in pripravkov, ki jih bodo uporabljali v objektu,
- Upravljavalec ali lastnik mora zagotoviti vodenje obratovalnega dnevnika porabe kemikalij,
- Na mestih uporabe kemikalij bo potrebno namestiti posode z absorpcijskim sredstvom za zajem olj ter ločeno posodo z namenskim absorpcijskim sredstvom.

Dizelski agregat:

- Pred zagonom naprave bo potrebno dokazati neprepustnost rezervoarja, delovnih posod, povezovalnega ocevja, lovilnih sistemov.
- Naprava se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe/okvare morajo biti takoj sanirane.
- Vsaka kontrola naprave ter izvajanje morebitnih vzdrževalnih ali servisnih del mora biti listinsko dokazljiva.

Generatorski sklop s plinsko turbino:

- Talnih odtokov in povezave z interno kanalizacijo iz površin kjer bo nameščena naprava ne sme biti,
- Tla morajo biti visoko odporna na delovanje goriv in kemikalij ter visoko odporna na mehanske poškodbe,
- Pred zagonom naprave bo potrebno dokazati neprepustnost rezervoarja, delovnih posod, povezovalnega ocevja, lovilnih sistemov.
- Naprava se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe/okvare morajo biti takoj sanirane.
- Vsaka kontrola naprave ter izvajanje morebitnih vzdrževalnih ali servisnih del mora biti listinsko dokazljiva.
- Potreben je še nadaljnji celovit nadzor nad količinami in vrstami kemijskih snovi in pripravkov, ki jih bodo uporabljali. Slednje velja kot tudi remont in eventualne havarije,
- Namestiti je potrebno posodo z absorpcijskim sredstvom za zajem olj ter ločeno posodo z namenskim absorpcijskim sredstvom za zajem drugih nevarnih kemikalij ali odpadkov v tekočem agregatnem stanju.
- V primeru požara v objektih mora biti zagotovljeno zadržanje, čiščenje in nevtralizacija onesnaženih požarnih voda.

Povezovalno ocevje z obstoječem rezervoarju D - 1000m³ in v obstoječem dnevnem 54 m³ dvoplaščnim rezervoarju

- Vse povezovalno ocevje, ki ne bo potekalo neposredno v objektu mora biti dodatno varovano (dvoplaščno ocevje ali lovilna posoda) ter izvedeno protilomno,
- Pred zagonom naprave bo potrebno dokazati neprepustnost povezovalnega ocevja, lovilnih sistemov.
- Ocevje se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe/okvare morajo biti takoj sanirane.
- Vsaka kontrola ocevja ter izvajanje morebitnih vzdrževalnih ali servisnih del mora biti listinsko dokazljiva.

Zunanje površine:

- Vse zunanje površine namenjene prevozu ali parkiranju morajo biti utrjene, neprepustne in obrobljene z robniki,
- Vsak vgrajeni lovilce olj mora zagotavljati in izkazovati delovanje in usklajenost v smislu zahtev »Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo«,
- Vsak lovilce olj se mora redno pregledovati (voden dnevnik pregledov); morebitne poškodbe morajo biti takoj sanirane,
- Upravljavalec ali lastnik mora zagotoviti vodenje obratovalnega dnevnika lovilca olj,
- Prepovedano je izlivanje nevarnih kemikalij ali nevarnih odpadkov (npr. usedline in gošče iz lovilca olj) v tla in s tem posredno v podzemno vodo ali v odtok (kanalizacijski sistem),
- Za vse interne kanalizacijske sisteme in vsak lovilce olj je potrebno zagotoviti neprepustno izvedbo z opravljenim preizkusom in atestom.

12.3.2.1 Interventni ukrepi v času obratovanja

Interventni ukrepi se izvajajo v primeru razlitja nevarnih snovi/pripravkov med obratovanjem in sicer v glede na namembnost obravnavanega dela objekta predvsem iztoka goriva ali tehničnih tekočin iz servisnih oz. kontrolnih vozil ob eventualni havariji le teh.

Ukrepi med obratovanjem obsegajo zbiranje razlitega pripravka (goriva, maziv..) in odvoz. Odvoz nevarnih odpadkov lahko vrši le podjetje, ki je zavedeno v seznam zbiralcev oziroma odstranjevalcev tovrstnih odpadkov. Spiranje neposredno v okolje ni dovoljeno.

