

1 NASLOVNA STRAN ELABORATA 14027-1_9/12e

Vrsta elaborata:

9/12e Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode – zaradi nadgradnje medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Investitor:



REPUBLIKA SLOVENIJA
Ministrstvo za infrastrukturo
Direkcija RS za infrastrukturo
Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana

Projekt/Objekt:

Nadgradnja medpostajnega odseka Ljubljana - Brezovica

Vrsta projektne dokumentacije:

IZVEDBENI NAČRT

Za gradnjo:

Vzdrževalna dela v javno korist

Projektant:

PROJEKT d.d. NOVA GORICA,
Kidričeva 9a, 5000 Nova Gorica
HGEM, d.o.o., Zaloška cesta 143, 1000 Ljubljana

Odgovorni predstavnik izdelovalca elaborata:

Martin TANCAR,
univ. dipl. inž. geol.

Podpis:

Odgovorni izdelovalec elaborata:

Martin TANCAR,
univ. dipl. inž. geol.

Podpis:

Številka elaborata:

14027-1_9/12e

Kraj in datum:

Nova Gorica, julij 2019

Številka projekta: **3685**

Odgovorni vodja projekta:

Boris Brilly,
univ. dipl. inž. grad.
G-2753

Podpis:

ZG50	0098	007.0405	S.1	
-------------	-------------	-----------------	------------	--



ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE – ZARADI NADGRADNJE MEDPOSTAJNEGA ODSEKA LJUBLJANA - BREZOVICA

FAZA KONČNA

JUNIJ 2019

Naslov:	ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE – ZARADI NADGRADNJE MEDPOSTAJNEGA ODSEKA LJUBLJANA - BREZOVICA
Tip dokumenta:	Končno poročilo
Kraj:	LJUBLJANA - BREZOVICA
Naročnik:	SŽ-PROJEKTIVNO PODJETJE LJUBLJANA D.D. UKMARJEVA ULICA 6 1000 LJUBLJANA
Izdelovalec:	HGEM, d.o.o. Zaloška cesta 143 1000 Ljubljana
Direktor:	Martin TANCAR, u.d.i.
Podpis:	



663

HGEM d.o.o.

ZALOŠKA CESTA 143, 1000

TEL.: 01-5461 662 FAX: 01-5461

Avtor:	Martin TANCAR.
Podpis:	
Faza:	Končna
Številka dok:	H/GV-30/2019
Datum:	10.06.2019

KAZALO

1.	UVOD.....	1
2.	ZAKONSKE OSNOVE.....	3
3.	GEOGRAFSKI POLOŽAJ.....	5
3.1	SPLOŠEN GEOGRAFSKI PREGLED.....	5
4.	GEOLOŠKE RAZMERE.....	6
4.1	SPLOŠEN GEOLOŠKI PREGLED.....	6
4.1.1	LITOSTRATIGRAFSKI OPIS.....	7
4.2	GEOLOŠKI PREGLED OBRAVNAVANEGA OBMOČJA.....	9
5.	HIDROGEOLOŠKE RAZMERE.....	10
6.	VODNI VIRI IN VODOVARSTVENA OBMOČJA.....	13
7.	OPIS NAMERAVANEGA POSEGA.....	15
8.	OPREDELITEV EMISIJ IN ONESNAŽEVAL.....	18
9.	OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNIH DOGODKOV.....	19
10.	OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE.....	24
11.	OPIS OGROŽENIH VODNIH VIROV Z OCENO RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI.....	25
12.	PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO.....	36
12.1	PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO.....	36
12.1.1	Ukrepi za omilitve vplivov v času gradnje.....	36
12.1.2	Splošni ukrepi.....	36
12.1.3	Ukrepi glede uporabe materialov.....	36
12.1.4	Ukrepi, ki se nanašajo na aktivnosti na gradbišču.....	37
12.1.5	Ukrepi v primeru izrednih dogodkov.....	38
12.2	UKREPI ZA OMILITEV VPLIVOV V ČASU OBRATOVANJA.....	39
12.3.	UKREPI V PRIMERU IZREDNIH DOGODKOV.....	39
13.	MONITORING.....	41
14.	POVZETEK IN SKLEPNA OCENA.....	42
15.	LITERATURA.....	44

SLIKE

Slika 1:	Makro lokacija območja posega označena z rdečo šrafuro (Vir: GURS)	1
Slika 2:	Geografska lega Ljubljanskega barja	5
Slika 3:	Posplošen izsek iz Geološke karte Slovenije; (Izsek ni v merilu!) (Premru, 1983 in Premelič, 2005).....	8
Slika 4:	Prikaz modeliranega območja za vodonosnik Ljubljanskega polja – z gladinami in smermi toka podzemne vode	11
Slika 5:	Prikaz VVO-jev na območju predvidene lokacije posega – Ljubljansko polje (Ur. List RS, 43/2015)	13
Slika 6:	Prikaz VVO-jev na območju predvidene lokacije posega – Ljubljansko barje (Ur. List RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13).....	14
Slika 7:	Prikaz vnosa onesnaževala v ModFlow-u v skrajni severno-vzhodni del posega.....	19
Slika 8:	Hidrodinamične meje modela (rdeča – nivojska, modra – reka, zelena – dotoki).....	20
Slika 9:	Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za prvo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s	20
Slika 10:	Profil AA' (položaj profila je prikazan na sliki 1) s prikazom 4-ih plasti vodonosnika z umerjenimi vrednostmi koeficienta prepustnosti (k): bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, vijolična $7 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rdeča $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, sivo modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rumena - ni vodonosnika (neprepustna meja)	21
Slika 11:	Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za drugo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, vijolična $7 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s	21
Slika 12:	Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za tretjo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, olivna $6,2 \cdot 10^{-3}$, svetlo modra $5,2 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rdeča $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s.....	22
Slika 13:	Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti za četrto plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, siva $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno siva $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, zeleno modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s	22
Slika 14:	Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti za četrto plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, siva $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno siva $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, zeleno modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s	23
Slika 15:	V primeru razliti nevarnih snovi – pričakovano ogrožen vodni vir v Rdečem (Vir: VO-KA, 2018).....	25
Slika 16:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=10 dni	26
Slika 17:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=60 dni	27
Slika 18:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=365 dni	28
Slika 19:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=500 dni	29
Slika 20:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=600 dni	30
Slika 21:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=730 dni	31
Slika 22:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=1000 dni	32
Slika 23:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=1.250 dni	33
Slika 24:	Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=1800 dni	34

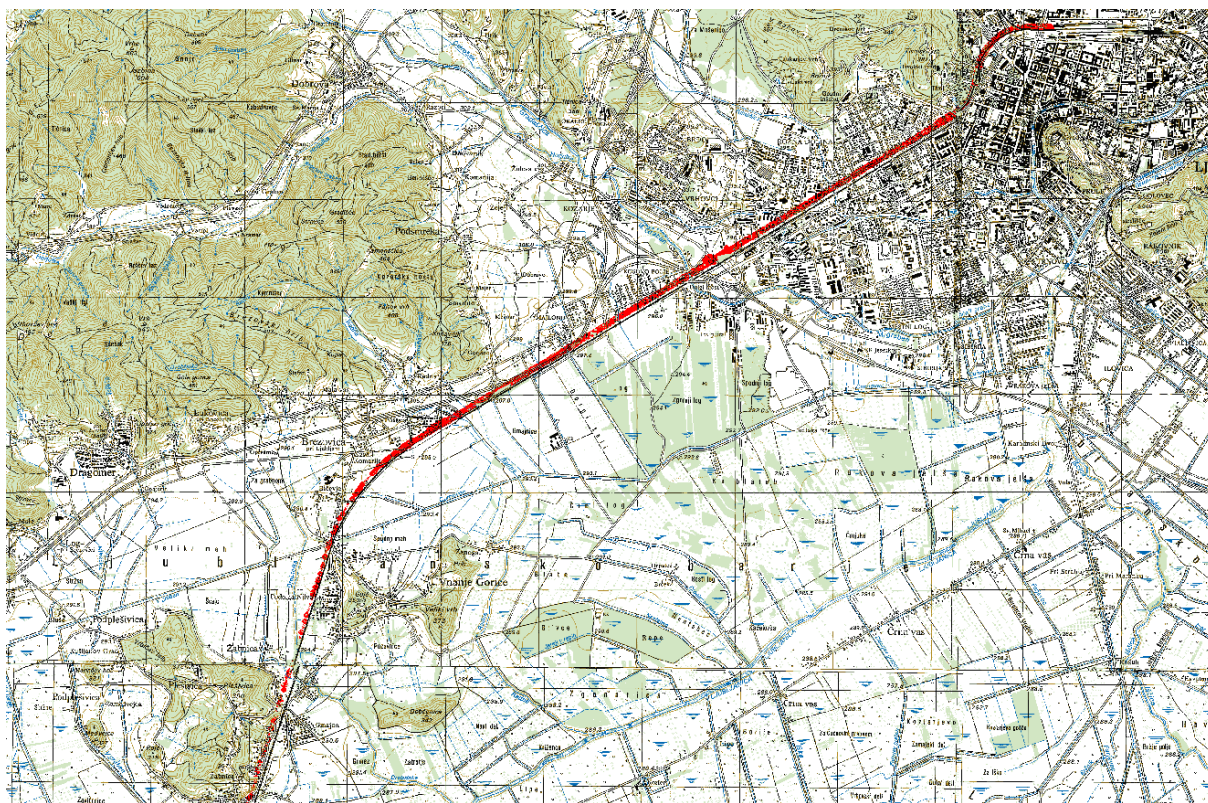
PRILOGE

PRILOGA 1: Pregledna hidrogeološka karta območja modeliranja MERILO: 1:50.000

PRILOGA 2: Podrobna hidrogeološka karta obravnavanega območja MERILO: 1:5.000

PRILOGA 3: Hidrogeološki profil AA' MERILO 1:25.000

1. UVOD



Slika 1: Makro lokacija območja posega označena z rdečo šrafuro (Vir: GURS).

Investitor RS Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo, Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana namerava na medpostajnem odseku Ljubljana-Brezovica izvesti rekonstrukcijo proge. Namen rekonstrukcije proge je maksimalno možno povečanje hitrosti pri čemer mora trasa proge potekati v okviru obstoječega koridorja in zemljišč RS. Makro lokacijo območja posega prikazuje slika 1.

Glede na klasifikacijo CC.Si poseg uvrščamo:

- 21110 Glavne in regionalne železnice

Za katere je treba pripraviti predlog prepovedi, omejitev in zaščitnih ukrepov z oznakami “-“ ali “+“ ali “pd” ali “pp” ali “pip”, ki se jim lahko dopišejo dodatna pojasnila, kot je določeno v 9. členu Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16).

Območje večjega dela posega se nahaja na Ljubljanskem barju na vodovarstvenem območju VVO III, kjer veljajo omejitve iz tabele 3, Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (UR List RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13):

- VVO III: pip

Območje manjšega dela posega se nahaja na Ljubljanskem polju na vodovarstvenem območju VVO IIIA, kjer veljajo omejitve iz tabele 3, Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UR List RS, 43/2015):

- VVO IIIA: pip

Razlaga pip:

Glede na Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13) ter Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UR List RS, 43/2015), se za objekte CC.Si=21110, izjemoma dovoljuje gradnjo objektov ter izvajanje gradbenih del, kadar gre za poseg v skladu z državnim prostorskim načrtom ali občinskim podrobnim prostorskim načrtom in za katerega je izvedena celovita presoja vplivov na okolje ter pridobljeno okoljevarstveno soglasje v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja. Sprejemljivost vplivov na vodni režim in stanje vodnega telesa ter vplive zaščitnih ukrepov na zmanjšanje tveganja za onesnaženje preverja ministrstvo na podlagi ugotovitev analize tveganja za onesnaženje v postopku izdaje mnenja k državnemu prostorskemu načrtu ali občinskemu podrobnemu prostorskemu načrtu.

2. ZAKONSKE OSNOVE

SPLOŠNO

- Zakon o varstvu okolja (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 in 21/18 – ZNOrg in 84/18 – ZIURKOE)
- Zakon o vodah (ZV-1), Ur.l. RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdl-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15
- Gradbeni zakon (GZ), Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr.
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena ‡ (Podaljšanje uporabe (glej 122. člen GZ))
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, Ur.l. RS, 43/2015
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Uradni list RS, št. 47/05)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo, Ur.l. RS, št. 47/2005, Ur.l. RS, št. 45/2007, 79/2009, 64/2012 in 98/15
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode Uradni list RS, št. 98/15 in 76/17
- Uredba o odpadkih, Ur.l. RS, št. 37/2015, 69/2015
- Uredba o odpadnih oljih, Ur.l. RS, št. 24/12
- Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14, 57/15 in 26/17)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja, Ur.l. RS, št. 64/2004, Ur.l. RS, št. 5/2006, Ur.l. RS, št. 58/2011, 15/2016
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l. RS, št. 49/2006, Ur.l. RS, št. 114/2009 in 53/15
- Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/2004, Ur.l. RS, št. 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009, 74/15 in 51/17

- Pravilnik o monitoringu podzemne vode, Ur.l. RS, št. 31/2009
- 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
- Uredba o stanju podzemnih voda, Ur.l. RS, št. 25/2009, 68/2012 in 66/16
- Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, Ur.l. RS, št. 111/2004, Ur.l. RS, št. 70/2006, Ur.l. RS, št. 93/2010 in 23/15
- Pravilnik o tehničnih zahtevah za gradnjo in obratovanje postaj za preskrbo motornih vozil z gorivi, Uradni list RS, št. 111/09 in 61/17 – GZ
- Uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena Ur.l. RS, št. 33/2003, 78/2005 – popr. 25/10 in 109/2011

3. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

3.1 SPLOŠEN GEOGRAFSKI PREGLED

Območje večjega dela posega leži na severnem obrobju Ljubljanskega barja. Geografska enota Ljubljansko barje je na severozahodu in zahodu zaprto s Polhograjskim hribovje, na jugozahodu in jugu ga obdajajo Krmsko hribovje in Menišija, na jugovzhodu Dolenjsko podolje, na vzhodu, severovzhodu in severu pa Posavsko hribovje. Ljubljansko barje je povezano z Ljubljanskim poljem, ki se nahaja na njegovem severu, preko porečji Glinščice in Ljubljanice ter preko Grubarjevega kanala. Za Ljubljansko barje so značilni osamelci, ki predstavljajo manj ugreznjene dele njegovega dna (Slika 2).



Slika 2: Geografska lega Ljubljanskega barja

Območje manjšega dela posega pa leži na Ljubljanskem polju. Geografska enota Ljubljansko polje je na severu omejena z reko Savo, na zahodu z nizkim hribovjem, dvigajočim se nad naselji Stanežiče, Šentvid, Dravlje in Šiška. Na jugu je Ljubljansko polje omejeno z območjem med Šišenskim hribom, Rožnikom in Ljubljanskim gradom (prehod Ljubljanskega barja v Ljubljansko polje) ter hribovjem Golovca, na vzhodu pa s sotočjem reke Save in Ljubljanice.

4. GEOLOŠKE RAZMERE

4.1 SPLOŠEN GEOLOŠKI PREGLED

Ljubljanska udorina je nastala med starejšim pleistocenom in današnjim časom. Sama tektonska aktivnost se je začela že v srednjem delu zgornjega pliocena. Občasna močnejša seizmična aktivnost priča, da njeno oblikovanje še ni zaključeno. Glede na redosled neotektonskih prelomov in sintektonskih sedimentov ločimo v udorini več enot, med katerimi segata na naše območje enoti Ljubljansko barje in polje.

Kot smo že zapisali, se je v srednjem delu zgornjega pliocena začela ena najmočnejših neotektonskih faz na našem ozemlju. To obdobje, ki spada v 5. fazo neotektonskih faz (Premru, 1983), je formiralo prelome v generalni smeri SZ – JV. Važnejši prelomi iz tega obdobja na tektonski enoti, katere del je tudi naše raziskovalno območje, so: Borovniški, Dobropoljski, Mišjedolski, Ortneški in Želimeljski prelom. Posamezni deli teh prelomov so se v poznejših obdobjih, konec pleistocena in v holocenu ponovno aktivirali.

Pravokotno na sistem prelomov iz 5. faze so v starejšem pleistocenu nastali prelomi t.i. 10. faze (smer JZ - SV). V tem času se je formiral Brezoviško – Viški prelom.

Najmlajša tektonska faza, t.i. 19. faza, ki poteka še danes, je formirala prelome v smeri S – J (Premru, 1983). Takrat je v sistemu teh prelomov nastal tudi Ljubljanski prelom, ob katerem so premiki po vsej verjetnosti povzročili potres v Ljubljani leta 1895. Ljubljanski prelom poteka preko Ljubljanskega barja, med Rožnikom in Golovcem proti Vodiciam (Slika 3). Na velike premike ob tem prelomu v preteklosti sklepamo zaradi strmih vpadov podlage na zahodu Ljubljanske kotline in različnih permokarbonskih sedimentnih kamnin v podlagi na obeh straneh preloma. Zahodno od Ljubljanskega preloma ležijo namreč v podlagi, na območju Pivovarne UNION in Dela, permokarbonski sljudnati peščenjaki ter kamnine podobne kamninam na Šišenskem hribu, medtem ko ležijo v podlagi pleistocenskega in holocenskega zasipa vzhodno od preloma črni glinasti skrilavci.

Seveda so bila med temi neotektonskimi aktivnostmi tudi faze mirovanja, kar nakazuje prekinitev sedimentacije med glacialom riss II in srednje würmskim interglacialom. Tektonska faza se je od srednjega würma nadaljevala z hitrim posedanjem Ljubljanskega barja in se po vsej verjetnosti nadaljuje še danes (Premru, 1983).

Pleistocenska sedimentacija Ljubljanskega polja se je začela v mindelskem glacialu.

Na Ljubljanskem polju v podlagi ležijo nekarbonatni permokarbonski sljudnati peščenjaki, peščenjaki in glinasti skrilavci. Na to podlago se je najprej odložil srednji prodnati zasip mindelske starosti, ki se je do danes v veliki meri litificiral v kompaktni konglomerat (Premru, 1983). Na ta konglomerat se je odložil mlajši prodnati zasip riškega glaciala, ki je sestavljen iz proda in leč konglomerata. Leče konglomerata po podatkih iz popisov vrtn ne presegajo 15 – 20 cm. V würmu in dalje v holocenu je bil odložen najmlajši prodni zasip. Ta prodni nasip, ki je pokrit z humusom in nasutjem antropogene dejavnosti, tvori krovino Ljubljanskega polja. Najmlajši prodni zasip,

t.i. Savski prod, se od ostalih sedimentov loči že po beli barvi, saj vsebuje pretežno le prodnato in peščeno frakcijo (Premru, 1983).

4.1.1 LITOSTRATIGRAFSKI OPIS

GLINAVEC, MELJEVEC, SKRILAVEC IN KONGLOMERAT (P, C)

Plasti sestavljajo svetlo siv in bel kremenov konglomerat, siv kremenov peščenjak in meljevec ter siv in črn glinasti skrilavec. Plasti se med seboj menjavajo. Ponekod je vidna vzporedna laminacija, neptunski dajki in neizrazita gradacija. Ocenjena debelina plasti znaša okoli 2000 m. Zaradi stratigrafske lege pod gródenskimi plastmi se jih uvršča v sp. perm, zaradi izredne debeline in na podlagi korelacije s podobnimi plastmi v Karavankah pa obsegajo najverjetneje tudi karbon. Sestavljajo slabo prepustno podlago severnega in severo vzhodnega dela Barja (Premru, 1983) (Slika 3).

