

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE ZA OPPN LEK – EUP ŠI- 408 (OSREDNJI DEL)

Z revizijo

Kamnik, januar 2022


Investitor: LEK farmacevtska družba d.d.
Verovškova 57
1000 Ljubljana

Izdelovalec projekta: GEOKO d.o.o.
Šutna 33
1240 Kamnik

Projekt: Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa
podzemne vode za OPPN Lek – EUP ŠI-408
(osrednji del)

Vrsta projekta: Analiza tveganja

Arhivska številka: AT-LJ-Lek-1-1/2022

Projekt izdelal: mag. Josip Sadnikar, univ. dipl. inž. geol.
Špela Preradović Hlede, mag. inž. geol. 

Direktor projektivne organizacije: mag. Josip Sadnikar, univ. dipl. inž. geol.

Kraj in datum: Kamnik, januar 2022

Ključne besede: zaščita podzemne vode, vplivi na podzemno
vodo, analiza tveganja, matematični model toka
podzemne vode

KAZALO VSEBINE

1. SPLOŠNO – OPIS PREDVIDENIH DEL	6
1.1. OPIS IN ZNAČILNOSTI POSEGA	6
1.2. OPIS LOKACIJE	6
1.2.1. OKOLICA	9
1.3. OPIS PROCESA	13
1.3.1. OBSTOJEČA IN NAČRTOVANA INFRASTRUKTURA	13
1.3.1.1. Prometna infrastruktura.....	13
1.3.1.2. Vodovodno omrežje	14
1.3.1.3. Kanalizacijsko omrežje.....	14
1.3.1.4. Elektroenergetsko omrežje	14
1.3.1.5. Plinovodno omrežje.....	16
1.3.1.6. Omrežje daljinskega ogrevanja in hlajenja.....	16
1.3.1.7. Omrežje elektronskih komunikacij	16
1.3.1.8. Omrežje javne razsvetljave.....	17
1.3.1.9. Ravnanje z odpadki.....	17
1.4. GRADBIŠČE	17
1.4.1. NAMENSKA RABA PROSTORA	17
1.5. OBSTOJEČE STANJE OKOLJA V KATEREGA SE OPPN LEK UMEŠČA	18
1.5.1. PODZEMNE IN POVRŠINSKE VODE	19
1.5.1.1. Obstoječe obremenitve in obremenjenost površinskih voda	19
1.5.1.2. Obstoječe obremenitve in obremenjenost podzemnih voda	20
1.5.2. OBMOČJA S POSEBNIM PRAVNIM REŽIMOM	20
1.5.2.1. Vodovarstvena območja virov pitne vode.....	20
1.5.2.2. Območja ohranjanja narave in varstva naravnih virov.....	20
1.5.2.3. Območja kulturne dediščine in varovana območja narave	21
1.5.2.4. Območja varstva pred hrupom	21
1.5.2.5. Območja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami	22
1.5.2.6. Plazljiva in erozijsko nevarna območja	22
1.5.2.7. Območja poplavne nevarnosti	22
1.5.2.8. Potresno nevarna območja	22
1.5.2.9. Obramba in varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami.....	22
1.5.2.10. Zaklanjanje	22
1.5.2.11. Požarna varnost.....	23
2. ZAKONSKE OSNOVE.....	23

3. ZAHTEVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA	25
3.1. PODLAGE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA.....	26
4. NARAVNE DANOSTI	26
4.1. GEOLOŠKA ZGRADBA.....	26
4.2. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	27
4.3. PREGLED OBSTOJEČIH VODOVARSTVENIH OBMOČIJ	29
5. OPIS VODNEGA VIRA	29
5.1. VODARNA KLEČE.....	29
5.2. VODARNA HRASTJE	30
6. MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE IN RAZŠIRJANJA ONESNAŽEVAL	31
6.1. MATEMATIČNI MODEL.....	32
7. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO	32
7.1. UKREPI NA DELOVIŠČU	35
7.2. OMILITVENI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA	42
8. MONITORING	43
9. SKLEPNA OCENA.....	43
10. VIRI IN LITERATURA	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz območja v širšem prostoru (Vir: Google zemljevidi).	7
Slika 2: Prikaz območja EUP ŠI-408 in območja OPPN v tridimenzionalnem posnetku (Vir: Google zemljevidi).	8
Slika 3: Ortofoto posnetek z mejo območja OPPN (Vir: Urbinfo).....	9
Slika 4: Prikaz stavb na območju OPPN (Vir: GURS).	11
Slika 5: Lastniška struktura na območju OPPN na digitalnem katastrskem načrtu.....	12
Slika 6: Prometno omrežje (Vir: Urbinfo).	13
Slika 7: Vodovodno omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).	14
Slika 8: Kanalizacijsko omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).....	15
Slika 9: Elektroenergetsko omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).	15
Slika 10: Plinovodno omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).....	16
Slika 11: Omrežje daljinskega ogrevanja in hlajenja na območju OPPN (Vir: Urbinfo).	17
Slika 12: Zasnova prostorskega razvoja Mestne občine Ljubljana s prikazano lokacijo predvidenega posega (Vir: OPPN MOL – strateški del).	18
Slika 13: Vodovarstvena območja za OPPN Lek (Vir: Urbinfo).	21
Slika 14: Shematski geološki profil preko Ljubljanskega polja (Vir: Rejec Brencelj et al., 2005).....	27

PRILOGE

Priloga 1: Onesnaženje 1. dan po razlitju 10 L onesnaževala

Priloga 2: Onesnaženje 30. dan po razlitju 10 L onesnaževala

Priloga 3: Onesnaženje 90. dan po razlitju 10 L onesnaževala

Priloga 4: Onesnaženje 150. dan po razlitju 10 L onesnaževala

Priloga 5: Onesnaženje 365. dan po razlitju 10 L onesnaževala

1. SPLOŠNO – OPIS PREDVIDENIH DEL

V izdelavi je nov občinski prostorski načrt OPPN Lek – EUP ŠI-408 (osrednji del) (v nadaljevanju: OPPN Lek), saj družba Lek d.d. namerava investirati v gradnjo na zemljiščih, ki so del tega načrta. Trenutno je izdelava OPPN Lek v izhodiščni fazi, zato ni natančno določeno na katerih parcelah se bo posegalo v prostor, kakšen bo potek del in kakšen je vplivno območje del na okolico. Znano je le, da se bodo nove pozidave znotraj območja Lek predvidoma navezale na obstoječa interna infrastrukturna omrežja znotraj območja urejanja ter na izgradnjo novih objektov in garažne hiše.

Investitor je podal pobudo za izdelavo OPPN Lek za območje kompleksa v njegovi lasti zaradi prostorske stiske v obstoječih objektih in težnje po nadaljnjem razvoju. Prav tako si investitor z novim prostorskim aktom želi pridobiti fleksibilnejše pogoje za posege na obstoječih objektih ter pogoje, ki mu bodo omogočali nove investicije v skladu z njegovim investicijskim tempom. Poleg družbe Lek d.d. pri izdelavi OPPN Lek sodelujeta še družbi GM holding d.o.o. in MTL, transport in logistika d.o.o., ki imata v lasti zemljišče na JZ strani območja OPPN Lek, na katerem želita graditi ročno avtopralnico.

Predvidena je obnova vodovoda in kanalizacije, ki potekata predvsem po javnih prometnih površinah na obodu območja (Verovškova ulica na vzhodu in ulica Alme Sodnik na zahodu) in plinovoda na vzhodnem delu trase ob Verovškovi ulici izven območja OPPN Lek. Prav tako je predvidena izgradnja nove cestne povezave med ulico Almo Sodnik in Verovškovo ulico na jugu OPPN Lek in hkrati z njo nova cestna razsvetljava ob trasi načrtovane prometnice.

1.1. OPIS IN ZNAČILNOSTI POSEGA

Investicijska namera Lek d.d. vključuje predvsem namero o gradnji novih oz. dograditvi obstoječih objektov za potrebe proizvodnje in skladiščenja v smislu širitve obstoječe dejavnosti podjetja. V sklopu investicijske namere v fazi pobude se na območju predvideva izgradnja več novih objektov ter garažne hiše, namenska raba objektov in njihovi gabariti pa v fazi izhodišč še niso določeni.

1.2. OPIS LOKACIJE

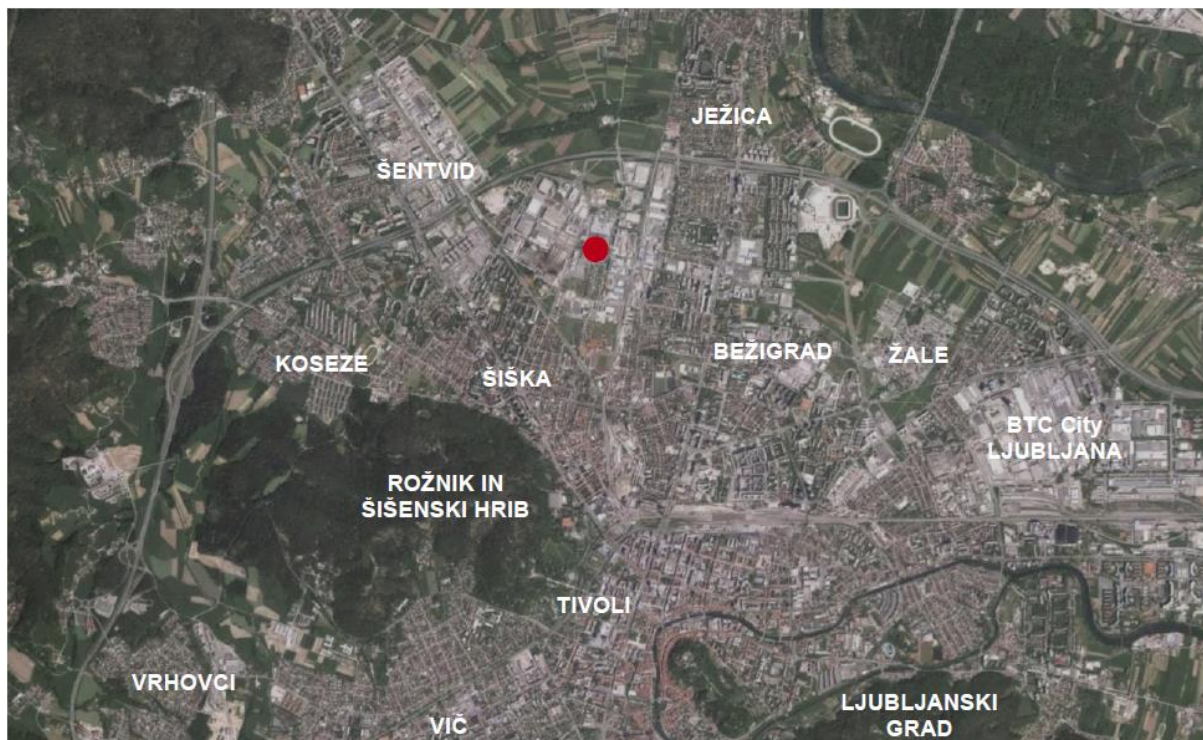
Območje OPPN Lek leži v osrednjem delu širšega poslovno industrijskega območja Litostroj v Šiški; območje obravnave se nahaja v katastrski občini (k.o.) Spodnja Šiška (1740). Na severni strani ga omejuje industrijski tir, ki meji na območje v lasti Butan plina d.d., s severno mestno obvoznico in sprehajalno in rekreacijsko potjo - POT, ki je spomenik oblikovane narave in zgodovinski spomenik. Na vzhodni strani je območje omejeno z obstoječo stanovanjsko pozidavo pretežno enodružinskih hiš ter Verovškovo ulico, na zahodni strani z Ulico Alme Sodnik in na južni strani z obstoječim poslovnim kompleksom Gorenje Tiki (pretežno objekti

obstojećih hal) ob Magistrovi ulici. V južnem delu območja se nahajajo nepozidane zelene površine, ki so v funkciji vrtičkov.

V obstoječem stanju se na obravnavanem območju nahaja industrijski kompleks podjetja Lek d.d., ki obsega industrijske stavbe, pisarniške in upravne stavbe ter skladišča. Bruto tlorisna površina obstoječe pozidave na območju znaša približno 40.000 m². Na določenem delu območja urejanja se nahajajo tudi stavbe druge namembnosti, kot je vzgojno-varstveni zavod (vrtec) ob ulici Alme Sodnik in Zdravstveni dom Ljubljana na Verovškovi 57.

Območje se nahaja v SV delu četrtne skupnosti (ČS) Šiška. Četrtna skupnost Šiška meri 736 km² in ima 35.145 prebivalcev. Pokriva severozahodni del Ljubljane od parka Tivoli in Pivovarne Union na jugu, proti severozahodu njena »meja« poteka ob kamniški železniški progi do severne ljubljanske obvoznice, potem po obvoznici do zahodne strani in naprej preko Mosteca in Drenikovega vrha na južni strani, kjer se preko parka Tivoli sklene pri kraku gorenjske železniške proge. ČS Šiška je po številu prebivalcev druga največja ljubljanska mestna četrt.

Območje OPPN je dobro prometno dostopno preko obstoječih lokalnih zbirnih cest Verovškove ulice in Ulice Alme Sodnik, severno od območja poteka severna Ljubljanska obvoznica.



Slika 1: Prikaz območja v širšem prostoru (Vir: Google zemljevidi).

OPPN za območje Lek je umeščeno med obratom plinarne Butan plin d.d. na severu, poslovno industrijsko cono Litostroj na zahodu, poslovno cono Gorenje Tiki na jugu ter več poslovnih con na vzhodu, ki si od severa proti jugu sledijo s poslovno cono Porsche Ljubljana, poslovno cono ob Vodovodni cesti, poslovno cono Energetike Ljubljana z obratom toplarne ter poslovno cono z OE Zavarovalnice Triglav in Automatic servis.

