Naslov elaborata:	ANALIZA TVEGANJA ZA ONESNAŽENJE VODNEGA TELESA PODZEMNE VODE
Investitor/ Naročnik :	OBČINA IG GOVEKARJEVA CESTA 6 1292 IG
Objekt:	IZGRADNJA PROTIPOPLAVNIH NASIPOV BREST IN TOMIŠELJ
Arhivska št.:	64-8/2015
Kraj in datum izdelave:	Celje, avgust 2015
Projektant:	Matej Koršič, univ. dipl. inž. geologije Gecko d.o.o., Cesta Dolomitskega odreda 10c, 1000 LJUBLJANA
Odgovorni projektant:	Janja Marolt, univ. dipl. inž. geologije
Podjetje:	GeoMet, d. o. o. Ulica proletarskih brigad 18 6310 Izola

JANJA MAROLT
univ.dipl.inž.geol.
IZS RG0128

GeoMet d.o.o.
geološke, hidrogeološke in geotehnične storitve

VSEBINA POROČILA

1 UVOD 4
1.1. Zakonske osnove 5
2. ZAHTEVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA 5
2.1. Podlage za izdelavo analize tveganja 6
2.2. Metodologija za pripravo in vsebina analize tveganja 6
3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠE OKOLICE 6
3.1. Geografski položaj lokacije 6
3.2. Morfološki in geološki položaj širšega območja 8
3.3. Hidrogeološki položaj širšega območja 11
3.3.1. Podzemna voda Iškega vršaja 11
3.4. Hidrogeološki položaj ožjega območja 13
4. GEOLOŠKE TERENSKE RAZISKAVE 14
4.1. Strojni razkopi 14
4.2. Raziskave z dinamičnim penetrometrom 15
4.2.1. Povzetek rezultatov 15
4.3. Nalivalni preizkusi 17
4.4. Laboratorijske preiskave 17
5. VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIR BREST 18
5.1. Vodarna Brest 18
6. OPIS POSEGA 21
6.1. Konstrukcija protipoplavnih nasipov 21
6.2. Pronicanje skozi in pod nasip in vpliv na podzemne vode 22
6.2.1. Interpretacija 26
7. DOLOČITEV OGROŽENOSTI VODNEGA VIRA 26
8. OPREDELITEV TVEGANJA 26
8.1. Opredelitev emisij in onesnaževal 26
8.2. Emisije 27
8.3. Vrste onesnaževal 27
8.4. Kemijske lastnosti in toksičnosti onesnaževala 27
9. DOLOČITEV SCENARIJEV 28
9.1. Normalni scenarij 28
9.2. Alternativni scenarij 28

9.3. Scenarij najslabše možnosti 28
10. MATEMATIČNI MODEL 29
10.1. Vhodni podatki 29
10.2. Vhodni podatki 29
10.3. Transport onesnaževal 31
11. OPREDELITEV TVEGANJA 34
11.1. Izračun relativne občutljivosti pri različnih scenarijih 35
11.2. Preverljivost in zanesljivost računske metode 36
12. PREGLED UKREPOV ZA ZAŠČITO 36
12.1. Predvideni varstveni ukrepi v času del 36
12.2. Predvideni varstveni ukrepi v času obratovanja 37
13. MONITORING 38
14. ZAKLJUČEK 38
15. VIRI IN LITERATURA 38

Priloge:

1. Mencej, Z., 1988, 1989. Hidrogeološka karta Ljubljanskega barja.
2. Mencej, Z., 1988, 1989. Hidrogeološki profil 1 – 1` čez obravnavano območje
3. Mencej, Z., 1988, 1989. Hidrogeološki profil 3 – 3` čez obravnavano območje
4. Skica protipoplavnega nasipa

1 UVOD

Investitor Občina Ig namerava ob reki Iški izvesti več protipoplavnih ukrepov za zagotavljanje poplavne varnosti.

Septembra 2010 so zaradi intenzivnih padavin močno narasli pretoki reke Iške, ki je v srednjem in spodnjem delu svojega toka prelila bregove in zalila območje v okolici Tomišlja in Bresta, poplavljeno pa je bilo tudi območje v okolici vodarne Brest *(Brenčič, M., 2011)*.

Na območju naselja *Tomišelj* je na levem bregu Iške predviden nasip z naslednjimi karakteristikami:

- povprečna višina 0.85 m
- največja višina 1.3 m (na dolžini ca. 60 m)
- najmanjša višina 0.4 m
- dolžina: 230 m

Na območju naselja *Brest*, na desnem bregu Iške, je predviden nasip z karakteristikami:

- povprečna višina 1.2 m
- največja višina 1.9 m (lokalno, na dolžini ca. 30 m)
- najmanjša višina 0.7 m
- dolžina: 700 m

Nasip na območju naselja Tomišelj se nahaja znotraj vodovarstvenega območja z oznako VVO III, nasip na območju naselja Brest pa na območjih z oznakami VVO I, VVO II in VVO III. Vodovarstvena območja so sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur.l.RS, 115/07, 9/08, 65/12).

Uredba določa, da so protipoplavni nasipi (pregrade in jezovi- CCSi 21520):

- na najožjem vodovarstvenem območju VVO I izjemoma dovoljeni, če je k projektnim rešitvam iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja v postopku pridobitve vodnega soglasja izvedena analiza tveganja za onesnaženje in je iz rezultatov te analize razvidno, da je tveganje za onesnaženje zaradi tega posega sprejemljivo in če se zaradi njegovega vpliva na vodni režim in stanje vodnega telesa izvedejo zaščitni ukrepi, za katere iz rezultatov analize tveganja za onesnaženje izhaja, da je tveganje za onesnaženje zaradi tega posega sprejemljivo (oznaka pp);
- na ožjem in širšem vodovarstvenem območju z oznakama VVO II in VVO III dovoljeni, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo objektov ter izvajanje gradbenih del preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter izdano vodno soglasje (oznaka pd).

Z analizo tveganja smo preverili vpliv posega na podzemno vodo na območju VVO I.

1.1. Zakonske osnove

Analiza tveganja je izdelana na podlagi naslednjih zakonskih podlag:

- Zakon o vodah (Ur. l. RS, št. 67/2002, 110/2002, 2/2004, 41/2004, 57/2008, 57/2012, 100/2013, 40/2014 in 56/2015)
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (Ur. l. RS, št. 25/2009)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011)
- Pravilnik o gradnjah na vodovarstvenih območjih, ki se lahko izvedejo samo na podlagi vodnega soglasja, in o dokumentaciji, ki je potrebna za pridobitev vodnega soglasja (Ur. l. RS, št. 62/2004, 25/2009)
- Zakon o varstvu okolja (uradno prečiščeno besedilo) (ZVO-1-UPB1) (Ur.l.RS, št. 39/06, 70/08, 108/2009, 48/2012, 57/2012, 92/2013 in 56/2015)
- Zakon o graditvi objektov (uradno prečiščeno besedilo) (ZGO-1 UPB-1) (Ur.l.RS, št.102/04, 14/05 – popr., 120/06 Odl.US: U-I-286/04-46, 108/2009, 61/2010, 20/2011, 57/2012, 101/2013, 110/2013 in 19/2015)
- Zakon o urejanju prostora (ZUreP-1) (Ur.l.RS, št.110/2002,8/03, 58/03, 33/07, 108/2009 in 80/2010)
- Uredba o stanju podzemnih voda (Ur.l.RS, št. 25/2009 in 68/2012)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur.l.RS, št. 64/2012, 64/2014)
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l.RS, št.49/06, 114/2009, 53/2015)
- Pravilnik o pitni vodi (Ur.l.RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Ur. list RS št. 31/09)
- Pravilnik o imisijskem monitoringu podzemne vode (UL RS, št. 42/2002, 31/2009)
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS, št. 34/08 in 61/2011)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur.l.RS, 115/2007, 9/2008, 65/2012 in 93/2013).