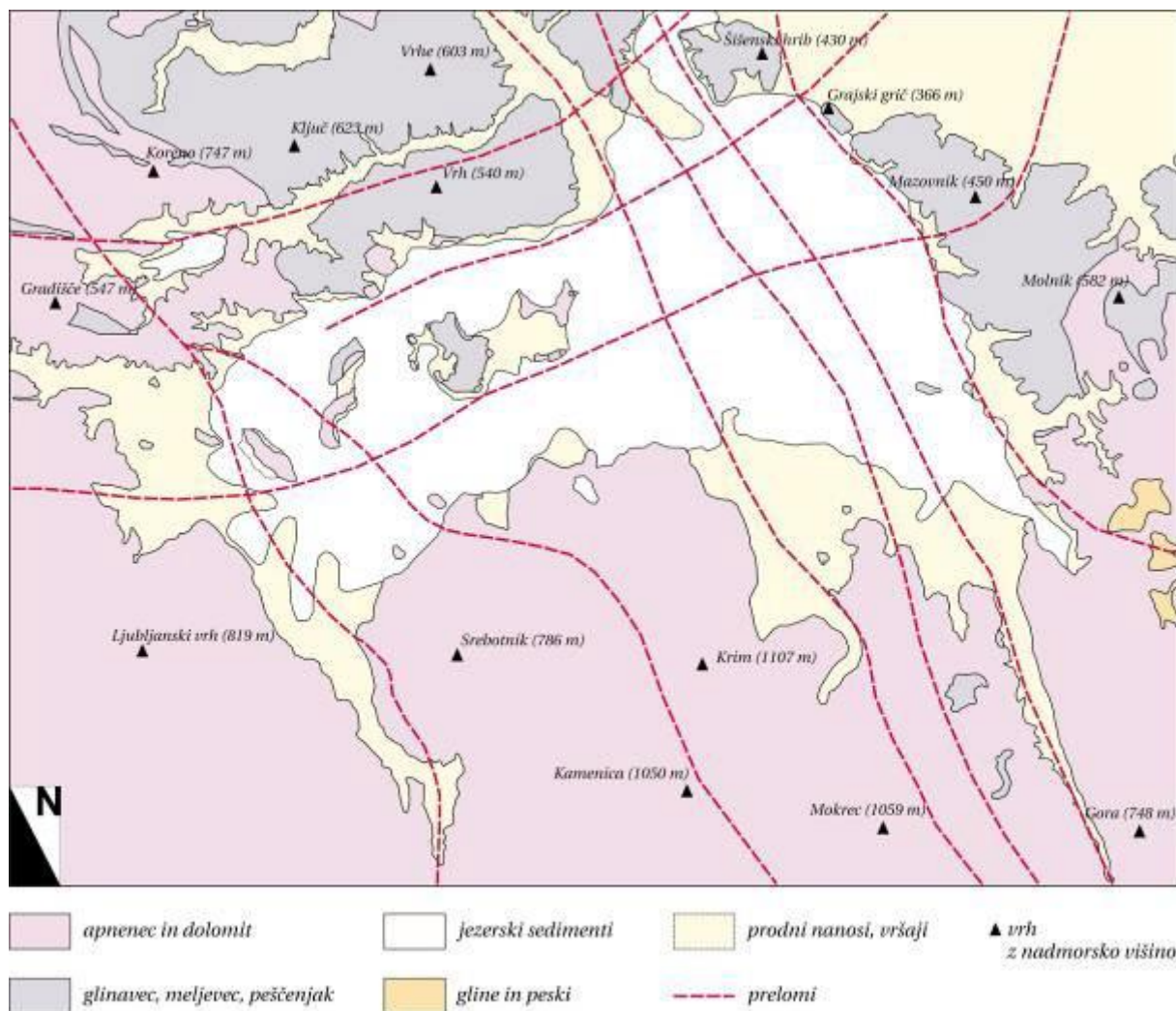
PRODNI NANOSI, VRŠAJI (PLEISTOCEN, HOLOCEN)

Pleistocen (Slika 3) sestavljajo trije starejši zasipi sprijeti v konglomerat in mlajši prodni zasip. Poleg tega so prisotne tudi morene mindelske, riške in wurmske poledenitve. Tako jezerski kot barski sedimenti pripadajo deloma pleistocenu, deloma holocenu. Starejši zasipi se delijo na tri konglomeratne zasipe - starejši, srednji in mlajši. V mlajših zasipih so prisotni konglomerati iz starejših zasipov. Pod ježami starejših teras sega terciarna podlaga različno visoko, kar kaže, da so reke pred akumulacijo mlajših zasipov erodirale starejše in se vrezale različno globoko v terciarno podlago. Zasipi so nastali v poledenitvenih dobah. Ledeniške reke so odnašale material iz čelnih moren in ga odlagale vzdolž celotnega toka. Vsak starejši zasip je bil sprijet v konglomerat pred akumulacijo mlajšega zasipa (Buser, 1976). V wurmskem glacialu so bili sedimentirani dobro zaobljeni prodniki pretežno karbonatnih kamenin. Na ljubljanskem polju so ti zasipi na površini (Slika 3). Na območju mesta Ljubljane med prodom ležijo plasti melja, glinastega proda, gline in konglomerata. Te plasti označujejo jezičasti prehod jezersko-barjanske genetske sekvence ljubljanskega barja v fluvioglacialno sekvenco ljubljanskega polja. Na podlagi tega je ocenjeno, da so pod wurmskim zasipom ljubljanskega polja tudi starejše pleistocenske usedline (Premru, 1983).

JEZERSKI SEDIMENTI (PLEISTOCEN, HOLOCEN)

Posamezna področja na obrobju ljubljanske udorine sestavljata spodnji del pleistocenska fluviatilna ali jezersko-barjanska genetska sekvence, medtem ko vrhnji del tvori holocenska pobočna sekvence. Na te območjih ni bilo mogoče ločiti pleistocenskih sekvenc od holocenskih oz. postglacialnih (Premru, 1983). Na obrobju ljubljanske udorine je mestoma odložena siva glina, ki prehaja v melj, peščeno glino ali zaglinjen prod (Premru, 1983, Slika

3). Holocenske starosti so fluvialne in pobočne sekvence, katere se pojavljajo ob rekah in potokih (Premru, 1983).



Kartografija: M., Premelič, 2005

Vir: Osnovna geološka karta SFRJ, Državna topografska karta RS 1: 50 000

karta ni v merilu

Slika 3: Posplošen izsek iz Geološke karte Slovenije; (Izsek ni v merilu!) (Premru, 1983 in Premelič, 2005).

APNEVEC IN DOLOMIT (TRIAS, JURA)

Na jugu in zahodu Barja sestavljajo podlago vodo prepustni mezozojski apnenci in dolomiti, ki izdanjajo na površino na robovih Barja. Gre za triasne in jurske karbonatne kamnine, ki gradijo Krmsko hribovje, Dolenjsko podolje, Menišijo in Polhograjske dolomite.

4.2 GEOLOŠKI PREGLED OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

Območje posega zajema le severno-zahodni del Ljubljanskega barja in jugo-zahodni del Ljubljanskega polja. Glavni površinski vodotok na Barju je reka Ljubljanica s številnimi pritoki. Na tem raziskovalnem območju sta pomembna tudi potoka Mali Graben in Gradaščica s pritokom Glinščica. Območje med Rožnikom, Šišenskim hribom in Golovcem predstavlja stik Ljubljanskega barja in Ljubljanskega polja. Na robovih je območje omejeno s Šišenskim hribom na zahodu in Ljubljanskim gradom na vzhodu.

Potek železniške trase je pretežno po fluvioglacialnemrodu in nanosih rek ter potokov na Ljubljanskem polju in po jezerskih in barjanskih sedimentih na Ljubljanskem barju (Slika 3, Priloga 1 in 2). Geološko gledano leži območje posega na sedimentih, ki sta jih odlagali Gradaščica in Sava. Gre za prodno peščene zasipe, ki so na površini prekriti z jezerskimi in barjanskimi sedimenti (Slika 3, Priloga 1 in 2). Debelina prodno peščenih zasipov na območju železniške proge je do 20 m. Trdo podlago v tem delu tvorijo svetlo sivi in beli kremenovi konglomerati, sivi kremenovi peščenjaki in meljevci ter sivi in črni glinasti skrilavci (Slika 3, Priloga 1 in 2).

5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Območje rekonstrukcije železniške proge posega v dva vodonosna sistema in sicer v Ljubljansko polje in Ljubljansko barje.

Vodonosnik Ljubljanskega polja gradijo holocenski in pleistocenski peščeno prodnati zasipi. Pod holocenskimi zasipi, kjer niso bili erodirani, ležijo pleistocenski mlajši, srednji in starejši meljasto peščeno prodnati zasipi z lečami konglomerata.

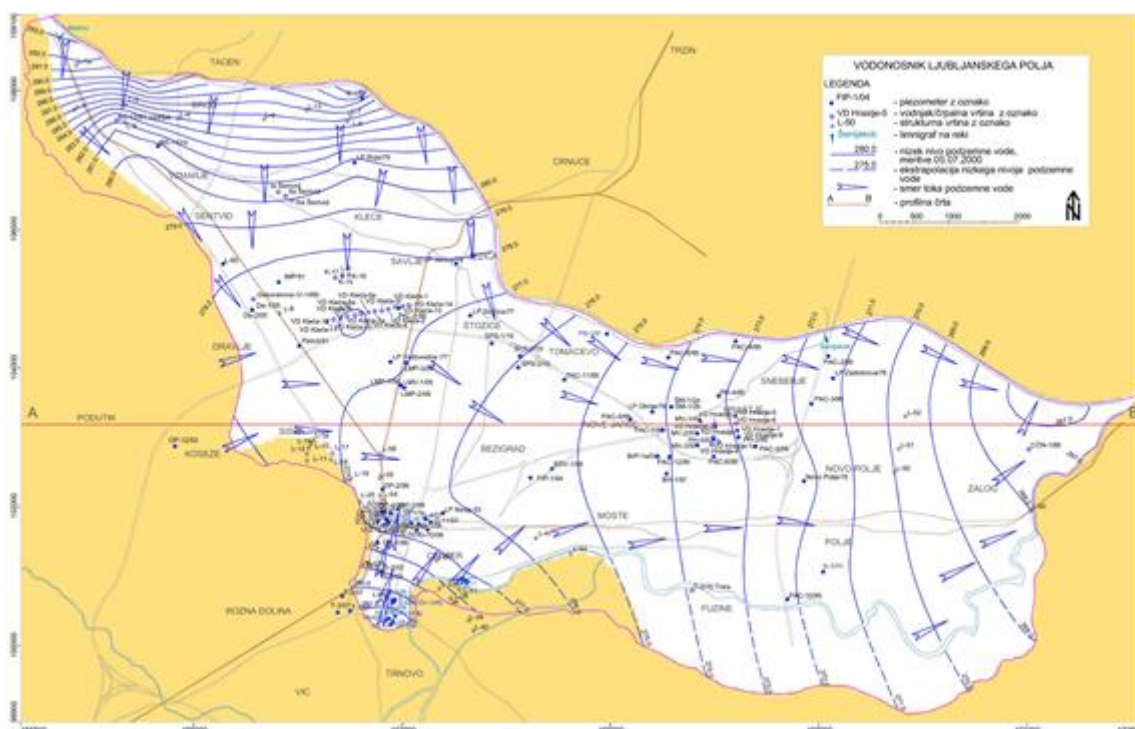
Nizka holocenska terasa zajema 0,5 do 2 km široki pas ob desnem bregu Save (Priloga 1).

Visoka pleistocenska terasa zajema osrednji del Ljubljanskega polja (Priloga 1, 2 in 3). Skupna višina peščeno prodnatih zasipov visoke pleistocenske terase dosega na robovih Ljubljanskega polja od nekaj m do več 10 m in strmo narašča v smeri osrednjega dela polja, kjer presega tudi 100 m. Prekriti so s tanko plastjo humusa, ki ji sledi 4 do 13 m debela vrhnja plast dokaj čistega peščenega proda (Priloga 1, 2 in 3). Na območju Dravelj, Kosez, pod vznožjem Šišenskega hriba, na območju Ljubljanskih vrat, na levem bregu Ljubljanice, kjer segajo vzhodno od območja bivše Tovarne Rog in na območju Kleč nastopajo pod peščeno prodnim zasipom plasti rjave gline in gline s prodniki, ki predstavljajo preperelo plast mlajšega meljasto peščeno prodnatega zasipa. V osrednjem delu Ljubljanskega polja je vrhnji peščeno prodnati zasip pogosto odložen neposredno na mlajšem pleistocenskem meljasto peščeno prodnatem zasipu, lokalno vezanem v leče konglomerata (Priloga 1, 2 in 3). Višina tega zasipa meri od 7 m do 20 m. Večji ali manjši lečasto razviti erozijski ostanki rjave gline in gline s preperelimi prodniki ločujejo mlajši pleistocenski zasip od srednjega pleistocenskega meljasto peščeno prodnatega zasipa, sprijetega v lečasto razvite konglomerate. Srednjega in starejšega pleistocenskega meljasto peščeno prodnatega zasipa, ki sta tudi sprijeta v lečasto razvite konglomerate, ni mogoče z gotovostjo ločevati (Priloga 1, 2 in 3).

Prepustnost peščeno prodnatih zasipov Ljubljanskega polja je dobra do zelo dobra s koeficientom prepustnosti $k > 10^{-3}$ m/s. Na območju ob Ljubljanici je vodoprepustnost peščeno prodnatih zasipov dobra s koeficientom prepustnosti $k > 10^{-4}$ m/s. Kjer nastopajo leče gline, peska in meljastega ter zaglinjenega proda, je prepustnost temu ustrezno manjša (koeficient prepustnosti $k < 10^{-5}$ m/s). Podatki o črpalnih poskusih v vodonosniku Ljubljanskega polja koeficientov prepustnosti (k) ne ločujejo po kronologiji sedimentnih zasipov, vrednosti k -jev, posledično pa tudi transmisivnost, so v modelu ocenjeni iz merjenih vrednosti v vrtnah prikazanih na Prilogi 1.

Gladina podzemne vode se na lokaciji posega nahaja med 13 m in 22 m globoko (Priloga 3). Generalna smer toka podzemne vode je od zahoda proti vzhodu in severovzhodu, t.j. v smeri proti reki Savi (Slika 4, Prilogi 1 in 2). Na Ljubljanskem polju je več črpališč podzemne vode. Voda se uporablja tako za vodooskrbo kot tudi za industrijske namene. V skladu z zakonodajo so črpališča za oskrbo prebivalstva s pitno vodo zaščitena z vodo varstvenimi območji (VVO), ki jih podrobneje prikazujemo na sliki 5.

Hitrosti podzemne vode na Ljubljanskem polju se giblejo od nekaj metrov do nekaj deset metrov na dan. Na območju posega so hitrosti podzemne vode nekaj metrov na dan.



Slika 4: Prikaz modeliranega območja za vodonosnik Ljubljanskega polja – z gladinami in smermi toka podzemne vode.

Gledano hidrodinamično reka Sava na severu predstavlja hidrodinamično rečno mejo, ki na posameznih odsekih podzemno vodo Ljubljanskega polja drenira in na drugih napaja (Priloga 1). Napajanje v Ljubljansko polje se dogaja tudi z zahoda, in sicer med Šentviškim hribom in Rožnikom ter iz jugozahoda med Rožnikom in Grajskim hribom. Poleg stranskega napajanja je na Ljubljanskem polju tudi napajanje iz padavin. Reka Ljubljanica, ki teče po južnem in vzhodnem robu Ljubljanskega polja, zaradi kolmatiranosti, nima večjega vpliva na tok podzemne vode.

Barjanska kotlina pripada povodju Ljubljanice. Na severu poteka razvodnica proti Gradaščici le en do dva kilometra od roba Barja po grebenih Debelega in Loškega hriba ter Kremenika. Proti zahodu in jugu razvodnica ni povsem zanesljivo znana, ker poteka po močno zakraselem ozemlju. Padavinsko zaledje močnih kraških izvirov pri Vrhniki (Primčev studenec, Hribske vode, Močilnik, Retovje, Ljubija in Bistra) ter izvirov na vznožju Krimskega hribovja, sega do povirja Hotenjke, Logaščice, Pivke, Cerkniškega jezera in Rakitniške planote. Celotno padavinsko zaledje kraških izvirov na zahodnem in južnem obrobju Barja obsega okrog 1300km² ozemlja. S tega ozemlja odteka v omenjene izvore (po približnih podatkih) ob visokih vodah največ 200m³/sek, ob nizkih pa okrog 4,4m³/sek vode (Mencej 1988/89).

Na severnem obrobju Barja (brez Gradaščiце) je zaradi sorazmerno majhnega Na severnem obrobju Barja (brez Gradaščiće) je zaradi sorazmerno majhnega padavinskega zaledja dotok površinske vode in podtalne vode (v izviri) veliko manjši. Pri visokem stanju vode doteka s tega območja skupaj okrog 50m³/sek, pri nizkem pa okrog 0,2m³/sek vode. Na vzhodnem obrobju Barja poteka meja padavinskega zaledja sorazmerno blizu barjanskega roba po grebenih Golovca, Orel, Lanišča in po grebenih nad Pijavo Gorico. Padavinsko zaledje je majhno, zato tudi dotok ni posebno velik (Žlebnik, 1969).

Za naš primer je predvsem zanimiva hidrogeološka zgradba severnega dela Barja, ki je pod vplivom Gradaščiće. Gradaščića je nanesa vršaj na severovzhodnem delu Barja. Meja med vršajem Gradaščiće, ki je viden na površini, in barjanskimi sedimenti, poteka od Gorjanca vzporedno z avtocesto do Dolgefa mostu (Drobne & Tovornik, 1961). Od tod dalje poteka meja mimo »smetišča«, kjer se obrne proti severovzhodu, in mimo igrišča na Viču. Tu se obrne proti severu, prečka progo, kjer se obrne in usmeri južno od Viške terase v dolino Gradaščiće. Vzhodno od doline Gradaščiće leži prodni zasip Gradaščiće na prodnem zasipu Save. Južneje od tod pa nastopa prod Gradaščiće (Mencej, 1988/89).