Območje OPPN meri cca. 15,75 ha, na katerem ima lastništvo v večini podjetje Lek, d.d., v osrednjem vzhodnem in jugovzhodnem delu v manjšem obsegu MOL ter nekaj pravnih in fizičnih subjektov v osrednjem vzhodnem in jugozahodnem delu območja. Lastniška struktura na celotnem območju EUP ŠI-408 je podrobneje predstavljena in opisana v elaboratu, ki ga je pobudnik skupaj s svojo pobudo že oddal MOL-u: Elaborat lastništva zemljišč za območje OPPN Lek v Ljubljani, št. P 155100 z datumom maj 2020.



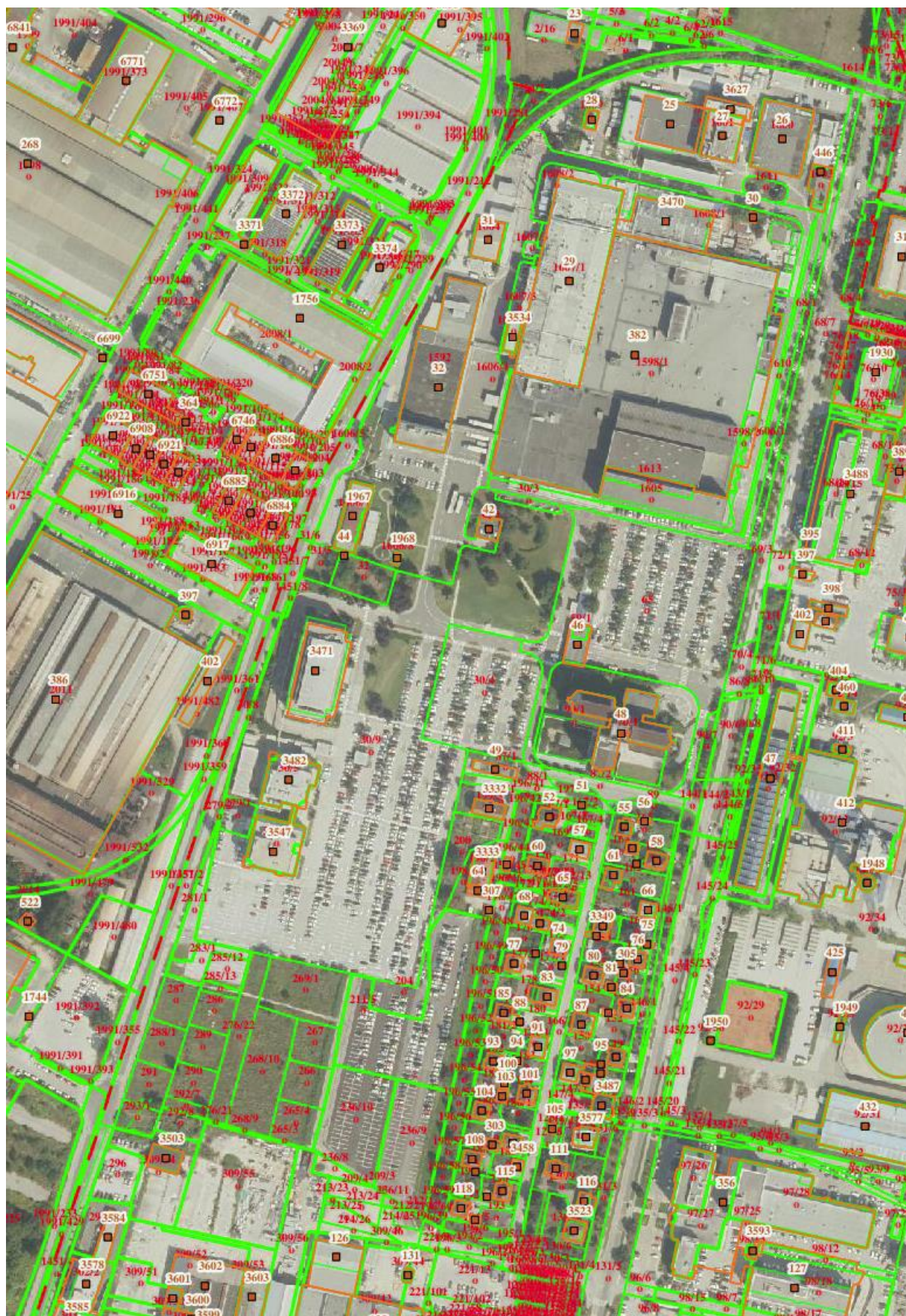
Slika 2: Prikaz območja EUP ŠI-408 in območja OPPN v tridimenzionalnem posnetku (Vir: Google zemljevidi).

Javni potniški promet poteka po Ulici Alme Sodnik in po Verovškovi ulici. Najbližje postaje LPP so I.C. Šiška, Tiki, Mostovna, Toplarna in Tovarna Lek (avtobusna linija 18). Na območju OPPN ni načrtovanih objektov in ureditev mestnega javnega prometa. Dostop za pešce do postajališč je po hodnikih za pešce ob Verovškovi ulici, Ulici Alme Sodnik in po POT-i.

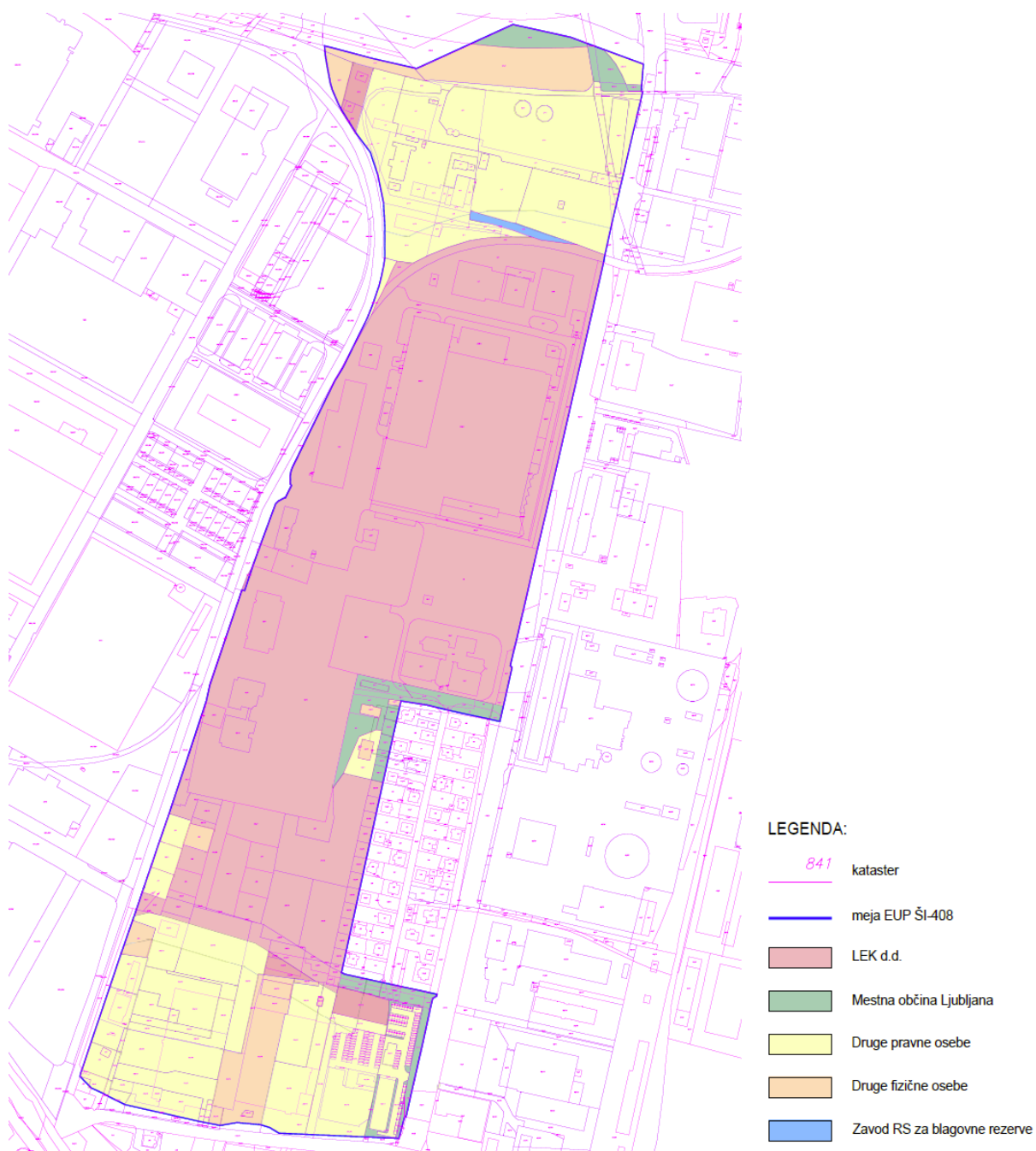
Območje se nahaja na vodovarstvenem območju in sega na severnem delu na podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom in južnem delu na podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom. Na območju OPPN se nahaja vrtec Najdihojca, dislocirana enota Biba in interna ambulanta Lek, ki spada pod Zdravstveni dom Ljubljana, enota Šiška.

V okolici se nahajajo infrastrukturni kompleksi Vodovod Kanalizacija Snaga, d.o.o., Energetika Ljubljana d.o.o., Ljubljanske mlekarnice, d.o.o., Tehnološki park Šiška idr. Območje se nahaja v širšem varovalnem območju komunikacijske infrastrukture za potrebe obrambe, severno in vzhodno od območja OPPN se nahajata lokaciji virov tveganja za industrijske nesreče in sicer obrat plinarne Butan plin d.d. in obrat toplarne Energetika Ljubljana d.o.o..

Območje OPPN s svojim severnim delom neposredno meji na območje obrata Butan plin, d.d., ki predstavlja večje tveganje zaradi nevarnosti nastanka večjih nesreč. Pretežni del območja OPPN leži v vplivnem območju vira tveganja za industrijske nesreče.



Slika 4: Prikaz stavb na območju OPPN (Vir: GURS).



Slika 5: Lastniška struktura na območju OPPN na digitalnem katastrskem načrtu.

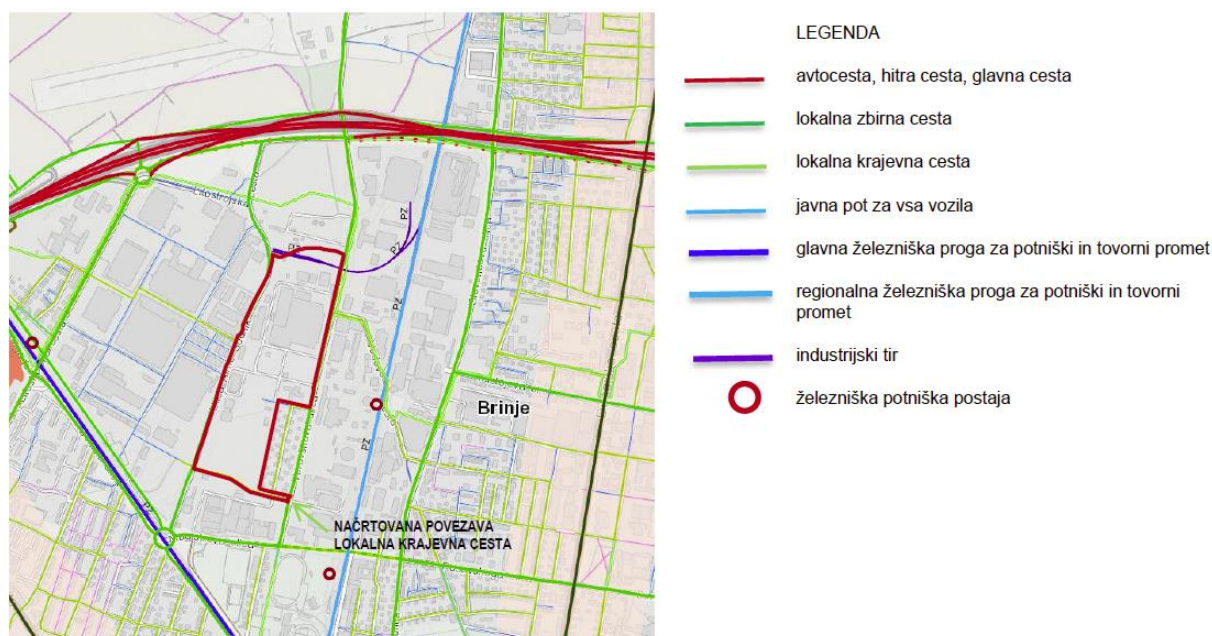
1.3. OPIS PROCESA

Obravnavano območje je že komunalno opremljeno. Javna komunalna in energetska infrastruktura potekata predvsem po javnih prometnih površinah po obodu območja (Verovškova ulica na vzhodu in Ulica Alme Sodnik na zahodu). Nove pozidave znotraj območja Lek se bodo predvidoma navezale na obstoječa interna infrastrukturna omrežja znotraj območja urejanja ter na izgradnjo novih objektov in garažne hiše.

1.3.1. OBSTOJEČA IN NAČRTOVANA INFRASTRUKTURA

1.3.1.1. Prometna infrastruktura

V okviru novega OPPN je skladno z usmeritvami iz OPN MOL – ID predvidena gradnja nove prometnice, kategorije LK- lokalna krajevna cesta, ki bo v južnem delu območja povezovala Verovškovo ulico z Ulico Alme Sodnik. Širina varovalnega pasu lokalnih zbirnih cest je največ 10 m. Na območju se trenutno nahajajo le interne povezovalne ceste.