2. ZAHTEVE ZA IZDELAVO ANALIZE TVEGANJA

Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa je zakonsko določena s 50. členom Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur.l.RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011).

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.

Analiza tveganja je izdelana zaradi gradnje protipoplavnega nasipa v občini Ig, in sicer na območju naselja Brest, znotraj najožjega vodovarstvenega območja z oznako VVO I.

2.1. Podlage za izdelavo analize tveganja

Analiza tveganja je bila izdelana na podlagi:

- zakonskih osnov
- terenskih raziskav (terenski pregled območja, izdelava strojnih razkopov, nalivalnih preizkusov, laboratorijskih preiskav in meritev z dinamičnim penetrometrom (DPN) za ugotavljanje geološke sestave in osnovnih geomehanskih parametrov tal)
- virov, ki so našteti v seznamu literature
- zbranih razpoložljivih podatkov o obravnavanem območju na svetovnem spletu

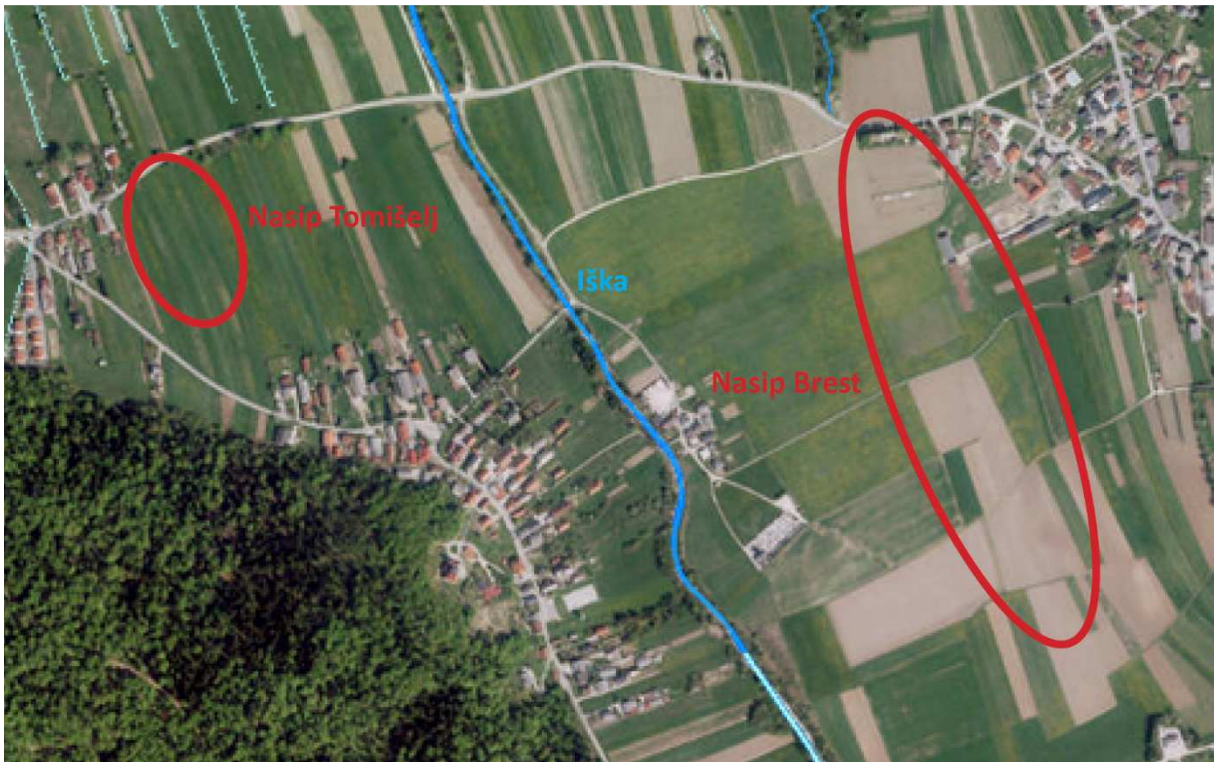
2.2. Metodologija za pripravo in vsebina analize tveganja

Metodologijo analize tveganja določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur.l.RS, št. 64/2004, 5/2006, 58/2011) v členih od 47. do 51.

3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠE OKOLICE

3.1. Geografski položaj lokacije

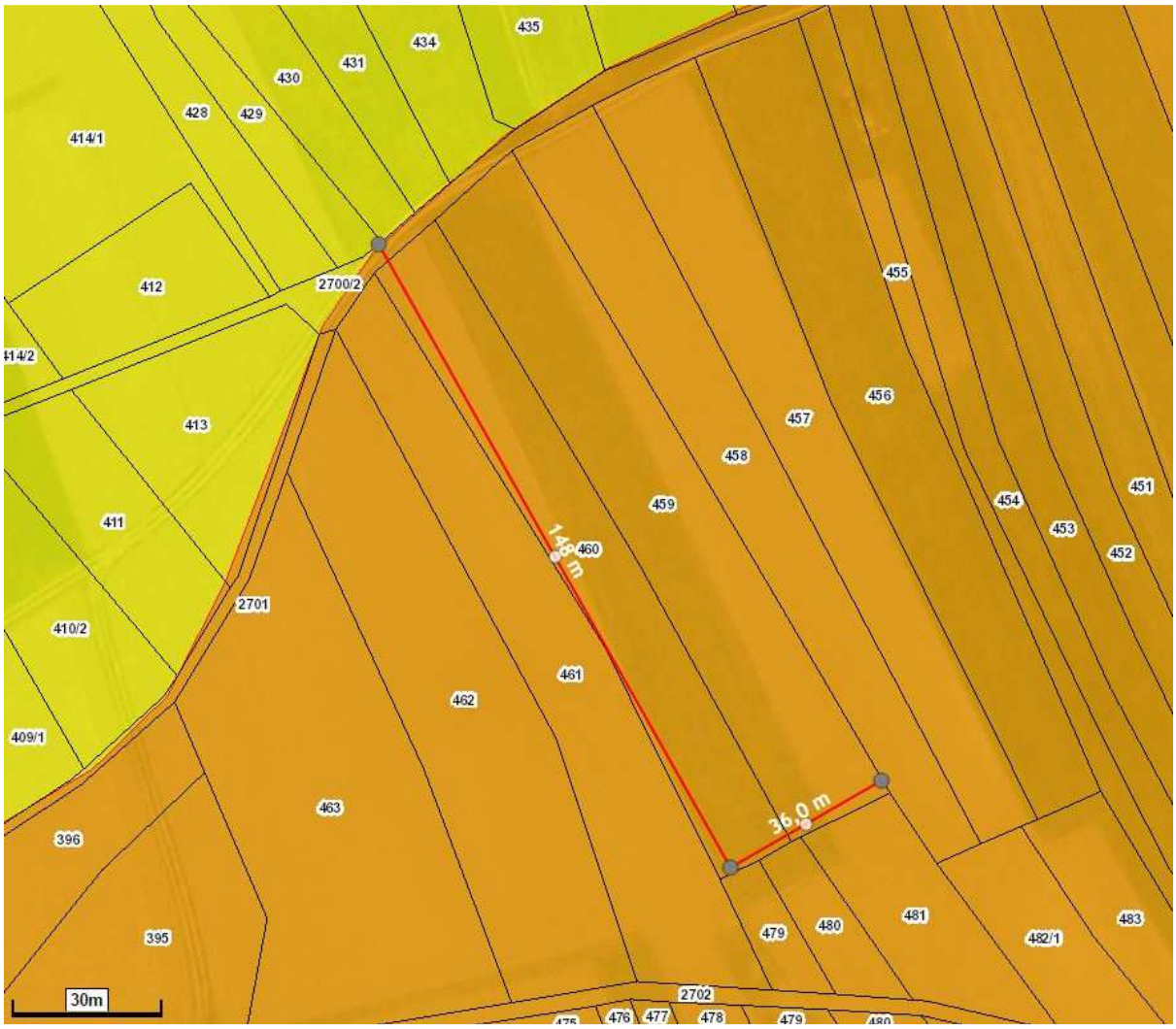
Območje predvidenih nasipov v okolici naselij Tomišelj in Brest, leži na južnem obrobju Ljubljanskega Barja. To je ravnina z manjšimi griči, ki jih imenujemo osamelci. Nadmorska višina Ljubljanskega Barja je okoli 290 m. Osamelci se dvigajo 30 m do 100 m nad ravnino. Predstavljajo paleorelief, ki v procesu sedimentacije tega prostora ni bil zasut s sedimenti. Površina skoraj nima padca, najnižji je sredinski del Barja. Ravnina Ljubljanskega Barja je v velikem delu še zamočvirjena in občasno poplavljena.