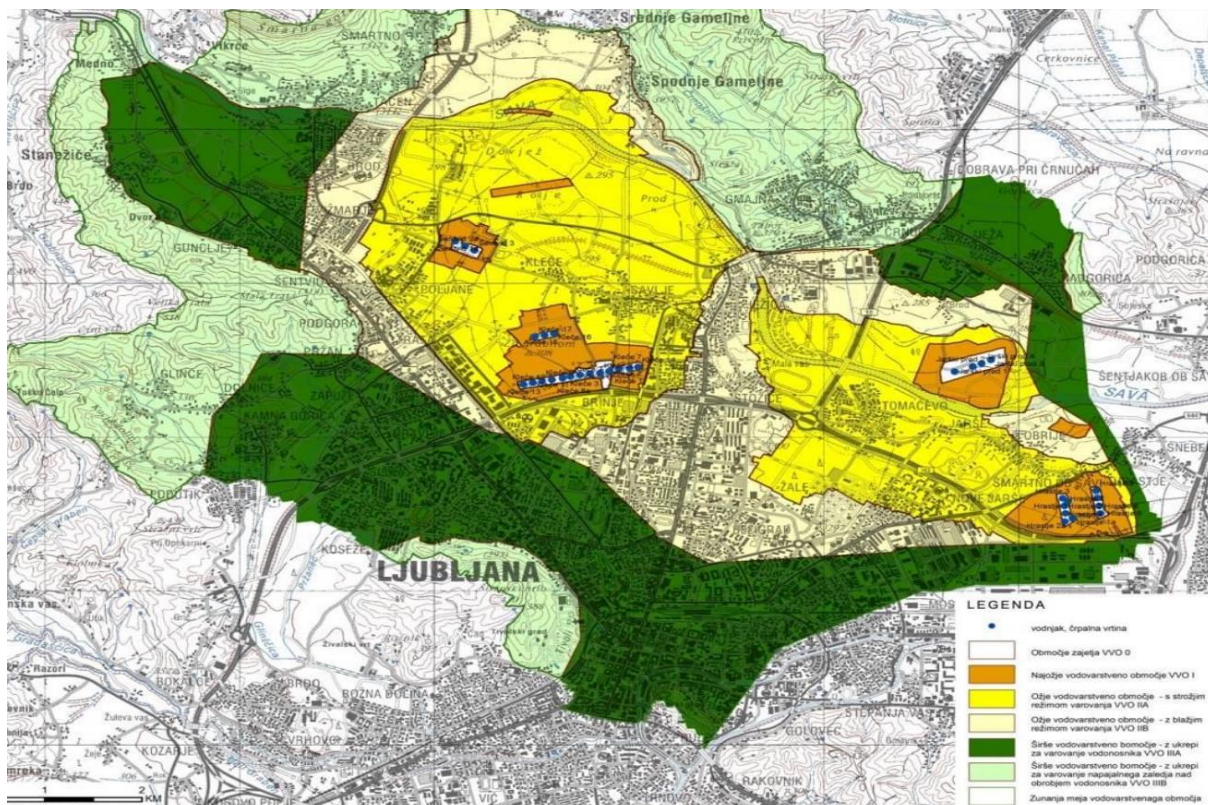
Prodni zasip Gradaščiće je natančneje raziskan na prodni ravnici ob Gradaščići severno od Šujice. Pod 2-3 m debelo plastjo gline, meljne gline in peska je prod karbonatnih kamenin pomešan s prodniki peščenjaka in skrilavega glinovca. Kameninska podlaga, ki jo sestavljata permokarbonski peščenjak in skrilavi glinovec, je v globini 9 do 11 m. Gladina podtalne vode je približno dva metra pod površino in je odvisna od gladine vode Gradaščiće. Podtalnica prodnega vodonosnika se obnavlja. Glede na to, da se gradient v centru Ljubljane poveča na 7,5 ‰, sklepamo, da se skozi ožino med Rožnikom in Gradom preceja še več vode (Mencej 1988/89). Osnovne hidravlične karakteristike vodonosnika v prodnem zasipu Gradaščiće so izračunane iz rezultatov črpalnega poizkusa na vodnjaku Š-I (Mencej, 1989):

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

$$S = 0,00048$$

$$k = 4,8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

6. VODNI VIRI IN VODOVARSTVENA OBMOČJA



Slika 5: Prikaz VVO-jev na območju predvidene lokacije posega – Ljubljansko polje (Ur. List RS, 43/2015)

Na Ljubljanskem polju, vodovarstvena območja, v nadaljevanju VVO, sestavljajo notranja območja z zajetji, ki so prikazana na sliki 5. Območja zajetij so določena okoli črpalnih vrtin. Sestavljajo jih črpališča Hrastje, Jarški prod, Kleče in Šentvid, vodnjaki so na karti označena z modrimi krogci (Slika 5).

Notranja območja VVO-jev se delijo na najožja območja VVO, z najstrožjim varnostnim režimom, znotraj katerih so območja zajetij. Na sliki 5 so območja zajetja prikazana v beli barvi in označena z VVO 0. Najožje VVO območje je označeno z oranžno barvo in ima oznako VVO I (Slika).

Ožje območje VVO je razdeljeno na dve območji s strogim vodovarstvenim režimom in je v rumeni ter svetlo rumeni barvi. Temnejša rumena barva, je označena z VVO II A in spada v podobmočje s strogim vodovarstvenim režimom medtem, ko je svetla rumena podobmočje z manj strogim vodovarstvenim režimom in je označena z VVO II B, kot je prikazano na Sliki 5.

Širše območje VVO je obarvano z zelenima barvama, kjer predstavlja temnejša zelena VVO z milejšim vodovarstvenim režimom in je označena z VVO III A in svetla zelena z milim vodovarstvenim režimom, ki je označena z VVO II B kot prikazuje slika 5. Vsa črpališča na Ljubljanskem polju so vključena v vodovodno omrežje, ki oskrbuje več kot 100.000 prebivalcev.

7. OPIS NAMERAVANEGA POSEGA

Železniška proga št. 50, Ljubljana – Sežana, je na odseku Ljubljana - Divača sestavljena iz dveh prog in je bila zgrajena v obdobju med 1846 – 1857 letom kot del »Južne železnice« Dunaj-Trst. Na odseku proge Ljubljana-Divača se izvajata notranji in mednarodni železniški tovorni in potniški promet. Medpostajni odsek Ljubljana-Brezovica poteka od uvozne kretnice na B strani postaje Ljubljana do uvozne kretnice na A strani postaje Brezovica na odseku proge Ljubljana-Divača.

Po projektni nalogi je potrebno upoštevati maksimalno možno povečanje hitrosti pri čemer trasa proge mora potekati v okviru obstoječega koridorja in zemljišč RS, s ciljem hitrosti potniških vlakov do 160 km/h in tovornih vlakov do 100 km/h, tako da se doseže izpolnjevanje zahtev po TSI Infrastruktura za prometni kodi P4 in F1 ob upoštevanju GC svetlega profila.

Upoštevana je potrebna zavorna razdalja 1000 m. Proga se projektira na kategorijo D4 (225 kN/os, 80 kN/m) vključno z vsemi objekti.

Predvidna je zaščita in eventualno potrebna prestavitev obstoječih SVTK in drugih kablov oziroma komunalnih vodov, odvodnjavanje površinskih voda, nasipi in stebri vozne mreže ter ostala infrastruktura (prepusti).

Pri izdelavi projektnih rešitev za kabelsko kanalizacijo (za potrebe SV naprav, TK naprav, EE naprav, ipd.) bodo v največji možni meri upoštevane možnosti postavitve kablov v obstoječo kabelsko kanalizacijo in postavitve vseh kablov v skupno obstoječo oziroma v skupno novo projektirano kabelsko kanalizacijo.

Pri lociranju kabelskih tras in drugih železniških elementov (jaški, stebri VM, ...) bo upoštevana tudi predvidena gradnja protihrupne zaščite na obravnavanem območju.

Gradbiščni prostori in gradbiščne deponije bodo urejeni na območju železniških postajah Brezovica in delno Ljubljana, ter Dolgi most in na nekaterih lokacijah na odprti progi. Postavitev pisarn in delavnic, ureditev deponij gradbenega materiala in ostalih gradbiščnih objektov potrebnih za izvedbo del, se izvede v okviru prostora predvidenega za postavitve gradbiščnih prostorov. Večinoma se ta prostor nahaja na železniških postajah. Za potrebe izvedbe del na odprti progi bodo urejeni gradbiščni prostori z vsemi potrebnimi začasnimi objekti: pisarniškimi prostori, garderobami + jedilnicami, kemičnimi WC-ji, skladiščnim prostorom. Za ureditev le-tega bo najprej odinjen humus, ki bo začasno deponiran na samem gradbišču, nato pa urejen gramozni plato predvidene debeline cca 30 cm. Gradbiščni prostori bodo zavarovani z gradbiščno ograjo višine 200 cm.

V sklopu pripravljanih del se izvede zakoličba in zavarovanje osi tira, mikrolokacija obstoječega podzemnega katastra, pripravijo sečasne deponije za novi material, dobavi material, uredijo gradbiščni prostori za potrebe izvajalca del in nadzornega inženirja.

Tamponski material (70%) se dostavi po železnici z vagoni prekucniki in kipa na pripravljan planum temeljnih tal tira, ki se izvaja, ostalo pa se dostavi s tovornjaki.

Nove tirnice na gradbišče se dostavlja z vlakom in razloži v tir v stalni zapori tira. Nove betonske prage se po železnici dostavi do sosednjih postaj posameznega odseka.

Dela v času stalne zapore (vsak delovnik predvidoma OD 7 DO 19)

- demontaža tira z odvozom tirnic in pragov
- strojni izkop tirne grede in planuma z odmetom desno oz. levo proge ali takojšnjim nakladom in odvozom v stalno deponijo
- rušenje starih in izvedba novih objektov
- vgrajevanje tamponskega sloja deb. 40 oz. 50 cm
- vgrajevanje tirne grede do spodnjega roba praga
- polaganje tira na betonskih pragih in začasno stikovanje le-tega
- regulacija tira za 30 km/h
- ureditev odvodnjavanja ob progi po projektu
- sanacija in ureditev prepustov, mostov in podvozov
- zagramoziranje, regulacije, sproščanje in varjenje tira na predhodnem odseku Planirana je najprej zapora in nadgradnja levega tira nato pa desnega tira.

Dela na spodnjem ustroju bo treba izvesti z gradbeno mehanizacijo. Izkop tirne grede in planuma z odmetom na stran ob progo bo izveden z bagrom, transport pa s tovornjaki. Na predpisano planirana in utrjena zemeljska tla bo položen geotekstil ter s tovornjaki iz začasnih deponij ali premetom iz začasne deponije ob progi navožen, razgrnjen in utrjen tamponski sloj (buldozer, bager, mini bager, vibro valjar, cisterna za vodo).

Sočasno z izvedbo spodnjega ustroja se izvajajo dela na odvodnjavanju površinske vode (izkop z mini bagrom, dovoz potrebnega vgradnega materiala s tovornjaki).

V času posamezne zapore bo potrebno izvesti tudi rušenje polovice obstoječega dela objektov in izdelati nove konstrukcije le teh.

Dela izven zapore:

- odvoz izkopanega materiala z začasnih v stalno deponijo in ureditev dostopov
- ureditev odvodnjavanja ob progi po projektu

- izdelava krilnih zidov za nove objekte
- čiščenje in obnova obstoječih objektov
- dovoz tamponskega in drugega gradbenega materiala na začasne deponije ob progi
- ureditev brežin nasipov
- ureditev nivojskih prehodov
- dela na peronih in postajališčih
- ureditev obvoza za nivojske prehode
- urejanje SV in TK naprav

Pred posamezno zaporo, se izvede pripravljalna dela in pripravi začasne dostopne poti ob progi. Po zapori se dokončajo dela na odvodnjavanju proge, uredi brežine nasipov s humuziranjem, dokončno uredi obstoječe prepuste in objekte (čiščenje raznih naplavin, tlakovanje vtočnih in iztočnih glav). Dela na bočnih peronih postajališč se izvede delno strojno in delno ročno pri rušenju obstoječih peronov in montaži novih peronskih elementov. Izvede se dokončna ureditev nivojskih prehodov – po končni regulaciji se montira tlakovanje iz gume in izvede asfaltiranje. Površine ob progi se vzpostavi v prvotno stanje – način in obseg izvedbe del v dogovoru z lastniki površin. Proga se ustrezno opremi.

8. OPREDELITEV EMISIJ IN ONESNAŽEVAL

Ocenjujemo, da največjo možno nevarnost predstavljajo razlitja mineralnih olj in pogonskih goriv. Za mineralna olja in pogonska goriva v splošnem velja, da v pogojih dobre zračnosti ne predstavljajo večje dolgotrajne obremenitve za okolje.

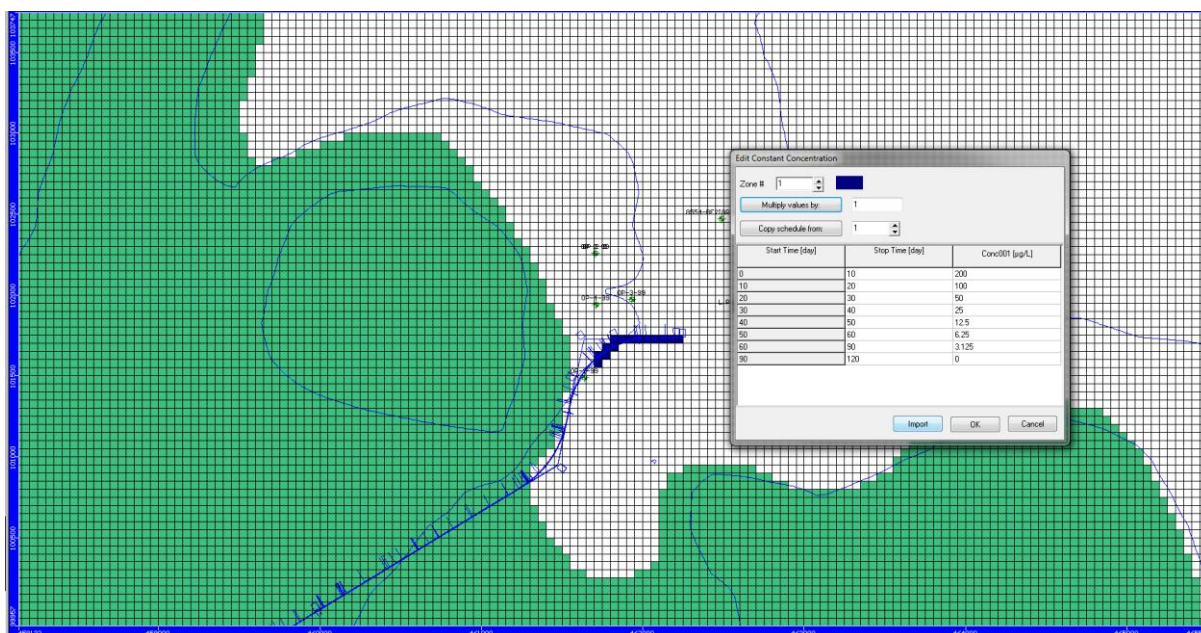
V primeru redukcijskih pogojev pa lahko pričakujemo nastajanje metabolitov značilnih za redukcijsko okolje. Gre za snovi, ki so človeku nevarne in povzročajo zastrupitve, ki imajo lahko tudi trajne posledice. Mineralna olja in pogonska goriva se praktično širijo le po površini podzemne vode in so v njej praktično ne topna. Širjenje zaradi ne mešanja z vodo, v podzemni vodi poteka v obliki polifaznega toka (več fazni tok) (Custodio, 1996 a, 1996b, De Marsily, 1986, Domenico 1997).

V modelu bomo sicer uporabili enofazni transportni model snovi konzervativnega onesnaževala. Tako bomo simulirali prenos snovi, ki je bistveno manj ugoden od opisanega scenarija. Mineralna olja in pogonska goriva se v podzemni vodi zelo počasi premikajo in se zadržujejo predvsem na mestu onesnaženja. V modelu bomo predvideli, da se del njih lahko premeša s podzemno vodo tako, da se mešanica skoraj obnaša kot enofazni tok, posledično bodo doseg, koncentracija in hitrost gibanja onesnaženja večji.

9. OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNIH DOGODKOV

Glede na opisano hidrogeološko situacijo, je podzemna voda, ki se nahaja na Ljubljanskem barju zaščitena pred večjimi onesnaženji s krovniimi slabo prepustnimi jezerskimi in barjanskimi sedimenti. Ocenjujemo, da onesnaženje, ki bi se zgodilo na Barju, bi se najprej zadrževalo na površini in se kasneje izpiralo proti površinskim vodotokom. Tudi, če bi prišlo do prevrtanja krovnih plasti je generalna smer toka na tem delu Barja v smeri severovzhod v smeri t.i. Ljubljanskih vrat.

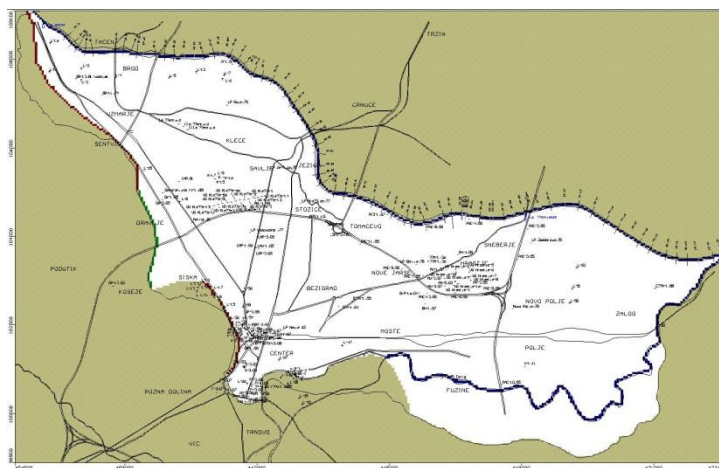
Drugačna pa je slika na Ljubljanskem polju. Kjer v delu med ŽP Tivoli in Ljubljana izdajajo visoko prepustne plasti na površino. Zato smo model širjenja onesnaženja naredili za ta najbolj izpostavljen del. Naš scenarij predvideva onesnaženje podzemne vode z razlitjem 3000 kg enega od prej omenjenega onesnaževal. Za scenarij bomo privezli, da se kmalu po razlitju pojavijo močne padavine, ki onesnaževalo izpirajo v podzemno vodo. Izpiranje poteka tako, da se vse izlitje infiltrira v podzemno vodo v prvih 10 dneh. Ker je najmanjša modelska celica velikosti (d: 50 m x š: 50 m) 2500 m² in znaša njena najmanjša možna debelina na območju posega 20 metrov, je največja možna koncentracija onesnaževala 4×10^{-6} kg/l ali 4 mg/l. Običajno le del izlitja pride do podzemne vode in to v daljšem obdobju. Za naš scenarij ocenjujemo, da bi 50% vse količine do podzemne vode prišlo v 10 dneh. To pomeni, da bi v prvih 10 dneh zaradi razlitja onesnaževala na jugovzhodnem območju posega koncentracija v podzemni vodi v modelski celici ostajala na vrednosti 0,2 mg/l (200 µg/l) po ugotovitvi onesnaženja sledijo ukrepi, ki koncentracijo znižujejo. Tako je 20 dan koncentracija na 0,1 mg/l (100 µg/l), 30 dan na 0,05 mg/l (50 µg/l), 40 dan 0,025 mg/l (25 µg/l), 50 dan 0,0125 mg/l (12,5 µg/l), 60 dan 0,00625 mg/l (6,25 µg/l), 90 dan 0,003125 mg/l (3,125 µg/l) in 120 dan pod mejo določitve (Slika 7). Predpostavili smo, da se onesnaženje dogodi na površini 14 celic (Slika 7, Priloga 2)



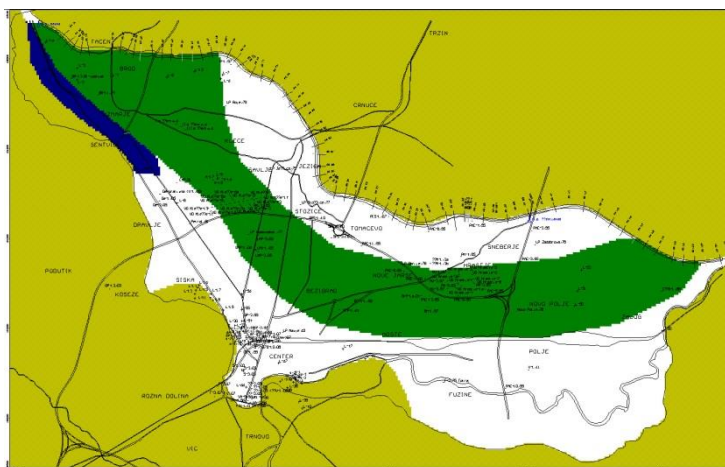
Slika 7: Prikaz vnosa onesnaževala v ModFlow-u v skrajni severno-vzhodni del posega.