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

13. MONITORING

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

Glede na 2. člen Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (UL RS, št. 49/06, 114/09), se določbe citiranega pravilnika uporabljajo za obratovalni monitoring, ki ga je treba izvajati pri opravljanju dejavnosti, če se odpadne vode posredno odvajajo v podzemne vode ali obstaja verjetnost nastanka neposrednega ali posrednega izliva onesnaževal v podzemno vodo.

Zavezanec za zagotovitev obratovalnega monitoringa je povzročitelj obremenitve, ki opravlja dejavnost iz prvega odstavka 2. člena citiranega pravilnika (navedeno v odstavku zgoraj) in izvajalec ukrepov odprave posledic čezmerne obremenitve okolja na območju degradiranega okolja ali v primeru okoljske nesreče (v nadaljnjem besedilu: zavezanec).

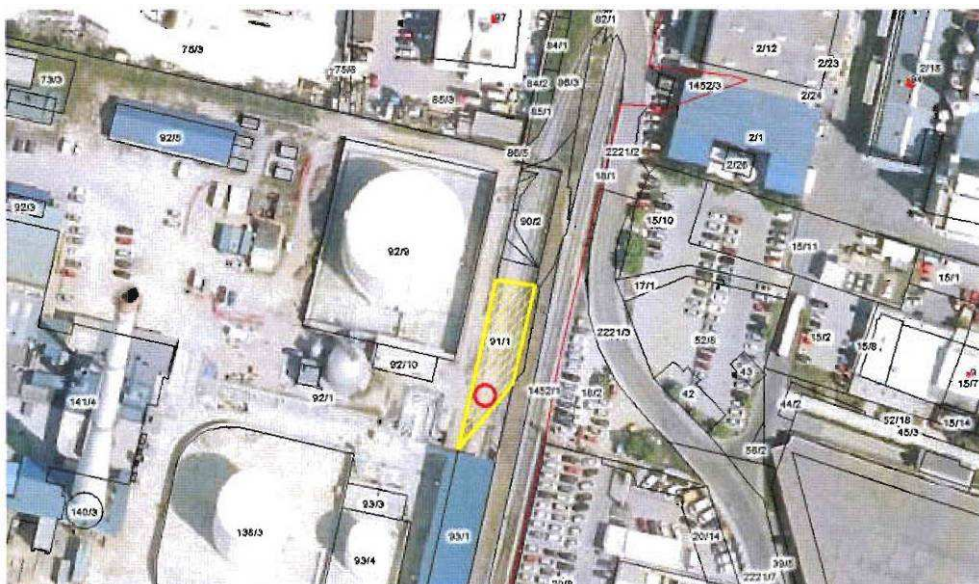
Generalna smer toka podzemne vode iz obravnavane lokacije je vzhodno proti vodarni Hrastje.

Investitor je že izvedel mrežo opazovalnih vrtin (v skladu z določili 8a člena Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaženja podzemne vode) in sicer:

Lokacija piezometra TŠ-1/11 v Gauss- Krügerjevih koordinatah je prikazana v tabeli .

Tabela 21: Koordinate ustja piezometra TŠ-1/11.

Vrtina	koordinata			
	y	x	Hustje	Htemelj
TŠ-1/11	461913.03	103689.91	304,87	304,42



Slika 16: Lokacija piezometra TŠ-1/11 v Ljubljani, št. parc . 91/1 k.o. Sp. Šiška, (vir: Interaktivni Atlas okolja, ARSO).

Lokacija piezometra TŠ-2/11 v Gauss- Krügerjevih koordinatah je prikazana v tabeli.

Tabela 22: Koordinate ustja piezometra TŠ-2/11.