Slika 1:Topografska karta, merilo 1:10000 (vir: http://gis.arso.gov.si)

Mikrolokacija predvidenih nasipov leži južno od lokalne ceste skozi naselji Tomišelj in Brest, v občini Ig, na povprečni nadmorski višini 297 m. Teren predstavlja ravninsko pokrajino na kateri prevladujejo kmetijske površine, pobočja Srobotnika (603 m) na zahodu so prekrita z mešanim gozdom.

Z analizo tveganja se preverja poseg, ki poteka na območju, ki je uvrščeno v najožje vodovarstveno območje. Gre za dolžino nasipa od severozahoda proti jugovzhodu za 148 m, ter od jugozahoda proti severovzhodu za 36 m in obsega parcele: 2700/2, 460 in 459.



Slika 2: Položaj in dolžina nasipa Brest, ki poteka po VVO I (vir: Atlas okolja, ARSO)

3.2. Morfološki in geološki položaj širšega območja

Geološki in hidrogeološki opis območja je povzet po Menceju (1988/89).

Ljubljansko barje je močvirnata ravnina, ki leži med Ljubljano, Škofljico, Igom, Podpečjo, Borovnico, Vrhniko in Drenovim gričem ter Brezovico. Obsega okrog 120 km2. Po barjanski ravnini teče reka Ljubljanica, ki izvira pri Vrhniki in dobiva številne pritoke tako z leve kot z desne strani. Z leve pritečejo Podlipščica pod Ligojno in Radna pri Brezovici ter številni manjši pritoki, ki se izlivajo v umetno izkopane jarke Zernico, Pekov jarek, Bevški jarek in Curnovec. Med desnimi pritoki so večji Bistra, Borovniščica, Podpeški potok (Strojarček), Iška, Iščica in Želimeljščica, vmes se izlivajo številni kraški izviri.

Ljubljansko Barje je skoraj povsem ravno in nima nobenega padca v smeri toka Ljubljanice. Nasprotno, opaziti je, da se Barje v smeri njenega toka celo rahlo dviguje. Med Brezovico, Notranjimi Goricami in izlivom Iške v Ljubljanico je površina Barja povečini nad 290 m, medtem ko je zahodno od tod ležeči del Barja med Blatno Brezovico in Notranjimi Goricami povečini nižji od 290 m. Najnižji deli Barja so na koti 287 m.

Barjanska kotlina je povečini zapolnjena s holocenskimi in pleistocenskimi jezerskimi, močvirskimi in rečnimi naplavinami, ki prekrivajo skalno osnovo. Ta je sestavljena v zahodnem in južnem delu iz triadnega in jurskega dolomita ter apnenca. V severnem in vzhodnem delu, tj. vzhodno od Drenovega griča in Bevk ter pri Rudniku

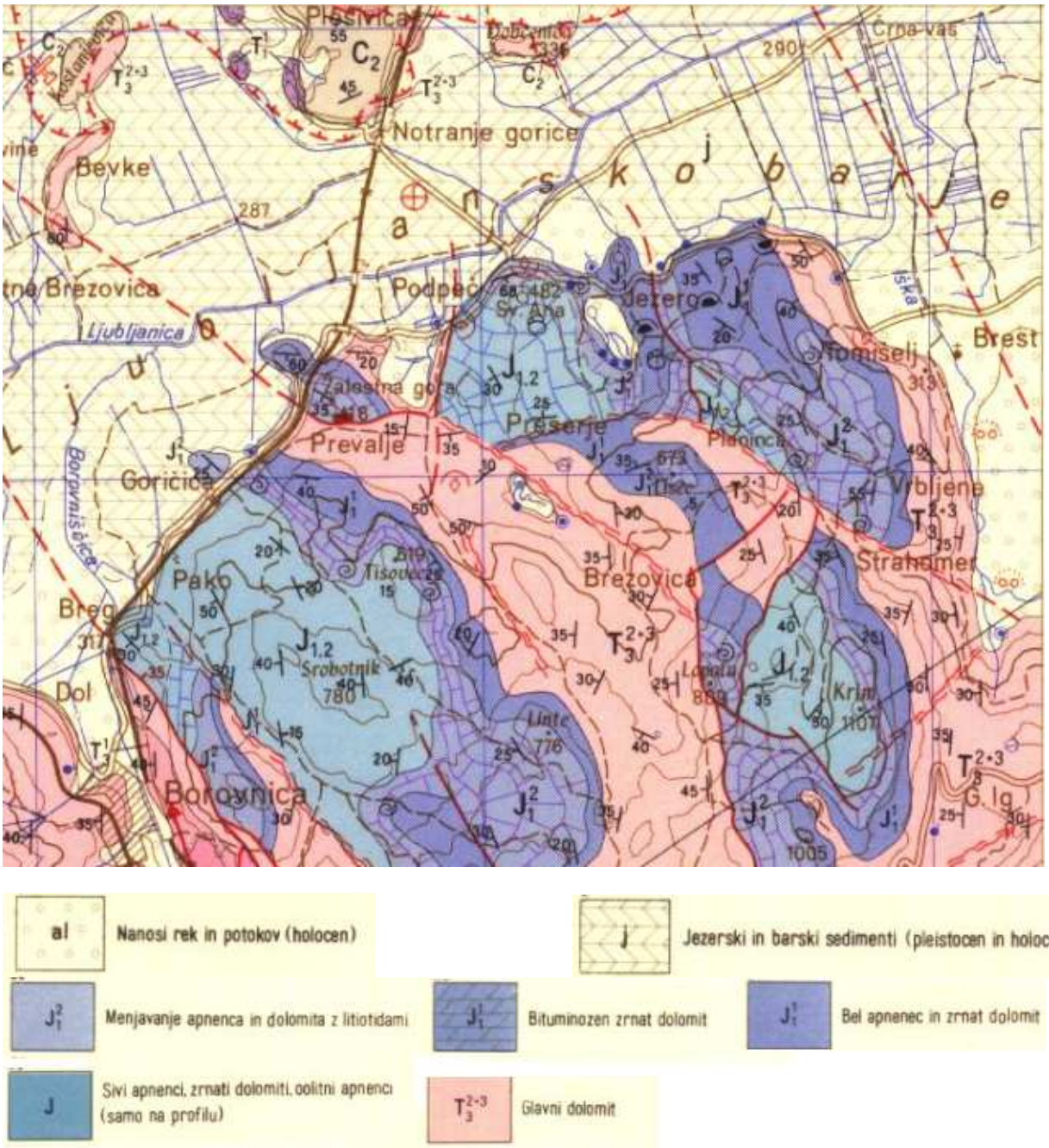
in Škofljici, pa sestavljajo podlago delno triasni dolomiti in apnenec, povečini pa triadni in permokarbonski skrilavi glinavci in peščenjaki. Podlaga Barja prihaja na dan tudi v barjanskih osamelcih

Prelomi, ki se jih sledi v karbonatnih kamninah na obrobju, se nadaljujejo pod barjanskimi naplavinami in so udorino razsekali na kotanje in globeli. Kamninska podlaga na vzhodnem delu Barja je globlje pogreznjena kot na zahodnem delu in ob Curnovcu presega 160 m. Kotlina je v vrhnjem delu zapolnjena s holocenskimi in pleistocenskimi jezerskimi, močvirskimi in rečnimi naplavinami, ki pokrivajo kamninsko podlago.