Prej opisan scenarij ponazorimo z modelom, najprej rešimo tokovni del problema in na to še transportni. Območje modeliranja, z nizkimi gladinami podzemne vode je prikazano na sliki 4. Geometrija vodonosnika Ljubljanskega polja je v numeričnem modelu predstavljena z razdelitvijo obravnavenga volumna v mrežo 323 x 204 pravokotnih elementov z dolžino stranice 50 m. Umerjen je na hidrodinamične meje (Slika 8, Priloga 1) določene na osnovi konceptualizacije numeričnega modela vodonosnika Ljubljanskega polja (Priloga 1) in izkušenj avtorjev pri modeliranju aluvialnih vodonosnikov.

Ob upoštevanju strukture peščeno prodnatih zasipov je v numeričnem modelu vodonosnik Ljubljanskega polja po vertikali razdeljen v štiri plasti, prikazane z umerjenimi vrednostmi koeficienta prepustnosti na vzdolžnem profilu na sliki 10. Zgornja plast (plast 1) so holocenski zasipi in vrhnja peščeno prodnata plast visoke pleistocenske terase, prikazani na sliki 9 z umerjenimi vrednostmi koeficienta prepustnosti. Plasti 2, 3 in 4 predstavljajo lokalno konglomerirane, peščeno prodnate zasipe iz obdobja srednjega in starejšega pleistocenskega zasipa, z umerjenimi vrednostmi koeficienta prepustnosti, ki so prikazane na slikah 11, 12 in 13.



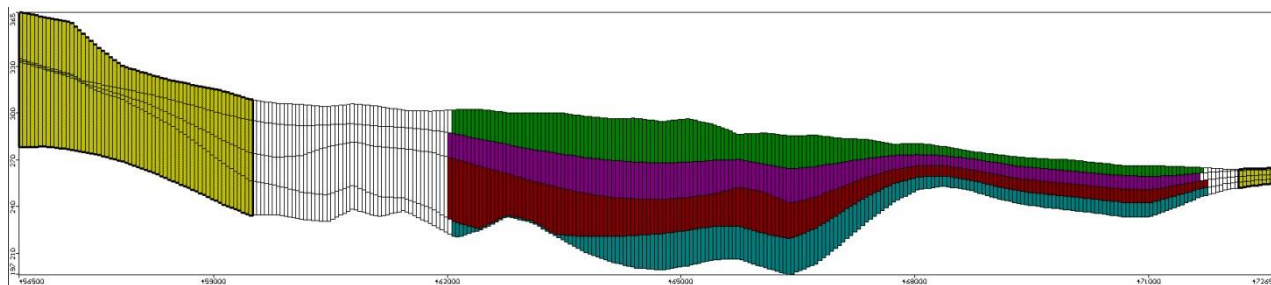
Slika 8: Hidrodinamične meje modela (rdeča – nivojska, modra – reka, zelena – dotoki)



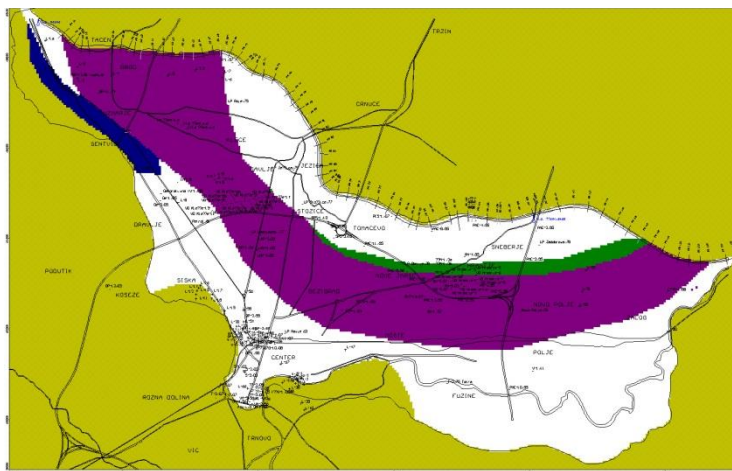
Slika 9: Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za prvo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s

Napajanje iz padavin je predpisano na zgornjo ploskev vodonosnika. Za osnovo kalibracije modela so v numerični model vgrajeni podatki simultane meritve gladin podzemne vode na merskih postajah ARSO, JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o. in Pivovarne Union d.d. (Priloga 1).

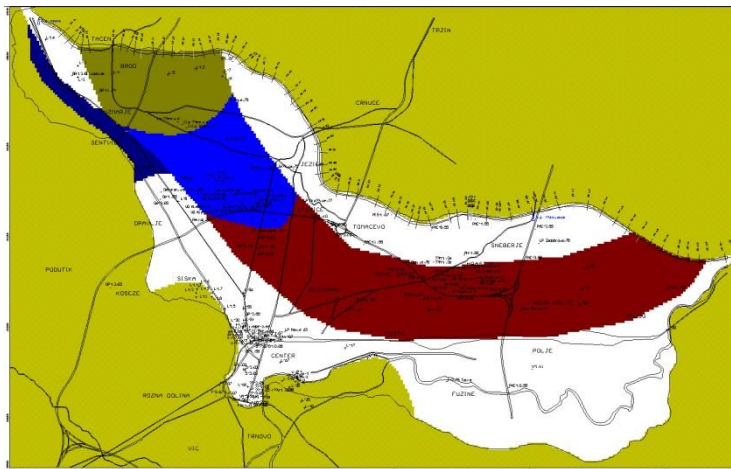
Kot robni pogoji z napajanjem na mejah modela sta, v skladu s konceptualnim modelom vodonosnika Ljubljanskega polja (Priloga 1), na robovih modela postavljeni meji napajanja in reki Sava ter Ljubljanica. Slednji dve sta v model vgrajeni z rečno mejo slika 8 in Priloga 1.



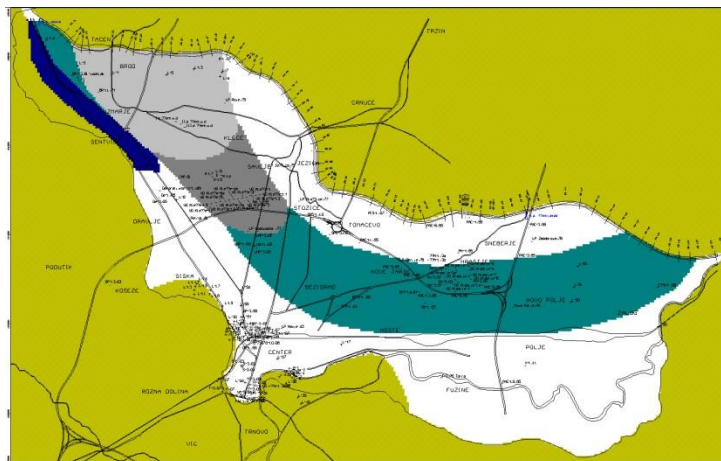
Slika 10: Profil AA' (položaj profila je prikazan na sliki 1) s prikazom 4-ih plasti vodonosnika z umerjenimi vrednostmi koeficienta prepustnosti (k): bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, vijolična $7 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rdeča $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, sivo modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rumena - ni vodonosnika (neprepustna meja)



Slika 11: Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za drugo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k : bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, zelena $6 \cdot 10^{-3}$ m/s, vijolična $7 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s



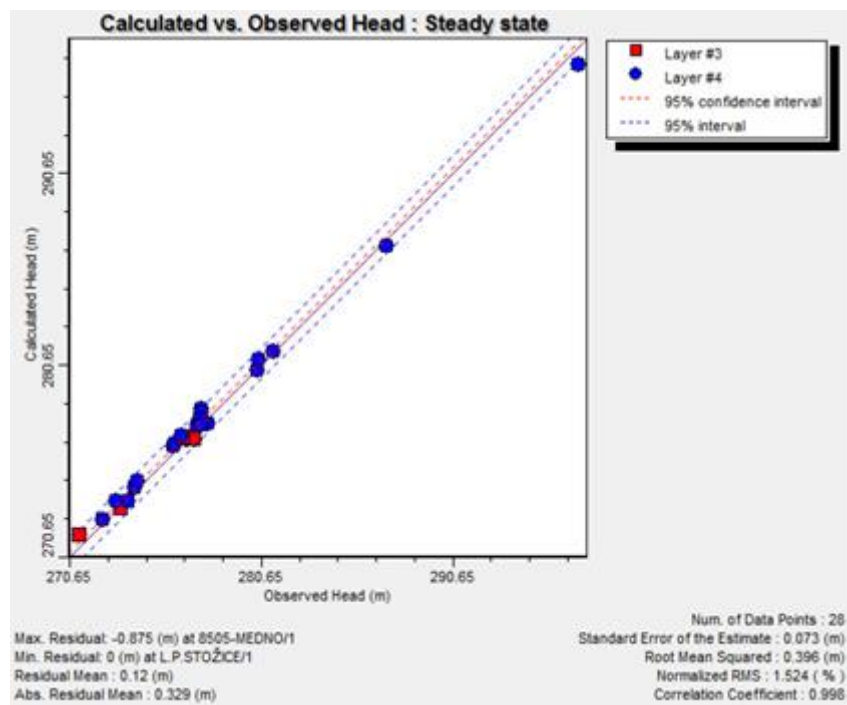
Slika 12: Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti (k) za tretjo plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, olivna $6,2 \cdot 10^{-3}$, svetlo modra $5,2 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno rdeča $4,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s



Slika 13: Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti za četrto plast vodonosnika, umerjene vrednosti k: bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, siva $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno siva $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, zeleno modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s

V prilogi 1 je umeritev numeričnega modela toka podzemne vode vodonosnika Ljubljanskega polja prikazana z gladinami podzemne vode po umeritvi modela z reziduali izračunanih vrednosti piezometrije, ki kaže dober

vpogled v odstopanja izračunanih vrednosti glede na izmerjene vrednosti. Srednji rezidual dosega vrednost 0,099 m, maksimalni residual dosega vrednost – 0,875 m (merilno mesto 8505-Medno), minimalni rezidual 0 m na loakciji mernege mesta L.P. STOŽICE (Priloga 1) – glede na omočeno debelino vodonosne plasti od 20 do 80 m je to dober rezultat. Statistični rezultati umerjanja tokovnega dela so prikazani na sliki 14.



Slika 14: Prikaz prostorske porazdelitve koeficienta prepustnosti za četrto plast vodonosnika, umerjene vrednosti k : bela $2 \cdot 10^{-3}$ m/s, siva $5,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno siva $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s, zeleno modra $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, temno modra $5 \cdot 10^{-3}$ m/s

10. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

Potencialno nevarnost glede emisij predstavljajo predvsem težka grabena mehanizacija, tovorna vozila, kompresorji in razlitje iz cisteren vlakovnih kompozicij. Pri slednjih lahko pride do razlitja nevarnih snovi v okolje. Ocenjujemo, da največjo možno nevarnost razlitja predstavljajo razlitja mineralnih olj, goriv ali jedkih snovi iz vlakovne ali gradbene mahanizacije.

Kljub vsem varnostnim ukrepom predstavljajo nevarnost razlitja nevarnih snovi v okolje zaradi gibanja gradbene mehanizacije in transportnih vozil, kar posledično lahko pripeljejo do nepredvidljivih dogodkov (Npr. nesreče, trki, predrtje rezervarja, ipd.).

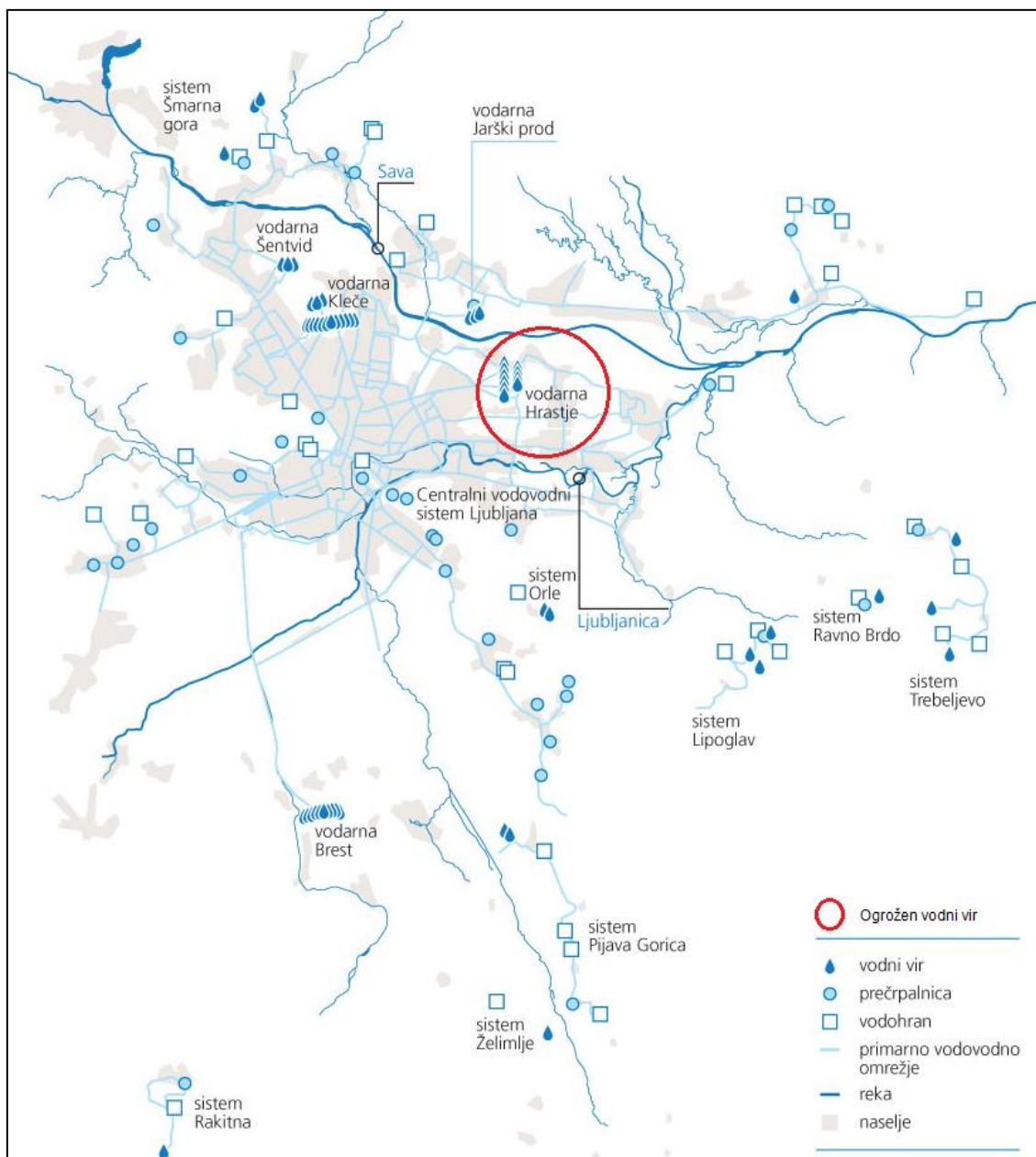
Glede na smer podzemne vode, njeno dinamiko in izračune matematičnega modela na Ljubljanskem polju ni ogrožena nobena vodarna.

Glede na hidrogeološko situacijo predstavlja največjo nevarnost pojav onesnaženja na predelu Ljubljanskega polja, med tem ko je podzemna voda na Ljubljanskem barju relativno dobro zaščitena s slabo prepustnimi vrhnjimi plastmi, ki dosega do debelino več metrov.

Alternativni scenarij, ki predvideva namerno predrtje zapornih plasti na Barju je malo verjeten, pa tudi v takem primeru bi onesnaženje potovalo čez Ljubljanska vrata v Ljubljansko polje.

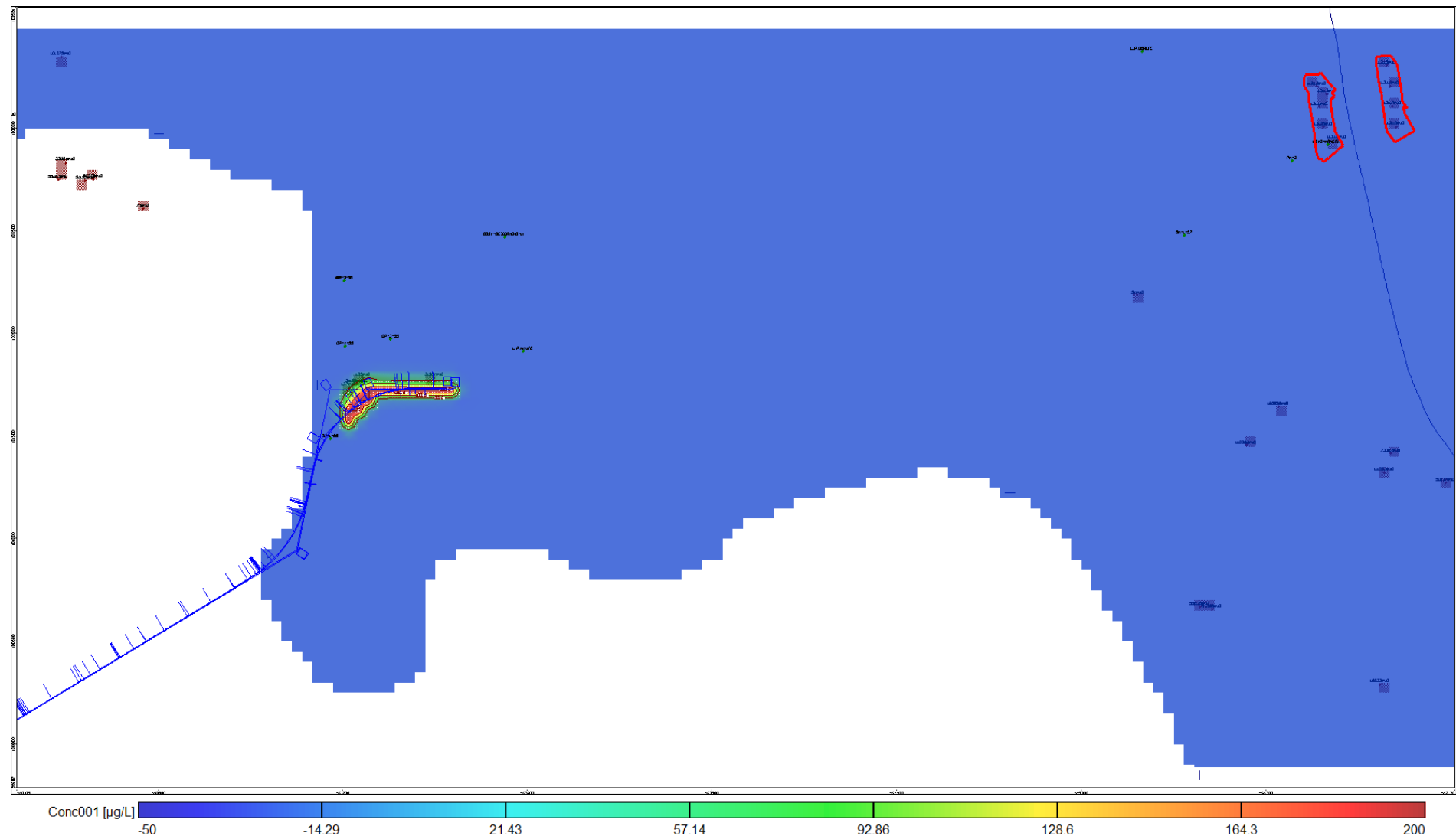
11. OPIS OGROŽENIH VODNIH VIROV Z OCENO RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI

Na osnovi tokovnega modela smo izdelali transportni model. Rezultate transportnega modela podajamo na slikah 16 do 24. Na osnovi tokovnega in transportnega modela je možno zaključiti, da vodni vir v vodarni v Hrastju, v primeru predvidenega onesnaženja ni ogrožen (Slika 15).