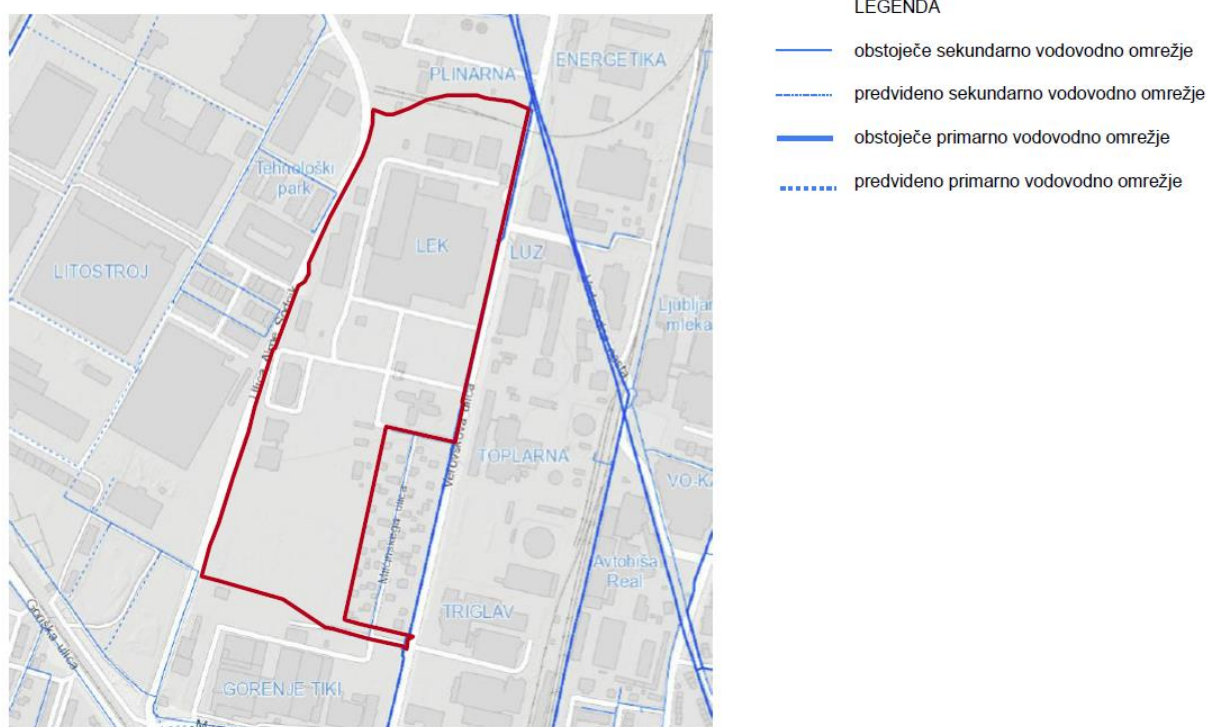


Slika 6: Prometno omrežje (Vir: Urbinfo).

Območje OPPN na severni strani meji oz. se nahaja v varovalnem progovnem pasu industrijskega tira, ki znaša 50,00 m. Vzhodno od območja se nahaja Regionalna železniška proga za potniški in tovorni promet Ljubljana - Kamnik. Glavna železniška proga I. reda za potniški in tovorni promet Ljubljana – Jesenice poteka cca. 170 m jugozahodno od območja. Železniško postajališče Brinje je od območja OPPN oddaljeno cca. 200 m. Javni potniški promet poteka po Ulici Alme Sodnik in po Verovškovi ulici. Najbližje postaje LPP so I.C. Šiška, Tiki, Mostovna, Toplarna in Tovarna Lek (avtobusna linija 18). Kolesaske poti so urejene v sklopu vseh obodnih prometnic, kolesarska povezava se načrtuje tudi ob načrtovani prometnici. Javna pot za kolesarje in pešce poteka v bližini območja OPPN po POT-i.

1.3.1.2. Vodovodno omrežje

Na območju OPPN se nahajajo obstoječi vodi primarnega in sekundarnega vodovodnega omrežja v upravljanju Javnega podjetja Vodovod kanalizacija Snaga d.o.o. Varovalni pas obstoječih vodov znaša 3,0 m. V sklopu načrtovane prometnice se predvideva tudi izvedba novih vodov gospodarske javne infrastrukture.



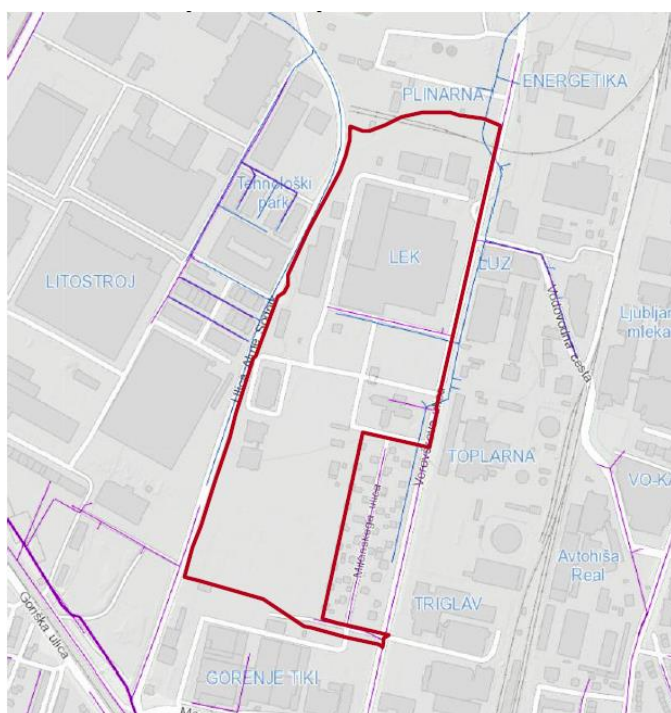
Slika 7: Vodovodno omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).

1.3.1.3. Kanalizacijsko omrežje

Na območju OPPN se nahajajo obstoječi vodi primarnega in sekundarnega kanalizacijskega omrežja za komunalno odpadno vodo ter obstoječi vodi primarnega in sekundarnega kanalizacijskega omrežja za padavinsko odpadno vodo v upravljanju Javnega podjetja Vodovod kanalizacija Snaga d.o.o. Varovalni pas obstoječih vodov znaša 3,0 m. V sklopu načrtovane prometnice se predvideva tudi izvedba novih vodov gospodarske javne infrastrukture.

1.3.1.4. Elektroenergetsko omrežje

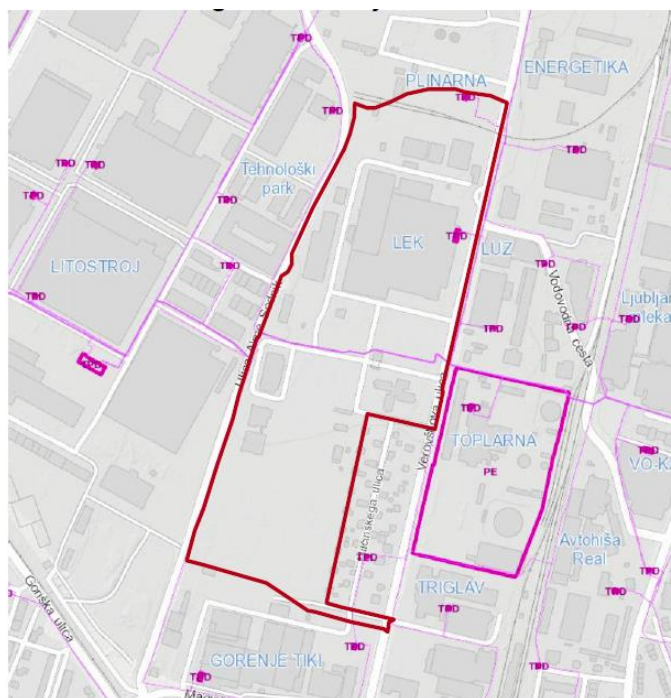
Na območju OPPN se nahaja obstoječe distribucijsko omrežje električne energije nazivne napetosti 20 kV in 10 kV, v upravljanju Elektro Ljubljana, podjetje za distribucijo električne energije, d. d. (varovalni pas obstoječih vodov znaša 1,0m) in transformatorska postaja distribucijskega sistema (TP0647-LEK, VEROVŠKOVA 57), prav tako v upravljanju Elektro Ljubljana, podjetje za distribucijo električne energije, d. d. (varovalni pas znaša 2.0 m). V skladu z zasnovo predvidene pozidave v območju OPPN se bo preverilo tudi nove potrebe po morebitnem povečanju kapacitet obstoječega omrežja električne energije, v tem trenutku se ne predvideva potreba po bistvenem povečanju kapacitete električne energije.



LEGENDA

- obstoječe primarno kanalizacijsko omrežje za komunalno odpadno vodo
- obstoječe sekundarno kanalizacijsko omrežje za komunalno odpadno vodo
- obstoječe primarno kanalizacijsko omrežje za padavinsko odpadno vodo
- obstoječe sekundarno kanalizacijsko omrežje za padavinsko odpadno vodo

Slika 8: Kanalizacijsko omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).



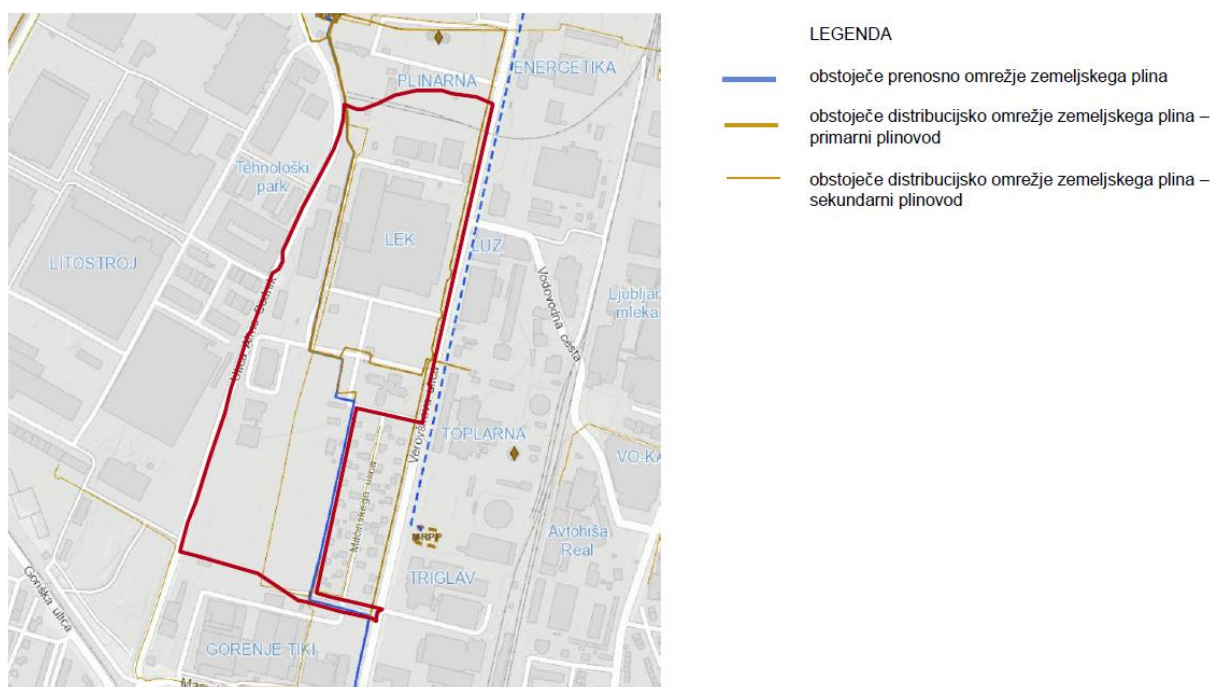
LEGENDA

- obstoječe distribucijsko omrežje električne energije nazivne napetosti 20 kV in 10 kV
- PE objekt za proizvodnjo električne energije
- TPD transformatorska postaja distribucijskega sistema

Slika 9: Elektroenergetsko omrežje na območju OPPN(Vir: Urbinfo).

1.3.1.5. Plinovodno omrežje

Na območju OPPN poteka od severa proti JV obstoječ prenosni vod zemeljskega plina (20100 MRP Verovškova - MP Union; P200 mm; 1.0 bar), v upravljanju Plinovodi d.o.o., varovalni pas znaša 65 m od osi prenosnega voda. Prav tako poteka od severa do juga območja OPPN distribucijsko omrežje zemeljskega plina - primarni plinovod ter distribucijsko omrežje zemeljskega plina - sekundarni plinovod, v upravljanju Energetike Ljubljana d.o.o., varovalni pas znaša 5,0 m od osi voda. V vzhodnem delu trase ob Verovškovi ulici izven območja OPPN se načrtuje prenosni vod zemeljskega plina R52 Kleče – Toplarna Šiška, upravljavec Plinovodi d.o.o..