Naplavine, ki zapolnjujejo kotlino, so na površini delno iz šote, šotnega blata in jezerskega melja (polžarice), delno pa iz rjave peščene gline in peščenega melja, ki sta se odlagala v času občasnih poplav. Večji del barjanske površine sestavljata šota in polžarica. Poplavni peščeno-glinasti sedimenti prekrivajo zahodni del Barja med Verdom, Vrhniko, Ligojno, Drenovim gričem in Brezovico vse do osamelcev Kostanjevica, Plešivica in Vnanje Gorice ter vzhodno obrobje Barja od Rakovnika do Škofljice. Na severnem in vzhodnem obrobju barjanske kotline so nastali ob prehodu hudourniških pritokov Ljubljanice s hribovja v ravnino precej obsežni vršaji, sestavljeni iz peščene gline, glinastega melja z gruščem oziroma slabo zaobljenih prodnikov peščenjaka in skrilavega glinavca (razen vršaj Gradaščice, ki ga sestavljajo poleg prodnikov peščenjaka in skrilavega glinavca še prodniki karbonatnih kamenin).

Na južnem obrobju Barja so nastali ob prehodu Borovniščice, Iške in Želimeljščice iz ozkih dolin na Barje obsežni prodni vršaji, ki tonejo daleč proti severu pod barjanske plasti.

Pod vrhnjimi šotnimi, meljnimi in glinastimi plastmi leže na vzhodnem delu Barja lahko gnetne jezerske gline in glinasti melji ter trdnejše peščene gline, ki so se usedale ob občasnih poplavah Barja. Med te plasti so vložene močvirske organske gline in šota, pa tudi pesek in prod peščenjakov. Podatki iz vrtin kažejo, da leže na osrednjem in vzhodnem delu Barja jezerske glinaste plasti ponekod neposredno na kraški glini, pod katero sta dolomit ali apnenec. Na že omenjenem podaljšku borovniškega vršaja ter med Gradaščico, Iško in Želimeljščico pa leži prod neposredno na podlagi dolomita oziroma skrilavega glinavca in peščenjaka.



Slika 3: Geološka zgradba širšega območja (OGK list Postojna)

Geološko karto in značilne prereze čez vodarno Brest so v prilogi 1 (Mencej, 1988/1989).

3.3. Hidrogeološki položaj širšega območja

Ljubljansko barje pripada vodnemu telesu podzemne vode Savska kotlina in Ljubljansko Barje.

Barjanska kotlina pripada povodju Ljubljanice. Sorazmerno veliki povodji in velika pretoka imata Iška in Želimeljščica, ki tečeta v Ljubljanico prek jugovzhodnega dela Barja. Iška ima pretok 0,17 do 2 m^3/s, Želimeljščica 0,15 do 2 m^3/s. Želimeljščica se izliva v kraški vodotok Iščico, ki ima pretok pred sotočjem z Želimeljščico od 0,5 do 1,5 m^3/s.

V ožjem smislu je obravnavano območje prodni zasip Iške. Iška je na južnem delu Ljubljanskega barja nasula vršaj velikega obsega, v njem je formiran t.i. holocenski vodonosnik. Ta je viden na površini med vasmi Iško vasjo, Strahomer, Tomišelj, Brest, Iška Loka in Ig. Severno od črte Podkraj, Brest, Iška Loka, cesta Ig-Ljubljana tone prodni zasip daleč proti severu pod jezerske gline. Najdlje na severu je prodni zasip Iške zanesljivo ugotovljen v vrtini PB-1, v Črni vasi pri sotočju Iške in Ljubljanice. Vrtina je zadela kameninsko osnovo (dolomit) v globini 141 m (n.v. 147 m). Vodnjak TB-3 ob Curnovcu, okoli 2 km južno od Dolgega mostu je prevrtal prodni zasip Gradaščice (karbonatni prodniki in prodniki peščenjaka in skrilavega glinavca) od globine 20 do 40 m. Sledi 8 m debela glinasta plast in pod njo, do globine 76 m, prod Gradaščice pomešan s savskim prodom. Od 76 do 168 m (n. v. 125 m) je prevrtan verjetno samo prod Iške. Med obema vrtinama ob dveh vzporednih prelomih, ki potekata v smeri jugozahod- severovzhod vzdolž Ljubljanice, je podlaga močno dvignjena. Na zahodu je zanesljivo ugotovljen prodni zasip Iške z vrtino PB-2 pri domačiji Kozler (ob cesti Črna vas - Podpeč) in sicer od globine 15,5 m (n.v. 273 m) do globine najmanj 50 m (n.v. 238,50m). Vrtina ni izvrtana do podlage. Prodni zasip Iške, pomešan s prodnim zasipom Želimeljščice, je ugotovljen v vrtini Š-1, ki je izvrtana na križišču cest Črna vas-Ig-Ljubljana in sega od globine 20 m (n.v. 269 m) do najmanj 74 m pod površino (n.v. 215 m). Tudi vrtina Š-1 je ostala v prodnem zasipu. Z vrtino PŽ-12 je prevrtan mlajši prodni zasip Iške (zgornji vodonosnik) v globini od 12,5 m (n.v. 278,5 m) do 12,90 m (n.v. 278 m). Severovzhodno od Iga oziroma v bližini osamelca Grmez je vrtina V-9 prevrtala mlajši prod Iške v globini od 15 m (n.v. 275 m) do 16,5 m (n.v. 273,50 m). Pri vrtini OP-2, 300 m severno od Bresta, so jezerski sedimenti debeli 2 m, pri vrtini OP-1 okoli km severneje pa že 11 m. Ob Ljubljanici v Črni vasi sega debelina jezerskih usedlin 20 m globoko (n.v. 268 m). V vrtini Š-1, na križišču cest Ig-Ljubljana in Črna vas-Podpeč, je debelina jezerskih sedimentov tudi okoli 20 m. Na območju vzdolž Curnovca je debelina jezerskih sedimentov med 15 m in 20 m.

3.3.1. Podzemna voda Iškega vršaja

V letih 1974 do 1976 so bila južno od vasi Tomišelj-Brest-Matena-Iška Loka opravljena obsežna raziskovalna dela, da bi zajeli vodo za ljubljanski vodovod. V prvi fazi raziskav je bilo izvrtanih 5 raziskovalnih vrtin (IŠ-1 do IŠ-5). V vrtinah IŠ-3 in IŠ-5 so bili opravljeni črpalni poizkusi. Vrtine IŠ-1, IŠ-2 in IŠ-4 so bile izvrtane do dolomitne kameninske podlage. Leta 1980 je bilo v sedanjem profilu vodarne Brest izvrtanih 11 vrtin z vgrajenimi piezometri (PV-1 do PV-11) in 11 vodnjakov (V-1do V-11) v medsebojni razdalji 100 m. Z raziskavami je ugotovljeno, da sta v profilu vodarne Brest dva vodonosnika, ki sta med seboj ločena z 10 m debelo plastjo glinastih neprepustnih plasti. V globini 30-31 m je prevrtana plast rdeče rjave meljne gline, podobne kot na vršaju Borovniščice in Želimeljščice.