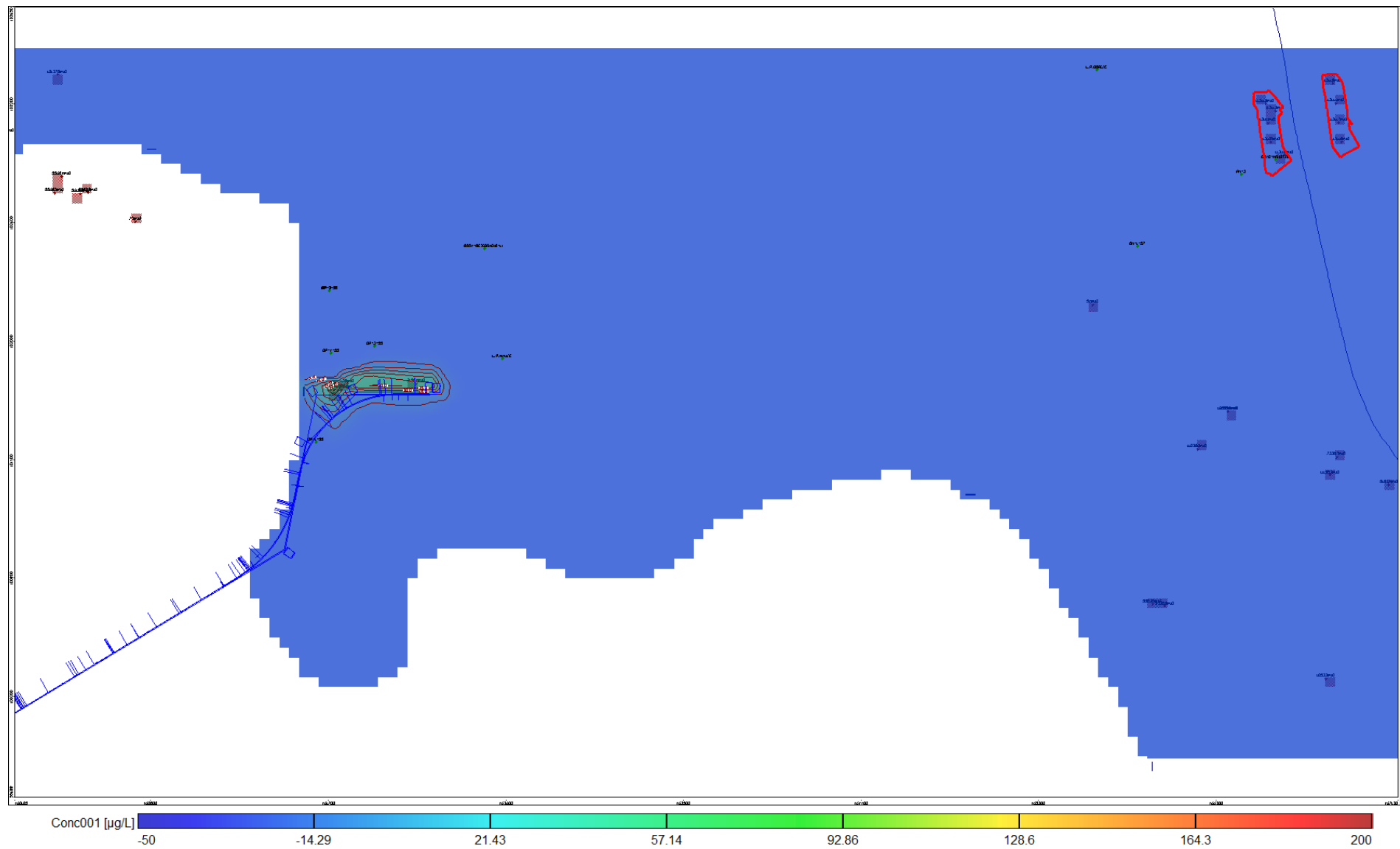


Slika 15: V primeru razlitja nevarnih snovi – pričakovano ogrožen vodni vir v Rdečem (Vir: VO-KA, 2018)

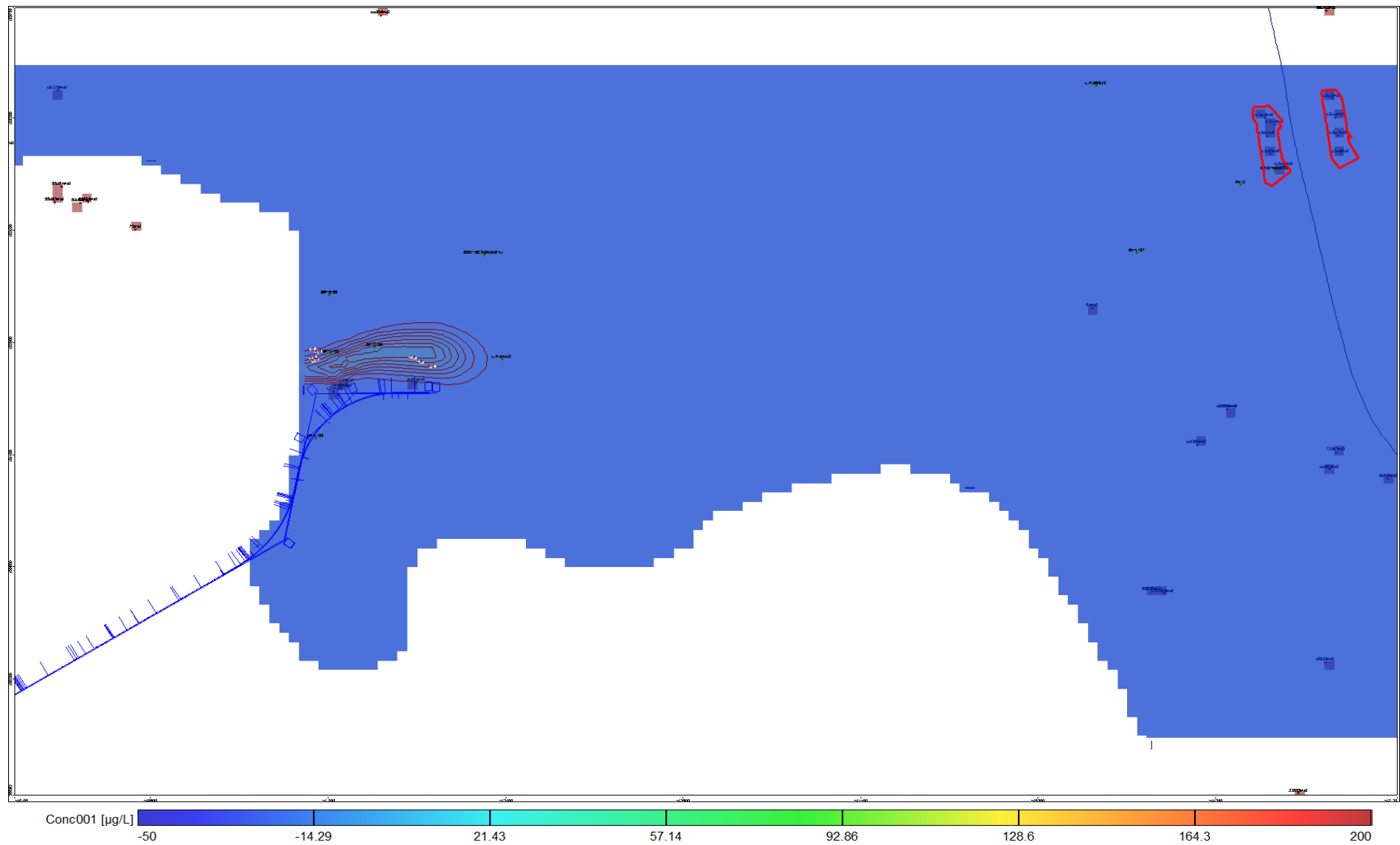
Kot je razvidno v nadaljevanju rezultate napovedi potovanja onesnaženja podajamo na spodnjih slikah, ki prikazujejo koncentracijo in obliko oblaka onesnaženja v različnih časovnih korakih. Na slikah je lepo razvidno kako se oblak onesnaženja s časom razširja v prostor in kako se spreminja koncentracija onesnaženja.



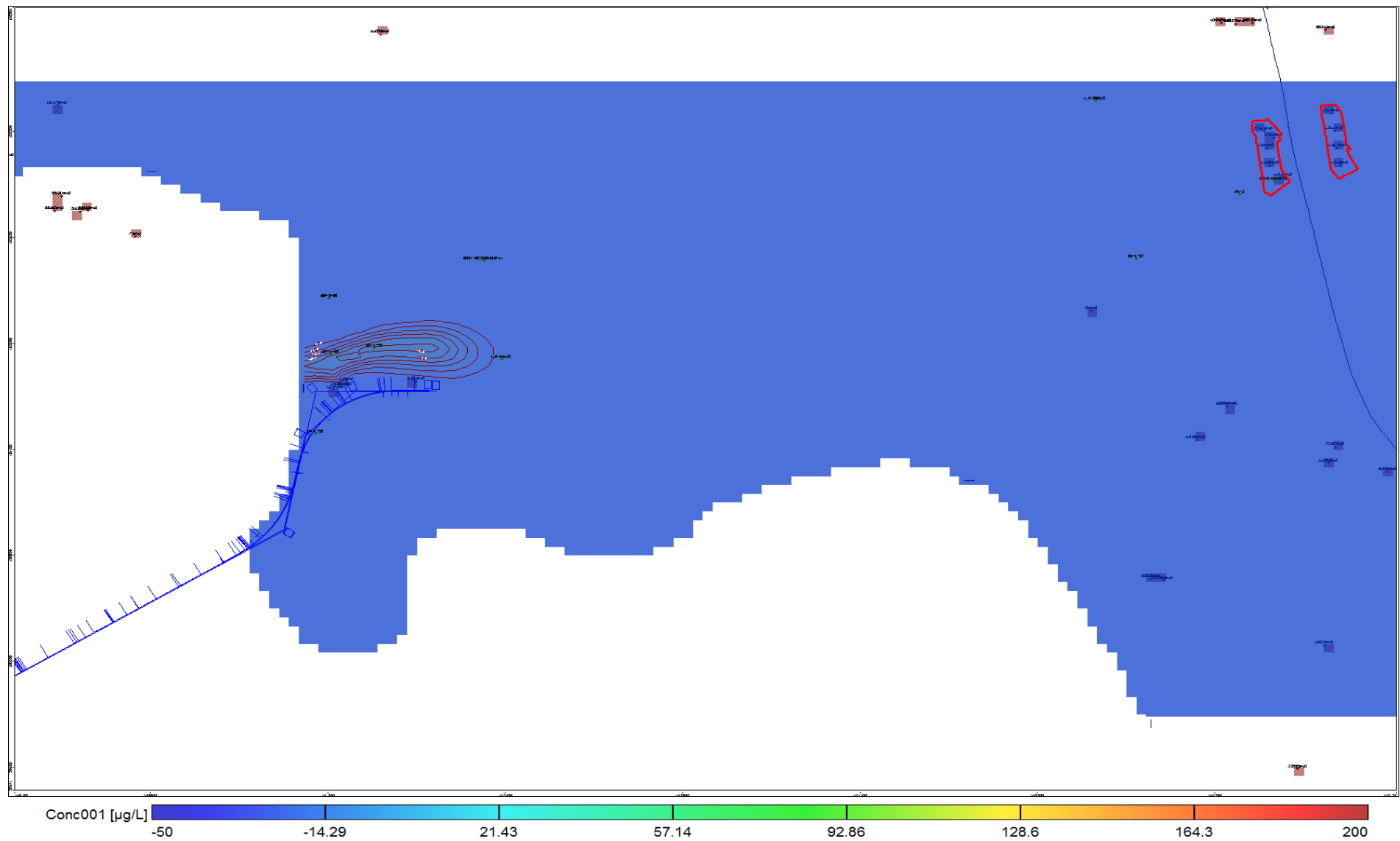
Slika 16: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=10 dni



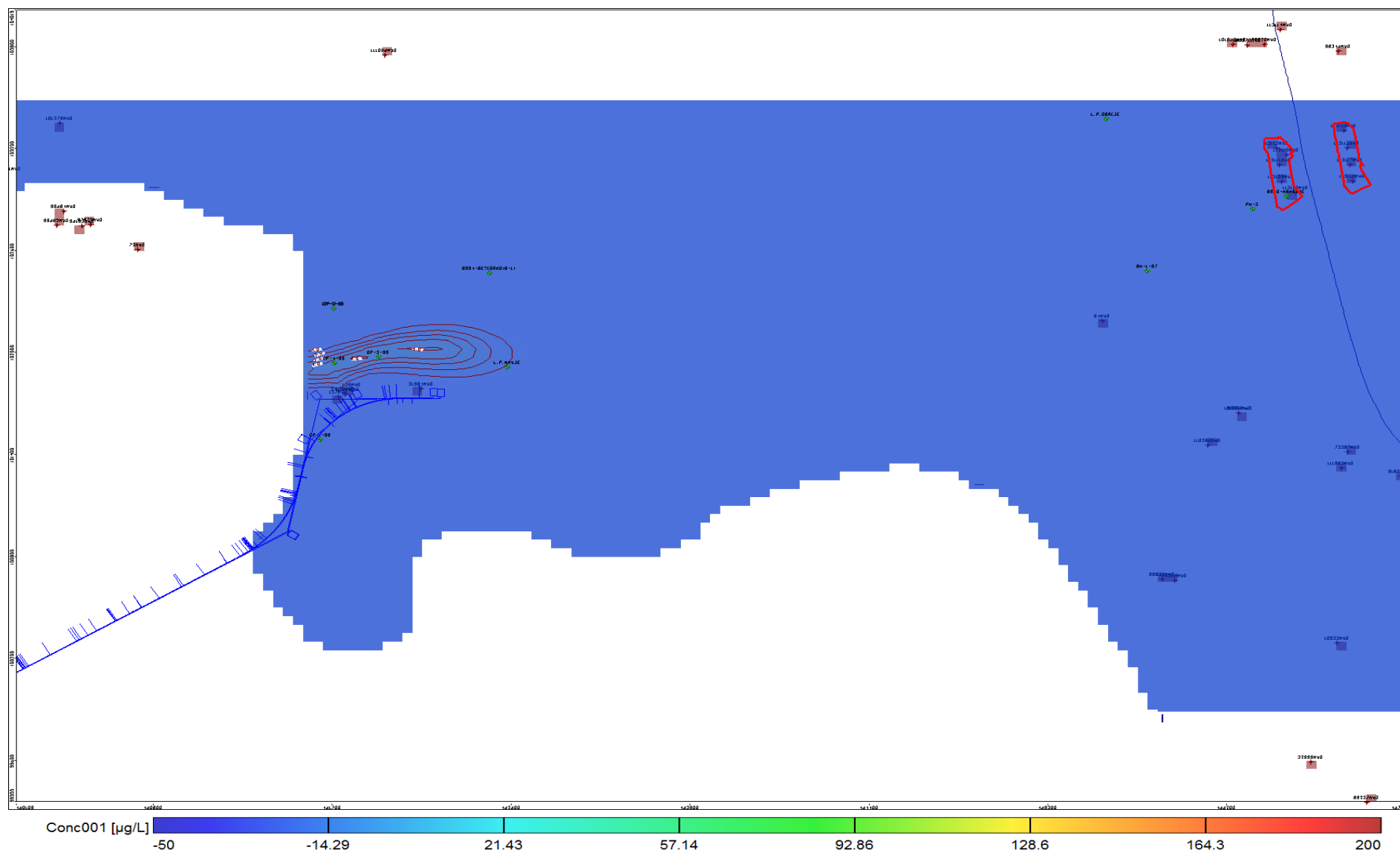
Slika 17: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=60 dni



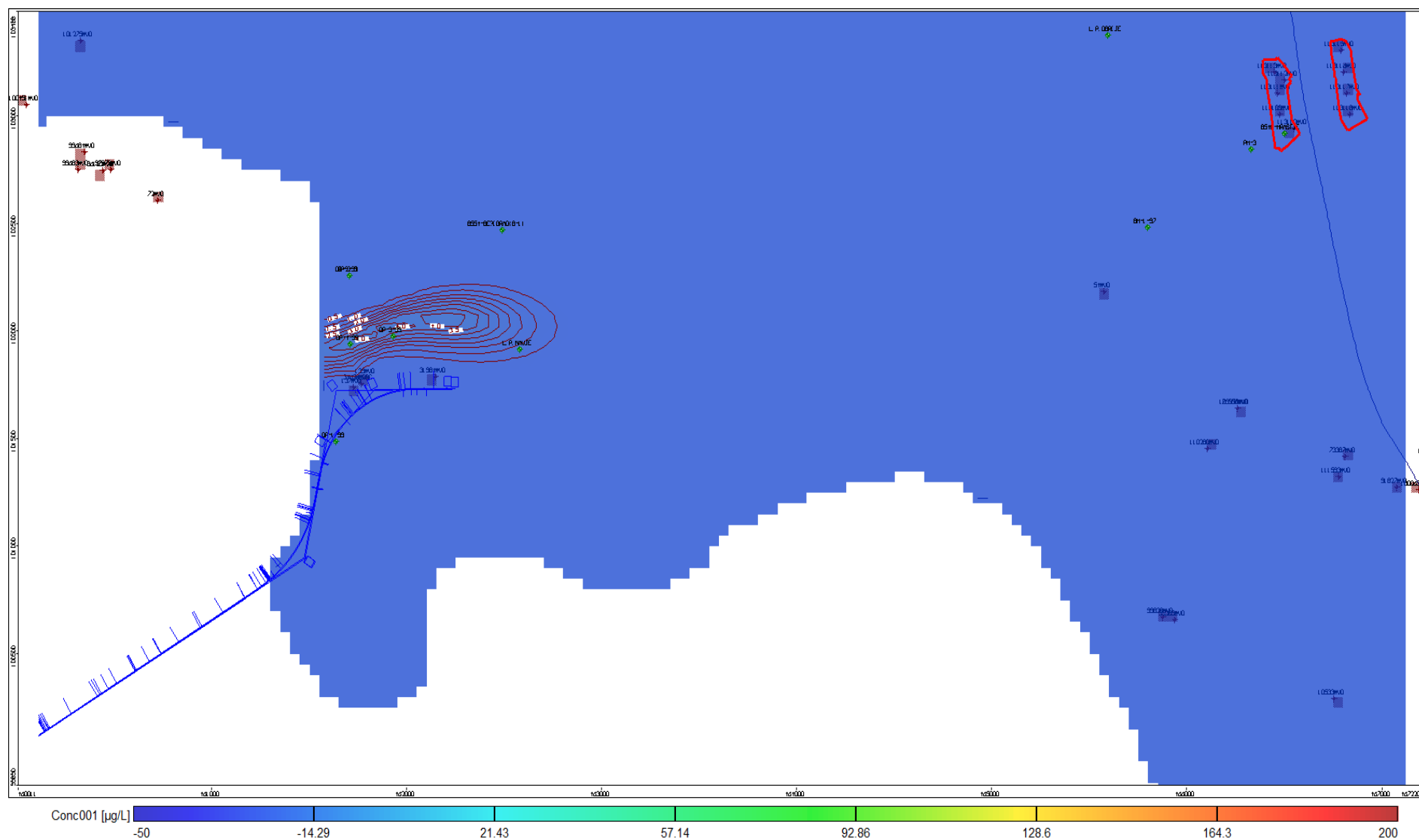
Slika 18: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=365 dni