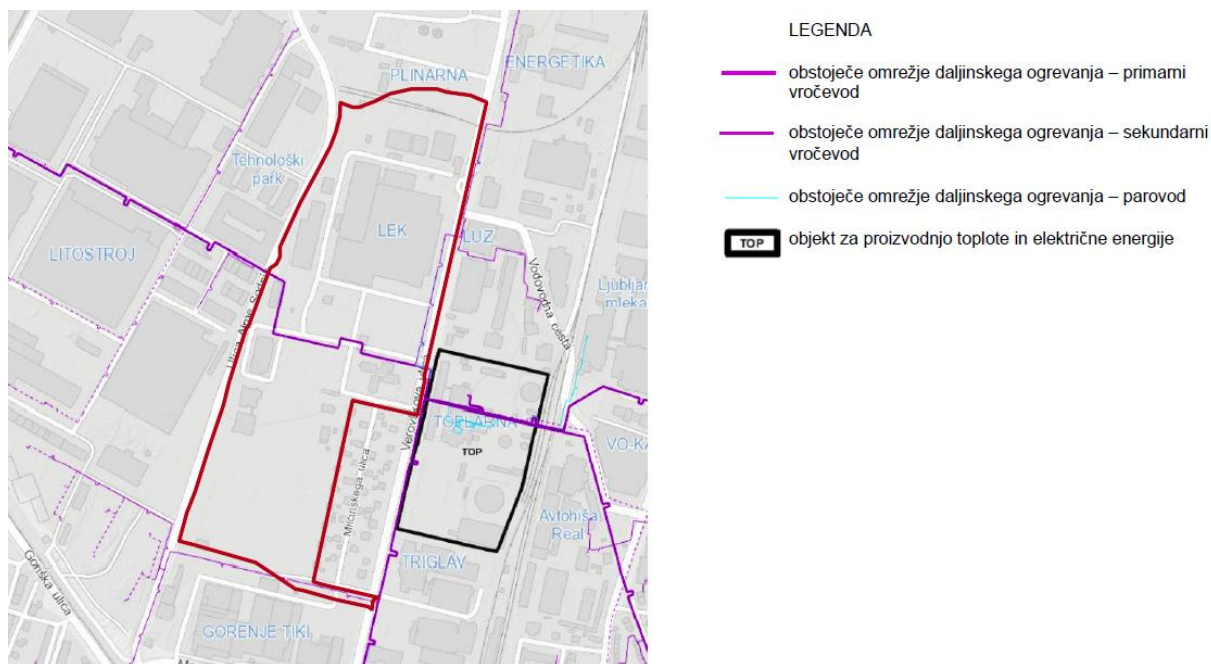
Slika 10: Plinovodno omrežje na območju OPPN (Vir: Urbinfo).

1.3.1.6. Omrežje daljinskega ogrevanja in hlajenja

Na južnem delu območja OPPN se nahaja sekundarno omrežje daljinskega ogrevanja – vročevod, v upravljanju Energetika Ljubljana d.o.o., varovalni pas znaša 1 m od osi vročevoda. Preko območja OPPN poteka od vzhoda z območja bližnje Toplarne proti zahodu obstoječ primarni vročevod v upravljanju Energetika Ljubljana d.o.o., varovalni pas znaša 3 m od osi vročevoda.

1.3.1.7. Omrežje elektronskih komunikacij

Po obodu območja v trasi Verovškove ulice in Ulice Alme Sodnik in preko območja OPPN potekajo omrežja elektronskih komunikacij različnih operaterjev (Telekom Slovenije, d.d., T-2, d.o.o.). Obstoječe elektronsko komunikacijsko omrežje, ki poteka preko območja OPPN, bo v času gradnje ustrezno zavarovano in po potrebi predstavljeno.



Slika 11: Omrežje daljinskega ogrevanja in hlajenja na območju OPPN (Vir: Urbinfo).

1.3.1.8. Omrežje javne razsvetljave

Cestna razsvetljava poteka vzdolž Verovškove ulice in vzdolž Ulice Alme Sodnik. Cestna razsvetljava se bo dogradila ob trasi načrtovane prometnice na južnem delu območja OPPN.

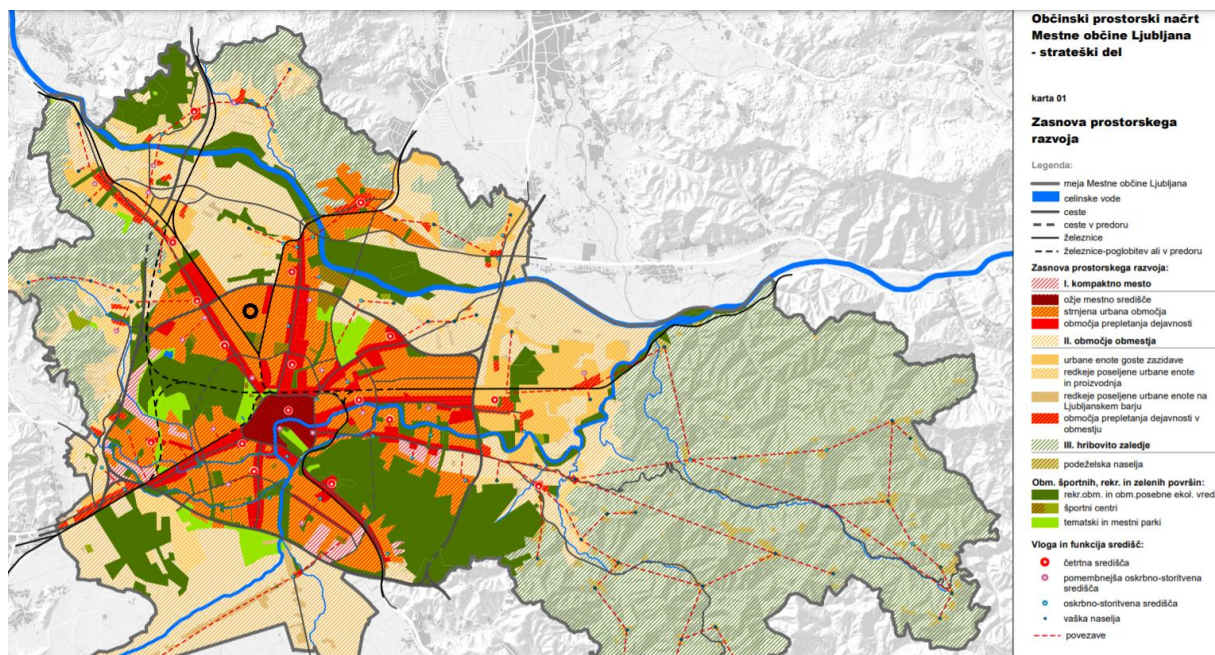
1.3.1.9. Ravnanje z odpadki

Na območju OPPN se nahajajo tri nadzemne zbiralnice. Zbiralnice ločenih frakcij odpadkov so umeščene na utrjene javno dostopne površine. Zbiralnice ločenih frakcij odpadkov so del sistema izvajanja gospodarske javne službe zbiranja komunalnih odpadkov. V območju OPPN bodo urejena možna dodatna zbirna mesta za odpadke vezano na povečanje potreb. Do vseh prevzemnih mest bo zagotovljen dostop za komunalna vozila.

1.4. GRADBIŠČE

1.4.1. NAMENSKA RABA PROSTORA

Osnovna namenska raba prostora je opredeljena v *Odloku o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del (Uradni list RS, št. 78/2010)*. OPPN Lek se po zasnovi prostorskega razvoja nahaja v strnjem urbanem območju, ki spada v razred I. kompaktno mesto (Slika 12).



Slika 12: Zasnova prostorskega razvoja Mestne občine Ljubljana s prikazano lokacijo predvidenega posega (Vir: OPPN MOL – strateški del).

1.5. OBSTOJEČE STANJE OKOLJA V KATEREGA SE OPPN LEK UMEŠČA

Mesto Ljubljana leži v Ljubljanski kotlini ob reki Ljubljanici na nadmorski višini 298 m. Površina mesta je 163,8 km² in se nahaja v osrednjem delu Slovenije. Podnebje je razmeroma celinsko in meji na subtropsko vlažno podnebje s celinskimi značilnostmi, kot so topla poletja in zmerno mrzle zime.

Najtoplejša meseca sta julij in avgust z dnevnimi vzponi med 25 °C in 30 °C. Najhladnejši mesec je januar s temperaturami, ki se gibljejo večinoma okoli 0 °C. Približno 90 dni na leto so temperature pod lediščem, 11 dni letno je temperatura nad 30 °C. Čeprav so padavine razmeroma enakomerno razporejene med letnimi časi, sta zima in pomlad po navadi nekoliko bolj suha kot poletje in jesen.

Mesto Ljubljana prejme okoli 1,400 mm letne količine padavin, zaradi česar velja za eno najbolj namočenih evropskih prestolnic. V obdobju od maja do septembra so nevihte zelo pogoste in so občasno lahko precej hude. V času med decembrom in februarjem je prisoten sneg, v povprečju pa je mesto s snežno odejo pokrito 65 dni. Kar 121 dni na leto, večinoma jeseni in pozimi, je v mestu prisotna megla. Za zimsko obdobje je predvsem značilen pojav temperaturnega obrata, poleti pa je vreme v mestu bolj pod vplivom sredozemskih zračnih tokov, zato so poletja sončna in razmeroma topla.

1.5.1. PODZEMNE IN POVRŠINSKE VODE

Šifra vodnega telesa: 1001

Ime vodnega telesa: Savska kotlina in Ljubljansko Barje

Povodje: Donava

Površina vodnega telesa: 774 km²

Širina vodnega telesa: 28 km

Dolžina vodnega telesa: 69,6 km

Število tipičnih vodonosnikov: 2

Prvi vodonosnik ali skupina vodonosnikov: Peščeno-prodni zasipi reke Save in njenih pritokov

Tip prvega vodonosnika ali skupine vodonosnikov po IAH: Medzrnski, aluvialni – obširni in lokalni srednje do visoko izdatni, mestoma nizko izdatni vodonosniki

Drugi vodonosniki ali skupina vodonosnikov: Apnenčasti in dolomitni vodonosniki v podlagi in obrobju kvartarnih naplavin.

Tip drugega vodonosnika ali skupine vodonosnikov po IAH: Kraški/razpoklinski – Obširni in lokalno nizko do visoko izdatni vodonosniki VT površinske vode (prispevno območje)

Ime povodja ali porečja: Sava

Ime podporečja: Srednja Sava

Ime vodotoka: Ljubljanka

Ime vodnega telesa: VT Ljubljanka Moste – Podgrad

1.5.1.1. Obstoječe obremenitve in obremenjenost površinskih voda

Na podlagi Direktive o vodah 2000/60/ES se kemijsko stanje rek ugotavlja na posameznem merilnem mestu vzorčenja. Vodno telo reke ima dobro kemijsko stanje, če nobena letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja, izračunana kot aritmetična srednja vrednost koncentracij, izmerjenih v različnih časovnih obdobjih leta, ne presega LP-OSK (letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja po okoljskih standardih kakovosti) in če največja izmerjena vrednost parametra kemijskega stanja ni večja od NDK-OSK (največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja v vodi po okoljskih standardih kakovosti). V okviru monitoringa kemijskega stanja rek v Sloveniji, ki ga izvaja ARSO v skladu z Direktivo o vodah 2000/60/ES, je bilo v letu 2020 za vodotok Ljubljanka za VT Ljubljanka Moste – Podgrad ugotovljeno dobro kemijsko stanje.

1.5.1.2. Obstoječe obremenitve in obremenjenost podzemnih voda

Na podlagi Direktive o vodah 2000/60/ES se kemijsko stanje vodnega telesa podzemne vode ugotavlja na podlagi naslednjih meril:

- preseganja standardov kakovosti in vrednosti praga,
- učinkov vdora slane vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode,
- koncentracije onesnaževal, ki povzročajo poslabšanje ekološkega in kemijskega stanja površinskih voda, ki so povezane z vodnim telesom podzemne vode in škodljivo vplivajo na vodne ter kopenske ekosisteme, ki so od njih neposredno odvisni.

Vodno telo podzemne vode ima dobro kemijsko stanje, če je kemijska sestava podzemne vode takšna, da na nobenem merilnem mestu letna aritmetična srednja vrednost nobenega izmed parametrov podzemne vode ne presega standardov kakovosti in vrednosti praga in če koncentracije onesnaževal ne izkazujejo vdorov morske vode ali drugih vdorov v vodno telo podzemne vode, ne poslabšajo ekološkega in kemijskega stanja površinskih voda, ki so povezane z vodnim telesom podzemne vode in ne poškodujejo vodnih in kopenskih ekosistemov, ki so neposredno odvisni od telesa podzemne vode.

V letih od 2006 do 2020 je bilo v sklopu monitoringa kemijskega stanja podzemnih voda, ki ga izvaja ARSO in je v skladu z Direktivo o vodah 2000/60/ES, ugotovljeno dobro kemijsko stanje za vodno telo podzemne vode Savska kotlina in Ljubljansko barje.

1.5.2. OBMOČJA S POSEBNIM PRAVNIM REŽIMOM

1.5.2.1. Vodovarstvena območja virov pitne vode

Območje OPPN Lek se nahaja na vodovarstvenem območju z oznako VVO II B podobmočje ožjega VVO z manj strogim vodovarstvenim režimom ter na vodovarstvenem območju z oznako VVO IIIA podobmočje z milejšim vodovarstvenim režimom (Slika 13). Manjši del OPPN Lek se nahaja na vodovarstvenem območju z oznako VVO IIA podobmočje ožjega VVO s strogim vodovarstvenim režimom. Pri načrtovanju in izgradnji je potrebno upoštevati vse pogoje iz *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/2015)*. Z vidika prisotnosti erozijskih procesov se območja kompleksa nahaja izven območij, kjer so prisotni erozijski procesi. S stališča varovanja tal na obravnavanem območju ni prisotnih območij posebnega režima.