Zgornji prodni vodonosnik sega do globine 27 m pod površjem (n.v. 272 m). Piezometrična gladina zgornjega vodonosnika je na nadmorski višini 297 do 292 m. Leta 1984 sta bili izvrtani vrtini IŠ-7 in IŠ-8 jugovzhodno od vodarne Brest. Pokazali sta, da je podlaga, ki jo sestavlja apnenec v vrtini IŠ-8, 27 m pod površino (n. v. 282 m), v vrtini IŠ-7 pa 33 m pod površino (n. v. 280 m). Do globine okoli 10 m je dobro prepusten prod, pod njim

pa je zaglinjen in slabo prepusten prod, odložen na apnencu. Iz tega je mogoče sklepati, da je zgornji vodonosnik na vzhodni strani vodarne Brest za vodo zelo slabo prepusten.

Dokazano je bilo, da je ob suši leta 1983 poniknilo na odseku od mostu pri Iški vasi do Strahomerja (1,3 km) približno 241 l/s vode iz Iške. Iz vodnjakov so takrat črpali 56 l/s, pretočne količine barjanskih izvirov so bile 95 l/s.

V primeru, da je glinasto meljasta plast, ki loči oba vodonosnika slabo prepustna ali celo ni (to potrjujejo vrtine IŠ-6 v profilu vodarne, PB-1 PB-2 in BV-2), potem se pretaka vsa ponikla voda Iške (tudi voda, ki jo prispevajo padavine) v profilu čez vodarno in zahodno od nje. Manjši del vode v sušnem obdobju črpajo z vodnjaki, večji del pa odteka v barjanske izvire in precejšen del še naprej proti severu. Vzhodno od vodarne se lahko pretakajo zelo majhne količine vode, ker je na tem delu ob prelomu kameninska podlaga dvignjena, prodni zasip pa močno zaglinjen (vrtini IŠ-7 in IŠ-8). To potrjujejo tudi manjše zmogljivosti vodnjakov V-10 in V-11, ki sta na skrajnem vzhodnem delu vodarne, ter manjše izdatnosti izvirov severovzhodno od vodarne Brest. Manj verjetno je, da bi se okrog 90 l/s oziroma še več vode pretakalo mimo vodarne v dolomitu na zahodnem obrobju. Zmogljivost podtalnice zgornjega prodnega vodonosnika Iške je mogoče določiti približno na osnovi količin ponikle Iške (na odseku od Iške vasi do Strahomerja) in z infiltracijo padavin na območju, kjer je prodni zasip vršaja Iške na površini. Iz rezultatov opravljenih meritev pretokov Iške v Iški vasi in Strahomerju oziroma Tomišlju je mogoče oceniti, da v povprečju ponikne v prodni vodonosnik okrog 350 l/s vode Iške.

Glede na rezultat črpalnih poizkusov so določene hidravlične karakteristike zgornjega vodonosnika:

- Transmisivnost (T) = 1540 m^2/dan
- Koeficient elastičnega uskladiščenja (S) = 0,0007
- Koeficient prepustnosti (K) = od 1,0 x 10^{-3} m/s do 1,1 x 10^{-4} m/s.

Zgornji vodonosnik je s stališča kakovosti podvržen onesnaženju s površja kar se kaže v mikrobiološki oporečnosti podzemne vode.

Spodnji prodni vodonosnik Iškega vršaja se prične na območju vodarne Brest v globini 40 m (n. v. 260 m) in sega do kameninske podlage v globini približno 105 m (n. v. 191 m). Piezometrična gladina spodnjega vodonosnika je v profilu vodarne na nadmorski višini 290 do 191 m. Podlago sestavlja triasni dolomit. Spodnji vodonosnik sega daleč proti severu, verjetno do brezoviško-viškega preloma. Voda spodnjega vodonosnika Iške (verjetno je več med seboj slabo ločenih vodonosnikov) je z vrtino PB-1 zajeta na odsekih od 24,59 do 59 m in od 101,5 do 143,3 m, samoizliv na koti terena je 18 l/s. Piezometrična gladina vode je približno na nadmorski višini 289 do 290m. V vrtini PB-2 je piezometrična gladina podtalnice spodnjega vodonosnika na nadmorski višini približno 290,50 m. Piezometrična gladina podtalnice je v vodnjaku TB-3 na nadmorski višini okrog 287,5 m in v vrtinah TB-1 in TB-2 na nadmorski višini 287,70 m oziroma 288,70 m. V vodnjaku in obeh vrtinah je zajeta voda v dolomitu. Predvidevamo, da se piezometrične gladine podtalnice v produ in dolomitu bistveno ne razlikujejo.

Zmogljivosti spodnjega vodonosnika: K bilanci spodnjega vodonosnika Iškega vršaja največ prispeva vodonosnik v karbonatnih kameninah, ki obdaja prodni vodonosnik na jugu, vzhodu, zahodu in v podlagi. Lego spodnjega prodnega vodonosnika Iškega vršaja lahko primerjamo z lego spodnjega vodonosnika borovniškega vršaja, kjer je bilo ugotovljeno zelo dobro napajanje prodnega vodonosnika z vodo kraškega vodonosnika. Spodnji prodni vodonosnik Želimeljščice, ki pride v stik s spodnjim prodnim vodonosnikom Iške pri Črni vasi, verjetno ne prispeva pomembnih količin vode k bilanci spodnjega vodonosnika Iškega vršaja. Podtalnica Iškega vršaja odteka v smeri proti Ljubljani in se severno od Ljubljanice združi s podtalnico v

prodnem zasipu Gradiščice in Save. Iz piezometričnih gladin vode je mogoče sklepati, da precejšen del vode s tega območja odteka skoz ožino med Rožnikom in Gradom v prodni vodonosnik Ljubljanskega polja in skoz ožino med Rožnikom, Podutikom mimo Dravelj prav tako v vodonosnik Ljubljanskega polja.

Hidravlične karakteristike spodnjega vodonosnika so pri vodarni Brest v vrtini IŠ-4:

- Transmisivnost (T) = 5680 m^2/dan
- Koeficient elastičnega uskladiščenja (S) = 0,00022
- Koeficient prepustnosti (K) = od 1,1 x 10^{-3} m/s.

Kakovost podtalnice spodnjega vodonosnika Iškega vršaja pri vodarni Brest kemično in bakteriološko ustreza predpisom za varstvo pitnih voda. Voda iz vrtine PB-2 in PB-3 pa vsebuje prevelike količine raztopljenega železa (nad 1 mg/l).

3.4. Hidrogeološki položaj ožjega območja

Nivo podzemne vode v holocenskem vodonosniku je območju Tomišlja na koti 295,80 m (srednji nivo), ob večjih deževjih sega nivo tudi do 307,29 m. Za območje Brest se srednja gladina vod nahaja na koti 292,64 m, kar velja za obdobja ko je vodostaj podtalnice nizek, kar je večino časa v letu. V času visokega vodostaja pa vode narastejo do kote 297,38 m (Povzeto po podatkih VO-KA). Nadmorska višina terena, kjer je predviden nasip pri Brestu je okoli 298,5 m. Razlika od terena do maksimalnega nivoja podzemne vode holocenskega vodonosnika je okoli 1,12 m, do srednjega nivoje podzemne vode pa 5,86 m.

Hitrost podzemne vode v holocenskem vodonosniku je bila določena s sledilnim poskusom v Vrbljenah (INCOME, 2012). Največja hitrost podzemne vode je bila določena na od 2,6 m/h do 3,39 m/h kar je od 63,8 m/dan do 42,51 m/dan. Srednja hitrost toka podzemne vode pa je bila od 1,77 m/h do 2,09 m/h kar je od 42,5 m/dan do 50,13 m/dan.