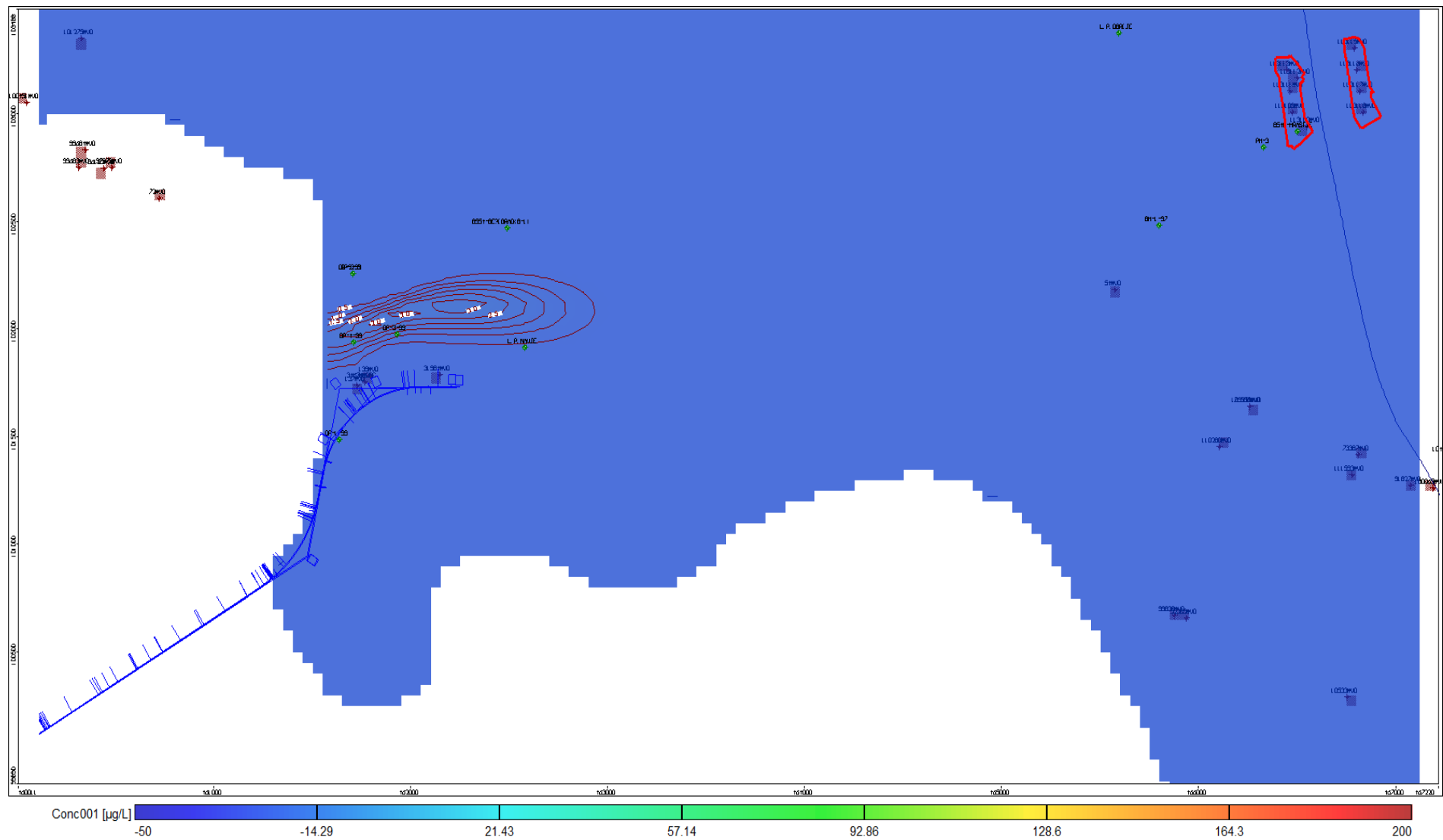
Slika 19: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=500 dni



Slika 20: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=600 dni

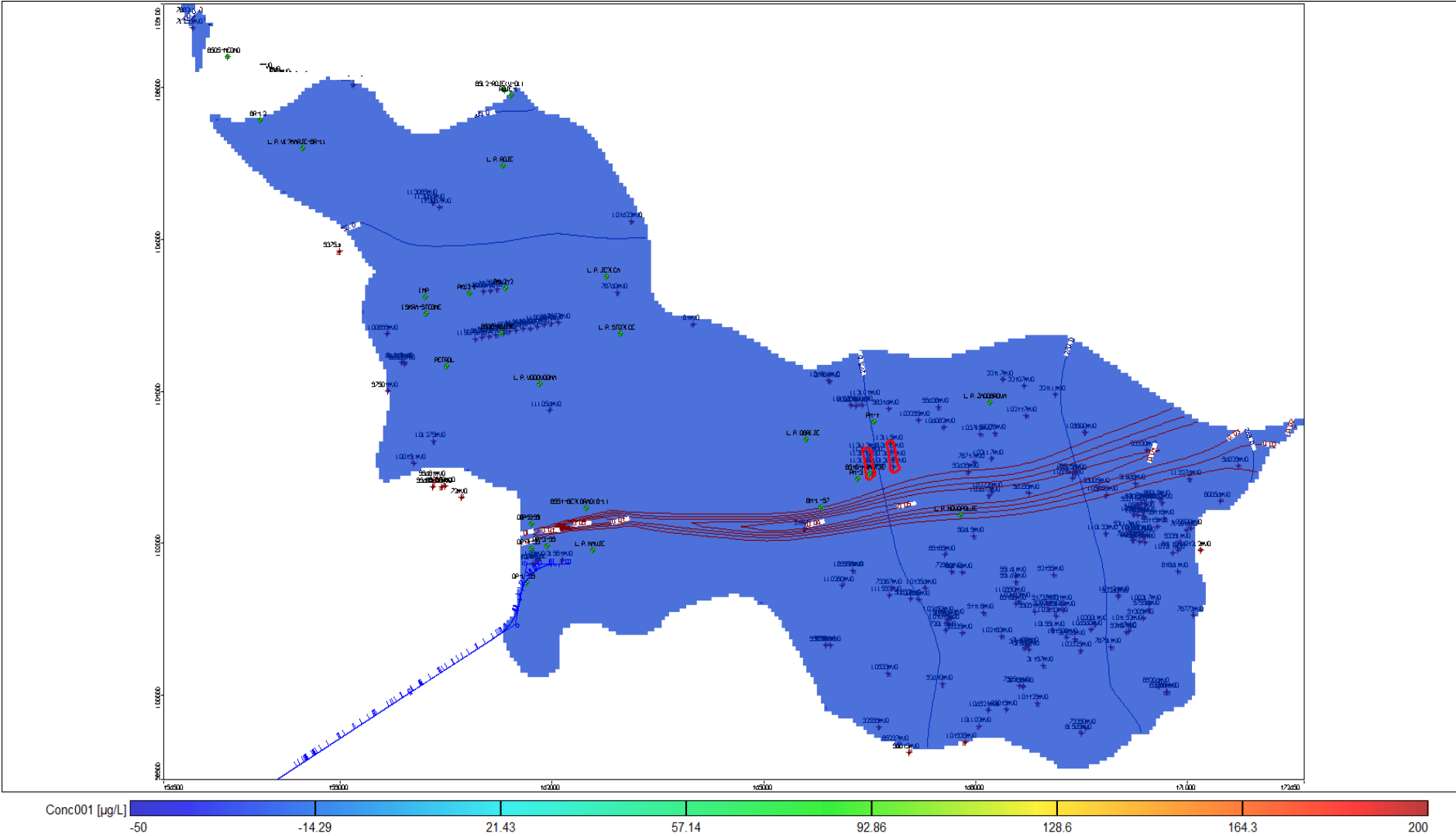


Slika 21: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka $t=730$ dni



Slika 22: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka $t=1.000$ dni

Št. projekta: H/GV-30/2019



Slika 24: Napovedane koncentracije in oblika disperzijskega oblaka t=5.400 dni

Kot je razvidno iz slike 16 se onesnaženje pojavi na mestu razlitja. Na sliki 17 se onesnaženje počasi širi proti vzhodu in hkrati se zaradi razrečenja koncentracija onesnaževala znižuje. Pojav zmanjševanja koncentracij onesnaženja v smeri proti vzhodu spremljamo na slikah od 18 do 23. Onesnaženje nikoli ne doseže vodarne v Hrastju, ki je lahko na smer toka podzemne vode na Ljubljanskem polju edina ogrožena (Slika 24).

Ocenjujemo, da so izračunani vplivi večji od realnih . Razlog je v privzetem scenariju, ki predvideva dobro mešanje podzemne vode z onesnaženjem, ki so dogodi v vsega 10 dneh. Običajno so ti procesi precej daljši in začetne koncentracije manjše (Custodio, 1996a, 1996b, De Marselly, 1985 in Dominico, 1997).

Ker onesnaženje ne doseže nobenega vodnega vira izračun relativne občutljivosti ni potreben.

12. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO

Med gradnjo je nevarnost onesnaženja podzemne vode največja, zato se morajo izvajati zaščitni ukrepi na celotnem območju posega, transportnih poteh in drugih manipulativnih površinah, ki so v povezavi s predvidenimi posegi ob rekonstrukciji železniške proge. Upoštevajo se ukrepi, ki so skladni z omejitvami in prepovedmi na notranjih območjih VVO III A (Ljubljansko polje) in VVO III (Ljubljansko barje). V skladu z omejitvami in prepovedmi so na notranjih območjih dovoljena vzdrževalna dela in investicijska vzdrževalna dela ter vzdrževalna dela v javno korist na železniški infrastrukturi v skladu s predpisi, ki urejajo graditev objektov, in se za izvajanje teh del lahko izda vodno soglasje, če so zagotovljeni zaščitni ukrepi, s katerimi se preprečijo negativni vplivi na stanje površinskih in podzemnih voda.

12.1 PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO

12.1.1 Ukrepi za omilitev vplivov v času gradnje

Med rekonstrukcijo proge se morajo izvajati zaščitni ukrepi na celotnem območju gradbišča, transportnih poteh in drugih manipulativnih površinah, ki so v povezavi s predvidenimi posegi. Dela morajo biti količinsko in časovno opredeljena v terminskem planu izvedbe del. Terminski plan mora vsebovati načrte organizacije gradbišča vzdolž trase, ureditev dostopnih poti, komunalno ureditev gradbišča, ureditev parkirišč za mehanizacijo z urejenimi prostori za dolivanje goriva ter popravila in tekoče vzdrževanje gradbene mehanizacije.

12.1.2 Splošni ukrepi

V času rekonstrukcije mora potekati hidrogeološki nadzor za spremljanje gradnje (v primeru nočnega dela tudi v nočnem času). Med drugim mora nadzor preverjati skladnost materialov, certifikate za uporabo materialov v vodovarstvenih območjih, seznime nevarnih snovi itd.

12.1.3 Ukrepi glede uporabe materialov

Vgradnja gradbenih odpadkov:

- Uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo je na celotnem gradbišču prepovedana.
- Pri vgradnji betona mora biti iz priloženih certifikatov razvidno, da bodo uporabljeni takšni dodatki in druge sestavine, ki ne povzročajo izluževanja nevarnih snovi za vodno okolje in zdravje ljudi.
- V zemeljske nasipe in tampere se ne sme vgrajevati materialov, iz katerih bi se lahko izprale ali izlužile snovi, ki bi onesnažile podzemno vodo, kar mora biti razvidno iz certifikatov. Obvezno je tudi redno preverjanje sprejemljivosti materialov za vgradnjo.

- Izvajalec mora imeti na delovišču seznam vseh snovi in nevarnih snovi, ki se lahko razlijejo v tla in povzročijo onesnaženje podzemne vode. Za vse toksične snovi morajo biti na gradbišču na razpolago varnostni listi in podatki o toksičnosti.
- Pri izdelavi bitumenske emulzije je dovoljena večinska uporaba bio-razgradljivih emulgatorjev. Vsebnost bio-nerazgradljivih emulgatorjev mora biti manjša od 0,2%.

12.1.4 Ukrepi, ki se nanašajo na aktivnosti na gradbišču

- Gradbišče mora biti organizirano tako, da je verjetnost onesnaženja podzemne vode zmanjšana na najmanjšo možno mero.
- Odlagališča gradbenih materialov, parkirišča delovnih strojev, tovornih vozil in pretakališča goriv morajo biti urejena tako, da iztekanje odpadnih voda in nevarnih snovi v tla ne bo mogoče. Predvideni morajo biti tehnični ukrepi za preprečitev razlivanja tudi iz mirujočih vozil.
- Začasno odloženi gradbeni material bo moral biti prekrit s folijo, ki bo preprečevala stik s padavinsko vodo in posledično izpiranje snovi.
- Oskrba gradbenih strojev z gorivom in mazivi se lahko izvaja na prostoru, ki mora biti urejen tako, da onesnaženje tal in podzemne vode ni možno (ustrezno tesnjenje). Predvideni morajo biti tehnični ukrepi za preprečitev razlivanja tudi iz mirujočih vozil.
- Začasna skladišča nevarnih snovi so na gradbišču prepovedana.
- Na gradbišču se sme uporabljati le brezhibna gradbena mehanizacija, ki mora biti, kjer je to mogoče, opremljena z lovilci olj in nevtralizacijskim sredstvom. V primeru okvare je potrebno mehanizacijo nemudoma odstraniti iz območja gradbišča.
- Redno se mora preverjati puščanja motornih olj, maziv ipd. na gradbenih vozilih in napravah.
- V primeru iztekanja goriv in maziv ali druge nevarne snovi je potrebno takoj uporabiti nevtralizacijsko sredstvo in onesnaženo zemlino takoj odstraniti skladno z določbami Uredbe o ravnanju z odpadki (Uradni list RS, št. 34/08 in 103/11) ter jo predati pooblaščeni organizaciji za ravnanje s tovrstnimi odpadki.
- Izvajalci, nadzorno osebje, delavci in vsi, ki prihajajo in se zadržujejo na območju gradnje, morajo biti seznanjeni z ukrepi varstva podzemne vode.
- Dovoljena je le uporaba kemijskih stranišč, razen v primeru, ko je odvajanje urejeno v javno kanalizacijo.
- Za potrebe odstranjevanja nevarnih odpadkov (npr. uporabljeno olje, emulzije, vsebina, filtri lovilcev olj...) bodo na gradbišču prisotni posebni kontejnerji. Odpadki se dnevno odvažajo izven vodovarstvenega območja.
- Vsa območja posegov v tla morajo biti opredeljena pred začetkom del. Izvajajo se lahko le pod stalnim nadzorom vodje gradbišča in dežurnega hidrogeologa.
- Telekomunikacijski jaški bodo prekriti z litoželeznimi pokrovi in bodo izvedeni vodotesno.
- Ne sme se izgubiti tesnilna funkcionalnost temeljnih tal železniške proge, ki preprečuje transport snovi v podzemno vodo. V primeru večjih, nepredvidenih poškodb le-teh je potreben takojšen pregled

hidrogeologa, ki popiše izkopen material. Podana mora biti ocena morebitnega onesnaženja ob poškodbi ter predlog sanacije.

- V primeru gradbišča večjega od 1 hektarja, se mora izvajati etapna gradnja, pri čemer se največja dovoljena površina gradbišča brez izvedenih tesnilnih sistemov za zaščito podzemne vode z dokazanim 100 odstotnim tesnjenjem določi za vsak odsek etapne gradnje posebej (Velja samo na VVO III a – Ljubljansko polje).

12.1.5 Ukrepi v primeru izrednih dogodkov

- V času gradnje mora biti organizirana intervencijska skupina, ki mora imeti navodila o postopku v primeru izlitja nevarne snovi in mora biti dosegljiva 24 ur na dan.
- Za primer nepredvidenih dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z naftnimi derivati (z gorivom ali oljem iz gradbenih strojev ali transportnih vozil) ali kakšnimi drugimi vodi nevarnimi snovmi, mora biti pripravljen poslovnik (pravilnik, načrt ravnanja v izrednih razmerah). Poslovnik mora biti usklajen s HACCP načrtom upravljavca vodnega vira. Poslovnik mora zajemati tudi morebitne spremembe režima črpanja v primeru razlitja glede na vrsto onesnaževala (v vodi topne ali netopne snovi).
- Poslovnik mora vsebovati vse relevantne telefonske številke. V poslovniku morajo biti predvideni vsaj naslednji ukrepi:
 - Mesto nesreče ustrezno zavarovati in označiti.
 - Po možnosti takoj odstraniti vso kontaminirano zemljino.
 - Preprečiti nastanek požara.
 - V primeru požara ni priporočljivo gasiti z vodo, pač pa s prahom ali peno.
 - Mesto razlitja posipati z absorbentom.
 - Glede na značilnosti absorbne snovi (ko je zasičena, spremeni barvo) absorbno snov odstraniti tako, da se s tem ne onesnaži okolja.
 - V primeru razlitja nevarne snovi je potrebno absorbent posipati na debelo po robovih razlitja, da se prepreči širjenje madeža.
 - O nesreči je potrebno obvestiti center za obveščanje, upravljavca vodnega vira in nadzor gradnje.
 - Izvajalec mora nemudoma izkopati onesnaženo zemljino ter jo odpeljati izven vodovarstvenega območja (na odlagališče nevarnih odpadkov, ali začasno na utrjeno in pokrito površino) in skladno s *Pravilnikom o ravnanju z odpadki* (Ur.l.RS, št.84/98, 45/00, 20/01, 13/03, 41/04-ZVO-1 in 34/08).
- Ob morebitnem prodoru goriva, maziva ali drugih snovi, ki je z absorpcijo in izkopom na območju aluvialnega vodonosnika ni bilo v celoti možno odstraniti, je potrebno ugotoviti, kakšna količina onesnaževala je bila izgubljena.

- Pooblaščen laboratorij in hidrogeološki nadzor ob tem pripravita program nadaljnjega spremljanja stanja za ugotovitev morebitnega prodora onesnaženja v črpališče na ciljne parametre, ki bi lahko bili posledica onesnaženja.
- Hkrati je potrebno odvzeti vzorec tal in opraviti analizo onesnažene zemljine, tako da se zagotovi sledljivost dejanskega onesnaženja od izvora do izvira.
- Ves čas gradnje mora biti na gradbišču prisotna oprema za nevtralizacijo. Količina in mesto opreme morata biti določena v odvisnosti od količine snovi, ki lahko povzroči onesnaženje ter upoštevajoč občutljivost obravnavane lokacije in ranljivost vodonosnika.

12.2 UKREPI ZA OMILITEV VPLIVOV V ČASU OBRATOVANJA

- Celotna površina temeljnih tal železniške proge dna nasipa mora biti 100% vodotesna. Ob tem je potrebno poskrbeti, da ne prihaja do zastajanja odpadnih vod (VVO III A)
- Če imajo temeljna tla železniškega telesa prepustnost, višjo od 5×10^{-7} m/s, morajo biti od površine vodonosnika ločena s tesnilnimi sistemi, za katere je dokazana 100 % vodotesnost (VVO III).
- Vode iz železniške proge se morajo odvajati ločeno po vodotesni kanalizaciji na čistilno napravo.
- Zaledne vode se lahko z vodo, ki priteka z železniške proge, mešajo, če se odvajajo po ločeni vodotesni kanalizaciji in morajo biti v tem primeru skupaj odvedene na čistilno napravo.
- Čiste zaledne vode se lahko ponikajo.
- Za primere razlitja nevarnih snovi mora biti izdelan poslovnik. O razlitju mora biti takoj obveščen tudi upravljavec vodnih virov.
- Za tretiranje plevela na obcestnih površinah se smejo uporabljati le pesticidi, ki so dovoljeni za rabo na vodovarstvenih območjih (Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011)).
- Sredstva za preprečevanje zmrzali se morajo uporabljati nadzorovano in v količinah, ki so še učinkovite, pa kljub temu ne povzročajo prekomernih emisij v podzemno vodo.