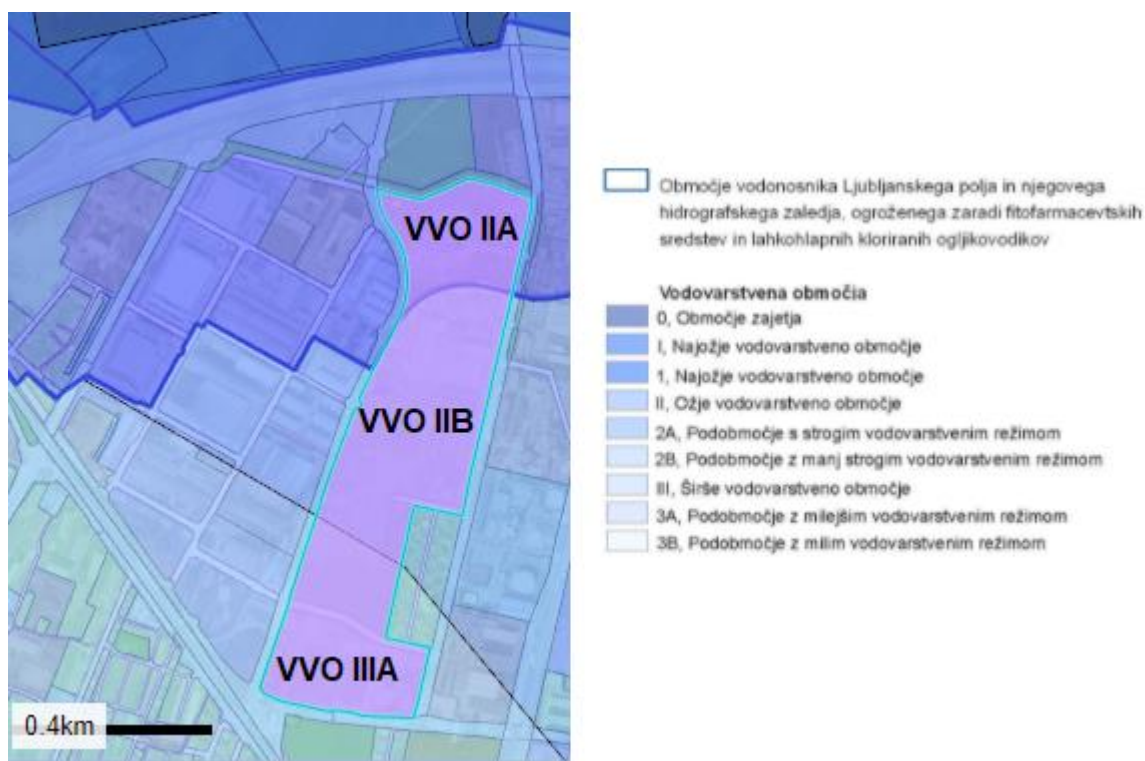
1.5.2.2. Območja ohranjanja narave in varstva naravnih virov

Lokacija predvidenega objekta ne leži na območju, ki ima s področja ohranjanja narave poseben status. Območja ohranjanja narave ležijo nekaj 100 m S (Pot spomina in tovarištva) in približno 1,7 km JZ (Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib) od lokacije posega.

1.5.2.3. Območja kulturne dediščine in varovana območja narave

Severno in severovzhodno se v bližino območja OPPN približa kulturni spomenik POT – Pot spominov in tovarištva, EŠD 1116 po RKD - registru kulturne dediščine. Zahodno od območja OPPN se nahaja dediščina metalurškega kompleksa – Tovarna Litostroj, EŠD 16661 po RKD - registru kulturne dediščine.

Severno od območja OPPN se nahaja POT (Pot spominov in tovarištva), spomenik oblikovane narave lokalnega pomena, ki je določen po *Odloku o določitvi »Poti spominov in tovarištva« za spomenik skupnega pomena za mesto Ljubljana; štirje odloki za posamezne dele v nekdanjih občinah: Šiška, Moste-Polje, Bežigrad, Vič-Rudnik (Uradni list SRS, št. 3/88; posamezni deli v nekdanjih občinah: Uradni list SRS, št. 38/83 (Šiška), Uradni list SRS, št. 34/84 (Moste-Polje), Uradni list SRS, št. 17/85 (Bežigrad), Uradni list SRS, št. 17/85 (Vič-Rudnik).* Ureditve v območju OPPN bodo načrtovane skladno s pogoji pristojnih nosilcev urejanja prostora glede gradnje v bližini območja kulturne dediščine in varovanih območij narave.



Slika 13: Vodovarstvena območja za OPPN Lek (Vir: Urbinfo).

1.5.2.4. Območja varstva pred hrupom

Na območju velja IV. stopnja varstva pred hrupom. V območju je predvidena ureditev gospodarske cone, kar je skladno z območjem varstva pred hrupom, ki velja na obravnavanem območju.

1.5.2.5. Območja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami

Območje, ki je predmet novega OPPN, leži neposredno ob območju obrata družbe Butan plin, d.d., ki se glede na vrsto in količino nevarnih snovi, ki se nahajajo na njegovi lokaciji, razvršča med večje vire tveganja zaradi možnih nesreč z nevarnimi snovmi. V območju obrata je urejeno skladišče utekočinjenega naftnega plina (v nadaljevanju UNP) v nadzemnih rezervoarjih. Na območju obrata se poleg skladiščenja UNP izvaja tudi pretakanje UNP iz avtocistern v rezervoarje in obratno ter polnjenje jeklenk z UNP.

Pri izdelavi OPPN bodo dosledno upoštevani varstveni režimi iz OPN MOL – ID, ki urejajo posege v območjih za potrebe obrambe ter drugih strokovnih podlag, ki obravnavajo področje varstva pred drugimi nesrečami. Območje je v vplivnem območju obratov večjega tveganja za nastanek industrijske nesreče, v skladu z *Uredbo o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (Uradni list RS, št. 22/16)*. Gradnjo na teh območjih ureja *Uredba o merilih za določitev najmanjše razdalje med obratom in območji, kjer se zadržuje večje število ljudi, ter infrastrukturo (Uradni list RS, št. 34/08)*.

1.5.2.6. Plazljiva in erozijsko nevarna območja

Za območje ni indicirane nevarnosti plazenja.

1.5.2.7. Območja poplavne nevarnosti

Za območje ni indicirane poplavne nevarnosti. Pri načrtovanju posegov na območju je potrebno upoštevati morebitne poplave zaradi meteorne vode, podnebne spremembe in z njimi povezane spremembe padavinskega režima.

1.5.2.8. Potresno nevarna območja

Območje OPPN se po potresni mikrorajonizaciji nahaja v območju, kjer ocenjen pospešek tal (g) s povratno dobo 475 let znaša 0,285.

Načrtovani objekti na območju OPPN bodo grajeni potresno varno v skladu z veljavnimi predpisi glede na cono potresne nevarnosti, geoloških, geomehanskih lastnosti tal in morebitne prisotnosti ter višine podtalnice / podzemnih vod ter namembnosti objektov.

1.5.2.9. Obramba in varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami

Območje ne posega na že določena območja, ki so v obstoječih prostorskih aktih opredeljena kot območja za obrambo in varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami.

1.5.2.10. Zaklanjanje

Na območju OPPN se ne predvideva gradnje objektov za katere je skladno 87. členu OPN MOL – ID (gradnja zaklonišč) potrebno graditi zaklonišča.

Glede na predvideno rabo objektov na območju OPPN se smatra, da ni potrebno upoštevati 3. člena uredbe, v skladu s katerim morajo investitorji graditi zaklonišče v objektih, namenjenih za javno zdravstveno službo z več kot 50 posteljami, vzgojno-varstvene ustanove za več kot

100 otrok, redno izobraževanje za več kot 200 udeležencev izobraževalnega programa, javne telekomunikacijske in poštne centre, nacionalno televizijo in radio, javni potniški, železniški, avtobusni, pomorski in zračni promet, pomembno energetska in industrijsko dejavnost, kjer se bodo v primeru vojne opravljale dejavnosti posebnega pomena za obrambo, zaščito, delo državnih organov z več kot 50 zaposlenimi, v muzejih, galerijah in arhivih ter knjižnicah nacionalnega pomena pa se gradijo zaklonišča tudi kot depoji za artefakte ter v nekaterih vojaških objektih.

1.5.2.11. Požarna varnost

Na območju OPPN se bo izboljšanje požarne varnosti uporabe objektov zagotavljalo tako z:

- ukrepi za preprečevanje nastanka požara v objektu, njegovega hitrega odkrivanja in javljanja,
- ukrepi preprečevanja širjenja požara v objektu in na zunanji strani objekta,
- z ukrepi, ki izboljšujejo možnost umika uporabnikov iz objekta,
- z ukrepi, ki zagotavljajo možnost za ukrepanje občinske javne gasilske službe ob požaru in drugih naravnih in drugih nesrečah ter
- z ukrepi, ki preprečujejo širjenje požara na naravno okolje in iz njega na objekte.

Za varstvo pred požarom bodo predvidene naslednje rešitve:

- sistem intervencijskih poti: v ta namen bodo ustrezno dimenzionirane in utrjene površine med stavbami,
- ustrezna oskrba z vodo za gašenje v primeru požara: podrobnejše rešitve bodo izdelane v nadaljnji fazi priprave OPPN,
- zadostni odmiki med objekti in
- evakuacijske površine.

Pri načrtovanju bo predviden prostor za umik uporabnikov iz stavb ob potresu, požaru ali drugi nesreči. Pri načrtovanju požarne varnosti je treba upoštevati, da je v skladu z ocenjenimi Območji intervencijskega pokrivanja javne gasilske službe MOL, ocenjen dostopni čas gasilske službe 15 minut.

2. ZAKONSKE OSNOVE

Analiza tveganja je izdelana v skladu z naslednjimi zakonskimi podlagami:

- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20),

- Zakon o prostorskem načrtovanju (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US, 14/15 – ZUUJFO in 61/17 – ZUreP-2),
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr., 65/20 in 15/21 – ZDUOP),
- Zakon o splošnem upravnem postopku (Uradni list RS, št. 24/06 – uradno prečiščeno besedilo, 105/06 – ZUS-1, 126/07, 65/08, 8/10, 82/13 in 175/20 – ZIUOPDVE),
- Zakon o meteorološki dejavnosti (Uradni list RS, št. 49/06 in 60/17 – ZDMHS),
- Zakon o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi (Uradni list RS, št. 60/17),
- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20),
- Zakon o rudarstvu (Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ),
- Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17 in 105/20),
- Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (Uradni list RS, št. 36/09 in 40/17),
- Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (Uradni list RS, št. 57/15),
- Uredba o preprečevanju večjih nesreč in zmanjševanju njihovih posledic (Uradni list RS, št. 22/16),
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16),
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Uradni list RS, št. 47/05),
- Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur. l. RS 21/11)
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS 43/18 in 59/19)
- Uredba o odpadkih (Ur. l. RS 37/15, 69/15 in 129/20)
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Ur. l. RS 34/08)
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. l. RS 81/07, 109/07, 62/10 in 46/13)
- Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur. l. RS 70/96)
- Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16),
- Uredba o oskrbi s pitno vodo (Uradni list RS, št. 88/12),

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015),
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1),
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11),
- Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18, 51/18 – popr. in 197/20),
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011, 15/2016),
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (Uradni list RS, št. 25/09),
- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09),
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Uradni list RS, št. 13/2021),
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja tal (Uradni list RS, št. 66/17 in 4/18),
- Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18),
- Sklep o pripravi občinskega podrobnega prostorskega načrta Lek – EUP ŠI-408 (osrednji del).

3. ZAHTEVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA

Območje OPPN Lek se nahaja na vodovarstvenih območjih VVO IIA, VVO IIB in VVO IIIA, zato je analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa Ljubljanskega polja izdelana v skladu s *Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011, 15/2016)* in z *Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015)*.

Namen analize tveganja je predvideti in oceniti vplive, ki predstavljajo tveganje za onesnaženje vodnega telesa, bodisi zaradi izvajanja zemeljskih del in gradnje objektov ali obratovanja na novo zgrajenih objektov. Na osnovi ugotovljenega stanja je potrebno podati predloge za izvedbo zaščitnih ukrepov za varovanje vodnega telesa pred onesnaženjem, izboljšavo projekta in zaključek o sprejemljivosti predvidenega posega na oceno relativne občutljivosti.

3.1. PODLAGE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA

Analiza tveganja je bila izdelana na podlagi:

- terenskega ogleda,
- zakonskih aktov, ki so naštet v 2. poglavju,
- virov, ki so naštet v 10. poglavju,
- zbranih razpoložljivih podatkov o obravnavanem območju na svetovnem spletu in
- podatkov, ki jih je posredoval naročnik.