Piezometrični nivo zgornjega prodnega vodonosnika je na območju vodarne Brest in lokacije nasipa na VVO I približno enak in znaša okoli 297 m - 292 m. Nadmorska višina terena, kjer je predviden nasip je okoli 298,5 m. Razlika od terena do nivoja podzemne vode je od 1,5 m do 6,5 m.

Piezometrični nivo spodnjega prodnega vodonosnika je na območju vodarne Brest in lokacije nasipa na VVO I na koti okoli 291 m- 290 m. Nadmorska višina terena, kjer je predviden nasip je okoli 298,5 m. Razlika od terena do nivoja podzemne vode je od 7,5 m do 8,5 m.

4. GEOLOŠKE TERENSKE RAZISKAVE

V okviru terenski preiskav je bilo narejenih devet (9) strojnih razkopov, štiri (4) raziskave z dinamičnim penetrometrom in šest (6) nalivalnih preizkusov. Raziskave so obsegale območje nasipa pri Tomišlju in Brestu. Geološke popise strojnih razkopov, raziskave z dinamičnim penetrometrom in laboratorijske analize se opravilo podjetje Geomet d.o.o. iz Izole. Številka poročila je 65-8/2015. Nalivalne poizkuse v razkopih je opravilo podjetje Gecko d.o.o. iz Ljubljane. Številka poročila je E026-2015.

4.1. Strojni razkopi

Geološka sestava tal na lokaciji predvidenih protipoplavnih nasipov je bila ugotovljena z devetimi strojnimi razkopi: TOM-1, TOM-2 in TOM-3 v naselju Tomišelj, slabih 400 m zahodno od struge Iške ter BREST-1, BREST-2, BREST-3, BREST-4, BREST-5 in BREST-6 v naselju Brest, dobrih 400 m vzhodno od struge Iške.

Ugotovljeno je bilo, da je geološka sestava tal vzdolž predvidenega nasipa Tomišelj podobna. Pod zgornjo tanko plastjo humusa leži dobro granuliran prod (GW). Z globino se količina drobnozrnatega veziva spreminja. Menjava se dobro granuliran prod z meljem in peskom (GW-GM). Na globini od 1,20 m do 1,90 m se nahajata rjava mastna glina (CH) in temno siva do modra pusta glina (CL). Pod njima leži dobro granuliran prod z meljem in peskom (GW-GM).

Na lokaciji TOM-1 je na globini 1,20 m, pod dobro granuliran prodom (GW), plast rjavega glinastega peska s prodom v debelini 0,40 m.

Tudi vzdolž predvidenega nasipa Brest je geološka sestava podobna. Pod plastjo humusa leži peščen melj s prodom (ML), ki sega do globine od 0,40 m do 0,90 m.

Na lokacijah BREST-1, BREST-2 in BREST-3 mu sledi dobro granuliran prod (GW), ki se na lokaciji BREST-3 menjava z dobro granuliranim prodom z meljem (GW-GM) in meljastim prodom (GM). Pod njim se na globini 2,50 m nahaja glina s peskom (CL), ki se menjava z meljem s peskom (ML).

Na lokacijah BREST-4, BREST-5 in BREST-6 se pod humusom in peščenim meljem s prodom (ML) do globine od 2,0 m do 2,90 m nahaja slabo granuliran prod (GP). Pusta do mastna glina (CL/CM) se pojavi na globini od 2,40 m do 2,90 m. Na lokacijah BREST-4 in BREST-6 je med prodom plast glinastega peska s prodom (SC).

Znotraj najožjega vodovarstvenega območja sta bila na območju naselja Brest izkopana dva razkopa BREST-5 (parc. št. 460, k.o. Tomišelj) in BREST-6 (parc. št. 458, k.o. Tomišelj). Geološki popis razkopa BREST-5 je (Geomet, 2015):

- 0,0 - 0,1 m: Humus
- 0,1 – 0,9 m: Peščen melj s prodom, velikost prodnikov do 4 cm, količina veziva se z globino spreminja, menjavanje z meljastim prodom (GM), srednje gost (USCS klasifikacija - ML)
- 0,9 – 2,5 m: Sivo rjav slabo graduiran prod (GP), malo veziva, velikost prodnikov do 20 cm, srednje gost, vlažen (USCS klasifikacija- GP)
- 2,5 – 2,8 m: Rjava pusta glina, srednje gnetna, menjavanje s plastmi peščene gline (USCS klasifikacija- CL)

Geološki popis razkopa BREST-6 je (Geomet, 2015):

- 0,0 - 0,1 m: Humus
- 0,1 – 0,4 m: Peščen melj s prodom, velikost prodnikov do 3 cm, organski ostanki (koreninice); (USCS klasifikacija- ML)
- 0,4 – 1,3 m: Sivo rjav slabo graduiran prod (GP), malo veziva, velikost prodnikov do 15 cm, srednje gost, vlažen (USCS klasifikacija- GP)
- 1,3 – 1,5 m: rjav glinast pesek s prodom, velikost prodnikov do 4 cm, srednje gost (USCS klasifikacija- SC)
- 1,5 – 2,9 m: Rjav slabo graduiran prod s peskom (GP), velikost prodnikov do 3 cm, srednje gost (USCS klasifikacija- GP)
- 2,69 – 3,0 m: Rjava pusta do mastna glina, srednje gnetna (USCS klasifikacija- GPCL/CH)

4.2. Raziskave z dinamičnim penetrometrom

Preiskave se izvajajo za določitev trdnostnih in deformabilnostnih lastnosti predvsem nekoherentnih zemljin (in pa tudi mehkih hribin). Preiskave smo izvedli skladno s standardi EN ISO 22476-2.

Zvezno sondiranje poteka s pomočjo penetrometra oz. zabijalne naprave tipa DPL (Dynamic Probing Light), pri kateri bat z maso 10 kg spuščamo z višine 50 cm. Zabijamo pa konus 90° z osnovno ploskvijo 10 cm^2 in udarce registriramo na vsakih 10 cm (N10).

Za DPL je priporočeno beleženje udarcev na vsakih 10 cm. Na podlagi vrtanja in dinamične penetracije smo med seboj v profilu ločili več posameznih plasti različnih debelin.

Na lokaciji so bile izvedene 4 penetracijske vrtine, na lokacijah BREST-3, BREST-4, BREST-5 in TOM-1.

4.2.1. Povzetek rezultatov

DPL BREST- 3

Posnetek izkazuje od površja terena do globine 0,4 m (BREST-3) razmeroma visoke merjene vrednosti N_{10}, ki ustrezajo gostemu gostotnemu stanju zemljine, s strižnim kotom od 28,2 - 47,5° in modulom stisljivosti od Eoed = 2 - 36 MPa. Modul stisljivosti narašča z globino. Po popisih sondaže je do globine 0,4 m pričakovati meljast pesek (SM) do peščen melj (ML) s prodom.

Na globini 0,4 m se prične plast zelo gostega proda s povprečnim strižnim kotom 46° in modulom stisljivosti od Eoed = 165 MPa.

Na globini 0,6 m se je sondiranje ustavilo zaradi povečanega odpora tal, kar lahko pripišemo večjemu prodniku.

Tabela 1: Preglednica rezultatov preiskav DPL BREST-3

globina	karakteritične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti		material
	ϕ [o]	E_{oed}[kPa]	
0 - 0,4 m	35,2	10066	SM , gos.
0,4 - 0,6 m	46,0	165404	GM , zelo gos.