Vrtina	koordinata			
	y	x	Hustje	Htemelj
TŠ2	461864.94	103522.97	304,92	304,26

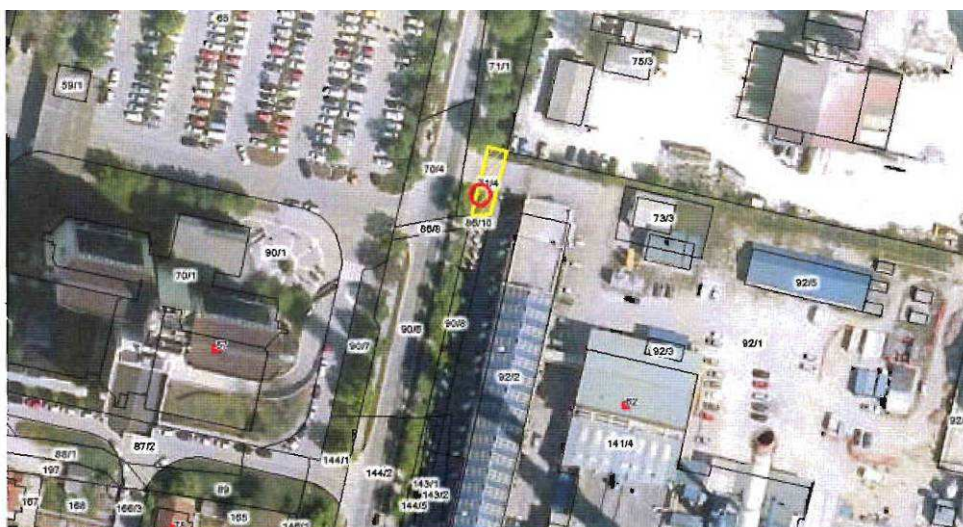


Slika 17: Lokacija piezometra TŠ-2/11 v Ljubljani, št.pare. 93/7 k.o. Sp. Šiška, (vir: Interaktivni Atlas okolja, ARSO).

Lokacija piezometra TŠ-3/11 v Gauss- Krügerjevih koordinatah je prikazana v tabeli .

Tabela 23: Koordinate ustja piezometra TŠ-3/11.

Vrtina	koordinata			
	y	x	Hustje	Htemelj
TŠ2	461745.12	103780.81	305,47	304,82



Slika 18: Lokacija piezometra TŠ-3/11 v Ljubljani, št. parc. 71/4, k.o. Sp. Šiška, (vir: Interaktivni Atlas okolja, ARSO) .

14. SKLEPNA OCENA

Varovanje podzemne vode je odvisno od kakovostnega načrtovanja in striktnega izvajanja v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, saj vodonosnik nima naravne zaščite pred onesnaženjem s polutanti.

Širjenje onesnaževala v podzemni vodi smo simulirali z matematičnim modelom. Uporabljen je bil računalniški program Processing Modflow v. 5.3.1. Rezultati modeliranja kažejo, da bi v primeru vnosa onesnaževala v podzemno vodo le-to potovalo s tokom podzemne vode proti črpališču Hrastje.

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v scenarijih normalnega poteka dogodkov in alternativnega scenarija v času gradnje je bil vnos onesnaževal tako majhen, da model ni mogel simulirati potovanja onesnaževala v podzemni vodi, saj le to zaradi majhnih količin, razgradnih in retardacijskih procesov v nenasičeni coni vodonosnika, ni prišlo do nivoja podzemne vode. Analiza tveganja na primeru mineralnih olj torej pokaže, da gradnja objekta v *normalnih razmerah* in tudi v primeru *alternativnega scenarija* odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je *manjša* kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Analiza tveganja na primeru mineralnih olj pokaže, da gradnja objekta tudi v primeru *scenarija najslabše možnosti* odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je *manjša* kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Kljub navedenemu sledi, da je potrebno vse nesreče preprečevati oziroma upoštevati pogoje te analize tveganja.

V primeru simulacije dogodkov predpostavljenih v scenarijih normalnega in alternativnega razvoja ter scenarija najslabše možnosti v času obratovanja, do onesnaženje ne pride. Analiza tveganja na primeru mineralnih olj torej pokaže, da obratovanje objekta v normalnih razmerah in tudi v primeru alternativnega scenarija in scenarija najslabše možnosti odgovarja kriteriju relativne občutljivosti, ki je predpisan za tveganje za onesnaženje podzemne vode. Relativna občutljivost je manjša kot jo dopušča/predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja.

Glede na ureditev oziroma predvideno izvedbo ter namen predmetnih naprav, glede na izvedbo komunalnih priključkov in manipulacijskih površin na lokaciji sami ter predvsem ob striktnem izvajanju v tej analizi tveganja podanih zaščitnih in omilitvenih ukrepov, niso ogroženi parametri kemijske sestave podzemne vode. Snovi, ki jih pred posegom v prostor ni bilo v vodnem telesu, se po izvedenem posegu *ne bodo pojavile*. Do izpada oskrbe s pitno vodo zaradi obratovanja obravnavanih ter ob izvajanju predvidenih varovalnih ukrepov ne more priti.

Iz zgornjih podatkov predstavnika investitorja sledi, da je najgloblji izkop pri morebitni sanaciji dveh temeljev v kotlovnici, ki sega do kote približno 298,50 m, kar je 6 m pod koto terena.