4. NARAVNE DANOSTI

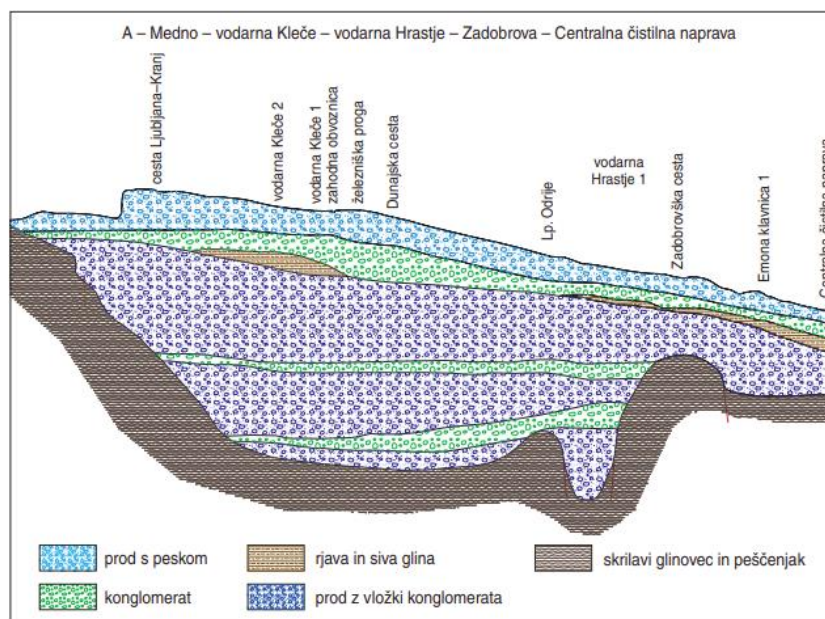
4.1. GEOLOŠKA ZGRADBA

Ljubljansko polje je okrog 15 km dolga in 4 km široka ravnica, katere površina je v splošnem ravna, čeprav je Sava v preteklosti na njej ustvarila nekaj terasnih sistemov. Pri Mednem je višja terasa na koti 325 m, pri Zalogu je srednja terasa na koti 271 m, neposredno ob Savi pa so nižje terase.

Celotno polje je tektonska udorina v obliki kotanje, ki je zapolnjena z rečnimi sedimenti kvartarne in pleistocenske starosti, ki jih je odložila reka Sava. Dno kotanje gradijo neprepustni klastični sedimenti, kot so skrilavi peščenjaki, meljevci in glinavci karbonsko - permske starosti. Podlaga je s prelomi razdeljena na več grud, ki so se zaradi neenakomernega pogrezanja podlage v zadnji orogenetski fazi pogreznile v različne globine

Ljubljansko polje je obdano z gričevjem, ki ga prav tako gradijo karbonsko - permski skrilavi peščenjaki, meljevci in glinavci. Ker so ti sedimenti praktično neprepustni, iz gričevja, ki ga gradijo, ni večjih vodotokov in na njem pomembnejših izvirov.

Vodonosnik Ljubljanskega polja ima obliko skleda, ki je v povprečju globoka 100 m, v osrednjem delu polja je celo globlja od 400 m, in se proti obrobju polja izklinja. Vodonosnik gradi pretežno nevezan rečni prod, ki je mestoma sprijet v konglomerat. Vložki meljaste gline, ki se pojavlja v obliki leč, predstavljajo ostanke vršajev, ki so jih nanесли potoki iz okoliškega hribovja ali pa rečne nanose v lagunah mrtvih rokavov Save, ki je v preteklosti meandrirala po celotnem polju. Na spodnjem shematskem geološkem profilu preko Ljubljanskega polja je prikazan razpored opisanih litoloških členov.



Slika 14: Shematski geološki profil preko Ljubljanskega polja (Vir: Rejec Brenclj et al., 2005).

4.2. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Ljubljansko polje je skledasta tektonska udorina, zasuta s sedimenti, ki dosežejo tudi do 100 m debeline. V sedimentih je uskladiščena velika količina podzemne vode. Udorino je v preteklosti zasipavala reka Sava, ki je večkrat menjala smer svojega toka in s tem oblikovala polje. Neprepustno podlago, ki jo gradijo skrilavi peščenjaki, meljevci in glinavci karbonsko - permske starosti, se je začela pogrezati v kvartarju. V spodnjem delu vodonosnika se nahajajo pleistocenski prodi in peski v zgornjem delu pa holocenski peščeno prodni sedimenti, med katerimi se v več nivojih nahajajo leče konglomerata. Nad lečami konglomerata leži glina, ki skupaj s konglomeratom tvori hidravlično slabo prepusten kompleks, ki deloma varuje nižje ležeče vodonosne plasti pred onesnaženjem. V konglomeratu se je zaradi raztapljanja karbonatnih prodnikov povečala efektivna prepustnost, zato lahko v njem pričakujemo zelo veliko horizontalno prevodnost.

Vodonosnik Ljubljanskega polja je medzrnski vodonosnik s prosto gladino nihanja podzemne vode. Prodne plasti z medzrnsko poroznostjo so dobro prepustne, vendar je njihova prepustnost manjša tam, kjer so med prodniki vložene plasti melja in gline. Kjer se pojavljajo lokalni nanosi slabše prepustnih glinastih vložkov, se vodonosnik Ljubljanskega polja obnaša kot polodprt, polzaprt ali celo zaprt vodonosnik.

Podzemna voda teče v smeri od SZ, to je od Broda, proti JV, 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 v odvisnosti od vsakodnevnih hidroloških razmer, kot so padavine in nihanje gladine reke Save, in znaša od nekaj metrov pa do nekaj deset metrov na dan. Vodonosnik Ljubljanskega polja napaja, vsaj v obdobju

visokovodnega stanja, reka Sava, ponikanje potokov s Šišenskega hriba in infiltracija padavin. Slednje v splošnem ustvarja ciklična nihanja nivojev gladine podzemne vode velikostnega reda do 3 m. Zelo pomembno je prečno napajanje podzemne vode vzdolž infiltracijskih območij Brod – Roje ter Tomačevo in Jarše v času visokih gladin reke Save. Srednja vrednost globine podzemne vode na obravnavanem območju znaša 278 m.n.m. oz. 23 m pod koto terena, kar znaša 301 m.n.m..

Karakteristike pretežno nevezanih sedimentov, ki zapolnjujejo Ljubljansko polje, ustvarjajo možnost za nastanek izdatnega relativno homogenega vodonosnika z medzrnsko poroznostjo in prosto gladino nihanja podzemne vode, ki je v hidravlični povezavi z reko Savo. Povprečne vrednosti koeficienta prepustnosti znašajo $k = 1,10^{-2} \text{ m/s} - 1,10^{-3} \text{ m/s}$. Podzemna voda se nahaja na globini cca. 20 m in teče v smeri proti vzhodu s hitrostjo 10 m/dan – 20 m/dan (nizki vodostaji) oz. 20 m/dan – 30 m/dan (visoki vodostaji). Edini izviri podzemne vode, kjer se vodonosnik naravno prazni, so Studenec, Zadobrova in Zalog.

Sava je v 100 letih poglobila strugo za 2 m – 5 m, zaradi česar je v Klečah gladina podzemne vode padla za 8 m. Na odseku Tacen – Ježica Sava več ne pogloblja svoje struge, pogloblja pa jo dolvodno od Ježice.

Holocenski prod in prod pleistocenskega zasipa imata prepustnost $k = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s} - 2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. V sredini polja je $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, v obrobju sredine polja je $k = 3 \times 10^{-3} \text{ m/s} - 7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, ob vznožju gričevja je $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s} - 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Ostali, pri izdelavi modela upoštevani koeficienti prepustnosti, izmerjeni v vodnjakih ali piezometrih v različnih obdobjih:

Navje $k = 0,74 \times 10^{-2} \text{ m/s} - 1,24 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

Kleče $k = 6,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Kleče $k = 2 \times 10^{-2} \text{ m/s} - 8,6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-1 $k = 2,14 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-2 $k = 1,68 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-3 $k = 4,37 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-4 $k = 2,56 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-5 $k = 4,28 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-6 $k = 3,17 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-7 $k = 1,95 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-8 $k = 2,35 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-9 $k = 1,14 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-10 $k = 2,14 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

PAC-11 $k = 3,18 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

PAC-12 $k = 3,79 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

4.3. PREGLED OBSTOJEČIH VODOVARSTVENIH OBMOČIJ

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

Vodovarstvena območja so razdeljena na:

a) najožja VVO z najstrožjim vodovarstvenim režimom, znotraj katerih so območja zajetij,

b) ožja VVO, ki so razdeljena na:

– dve podobmočji s strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II A in

– tri podobmočja z manj strogim vodovarstvenim režimom in oznako VVO II B ter

c) širša VVO, ki so razdeljena na:

– dve podobmočji z milejšim vodovarstvenim režimom in oznako VVO III A in

– pet podobmočij z milim vodovarstvenim režimom in oznako VVO III B.

5. OPIS VODNEGA VIRA

5.1. VODARNA KLEČE

V bližini obravnavanega območja leži vodarna Kleče s 16 vodnjaki, ki oskrbuje centralni vodovodni sistem in je osrednje črpališče za zagotavljanje nemotene javne vodooskrbe mesta Ljubljana.

Prvi del centralnega vodovodnega sistema se napaja iz vodarn (VO) Kleče, Jarški prod, Brest in vodnjaka Dolsko (VD Dolsko). Vodohrani (VH) Debel hrib, Rožnik, Gmajna in Tabor se polnijo neposredno iz črpališč centralnega vodovodnega sistema. Vodohrani Šeparjev hrib, Brdo, Grad za oskrbo Ljubljanskega gradu, Podsmreka in Podgrad se polnijo preko prečrpalnic (PP) Rudnik, Brdo, Ulica na Grad, Podsmreka in Podgrad. Iz centralnega vodovodnega sistema in po potrebi tudi iz vodnjaka Dolsko se neposredno polnita vodohrana Helena in Senožeti. V vodohranih Vinje Dolina in Srednje Vinje pa se pitno vodo črpa s prečrpalnico Vinje. Iz vodohrana Vinje

Dolina se s prečrpalno postajo Vinje Dolina polni vodohran Hrib. Na centralnem vodovodnem sistemu so še hidropostaje (HP) Zalog, Lanišče, Lisičje, Gumnišče, London-1, London-2, Lavrica, Pevčeva dolina, Bellevue, Grad, Cankarjev Vrh, Brezovica, Radna in Brezno. Na vzhodnem delu centralnega vodovodnega sistema, ki leži v občini Dol pri Ljubljani, so za zniževanje tlaka v vodovodnem omrežju nameščeni regulatorji tlaka za oskrbo uporabnikov pitne vode na nižje ležečih območjih. Objekti centralnega vodovodnega sistema so opremljeni s krmilniki, ki preko signalnih kablov in radijskih zvez omogočajo neposredni nadzor in upravljanje v nadzornem centru v vodarni Kleče.

Popolno nadomeščanje izpadlih zmogljivosti vodarne Kleče z drugimi vodnimi viri je neizvedljivo, delno pa je mogoče s povečanim črpanjem v vodarnah Jarški prod in Brest. Večja je verjetnost izpada delnih zmogljivosti vodarne Kleče, kar je možno nadomestiti z vodnim virom znotraj istega ožjega vodovarstvenega območja. Iz vodarne Jarški prod lahko črpamo v centralni vodovodni sistem od 12.000 m³/dan do 13.000 m³/dan. Skupne zmogljivosti vodarne Kleče znašajo od 50.000 m³/dan do 56.000 m³/dan. Trenutne zmogljivosti vodarne Brest so zaradi onesnaženja zmanjšane in znašajo od 4.500 m³/dan do 14.000 m³/dan. Skupne zmogljivosti vodarne Brest pa znašajo do 22.000 m³/dan. Okrog 5 km JV od lokacije predvidenih del leži črpališče Hrastje z desetimi vodnjaki, od katerih pa sta v rabi le dva. Iz njih se nekaj ur dnevno črpa pitna voda za javno vodooskrbo Ljubljane.

5.2. VODARNA HRASTJE

Vodarna Hrastje se nahaja na desnem bregu Save v vzhodnem delu mesta in je po količini načrpane vode drugo najmočnejše črpališče Vodovoda Ljubljana. Leta 1953 je začela obratovati s štirimi vodnjaki, leta 1975 so se njene kapacitete podvojile in danes je na tej lokaciji deset vodnjakov s skupno kapaciteto črpanja 665 l/s. V omrežje vodarne prispeva cca. 30% pitne vode dnevno. Kapaciteta vodonosnika na tem območju je ocenjena na 3000 l/s (Rejec Brencelj, 2005). Od vodarne Hrastje je odvisna varna oskrba osrednjega dela mesta in primestnih naselij na vzhodu. Koncept vodovodnega sistema Ljubljana je zasnovan tako, da omogoča kratkoročno oskrbo brez vodarne Hrastje, vendar varna in zanesljiva dolgoročna oskrba brez prispevkov vodarne Hrastje in ob nespremenjenem režimu vodarn ni mogoča (Jamnik, 2000).

Globina vodnjakov v Hrastjah je od 40,5 m do 52,5 m. Kamninska podlaga se pojavlja na globini med 60 m in 70 m, debelina omočenega dela vodonosnika pa je okoli 50 m. Koeficient prepustnosti je na območju vodarne od 2×10^{-2} m/s do $8,6 \times 10^{-3}$ m/s (Mencej, 1995). Vodarna je Vodarna Hrastje se deli na dva dela, ki sta med seboj oddaljena okrog 350 m in potekata v smeri sever – jug med Šmartinsko cesto in severno obvozno cesto. Območji ležita severno od cone BTC, na vzhodu pa se ji približa vzhodni del ljubljanskega avtocestnega obroča. Na zahodu vodarno obdajajo intenzivno obdelovane kmetijske površine, ki jih seka Šmartinska cesta.

Vodarna že dolgo ne izkorišča vseh svojih zmogljivosti. Leta 1995 je bilo načrpanih več kot 15 milijonov m³ vode kasneje pa le še petina tega; trenutna povprečna letna količina načrpane vode znaša 70 l/s, kar po podatkih upravljalca JP VO-KA pomeni 2.207.500 m³/leto. Za normalno oskrbo z vodo bi bilo na območju vodarne Hrastje po oceni JP VO-KA potrebno črpati cca. 500 l/s. Glavni razlog je slaba kvaliteta vode iz nekaterih vodnjakov, ki ne zadošča kriterijem za pitno vodo. Ker je vodarna locirana znotraj mesta, je vpliv dejavnosti na njenem prispevnem območju zelo velik. Vodarna je sicer zaščitena z VVO, vendar ne dovolj učinkovito, saj občasno prihaja tudi do večjih onesnaženj.