DPL BREST- 4

Posnetek izkazuje od površja terena do globine 0,6 m (BREST-4) razmeroma nizke merjene vrednosti N_{10}, ki ustrezajo sprva zelo rahlemu nato pa srednje gostemu gostotnemu stanju zemljine, s strižnim kotom od 28-32° in modulom stisljivosti od Eoed= 2- 5 MPa. Modul stisljivosti narašča z globino. Po popisih sondaže je do globine 0,6 m pričakovati meljast pesek (SM) do peščen melj (ML) s prodom.

Na globini 0,6 m se prične plast srednje gostega do gostega proda, ki na globini 1,4 m postane zelo gost. Povprečni strižni kot zemljine je 39°, modul stisljivosti pa Eoed 46 MPa. Maksimalni modul stisljivosti je 165 MPa.

Na globini 1,6 m se je sondiranje ustavilo zaradi povečanega odpora tal, kar lahko pripišemo večjemu prodniku.

Tabela 2: Preglednica rezultatov preiskav DPL BREST-3

globina	karakteritične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti		material
	ϕ [o]	E_{oed}[kPa]	
0 - 0,6 m	29,7	3716	SM , rah.
0,6 - 1,6 m	39,0	46695	GW , gos.

DPL BREST- 5

Posnetek izkazuje od površja terena do globine 0,8 m (BREST-5) visoke merjene vrednosti N_{10}, ki ustrezajo sprva rahlemu nato srednjemu do zelo gostemu gostotnemu stanju zemljine, s strižnim kotom od 29-46° in modulom stisljivosti Eoed 3 - 44 MPa. Modul stisljivosti narašča z globino prav tako strižni kot zemljine. Po popisih sondaže je do globine 0,6 m pričakovati meljast pesek (SM) do peščen melj (ML) s prodom.

Na globini 0,8 m se je sondiranje ustavilo zaradi povečanega odpora tal, kar lahko pripišemo večjemu prodniku.

Tabela 3: Preglednica rezultatov preiskav DPL BREST-5

globina	karakteritične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti		material
	ϕ [o]	E_{oed}[kPa]	
0 - 0,8 m	37,2	11747	SM , gos.

DPL TOM- 1

Posnetek izkazuje od globine 0,1 m razmeroma visoke merjene vrednosti N_{10}, ki ustrezajo sprva srednje gostemu nato pa zelo gostemu gostotnemu stanju zemljine, s strižnim kotom od 31-46° in modulom stisljivosti od Eoed 20 - 115 MPa. Modul stisljivosti narašča z globino. Po popisih sondaže je pod humusom pričakovati dobro graduirane prode (GW).

Na globini 0,9 m se je sondiranje ustavilo zaradi povečanega odpora tal, kar lahko pripišemo večjemu prodniku.

Tabela 4: Preglednica rezultatov preiskav DPL TOM-1

globina	karakteritične (povprečne) vrednosti parametrov v posamezni plasti			material
	ϕ [o]	c_u [kPa]	E_{ped} [kPa]	
0 - 0,11 m	/	23	1565	CH , lg.
0,11 - 0,9 m	38,0	/	45798	GW , gos.

4.3. Nalivalni preizkusi

Dne 6.8.2015 smo izvedli 6 nalivalnih poizkusov na območju predvidenih protipoplavnih nasipov Brest in Tomišelj.

Na lokaciji nasipa Brest smo izvedli 4 nalivalne poizkuse, na lokaciji nasipa Tomišelj pa 2.

Z rovokopačem smo izkopali razkope znanih dimenzij in znane globine. Nato smo v razkope namestili potopno sondo, ki meri nihanje nivoja vode, ter jo priključili na računalnik za sprotno spremljanje poizkusa.

Nato smo s pomočjo 3 m^3 gasilske cisterne v razkop vlili znan volumen vode. Takoj po končanem nalivanju smo pričeli z merjenjem vpadanja nivoja vode.

V spodnji tabeli podajamo zbrane podatke o koeficientih prepustnosti. Prepustnosti smo računali po dveh metodah in sicer po metodi Nasberga za nepopoln vodnjak v nezasičeni coni. Metoda je projicirana na dimenzije razkopa. Ter po metodi znižanja vode v razkopu v določenem času. Metodi dajeta dokaj podobne rezultate. Obe metodi imata določene omejitve, ki jih je na terenu težko doseči. Zato lahko iz obeh metod vzamemo povprečno vrednost, ki jo uporabljamo kot vrednost pri projektiranju.

Tabela 5: Koeficient prepustnosti (m/s)

Nalivalni poizkus	Metoda izračuna		Povprečje
	Nasberg	Znižanje v času	
TOM-1	3,42E-05	1,29E-04	8,18E-05
TOM-3	6,91E-04	5,85E-04	6,38E-04
BREST-3	3,08E-05	1,51E-04	9,11E-05
BREST-4	3,33E-04	1,07E-03	7,00E-04
BREST-5	1,53E-04	1,53E-03	8,39E-04
BREST-6	4,50E-04	1,86E-03	1,16E-03

4.4. Laboratorijske preiskave

Pri izvedbi sondažnih razkopov so bili odvzeti štirje (4) vzorci zemljin. Laboratorijske raziskave so se izvedle v laboratoriju za mehaniko tal Irgo Consulting d.o.o. Namen preiskav je bil določiti sestavo tal. Laboratorijske preiskave zemljin so bile izvedene v skladu z veljavnimi standardi.

Izvedenih je bilo:

- 3 sejalne analize,
- 1 Atterbergerjeva meja plastičnosti

V sondažnem razkopu TOM-1 smo na globini od 0,6 m - 0,8 m odvzeli vzorec materiala. Laboratorijska analiza je pokazala, da gre za dobro granuliran prod (GW). Vsebnost frakcije večje od 2 mm je bila v vzorcu 82 %, fine frakcije melja in gline pa pod 3 %.

V sondažnem razkopu TOM-3 je bil odvzet vzorec iz globine 2,3 m - 2,4 m. Glede na laboratorijske preiskave gre za mastno glino (CH), ki je v srednje gnetnem konsistenčnem stanju. Naravna vlaga zemljine je 44%.

V sondažnem razkopu BREST-2 smo na globini od 0,4 m - 0,6 m odvzeli vzorec materiala. Laboratorijska analiza je pokazala, da gre za peščen melj s prodom (ML). Vsebnost fine frakcije je bila v vzorcu 55 %.

5. VODOVARSTVENA OBMOČJA IN VODNI VIR BREST

Lokacija posega je znotraj najožjega vodovarstvenega območja z oznako VVO I. Vodovarstvena območja so bila sprejeta z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane (Ur. l. RS, 115/2007, 9/2008, 65/2012 in 93/2013).