12.3 UKREPI V PRIMERU IZREDNIH DOGODKOV

- V primeru nesreče z razlitjem nevarne snovi je zelo pomembno hitro in učinkovito ukrepanje. V zelo prepustnih kamninah lahko onesnaževalo ponikne in odteče v nekaj minutah do zveznega nivoja podzemne vode.
- V času gradnje mora biti organizirana intervencijska skupina, ki mora imeti navodila o postopku v primeru izlitja nevarne snovi in mora biti dosegljiva 24 ur na dan.

- Za primer nepredvidenih dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z naftnimi derivati (z gorivom ali oljem iz gradbenih strojev ali transportnih vozil) ali kakšnimi drugimi vodi nevarnimi snovmi, mora biti pripravljen poslovnik (pravilnik, načrt ravnanja v izrednih razmerah). Poslovnik mora biti usklajen s HACCP načrtom upravljavca vodnega vira. Poslovnik mora zajemati tudi morebitne spremembe režima črpanja v primeru razlitja glede na vrsto onesnaževala (v vodi topne ali netopne snovi).
- Poslovnik mora vsebovati vse relevantne telefonske številke. V poslovniku morajo biti predvideni vsaj naslednji ukrepi:
 - Mesto nesreče ustrezno zavarovati in označiti.
 - Po možnosti takoj odstraniti vso kontaminirano zemljino.
 - Preprečiti nastanek požara.
 - V primeru požara ni priporočljivo gasiti z vodo, pač pa s prahom ali peno.
 - Mesto razlitja posipati z absorbentom.
 - Glede na značilnosti absorbne snovi (ko je zasičena, spremeni barvo) absorbno snov odstraniti tako, da se s tem ne onesnaži okolja.
 - V primeru razlitja nevarne snovi je potrebno absorbent posipati na debelo po robovih razlitja, da se prepreči širjenje madeža.
 - O nesreči je potrebno obvestiti center za obveščanje, upravljavca vodnega vira in nadzor gradnje.
 - Izvajalec mora nemudoma izkopati onesnaženo zemljino ter jo odpeljati izven vodovarstvenega območja (na odlagališče nevarnih odpadkov, ali začasno na utrjeno in pokrito površino) in skladno s *Pravilnikom o ravnanju z odpadki* (Ur.l.RS, št.84/98, 45/00, 20/01, 13/03, 41/04-ZVO-1 in 34/08).
- Ob morebitnem prodoru goriva, maziva ali drugih snovi, ki je z absorpcijo in izkopom na območju aluvialnega vodonosnika ni bilo v celoti možno odstraniti, je potrebno ugotoviti, kakšna količina onesnaževala je bila izgubljena.
- Pooblaščen laboratorij in hidrogeološki nadzor ob tem pripravita program nadaljnjega spremljanja stanja za ugotovitev morebitnega prodora onesnaženja v črpališče na ciljane parametre, ki bi lahko bili posledica onesnaženja.
- Hkrati je potrebno odvzeti vzorec tal in opraviti analizo onesnažene zemljine, tako da se zagotovi sledljivost dejanskega onesnaženja od izvora do izvira.
- Ves čas gradnje mora biti na gradbišču prisotna oprema za nevtralizacijo. Količina in mesto opreme morata biti določena v odvisnosti od količine snovi, ki lahko povzroči onesnaženje ter upoštevajoč občutljivost obravnavane lokacije in ranljivost vodonosnika.

13. MONITORING

Za kontrolo kakovosti podzemne vode, predlagamo, da se v času gradnje in obratovanja uporabi piezometer L.P. Navje. Pred uporabo je treba piezometer preveriti in ovrednotiti njegovo tehnično stanje ter se dogovoriti z lastnikom (JP VO-KA Ljubljana).

Koordinate L.P. Navje so (Priloga 2):

y = 462.581,00

x = 101.913,80

Glede na možno onesnaženja predlagamo, da se v piezometru izvaja aktivni monitoring. Izvajajo naj se zvezne urne meritve gladin, temperature in prevodnosti podzemne vode. Te naj se ovrednotijo enkrat na leto in vključijo v letno poročilo o monitoringu podzemne vode. Čas monitoringa naj bo do 5 let po izvedbi posega.

Predlagamo naslednje kemijske analize, ki naj se izvedejo 2 x na letno za celotno obdobje monitoringa:

- specifično električno prevodnost,
- pH,
- oksidacijsko-redukcijski potencial,
- vsebnost kisika in nasičenost s kisikom ter
- temperature vzorčene vode iz vrtine
- celotni organski ogljik (TOC)
- AOX
- mineralna olja
- alifatski ogljikovodiki
- pesticidi s poudarkom na herbicidih

14. POVZETEK IN SKLEPNA OCENA

- Investitor RS Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo, Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana namerava na medpostajnem odseku Ljubljana-Brezovica izvesti rekonstrukcijo proge. Namen rekonstrukcije proge je maksimalno možno povečanje hitrosti pri čemer mora trasa proge potekati v okviru obstoječega koridorja in zemljišč RS.
- Območje posega se nahaja na VVO III in VVO IIIA.
- V skladu z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, Ur.l. RS, 43/2015 in Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13), so na notranjih območjih dovoljena vzdrževalna dela in investicijska vzdrževalna dela ter vzdrževalna dela v javno korist na železniški infrastrukturi v skladu s predpisi, ki urejajo graditev objektov, in se za izvajanje teh del lahko izda vodno soglasje, če so zagotovljeni zaščitni ukrepi, s katerimi se preprečijo negativni vplivi na stanje površinskih in podzemnih voda.
- Smer toka podzemne vode je od mesta posega proti severovzhodu v smeri Ljubljanskega polja, od tu dalje pa vzporedno z Ljubljanico proti Savi.
- Ocenjujemo, da onesnaženje, ki bi se zgodilo na Barju (VVO III), bi se najprej zadrževalo na površini in se kasneje izpiralo proti površinskim vodotokom. Tudi, če bi prišlo do prevrtanja krovnih plasti je generalna smer toka na tem delu Barja v smeri severovzhod v smeri t.i. Ljubljanskih vrat.
- Na območju posega so hitrosti podzemne vode nekaj metrov na dan.
- Debelina zaščitene cone na območju VVO III je sestavljena iz nekaj metrov glin in predstavlja dobro zaščito spodaj ležečih vodonosnih plasti.
- Na območju VVO III a poteka del trase čez območje brez zaščite, zato smo modelirali prenos snovi na tem delu.
- Prepustnosti vodonosnih sedimentov so med 10^{-3} m/s do 10^{-2} m/s, zapornih glin pa pod 10^{-8} m/s.
- Potencialno nevarnost glede emisij predstavljajo predvsem grabena mehanizacija, tovorna vozila, kompresorji v času gradnje in vlakovne kompozicije, ki prevažajo tekoče tovore v času obratovanja. Pri slednjih lahko pride do razlitja nevarnih snovi v okolje. Ocenjujemo, da največjo možno nevarnost razlitja predstavljajo razlitja mineralnih olj, goriv in jedkih snovi.
- Glede na smer podzemne vode in izračune matematičnega modela je v primeru posega in morebitnem izlitju mineralnih olj in goriv je lahko ogrožena le vodarna Hrastje, za katero pa lahko na osnovi osnovni modelskih izračunov ugotovimo, da ni ogrožena.
- Večja razlitja, so sicer možna, npr. kot posledica terorističnih in drugih namernih škodljivih dejanj, a je njihova verjetnost manjša od 10^{-5} dogodka na leto. Zato jih v analizi ne obravnavamo.
- Relativna občutljivosti ni bilo treba določiti, ker onesnaženje ne doseže nobenega vodnega vira.

- Za zmanjšanje vplivov mogočih onesnaženj so predvideni ukrepi v skladu z obema uredbama, ki jih bo moral izvajalec del v času gradnje upoštevati in ukrepi, ki jih bo moral upoštevati lastnik infrastrukture med obratovanjem.

SKLEP:

Ker onesnaženje ne doseže vodnega vira se ob upoštevanju ukrepov za zaščito in ob izvajanju monitoringa poseg odobri.

15. LITERATURA

ARSO: Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Ocena kemijskega stanja podzemne vode v Sloveniji v letu 2015, Ljubljana, 2015

Custodio, E. & Illamas, M. (1996a): Hidrogeologia subterranea - Segunda edicion - Tomo I. Ediciones Omega, S.A. – Plato, Barcelona-6, 0 - 1164 str.

Custodio, E. & Illamas, M. (1996b): Hidrogeologia subterranea - Segunda edicion - Tomo II. Ediciones Omega, S.A. – Plato, Barcelona-6, 1164 - 2350 str.

De Marsily, G. (1986): Quantitative Hydrogeology – Groundwater hydrology for Engineers. Academic press, Inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, San Diego, 440 str.

Domenico, P., A. & Schwartz, F., W., 1997: Physical and Chemical Hydrogeology, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Drobne, F. & Tovornik, S., 1961, Obvestilo o raziskavah geoloških pogojev za gradnje na območju Ljubljane. Geologija 7, 269-275, Ljubljana.

NLZOH (NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO): Monitoring podzemne vode in površinskih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za obdobje november 2015 – april 2018, Poročilo za obdobje november 2015 – april 2016 (I. vmesno poročilo); Ljubljana

NLZOH (NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO): Monitoring podzemne vode in površinskih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za obdobje maj 2017 – april 2017, Poročilo za obdobje maj 2017 – september 2017 (IV. vmesno poročilo); Ljubljana

MENCEJ, Z., 1988/89, Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja, Geologija 31, 32, 517-553, Ljubljana.

PREMRU, U., Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100 000, Tolmač lista Ljubljana: L 33- 66. Beograd, zvezni geološki zavod, 1983

PREMELIČ, M., 2005: Strokovna podlaga predlaganega krajinskega parka ljubljansko barje, Diplomsko delo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana

ZZVMB (ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR): Monitoring podzemne vode in površinskih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za obdobje julij 2008 - julij 2010, zaključno poročilo, MARIBOR, avgust 2010

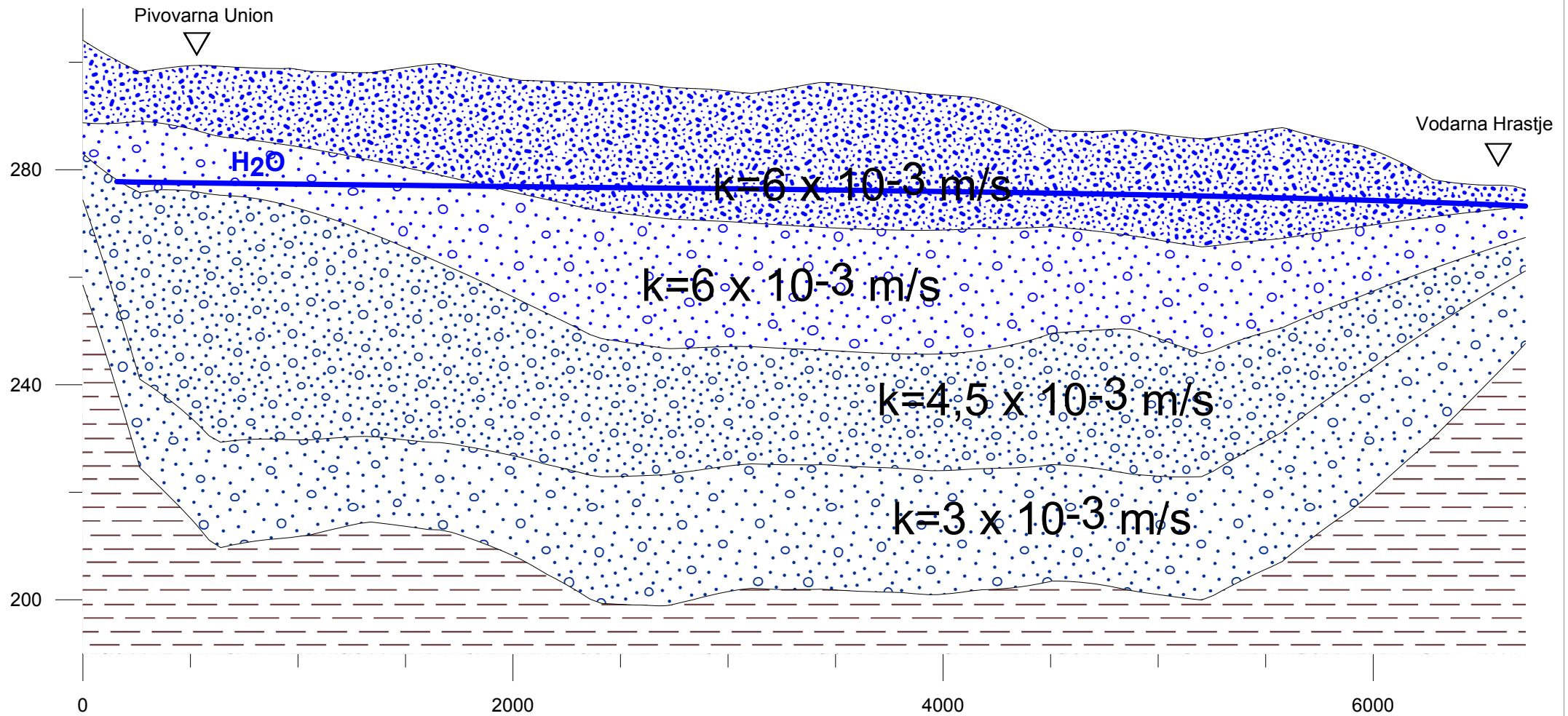
JAN, A., TRDIN, I., 2018: Elaborat demenzioniranja vk, 9/03, elaborat, Št. Projekta 18_757; PZI – v recenzijo, Ljubljana, oktober 2018

Uradni list RS, Številka 43/2015 z dne 19.06.2015: 1813, Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, stran 4751, dostopno na svetovnem spletu: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2015-01-1813?sop=2015-01-1813>

VO-KA, JP VODOVOD-KANALIZACIJA LJUBLJANA, Oskrba s pitno vodo, dostopno na svetovnem spletu: http://www.vo-ka.si/sites/www.jhl.si/files/zemljevid_vodovod.jpg, Ljubljana 2018

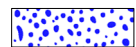
ŽLEBNIK, L., 1969, Poročilo o hidrogeoloških razmerah v zahodnem in osrednjem delu Ljubljanskega barja. Tipkano poročilo. Arhiv Geol. zavod, Ljubljana.

PROFIL A-A'

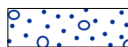


LEGENDA

PRILOGA 3



Holocenski peski in prodi



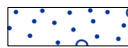
Star. Pleistocenski prodi in konglo.



PC skrilavci (aquicludes)

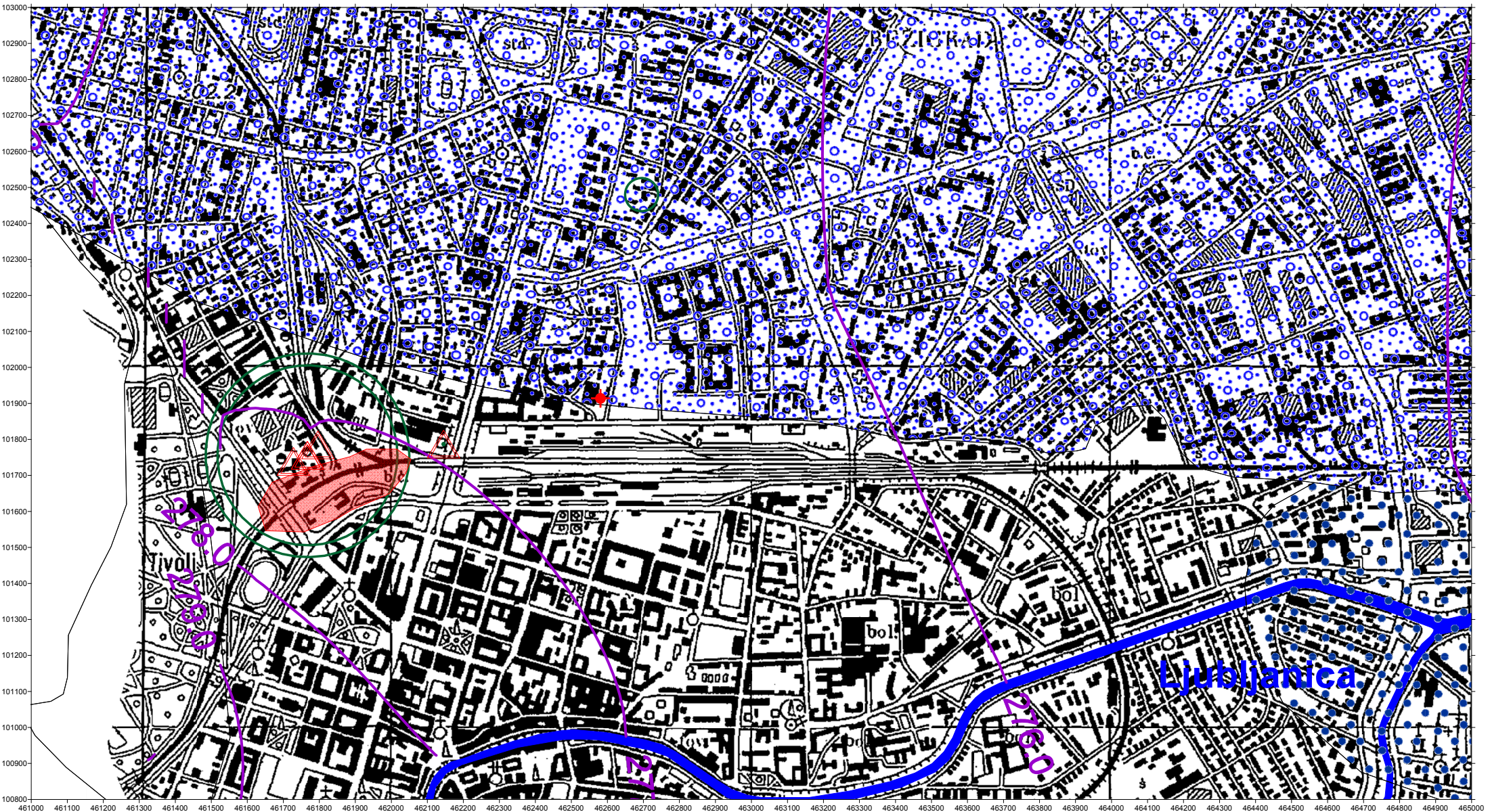


Sr. Pleistocenski prodi in konglo.