6. MATEMATIČNI MODEL TOKA PODZEMNE VODE IN RAZŠIRJANJA ONESNAŽEVAL

Za določitev hitrosti in smeri morebitnega onesnaževala iz območja predvidenih gradenj je bil izdelan dvoplastni matematični model toka podzemne vode. Prvo plast predstavlja nevezani zasip Ljubljanskega polja s koeficientom prepustnosti med $k = 1 \times 10^{-3}$ m/s in $k = 3 \times 10^{-3}$ m/s, kar je tudi povprečna vrednost teh nevezanih sedimentov. Drugo plast predstavljajo karbonsko - permski klastični sedimenti (podlaga) z bistveno nižjim koeficientom prepustnosti, katerih srednja vrednost je $k = 1 \times 10^{-8}$ m/s. Upoštevali smo, da bodo predvidena dela potekala na severnem, vzhodnem, južnem in zahodnem delu OPPN Lek.

Smer razširjanja morebitnih onesnaževal iz območja predvidenih gradenj smo določili z modeliranjem poti delcev z začetno koncentracijo 10 L. Glede na tip posegov (izgradnja nove cestne povezave med ulico Alme Sodnik in Verovškovo ulico ter javne razsvetljave ob trasi nove ceste, obnova vodovoda, kanalizacije in plinovoda) ocenjujemo, da je največja možna količina razlitja mineralnih olj 10 L. Razvoj onesnaženja je prikazan v prilogah 1 – 5 po 1. dnevu ter po 30, 90, 150 in 365 dneh razlitja.

Rezultati modeliranja prikazujejo, da podzemna voda iz območij predvidenih posegov na OPPN Lek teče proti vzhodu in se v bližini Sneberja, cca. 1 km severno od črpališče Hrastje, izlije v Savo. Oblak onesnaženja se na podlagi modeliranja iz območja razlitja ne širi le v smeri toka podzemne vode ampak v vse smeri približno v obliki koncentričnega kroga. Nevarnost za onesnaženje vodarn Kleče in Hrastje ne obstaja, saj oblak onesnaženja vodarn po 365 dneh ne doseže. Prav tako se koncentracija onesnaževala po nekaj več kot 365 dneh spusti na najvišjo dovoljeno vrednostjo mineralnih olj v podzemni vodi, ki je 0,006 mg/l. To pomeni, da se potencialno onesnaževalo po malo več kot enem letu razgradi in da podzemna voda, ki teče proti vodarnama Kleče in Hrastje iz območja OPPN Lek ni več kontaminirana.

6.1. MATEMATIČNI MODEL

Izdelan matematični model je predstavljen v prilogah 1 – 5. V model so bili vključeni podatki pridobljeni z meritvami na terenu in arhivskimi podatki. V modelu smo upoštevali tri različne lokacije na obodu območja OPPN Lek (vzhod, zahod in jug), kjer bi potencialno lahko prišlo do onesnaženja pri izvajanju del.

Izdelan je model za črpanje 70 l/s iz vodnjakov vodarne Hrastje (h1 in h2) in 640.93 l/s iz vodnjakov vodarne Kleče (k1 - k16) za časovno obdobje 365 dni. Upoštevano je bilo, da se enkratno izlije 10 L mineralnih olj s koncentracijo onesnaženja 1000 mg/l, ki se jih ne odstrani.

Za model razlitja 10 L mineralnih olj je širjenje onesnaženja opazno že prvi dan po kontaminaciji in to v primeru, da bi do razlitja prišlo neposredno na plast vodonosnika. Najobsežnejše področje onesnaženja je opaziti po 365 dneh, pri čemer zadnja linija območja onesnaženja predstavlja koncentracijo 0,1 mg/l mineralnega olja, kar ni pod mejo najvišje dovoljene koncentracije mineralnih olj v pitni vodi, ki je 0,006 mg/l. Iz priloge 5 je razvidno, da je mejna vrednost dosežena nekoliko kasneje kot v 365 dneh.

Ker je oblak onesnaženja v tem času še vedno dovolj oddaljen od vodarn Kleče (približno 400 m) in Hrastje (približno 4 km), do kontaminacije vodnjakov z mineralnimi olji v vodarnah ne pride. Opredelitev tveganja in izračuni relativne občutljivosti zato niso potrebni.

7. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO

Pri načrtovanju in izgradnji je potrebno upoštevati vse pogoje iz *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015)*. Vsi posegi v prostor morajo biti načrtovani tako, da se ne poslabšuje stanja voda, da se omogoča varstvo pred škodljivim delovanjem voda, da se zagotavlja ohranjanje naravnih procesov, naravnega ravnovesja vodnih in obvodnih ekosistemov ter varstvo naravnih vrednot in območij, varovanih po predpisih o ohranjanju narave, kar mora biti v projektni dokumentaciji prikazano in dokazano (5. člen ZV-1).

Pri pripravi projekta organizacije gradnje je treba upoštevati naslednje:

- Zaradi zagotovitve varnosti pred škodljivim delovanjem voda, se mora gradnja organizirati tako, da ne bo prihajalo do izpiranja materiala v vodotoke in podzemno vodo ali zadrževanja zalednih voda ob večjih nalivih, ki lahko nastopijo v času gradnje.
- Morebitnečasne deponije viškov zemeljskega materiala je v času gradnje treba urediti tako, da se ne pojavlja erozija in da ni oviran odtok zalednih voda. Po končani gradnji je potrebno odstraniti vse ostanke časovnih deponij. Vse z gradnjo prizadete površine je potrebno krajinsko ustrezno urediti.

Za vsak poseg, ki bi lahko trajno ali začasno vplival na vodni režim ali stanje voda, je potrebno v skladu s 150. in 151. členom *Zakona o vodah* pridobiti vodno soglasje, ki ga izda naslovni organ. Vodno soglasje je potrebno pridobiti za:

- poseg na vodnem in priobalnem zemljišču,
- poseg, ki je potreben za izvajanje javnih služb po Zakonu o vodah,
- poseg, ki je potreben za izvajanje vodne pravice,
- poseg na varstvenih in ogroženih območjih,
- poseg zaradi odvajanja podzemnih voda,
- poseg, kjer lahko pride do vpliva na podzemne vode, zlasti bogatenje vodonosnika ali vračanja vode v vodonosnik,
- hidromelioracije in druge kmetijske operacije, gozdarsko delo, rudarsko delo ali drug poseg, zaradi katerega lahko pride do vpliva na vodni režim.

Za območje OPPN je poleg prepovedi in pogojev iz preglednice 1.1 priloge 3 *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015)*, potrebno dosledno upoštevati tudi določila četrte alineje (4) 12. člena, ki določa posebne pogoje na območju ob Verovškovi, kjer je določena drugačna globina izkopov za posamezne vrste stavb in drugačni pogoji pri odvajanju meteorne odpadne vode, kot tudi potreba po izvajanju obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

Objekte ali naprave na podobmočju ožjega VVO s strogim vodovarstvenim režimom (VVO IIA in VVO IIB) je treba graditi nad območjem nihanja gladine podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja ARSO ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljalec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

Vsi objekti morajo biti priključeni na obstoječe kanalizacijsko omrežje. Gradnja industrijske čistilne naprave je na VVO IIB označena s >>pip<< in ni dovoljena, razen če je izvedena celovita presoja vplivov na okolje ter pridobljeno okoljevarstveno soglasje v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja. Pred uporabo cevovodov za odpadno vodo je potrebno preveriti vodotesnost internega oziroma javnega kanalizacijskega omrežja s standardiziranimi postopki.

Projektna rešitev odvajanja in čiščenja padavinskih in komunalnih odpadnih voda mora biti usklajena z *Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS, št. 47/2005, 45/2007, 79/2009, 64/12, 98/15)*, *Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Ur. l. RS, št. 98/2015)*. Gradnja iztoka ali iztočnega objekta

za odvajanje komunalne odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode, na VVO IIA ni dovoljena.

Vse padavinske vode z javnih cest morajo biti speljane in očiščene na način kot to predvideva *Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Ur. l. RS, št. 47/05)*. Odvajanje padavinskih voda je potrebno urediti v skladu z 92. čl. ZV-1 in sicer na tak način, da bo v čim večji možni meri zmanjšan odtok padavinskih voda z utrjenih površin, kar pomeni, da je potrebno prioriteto predvideti ponikanje, pri čemer morajo biti ponikovalnice locirane izven vpliva povoznih in manipulativnih površin. Če ponikanje ni možno, kar je potrebno računsko dokazati, je možno padavinske vode speljati v vodotok direktno ali indirektno preko sistema meteorne kanalizacije širšega območja. Pri tem je potrebno predvideti zadrževanje padavinskih voda pred iztokom v kanalizacijo oziroma površinske odvodnike.

Gradnja iztoka ali iztočnega objekta za odvajanje padavinske odpadne vode s streh objekta, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo je na VVO možna, če je dno ponikovalnice najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode. Gradnja iztoka ali iztočnega objekta za odvajanje padavinske odpadne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo je na VVO IIA možna, če gre za začasno rešitev do izgradnje javnega kanalizacijskega sistema in če je zagotovljena obdelava vode v lovilniku olj in če je dno ponikovalnice najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode.

Na območju je prepovedana gradnja, ki je v preglednicah *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15 in 181/21)* označena s >>pp<< ali >>pip<<, če v postopku pridobivanja mnenja k OPPN analiza tveganja ni bila izvedena ali če je iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje razvidno, da tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje ali izvajanja gradbenih del na notranjih območjih ni sprejemljivo. Gradnja skladišča nevarnih snovi in njihovo hranjenje na vodovarstvenem območju je prepovedana. Gradnja rezervoarjev za zemeljski plin ali utekočinjen plin je na območju OPPN prepovedana. Rezervoarji silosi in skladišča nevarnih snovi so na VVO IIA prepovedani, na območju VVO IIB pa pogojno dovoljeni, če je izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje oziroma posega sprejemljivo.

7.1. UKREPI NA DELOVIŠČU

Med izvedbo gradbenih del na OPPN Lek je potrebno upoštevati naslednje ukrepe:

- Na podobmočju VVO IIA je prepovedana izdelava gradbišča. Na podobmočju VVO IIB je izdelava gradbišča izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je izdelava gradbišča dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.
- Na podobmočju VVO IIA je izdelava parkirišča na gradbišču za delovne stroje in naprave (brez vzdrževanja vozil in strojev) prepovedana, razen če gre za funkcionalne prometne površine ob obstoječih objektih ali objektih, katerih gradnja je dovoljena s to uredbo in če je zagotovljeno izpolnjevanje zahtev glede padavinske odpadne vode iz predpisa, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Dovoljeno tudi, če gre za parkirišče na gradbišču za delovne stroje in naprave brez vzdrževanja vozil in strojev, če njihov odvoz zunaj podobmočij ožjega VVO s strogim vodovarstvenim režimom med gradnjo tehnično ni izvedljiv ali pomeni nesorazmerno visoke stroške, in če so zagotovljeni zaščitni ukrepi, s katerimi se preprečijo negativni vplivi na stanje površinskih in podzemnih voda. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Prostor za vzdrževanje vozil in strojev ali začasna skladišča za goriva in maziva ali gradbena kemična sredstva je na podobmočju VVO IIA prepovedano postaviti. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost le izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza

tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.

- Postavitev sanitarij na gradbišču na podobmočjih VVO IIA, VVO IIB in VVO IIIA ni dovoljena, razen če se uporabljajo kemična stranišča ali če je urejeno odvajanje iz stranišč v javno kanalizacijo.
- Začasna skladišča na gradbišču za betonske elemente je za podobmočji VVO IIA in VVO IIB dovoljena le če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Za podobmočje VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Oskrba strojev in naprav z gorivom na gradbišču (pretakanje goriva) je na podobmočju VVO IIA prepovedana, razen če se oskrba strojev in naprav z gorivom na območju gradbišča izvaja izključno na posebej urejenih utrjenih površinah, ki morajo biti vodotesne in iz materialov, odpornih proti delovanju goriv. Preprečeno mora biti vsakršno izpiranje ali izcejanje v podzemno vodo. Med pretakanjem je treba pod stroje in naprave namestiti posode z absorpcijskim sredstvom za primer morebitnega nezgodnega razlitja. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost le izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Izkopi na gradbišču so na podobmočjih VVO IIA in VVO IIB dovoljeni, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Izkopi niso dovoljeni, če niso izdelani več kakor 2 m nad najvišjo gladino podzemne vode. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Objekte ali naprave je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi

globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje. Srednja gladina oziroma nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor. Izkopi na podobmočju VVO IIIA so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen, kadar je izjemoma dovoljena tudi globlja gradnja.

- Uporaba in čiščenje naprav za izdelavo betona je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Izkopi niso dovoljeni, če niso izdelani več kakor 2 m nad najvišjo gladino podzemne vode. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Uporaba brizganega betona je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost dovoljena le izjemoma in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Uporaba odpadnega gradbenega materiala je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost dovoljena le izjemoma in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize

tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.