Glede na podatke iz vrtin (TŠ-1/11, TŠ-2/11, TŠ-3/11) na investitorjevi lokaciji je globina do podzemne vode znašala minimalna ca 24 m oziroma ni višje od kote približno 280,5 m.n.v., (Šilc, april 2013). Iz navedenega je razvidno, da:

- se s predmetno gradnjo ne bo posegalo v območje nihanja prave podzemne vode v vodonosniku,
- bodo izkopi bodo izdelani bistveno več kakor 2 metra nad najvišjo gladino podzemne vode.
- zaradi obratovanja predvidenega objekta ne bo zmanjšana transmisivnost vodonosnika oziroma ne bo zmanjšana prostornina vodonosnika ali presekan tok podzemne vode.

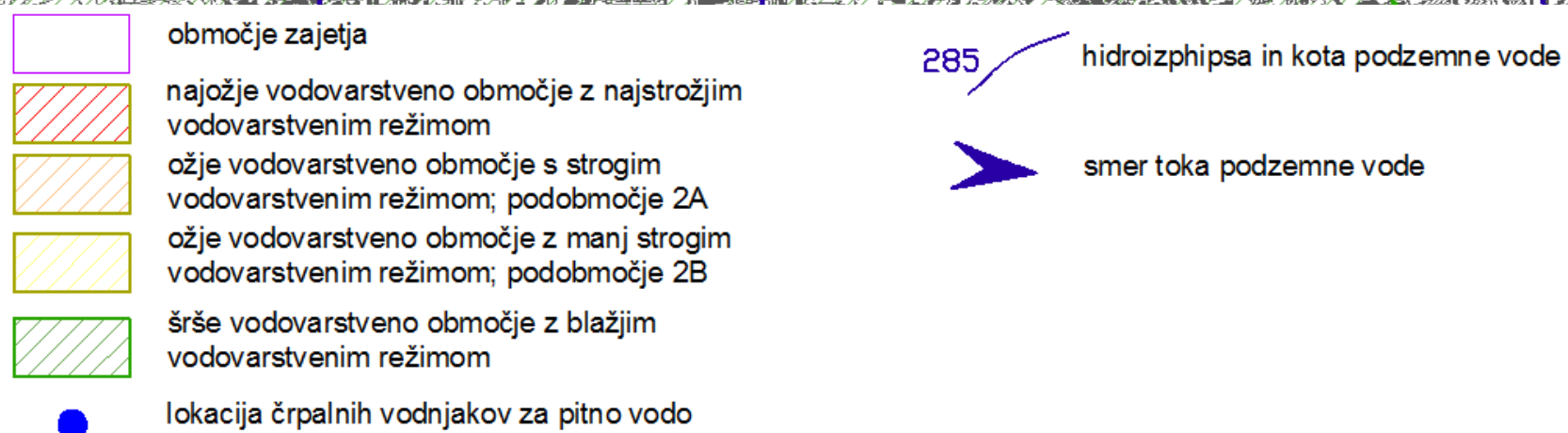
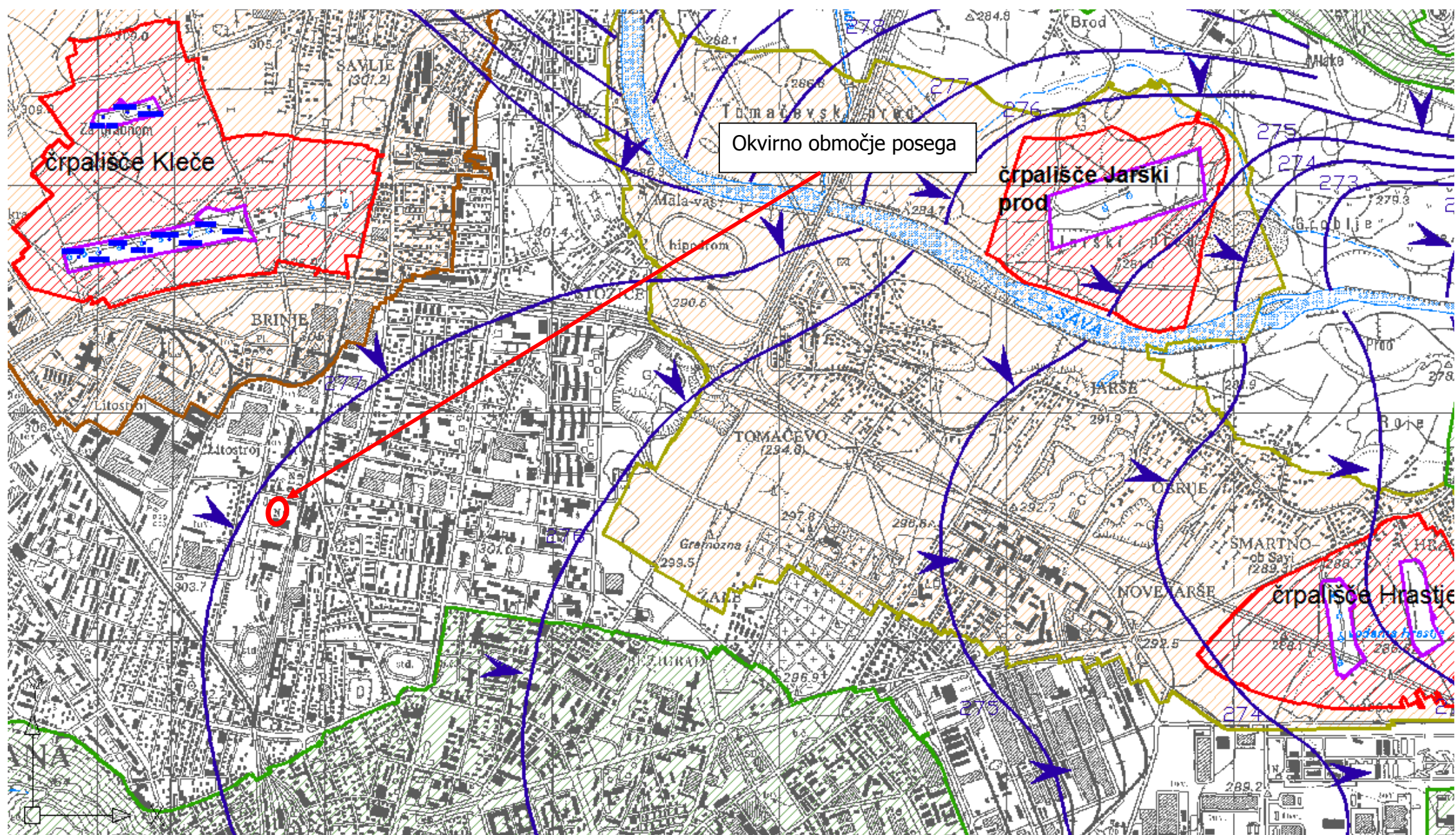
Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejstev ter doslednemu zagotavljanju predpisanih zaščitnih ukrepov, je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode pri obratovanju predmetnih naprav, na obravnavanem območju, *sprejemljivo*.