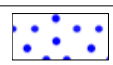
Star. Pleistocenski konglo. in prodi

Merilo H: 1:25.000 V: 1: 1.000



LEGENDA

-  Območje morebitnega onesaženja
-  Vplivni radij večjih porabnikov
-  Piezometer Navje

-  Savski pod
 $10^3 \text{ m}^3 \text{ do } 10^2 \text{ m}^3$
-  Prodi h kongbm erat
 $10^3 \text{ m}^3 \text{ do } 7 \times 10^3 \text{ m}^3$



-  R
-  3
-  U

Priloga 2
Hidrogeološka karta
Merilo 1:5.000

Ljubljansko polje

Ocena napajanja in dreniranja
glavnih površinskih voda
in vodnjakov

Reka Sava	[m ³ /s]
Napaja:	1,995
Drenira:	-0,432
Reka Ljubljanica	[m ³ /s]
Napaja:	0,620
Drenira:	-0,407
Vrtine	[m ³ /s]
Črpanje:	-2,132

Ocenjeno napajanje z robov modela	
Območje	[m ³ /s]
Napajanje:	
Površina	0,200
Cona 1	0,229
Cona 2	0,070
Skupaj	0,499

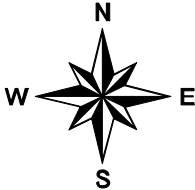
	Savski prod [10 ⁻³ m/s do 10 ⁻² m/s]
	Prodi in konglomerati [10 ⁻³ m/s do 7x10 ⁻³ m/s]
	Konglomerat [10 ⁻⁵ m/s do 10 ⁻⁴ m/s]
	C, P kamnine [10 ⁻⁹ m/s do 10 ⁻⁸ m/s]

LEGENDA

- Vodarna
- Območje modeliranja Ljubljansko polje
- Območje veljavnosti/zanesljivosti modela
- Vplivni radij večjih porabnikov

- Ime merilnega mesta
- Merjen nivo [m.n.v.] Izračunan nivo [m.n.v.]
- Rezidual: Računan - Merjen
- Merilno mesto ARSO

Ekvidistanca hidroizohips: 5 m



- Reka napaja
- Reka drenira
- Izračunan nivo v ModFlowu [m.n.v.]
- Upoštevane vodne pravice

Priloga 1:

Hidrogeološka karta
območja modeliranja
Merilo 1:50.000

Univerza

v Ljubljani

Naravoslovnotehniška

fakulteta

ODDELEK **ZA**
GEOTEHNOLOGIJO,
RUDARSTVO IN OKOLJE

Aškerčeva c. 12
1000 Ljubljana, Slovenija

telefon 01 470 46 10

Datum: 15.07.2019



REVIZIJSKO POROČILO:

**ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE –
ZARADI NADGRADNJE MEDPOSTAJNEGA ODSEKA LJUBLJANA - BREZOVICA**

REVIZIJA

JULIJ 2019

Naslov:	REVIZIJSKO POROČILO: ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE – ZARADI NADGRADNJE MEDPOSTAJNEGA ODSEKA LJUBLJANA - BREZOVICA
Tip dokumenta:	Revizija
Kraj:	LJUBLJANA
Naročnik:	HGEM, d.o.o. Zaloška cesta 143 1000 Ljubljana
Izdelovalec:	Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta Aškerčeva 12 1000 Ljubljana
Predstojnik: Podpis:	Doc.dr. Željko VUKELIČ

Revident:	doc. dr. Goran VIŽINTIN, u.d.i. 
Podpis:	
Faza:	Končna
Številka dok:	H/GV-30/2019R
Datum:	15.07.2019

KAZALO

1.	UVOD	1
2.	OBSEG POROČILA	1
3.	PREGLED VSEBINE IN PRIPOMBE	2
3.1	POGLAVJE 1: UVOD	2
3.2	POGLAVJE 2: ZAKONSKE OSNOVE	2
3.3	POGLAVJE 3: GEOGRAFSKI POLOŽAJ	2
3.4	POGLAVJE 4: GEOLOŠKE RAZMERE	2
3.5	POGLAVJE 5: HIDROGEOLOŠKE RAZMERE	3
3.6	POGLAVJE 6: VODNI VIRI IN VODOVARSTVENA OBMOČJA	3
3.7	POGLAVJE 7: OPIS NAMERAVANEGA POSEGA	3
3.8	POGLAVJE 8: OPREDELITEV EMISIJ IN ONESNAŽEVAL	6
3.9	POGLAVJE 9: OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNIH DOGODKOV	6
3.10	POGLAVJE 10: OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE	6
3.11	POGLAVJE 11: OPIS OGROŽENIH VODNIH VIROV Z OCENO RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI	7
3.12	POGLAVJE 12: PREGLED UKREPOV ZA ZAŠČITO	7
3.13	POGLAVJE 13: MONITORING	7
3.14	POGLAVJE 14: POVZETEK IN SKLEPNA OCENA	7
3.15	POGLAVJE 15: LITERATURA	8
4.	ZAKLJUČNO MNENJE O ELABORATU	8

PRILOGE

REVIZIJSKA KLAVZULA

1. UVOD

Investitor RS Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo, Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana namerava na med postajnem odseku Ljubljana-Brezovica izvesti rekonstrukcijo proge. Namen rekonstrukcije proge je maksimalno možno povečanje hitrosti pri čemer mora trasa proge potekati v okviru obstoječega koridorja in zemljišč RS. Območje posega se nahaja znotraj VVO IIIA in VVO III. Zaščito podzemne vode neposredno na območju VVO IIIA ureja: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (UL RS, št. 43/15) in na območju VVO III, ki ga ureja: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13).

Analizo tveganja za onesnaženje podzemne vode je izdelalo podjetje HGEM,d.o.o. odgovorni izdelovalec je Martin Tancar, univ. dipl. inž. geol. Revizija je izdelana v skladu z zahtevami Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16).

2. OBSEG POROČILA

Elaborat obsega 45 strani besedila, vključno z 24 slikami in 3 prilogami. Poročilo je sestavljeno iz naslednjih poglavij (13):

1. UVOD
2. ZAKONSKE OSNOVE
3. GEOGRAFSKI POLOŽAJ
4. GEOLOŠKE RAZMERE
5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE
6. VODNI VIRI IN VODOVARSTVENA OBMOČJA
7. OPIS NAMERAVANEGA POSEGA
8. OPREDELITEV EMISIJ IN ONESNAŽEVAL
9. OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNIH DOGODKOV
10. OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE
11. OPIS OGROŽENIH VODNIH VIROV Z OCENO RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI
12. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO
13. MONITORING
14. POVZETEK IN SKLEPNA OCENA
15. LITERATURA

Elaborat je zasnovan skladno smernicami, ki jih za analizo tveganja za onesnaženje podzemne vode predpisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij.

3. PREGLED VSEBINE IN PRIPOMBE

V nadaljevanju podajam pregled elaborata po poglavjih in pripombe.

3.1 POGLAVJE 1: UVOD

V poglavju so podane glavne značilnosti projekta in osnove za izdelavo analize tveganja.

Na poglavje nimam pripomb.

3.2 POGLAVJE 2: ZAKONSKE OSNOVE

Naveden je seznam uporabljenih zakonskih predpisov.

Na seznam zakonskih predpisov nimam pripomb.

3.3 POGLAVJE 3: GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Opisno in grafično je podana lokacija območja.

Iz podanega opisa so razvidni vsi bistveni geografski elementi prostora.

3.4 POGLAVJE 4: GEOLOŠKE RAZMERE

Geološke razmere širšega in ožjega območja so povzete po relevantni literaturi, ki je v poročilu tudi citirana.

Opis geoloških razmer je razumljiv in zadosten.

3.5 POGLAVJE 5: HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Hidrogeološke razmere so prikazane z opisom hidrogeoloških lastnosti vodonosnika, koeficienta prepustnosti, smeri toka podzemne vode, hitrosti podzemne vode in režima napajanja.

Hidrogeološke razmere so tekstovno in grafično predstavljene pregledno.

3.6 POGLAVJE 6: VODNI VIRI IN VODOVARSTVENA OBMOČJA

Obravnavana lokacija leži delno na območju Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur. l. RS, 43/2015) - podobmočju z ukrepi za varovanje VVO III A in delno na območju VVO III, ki ga ureja: Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Uradni list RS, št. 115/07, 9/08 – popr., 65/12 in 93/13).

Vodovarstvena območja so primerno prikazana.

3.7 POGLAVJE 7: OPIS NAMERAVANEGA POSEGA

Opis nameravanega posega je skoncentrirano povzet po projektni dokumentaciji.

Železniška proga št. 50, Ljubljana – Sežana, je na odseku Ljubljana - Divača sestavljena iz dveh prog in je bila zgrajena v obdobju med 1846 – 1857 letom kot del »Južne železnice« Dunaj-Trst. Na odseku proge Ljubljana-Divača se izvajata notranji in mednarodni železniški tovorni in potniški promet. Med postajni odsek Ljubljana-Brezovica poteka od uvozne kretnice na B strani postaje Ljubljana do uvozne kretnice na A strani postaje Brezovica na odseku proge Ljubljana-Divača.

Po projektni nalogi je potrebno upoštevati maksimalno možno povečanje hitrosti pri čemer trasa proge mora potekati v okviru obstoječega koridorja in zemljišč RS, s ciljem hitrosti potniških vlakov do 160 km/h in tovornih vlakov do 100 km/h, tako da se doseže izpolnjevanje zahtev po TSI Infrastruktura za prometni kodi P4 in F1 ob upoštevanju GC svetlega profila.

Upoštevana je potrebna zavorna razdalja 1000 m. Proga se projektira na kategorijo D4 (225 kN/os, 80 kN/m) vključno z vsemi objekti.

Predvidna je zaščita in eventualno potrebna prestavitev obstoječih SVTK in drugih kablov oziroma komunalnih vodov, odvodnjevanje površinskih voda, nasipi in stebri vozne mreže ter ostala infrastruktura (prepusti).

Pri izdelavi projektnih rešitev za kabelsko kanalizacijo (za potrebe SV naprav, TK naprav, EE naprav, ipd.) bodo v največji možni meri upoštevane možnosti postavitve kablov v obstoječo kabelsko kanalizacijo in postavitve vseh kablov v skupno obstoječo oziroma v skupno novo projektirano kabelsko kanalizacijo.

Pri lociranju kabelskih tras in drugih železniških elementov (jaški, stebri VM, ...) bo upoštevana tudi predvidena gradnja protihrupne zaščite na obravnavanem območju.

Gradbiščni prostori in gradbiščne deponije bodo urejeni na območju železniških postajah Brezovica in delno Ljubljana, ter Dolgi most in na nekaterih lokacijah na odprti progi. Postavitev pisarn in delavnic, ureditev deponij gradbenega materiala in ostalih gradbiščnih objektov potrebnih za izvedbo del, se izvede v okviru prostora predvidenega za postavitve gradbiščnih prostorov. Večinoma se ta prostor nahaja na železniških postajah. Za potrebe izvedbe del na odprti progi bodo urejeni gradbiščni prostori z vsemi potrebnimi začasnimi objekti: pisarniškimi prostori, garderobami + jedilnicami, kemičnimi WC-ji, skladiščnim prostorom. Za ureditev le-tega bo najprej odmrznjen humus, ki bo začasno deponiran na samem gradbišču, nato pa urejen gramozni plato predvidene debeline cca 30 cm. Gradbiščni prostori bodo zavarovani z gradbiščno ograjo višine 200 cm.

V sklopu pripravljanih del se izvede zakoličba in zavarovanje osi tira, mikrolokacija obstoječega podzemnega katastra, pripravijo se začasne deponije za novi material, dobavi material, uredijo gradbiščni prostori za potrebe izvajalca del in nadzornega inženirja.

Tamponski material (70%) se dostavi po železnici z vagoni prekucniki in kipa na pripravljen planum temeljnih tal tira, ki se izvaja, ostalo pa se dostavi s tovornjaki.

Nove tirnice na gradbišče se dostavlja z vlakom in razloži v tir v stalni zapori tira. Nove betonske prage se po železnici dostavi do sosednjih postaj posameznega odseka.

Dela v času stalne zapore (vsak delovnik predvidoma OD 7 DO 19)

- demontaža tira z odvozom tirnic in pragov
- strojni izkop tirne grede in planuma z odmetom desno oz. levo proge ali takojšnjim nakladom in odvozom v stalno deponijo
- rušenje starih in izvedba novih objektov
- vgrajevanje tamponskega sloja deb. 40 oz. 50 cm
- vgrajevanje tirne grede do spodnjega roba praga

- polaganje tira na betonskih pragih in začasno stikovanje le-tega
- regulacija tira za 30 km/h
- ureditev odvodnjevanja ob progi po projektu
- sanacija in ureditev prepustov, mostov in podvozov
- zagramoziranje, regulacije, sproščanje in varjenje tira na predhodnem odseku Planirana je najprej zapora in nadgradnja levega tira nato pa desnega tira.

Dela na spodnjem ustroju bo treba izvesti z gradbeno mehanizacijo. Izkop tirne grede in planuma z odmetom na stran ob progo bo izveden z bagrom, transport pa s tovarnjaki. Na predpisano planirana in utrjena zemeljska tla bo položen geotekstil ter s tovarnjaki iz začasnih deponij ali premetom iz začasne deponije ob progi navožen, razgrnjen in utrjen tamponski sloj (buldožer, bager, mini bager, vibro valjar, cisterna za vodo).

Sočasno z izvedbo spodnjega ustroja se izvajajo dela na odvodnjevanju površinske vode (izkop z mini bagrom, dovoz potrebnega vgradnega materiala s tovarnjaki).

V času posamezne zapore bo potrebno izvesti tudi rušenje polovice obstoječega dela objektov in izdelati nove konstrukcije le teh.

Dela izven zapore:

- odvoz izkopanega materiala z začasnih v stalno deponijo in ureditev dostopov
- ureditev odvodnjevanja ob progi po projektu
- izdelava krilnih zidov za nove objekte
- čiščenje in obnova obstoječih objektov
- dovoz tamponskega in drugega gradbenega materiala na začasne deponije ob progi
- ureditev brežin nasipov
- ureditev nivojskih prehodov
- dela na peronih in postajališčih
- ureditev obvoza za nivojske prehode
- urejanje SV in TK naprav

Pred posamezno zaporo, se izvede pripravljalna dela in pripravi začasne dostopne poti ob progi. Po zapori se dokončajo dela na odvodnjevanju proge, uredi brežine nasipov s humuziranjem, dokončno uredi obstoječe prepuste in objekte (čiščenje raznih naplavin, tlakovanje vtočnih in iztočnih glav). Dela na bočnih peronih postajališč se izvede delno strojno in delno ročno pri rušenju obstoječih peronov in montaži novih peronskih elementov. Izvede se dokončna ureditev nivojskih prehodov – po končni regulaciji se montira tlakovanje iz gume in izvede asfaltiranje. Površine ob progi se vzpostavi v prvotno stanje – način in obseg izvedbe del v dogovoru z lastniki površin. Proga se ustrezno opremi.

Opis posega je razumljiv.

3.8 POGLAVJE 8: OPREDELITEV EMISIJ IN ONESNAŽEVAL

Izdelovalec analize tveganja ocenjuje, da največjo možno nevarnost predstavljajo razlitja mineralnih olj in pogonskih goriv. Za mineralna olja in pogonska goriva v splošnem velja, da v pogojih dobre zračnosti ne predstavljajo večje dolgotrajne obremenitve za okolje.

Izbira onesnaževal je primerna.

3.9 POGLAVJE 9: OPREDELITEV SCENARIJEV RAZVOJA NEZGODNIH DOGODKOV

Opredeljeni so scenariji razvoja dogodkov, normalni, alternativni in najslabši. Podrobno je obdelan scenarij najslabšega dogodka z razlitjem 200 kg goriva oz. mineralnih olj in matematično modelirano razširjanje onesnaženja v nezasičeni in zasičeni coni vodonosnika.

Scenariji so primerno zastavljeni.

3.10 POGLAVJE 10: OPREDELITEV TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE

Potencialno nevarnost glede emisij predstavljajo predvsem težka gradbena mehanizacija, tovorna vozila, kompresorji in razlitje iz cistern vlakovnih kompozicij. Pri slednjih lahko pride do razlitja nevarnih snovi v okolje. Ocenjujemo, da največjo možno nevarnost razlitja predstavljajo razlitja mineralnih olj, goriv ali jedkih snovi iz vlakovne ali gradbene mehanizacije.

Strinjam se s tveganji za onesnaženje.

3.11 POGLAVJE 11: OPIS OGROŽENIH VODNIH VIROV Z OCENO RELATIVNE OBČUTLJIVOSTI

Določitev ogroženih virov je izdelana s pomočjo matematičnega modela. Kot je razvidno iz slike 16 se onesnaženje pojavi na mestu razlitja. Iz izračunov matematičnega modeliranja, predstavljenih na slikah, je razvidno, da se onesnaženje počasi širi proti vzhodu in hkrati se zaradi razredčenja koncentracija onesnaževala znižuje. Pojav zmanjševanja koncentracij onesnaženja v smeri proti vzhodu spremljamo ves čas modeliranja (do 5.400 dni). Onesnaženje nikoli ne doseže vodarne v Hrastju, ki je lahko na smer toka podzemne vode na Ljubljanskem polju edina ogrožena.

Vodni viri na Ljubljanskem barju niso ogroženi!

Ocenjujem, da so izračuni matematičnega modeliranja realni.

3.12 POGLAVJE 12: PREGLED UKREPOV ZA ZAŠČITO

Podani so podrobni ukrepi za varovanje podzemne vode v času gradnje in ukrepi za čas obratovanja.

Z zapisanimi ukrepi za zaščito soglašam.

3.13 POGLAVJE 13: MONITORING

Zaradi zanesljivosti varovanja vodnih virov na Ljubljanskem polju je predviden monitoring na piezometru L.P. Navje, s katerim upravlja JP VO-KA Ljubljana.

Z monitoringom se strinjam.

3.14 POGLAVJE 14: POVZETEK IN SKLEPNA OCENA

V sklepni oceni so povzeti rezultati analize tveganja. Podana je ocena, da poseg, ob upoštevanju ukrepov za zaščito, ne predstavlja vplivov na vodne vire Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja.

S povzetkom in sklepno oceno soglašam.

3.15 POGLAVJE 15: LITERATURA

Na seznam literature nimam pripomb.

4. ZAKLJUČNO MNENJE O ELABORATU

Elaborat je izdelan strokovno in korektno. Stanje prostora je povzeto po relevantni literaturi. Ocena vpliva posega na podzemno vodo je realna. V analizi tveganja so korektno zastavljeni scenariji nezgodnih dogodkov in opredeljena nevarnost onesnaženja podzemne vode vodnih virov na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju. Navedeni varnostni ukrepi so realni in potrebni. Strinjam se z avtorjevimi ugotovitvami, da poseg ne bo dodatno vplival na podzemno vodo vodnih virov na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju.

Predlagam, da upravni organ analizo tveganja sprejme.

doc.dr. Goran Vižintin, u.d.i.geol.



Revizijska izjava

Št. dokumenta: H/GV-30/2019R

Odgovorni revident:

doc.dr. Goran Vižintin, u.d.i.geol.

Univerza v Ljubljani

Naravoslovnotehniška fakulteta,

Aškerčeva 12

1000 Ljubljana

Potrjujem, da je bila opravljena revizija (UNILJ, NTF-OGRO. H/GV-30/2019R) naslednje projektne dokumentacije:

ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE PODZEMNE VODE -- ZARADI NADGRADNJE MEDPOSTAJNEGA ODSEKA LJUBLJANA - BREZOVICA

Izvajalec: **HGEM, d.o.o.**

Avtor: **Martin Tancar, u.d.i. geol.**

Št. elaborata : **H/GV-30/2019**

Datum elaborata: **junij, 2019**

s katero se je preverila:

a. mehanska odpornost in stabilnost

/

b. varnost pred požarom

/

c. higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolja

- sprejemljivost tveganja za onesnazenje vodnega telesa podzemne vode

d. varnost pri uporabi

/

e. zaščita pred hrupom

/

(kratek povzetek bistvenih elementov iz revizijskega poročila in opis izpolnjevanja pogojev, za vsako bistveno zahtevo posebej)

Bistvene zahteve, pregledane v elaboratu, bodo pri izvedbi gradnje izpolnjene, če bodo izpolnjeni še naslednji pogoji:

/

Ni dodatnih pogojev.

(navedba pogojev glede izdelave projekta za izvedbo)



Ljubljana, 15.7.2019

(Osebn. žig, podpis odgovornega revidenta)