- Uporaba gradbenega materiala, izdelanega iz odpadkov s predelavo odpadkov, za gradnjo objektov je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost dovoljena le izjemoma in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo, je na podobmočjih VVO IIA, VVO IIB in VVO IIIA prepovedana.
- Čiščenje in obdelava površin objektov in gradbenega materiala, če pri tem nastaja odpadan voda (npr. pranje fasade) je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Takšna dejavnost je na podobmočjih VVO IIB in VVO IIIA dovoljena.
- Spreminjanje morfologije zemljišč z nasipavanjem ali odstranjevanjem zemljine je na podobmočjih VVO IIA in VVO IIB izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Z gradnjo stavb na podobmočju VVO IIB se ne sme posegati v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku. Prav tako se z gradnjo ne sme zmanjšati krovna plast, če je ta upoštevana pri določanju zmanjšane obsega ali ukrepov VVO IIB. Območje nihanja podzemne vode v vodonosniku je območje med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode v nizu meritev gladine podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje, ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali

podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO, v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Objekte ali naprave je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kot 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje. Če je treba med gradnjo ali obratovanjem drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje. Srednja gladina oziroma nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na VVO, ki ga zagotavlja Agencija Republike Slovenije za okolje ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na VVO v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor. Izkopi na podobmočju VVO IIIA so dovoljeni nad srednjo gladino podzemne vode, razen, kadar je izjemoma dovoljena tudi globlja gradnja.

- Gradnja tesnilnih zaves je na podobmočjih VVO IIA in VVO IIB izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.
- Gradnja tesnilnih zaves za preostalo je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Za podobmočji VVO IIB in VVO IIIA je takšna dejavnost izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni

režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo.

- Injektiranje je na podobmočju VVO IIA prepovedano. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje in če gre za utrditev nestabilnega terena. Na podobmočju VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Vgradnja betonskih in lesenih pilotov s suhim vrtanjem, izkopom ali zabijanjem je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na območjih VVO IIB in VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.
- Vgradnja pilotov z vrtanjem z izplako je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Za podobmočje VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.
- Vgradnja pilotov s cementacijo v vrtini je na podobmočju VVO IIA prepovedana. Na podobmočju VVO IIB je takšna dejavnost izjemoma dovoljena in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Za podobmočje VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena.
- Vrtanje in izvedba vodnjakov za druge namene (za namakanje, oskrbo s tehnološko vodo, uporabo termalne vode, ...) je na podobmočju VVO IIA izjemoma dovoljeno in se za gradnjo objektov izda vodno soglasje, če je k projektnim rešitvam iz projekta za

pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz izsledkov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz izsledkov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi te gradnje sprejemljivo. Pri vrtanju, med obratovanjem in vzdrževanjem je treba izvesti vse ukrepe za preprečitev odtekanja, ponikanja ali spiranja izvrtanine ali drugih snovi v podzemne vode ali zajetje. Po prenehanju uporabe vrtine jo je treba ukiniti tako, da je preprečeno kakršno koli onesnaženje podzemne vode ali zajetja. Za podobmočji VVO IIB in VVO IIIA je takšna dejavnost dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Pri vrtanju, med obratovanjem in vzdrževanjem je treba izvesti vse ukrepe za preprečitev odtekanja, ponikanja ali spiranja izvrtanine ali drugih snovi v podzemne vode ali zajetje. Po prenehanju uporabe vrtine jo je treba ukiniti tako, da je preprečeno kakršno koli onesnaženje podzemne vode ali zajetja.

- Vrtanje za oskrbo s pitno vodo in za potrebe državnega monitoringa stanja voda je za podobmočja VVO IIA, VVO IIB in VVO IIIA dovoljeno, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje. Pri vrtanju, med obratovanjem in vzdrževanjem je treba izvesti vse ukrepe za preprečitev odtekanja, ponikanja ali spiranja izvrtanine ali drugih snovi v podzemne vode ali zajetje. Po prenehanju uporabe vrtine jo je treba ukiniti tako, da je preprečeno kakršno koli onesnaženje podzemne vode ali zajetja.

Z gradbenimi odpadki ob rušenju obstoječih objektov je potrebno ravnati tako kot to predpisuje *Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Ur. l. RS, št. 34/08)* z upoštevanjem pogojev za ravnanje z odpadki na vodovarstvenem območju.

Prepovedano je odvajati neočiščeno odpadno vodo neposredno v površinske vode ali neposredno ali posredno v podzemne vode.

Na zelenih površinah naj se ne sadi invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Ob izvedbi gradbenih del je treba preprečiti navoz zemljine z vsebnostjo rastlinskih delov japonskega dresnika (*Fallopia japonica*), češkega dresnika (*Fallopia x bohemica*) in sahalinskega dresnika (*Fallopia sachalinensis*), orjaške zlate rozge (*Solidago gigantea*) in kanadske zlate rozge (*Solidago canadensis*), topinamburja (*Helianthus tuberosus*), okrasnih severnoameriških vrst iz rodu Aster, deljenolistne rudbekije (*Rudbeckia laciniata*), Verlotovega pelina (*Artemisia verlotiorum*) in pelinolistne ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia*).

7.2. OMILITVENI UKREPI V ČASU OBRATOVANJA

Prilagamo naslednje zaščitne in omilitvene ukrepe:

- za primer morebitnih razlitij morajo biti izdelana natančna navodila za ukrepanje in postopke sanacije ter načrt interventnih ukrepov, s katerimi morajo biti seznanjeni uporabniki,
- v primeru razlitja onesnaževala na površini, ga je treba najkasneje v 12 urah odstraniti z odkopom onesnažene zemljine in odvozom na ustrezno deponijo,
- v primeru razlitja onesnaževala, ki prodre skozi vadozno (nezasičeno) cono vodonosnika do nivoja podzemne vode, je potrebno izdelati črpalne vrtine in izčrpati onesnaženo vodo, ki se jo odpelje na za to primerno deponijo; taka sanacija mora biti opravljena v 3 dneh.

V času obratovanja oziroma za vzdrževanje objekta je za podobmočja VVO IIA, VVO IIB in VVO IIIA dovoljeno:

- delo v objektu,
- dela na ovoju objekta,
- zasteklitev objekta,
- inštalacije in naprava v in na objektu, razen izvedbe vrtine ali izkopa in namestitve toplotne črpalke voda-voda ali zemlja-voda (geosonda, horizontalni kolektor, ipd.) in namestitve premičnih rezervoarjev za utekočinjeni naftni plin ali nafto s priključkom na objekt,
- dela v zvezi z zunanjo ureditvijo objekta in
- dela v zvezi z nekategoriziranimi cestami in javnimi potmi razen za podobmočje VVO IIA, kjer so takšna dela dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.

Na podlagi te analize je na podobmočjih VVO IIB in VVO IIIA dovoljena tudi:

- namestitev premičnih rezervoarjev za utekočinjeni naftni plin ali nafto s priključkom na objekt, če je že nameščen na vodotesno in stabilno podlago tako, da ne pride do nenadzorovanega izteka onesnaženja in onesnaženja vode ali tal. Dovoljeno je tudi, če je rezervoar proizvod dan na trg v skladu s predpisom, ki ureja tehnične zahteve za proizvode in ugotavljanje skladnosti in je nameščen na vodotesno podlago tako, da ne pride do nenadzorovanega iztekanja in onesnaženja vode ali tal. Za podobmočje VVO IIA takšno delo ni dovoljeno, razen če gre za ukrep pri obstoječi stanovanjski stavbi in so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo objektov ter izvajanje gradbenih del preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter je izdano vodno soglasje.

8. MONITORING

Na tem območju urejanja prostora je potrebno zagotoviti vrtino za monitoring podzemne vode, ker v tem delu mesta ni ustreznega opazovalnega objekta. MOL – Oddelek za varstvo okolja predlaga, da se v OPPN navede zahtevo, da investitor Lek d.d. izgradi ustrezen objekt – vrtino, ki bo na razpolago MOL za izvajanje monitoringa podzemne vode.

9. SKLEPNA OCENA

Analiza tveganja je bila izdelana na podlagi modeliranja začetne koncentracije 10 L; glede na tipe predvidenih posegov na južnem, vzhodnem in zahodnem delu OPPN Lek smo ocenili, da je največja možna količina razlitja mineralnih olj 10 L. Srednja globina podzemne vode na obravnavanem območju je 278 m.n.m. oz. 23 m pod koto terena (301 m.n.m.), kar ustreza zahtevam iz *Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015)*.

Na podlagi modeliranja ugotavljamo, da predvideni posegi v prostor ne bodo vplivali na poslabšanje kvalitete podzemne vode v vodonosniku, ki napaja zajetji Kleče in Hrastje, saj, kot je prikazano v prilogah 1 - 5, oblak onesnaženja po 365 dneh zajetji ne doseže. Trajektorij smeri odtekanja vode kaže, da potencialno onesnaženje odteka v Savo pri Sneberju, severno od vodarne Hrastje. Koncentracija onesnaževala se sicer točno v 365 dneh ne zniža do mejne vrednosti mineralnih olj v pitni vodi, ki je 0,006 mg/L. To vrednost doseže nekoliko kasneje in ker je oblak onesnaženja v tem času še vedno dovolj oddaljen od vodarn Kleče (približno 400 m) in Hrastje (približno 4 km), do kontaminacije vodnjakov z mineralnimi olji ne pride.

S posegi na VVO in novimi načrtovanimi dejavnostmi ali širitvijo dejavnosti se povečuje možnost vnosa onesnaževal v podzemno vodo, ki je bistveni vir oskrbe z vodo na območju Ljubljane. Ob strogem upoštevanju vseh navedenih zaščitnih ukrepov v poglavju 7 se kvaliteta podzemne vode ne bo spremenila. Predvidena dela prav tako ne bodo vplivala na bilančno stanje podzemne vode. Zaradi obratovanja predvidenih objektov ne bo zmanjšana transmisivnost vodonosnika.

Pri načrtovanju prostorskih ureditev je treba upoštevati usmeritve za načrtovanje, podane v Občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana v členih, ki obravnavajo varstvo voda oziroma poseganje v varstvena, varovana in ogrožena območja. V času izvedbe in obratovanja je tveganje za zaloge podzemne vode sprejemljivo, če bodo pri izvedbi del uporabljeni čista tehnologija, brezhibna mehanizacija za izvedbo del in ustrezni zaščitni ukrepi. Morebitno razlitje goriv ali drugih nevarnih snovi med izvedbo del mora biti odstranjeno z izkopom, izkopani material pa deponiran v skladu z veljavno zakonodajo. V primeru prodora onesnaženja v zasičen del vodonosnika ga je potrebno odstraniti s črpanjem.

Ob upoštevanju zaščitnih in omilitvenih ukrepov je tveganje za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za OPPPN Lek – EUP ŠI-408 (osrednji del) sprejemljivo.

Kamnik, 11.1. 2022

Špela Preradović Hlede, mag. inž. geol.



10. VIRI IN LITERATURA

1. Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode za objekt za pred-obdelavo tehnoloških odpadnih vod podjetja Lek d.d. na lokaciji Verovškova 57 v Ljubljani, parc. št. 65 k.o. Spodnja Šiška, Geoko d.o.o., november, 2021
2. Atlas okolja; <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>
3. BRAČIČ-ŽELEZNIK, B. in PRESTOR J. Izviri Ljubljanskega polja in Barja, pomembni za količinsko in kakovostno stanje telesa podzemne vode. *Geologija*, 2002, 45/2, str. 319–324.
4. BRILLY, M. et al. *Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani: zbornik*. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko, 2002. ISBN 961-6167-55-3.
5. JAMNIK, B., 2000. Pregled možnih načinov oskrbe s pitno vodo iz vodarne Hrastje v prihodnje. Ljubljana, JP Vodovod – Kanalizacija, TIS razvojna služba: 12 str.
6. Konkretna smernice s področja upravljanja z vodami za pripravo Občinskega podrobnega prostorskega načrta Lek – EUP ŠI-408 (osrednji del), v Mestni Občini Ljubljana (ID 2345), Ministrstvo za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, maj, 2021
7. Kristensen, M., Andersson, U., Sørensen, H.R., Refsgaard, A. & Gustavsson, L.G. Water resources management model for Ljubljansko polje and Ljubljansko barje. Final report. Hørsholm, Danish hydraulic Institut v sodelovanju z GeoZS, Hidroinženiring d.d. in Hydroconsulting d.o.o., Kopenhagen, 2002.
8. Mencej, Z., 1995: Analiza obstoječih in možnih vodnih virov za Ljubljanski vodovod. Hydroconsulting d.o.o. Dragomer
9. MONITORING PODZEMNE VODE IN POVRŠINSKIH VODOTOKOV NA OBMOČJU MESTNE OBČINE LJUBLJANA ZA OBDOBJE november 2011 - oktober 2013, ZAKLJUČNO POROČILO, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
10. OPPN Lek – EUP ŠI-408 – mnenje Oddelka za varstvo okolja, Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urejanje prostora, maj, 2021
11. Projektna dokumentacija: Izhodišča za pripravo OPPN Lek – EUP ŠI-408 (osrednji del), Protim Ržišnik Perc d.o.o., marec, 2021
12. REJEC BRENCELJ, I. et al. *Podtalnica Ljubljanskega polja*. Ljubljana: Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, 2005. ISBN 961-6500-68-6.
13. URBANC, J., JANŽA, M., PRESTOR, J., STROJAN, M., BIZJAK, M. 2004: Ugotavljanje izvora in dinamike širjenja onesnaževanja podzemne vode s trikloretenom na območju med savsko cesto in črpališčem Hrastje v Ljubljani. Ljubljana: JP Vodovod-Kanalizacija
14. Urbinfo; <https://urbinfo.ljubljana.si/web>

15. Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, št. 43/2015)
16. ŽIBRIK, K. 1969: Hidrološke razmere obstoječega režima podtalne vode Ljubljanskega polja, I. del, Ljubljana