15. LITERATURA IN VIRI

- IDZ - Obnova kogeneracijskega postrojenja v TOŠ in obnova srednje napetostnega dela stikališč (TP768 in TP612) vključno z energetskimi transformatorji. IEM d.o.o., April 2013
- Brancelj Rejec, I. et al., 2005: Podtalnica Ljubljanskega polja, Geografija Slovenije 10, Ljubljana
- Brečko, V., 1998: Ogroženost virov pitne vode za oskrbo Ljubljane. Ujma, 12, 88-91. Ljubljana.
- Breznik, M., 1969: Podtalnica Ljubljanskega polja in možnosti njenega povečanega izkoriščanja. Geologija, 12, 165 – 184. Ljubljana.
- Breznik, M., 1988: Hidrogeološke in hidrološke osnove za zaščito podtalnice Ljubljanskega polja. Naše okolje 1-2, 22-25. Ljubljana.
- Kranjc, Kolenc, 2002: Kemijsko stanje in ogroženost podtalnice Ljubljanskega polja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Univerza v Ljubljani, FG in JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Ljubljana. Ljubljana, 2002.
- ARSO: Poročilo o kakovosti podzemne vode aluvialnih vodonosnikov v letu 2009, 2010, 2011, 2012.
- Premru U., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
- Premru U., 1983: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tolmač za list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
- Veselič M., Petauer D., 1997: Strokovne podlage za pripravo metodologije za izdelavo ocen ogroženosti in kart ranljivosti podzemnih voda. IRGO, GEOKO. Arhiv MOP, Ljubljana.
- Veselič M., Vižintin G., 2002: Raziskave za zaščito vodnega vira Pivovarne Union d.d. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Univerza v Ljubljani, FG in JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Ljubljana. Ljubljana, 2002.
- Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani. Zbornik. Univerza v Ljubljani, FG in JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. Ljubljana. Ljubljana, 2002.
- Žlebnik, L., 1971: Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja. Geologija 14, Ljubljana.
- Vižintin G., Analiza tveganja za onesnaženje podzemne vode zaradi prenove rezervoarjev za mazut v rezervoarje za ekstra lahko kurilno olje na območju tovarne Šiške (Ljubljana, 2007)
- Perc A., 2009: Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za zamenjavo vročevodnih kotlov VK1 in VK2, zamenjavo parnega kotla PK ter menjavo gorilnikov na vročevodnem kotlu VK5 v Toplarni Šiška. E-net okolje d.o.o., št.: 203609-ap.
- Perc A., 2011: Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za izvedbo piezometrov LMP-4/11 in LMP-5/11 za izvajanje monitoringa podzemne vode na območju Ljubljanskih mlekarn. E-net okolje d.o.o. št.: 201211-ap.
- Timbrell, J., 2000: Principles of Biochemical Toxicology, Third Edition, Taylor & Francis Ltd, London,
- Kupchella, Charles E. and Hyland Margaret C., 1993: Environmental Science, Living Within the System of Nature, Third Edition, Prentice Hall, inc., New Jersey,
- Kolar J., 1989: Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Hammer, J. Mark and Mark J. Hammer jr., 1996: Water and Wastewater Technology. Third Edition. Prentice - Hall, inc., New Jersey, 478 p.
- Czyst W. et. al. 1989: Waste Water Technology. Springer-Verlag, Berlin.
- Vouk, Velimir B. et.al., 1985: Methods for Estimating Risk of Chemical Injury: Human and Non-human Biota and Ecosystems, John Wiley & Sons Ltd.
- Degremont, 1992: Water Treatment Handbook. Paris Cedex: Lavoisier Publishing.
- A.C. Twort, F.M. Law and F.W. Crowley, 1985: Water Supply. Third Edition. East Kilbride: Thompson Litho Ltd.
- N.F. Gray, 1994: Drinking Water Quality. Problems and Solutions. Chichester. John Wiley & Sons Ltd.

- Alfred Z. Keller, Henry C. Wilson, 1992: Hazards to Drinking Water Supplies. London: Springer – Verlag.
- M.I. Richardson, S. Gangolli, 1994: The Dictionary of Substances and their Effect. The Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- N. Irving Sax, Richard J. Lewis, 1989: Dangerous Properties of Industrial Materials. Seventh Edition. Volume 2. New York: Van Nostrand Reinhold.
- N. Irving Sax, Richard J. Lewis, 1989: Dangerous Properties of Industrial Materials. Seventh Edition. Volume 3. New York: Van Nostrand Reinhold
- Oblak – Lukač A., 1985: Nevarne snovi. Založba DDU Univerzum. Ljubljana.
- Bat M., et al. 2003: Vodno bogastvo Slovenije; Agencija RS za okolje, Ljubljana.
- Breznik M., 1976, Metodologija zaščite podzemne pitne vode ter določitve varstvenih območij in pasov, Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, FAGG Ljubljana
- Rismal, M., 1993, Zaščita podtalnice - Strokovno navodilo za izdelavo normativnih aktov za zavarovanje kakovosti podtalnice, FAGG Ljubljana,
- H.F. Hemond and E.J. Fechner, 1994: Chemical Fate and Transportation in the Environment, Academic Press, inc.
- tehnični podatki predstavnika investitorja.

16. PRILOGA



E-NET OKOLJE		Priloga št:
Linhartova c. 13, 1000 Ljubljana, Slovenija		1
Naročnik:	Energetika Ljubljana d.o.o. Verovškova 70, 1000 Ljubljana	
Naziv naloge:	ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELES PODZEMNE VODE ZA OBNOVO KOGENERACIJSKEGA POSTROJENJA V TOŠ IN OBNOVA SREDNJE NAPETOSTNEGA DELA STIKALIŠČ (TP768 IN TP612) VKLJUČNO Z ENERGETSKIMI TRANSFORMATORJI	
Vsebina:	Karta vodovarstvenih pasov in smer toka podzemne vode	
Merilo:	Prilagojeno	
Karto izdelal:	E-NET OKOLJE d.o.o.	