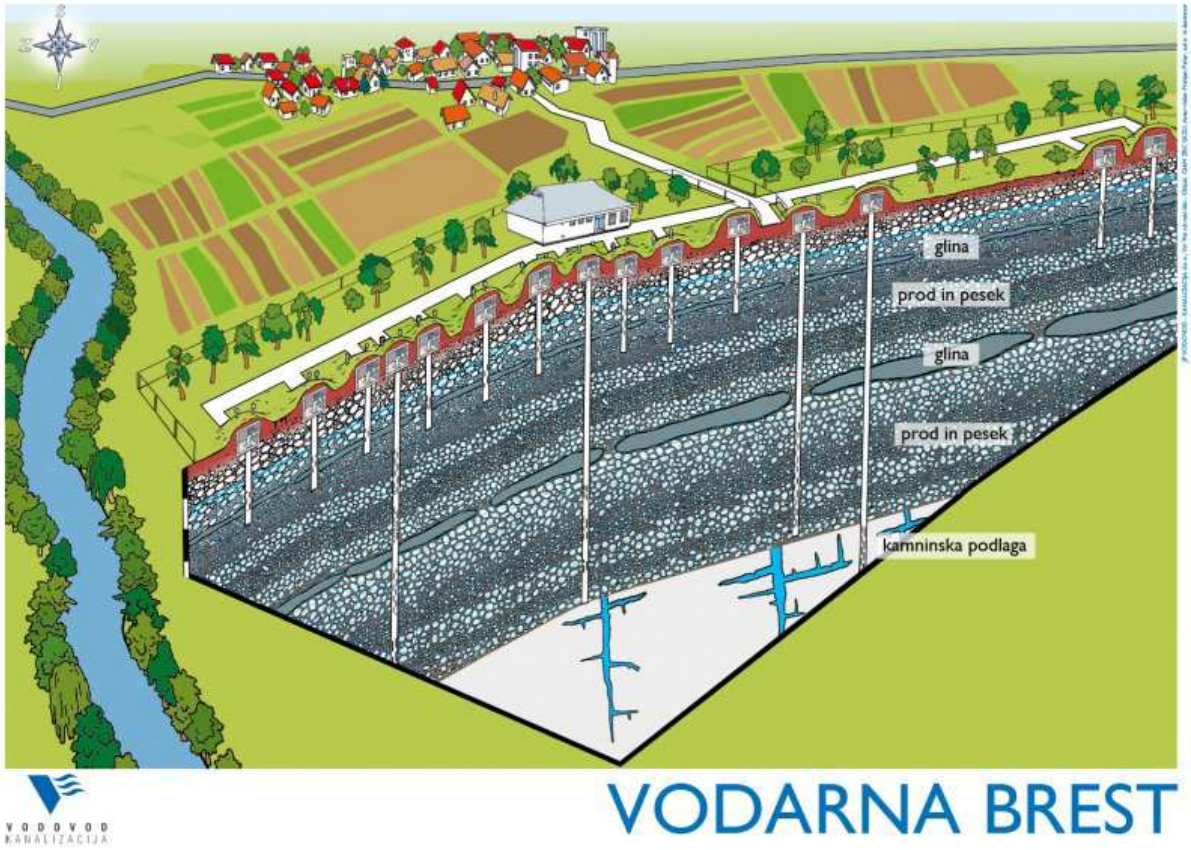
5.1. Vodarna Brest

Leta 1981 je na Ljubljanskem barju pričela obratovati vodarna Brest, ki je locirana na vršaju reke Iške v občini Ig, v bližini naselja Brest. Prvotno je izkoriščala vodonosne sloje v zgornjih plasteh, danes pa tudi podzemno vodo spodnjih vodonosnih plasti.

V vodarni, ki je v upravljanju JP Vodovod-kanalizacija d.o.o., je 12 vodnjakov. Dovoljen odvzem podzemne vode je določen z vodnim dovoljenjem št. 35507-22/2003.

Tabela 6: Dovoljeno črpanje podzemne vode v vodarni Brest (vir: Atlas okolja, ARSO)

Ime vodnjaka	Dovoljen odvzem vode v l/s
V-9	16,5
A-2GL	100
A-1GL	90
IŠ-4GL	35
V-1	16,5
V-2	16,5
V-3	16,5
V-4	16,5
V-5	16,5
V-6	16,5
V-7	16,5
V-8	16,5
Skupni dovoljeni odvzem	*373,5*



Slika 4: Skica vodarne brest s črpalnimi vrtinami iz zgornjega in spodnjega vodonosnika (vir: svetovni splet)

Slika 5: Fotografija vodarne Brest (vir: svetovni splet)

MOP ARSO v vodarni Brest spremlja kakovost podzemne vode in sicer v vodnjakih Iški vršaj 1Agl

Tabela 7: Rezultati analiz vode iz vodnjaka Iški vršaj 1Agl v letu 2014 (vir: http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/kakovost_arhiv2014.html)

		18.06.2014	21.10.2014
MERITVE NA TERENU			
Temperatura zraka	°C	24	18
Temperatura vode	°C	11,3	12,9
Barva	m-1	<0,1	<0,1
pH	-	7,6	7,3
Električna prevodnost (20 0C)	µS/cm	391	572
Kisik sonda	mg O2/l	8,7	9,4
Nasičenost s kisikom - sonda	%	83	93
Redoks potencial	mV	454	460
Motnost	NTU	0,1	0,1
OSNOVNI PARAMETRI			
KPK s KMnO4	mg O2/l	<0,5	<0,5
TOC	mg C/l	<0,5	<0,5
Amonij	mg NH4/l	<0,013	<0,013
Nitriti	mg NO2/l	<0,007	<0,007
Nitrati	mg NO3/l	13	12
Sulfati	mg/l	3,8	3,6
Kloridi	mg/l	2,3	2,3
Fluoridi	mg/l	<0,2	<0,2
Ortofosfati	mg PO4/l	<0,031	<0,031
Kalcij	mg/l	56	48
Magnezij	mg/l	27	25
Natrij	mg/l	<1	<1
Kalij	mg/l	0,5	0,5
Hidrogenkarbonati	mg HCO3/l	250	270
Skupna trdota	0NT	14,1	12,5
Karbonatna trdota	0NT	11,7	12,3
m-Alkaliteta	meqv/l	4,2	4,4

Vsebnosti mikroelementov, pesticidov in metabolitov, lahkohlapnih organskih spojin so bile pod mejo detekcije.

6. OPIS POSEGA

6.1. Konstrukcija protipoplavnih nasipov

Nameravan poseg je gradnja več protipoplavnih ukrepov za zagotavljanje poplavne varnosti območja Bresta in Tomišlja.

Na območju naselja *Tomišelj* je na levem bregu Iške je predvidena gradnja nasipa z naslednjimi karakteristikami:

- povprečna višina 0.85 m
- največja višina 1.3 m (na dolžini ca. 60 m)
- najmanjša višina 0.4 m
- dolžina: 230 m

Na območju naselja *Brest*, na desnem bregu Iške, je predviden nasip z karakteristikami:

- povprečna višina 1.2 m
- največja višina 1.9 m (lokalno, na dolžini ca. 30 m)
- najmanjša višina 0.7 m
- dolžina: 700 m

Nasipi bodo predvidoma grajeni iz peščeno prodnatega materiala. Investitor ima na razpolago peščeno prodnate materiale, ki jih je pridobil med čiščenjem reke. Na deponiji se ga trenutno, po grobi vizualni oceni, nahaja 700 m^3 do 1300 m^3. Peščeni prodi so kvaliteten material, ki je primeren za vgrajevanje v nasipe. Nasipi iz proda so stabilni in erozijsko obstojni, vendar pa je prod dobro prepusten material, zaradi česar bo potrebno zagotoviti neprepustnost nasipa z določenim ukrepom (bentonitna folija). Ker je material pridobljen pri čiščenju vodotoka bo potrebno ročno odstraniti ves humozen material (veje dreves, les!).

Druga lokacija iz katere je predviden odvzem materiala je odvečni material, ki bo nastal pri izkopu gradbene jame za objekt Logistični center ZRC SAZU. Zgornji sloji zemljine do globine 4 m je sestavljen iz glinastih prodov (GM/GC/GP), ki prehajajo v peščene prode (GP/GM). Geološko poročilo je izdelalo podjetje Gracen d.o.o. št. poročila 1-24/2013.

Nasipi morajo biti zgoščeni in ustrezno zbiti, kar je potrebno preverjati med samo gradnjo nasipov z dinamično sondo in izotopsko sondo.

Pred izgradnjo nasipa se mora izdelati tehnološko ekonomski elaborat in plan preiskav v času vgrajevanja.

Laboratorijske analize materiala še niso opravljene.

6.2. Pronicanje skozi in pod nasip in vpliv na podzemne vode

V času projektiranja je podjetje Gecko d.o.o. izdelalo model toka vode skozi in pod pregrado.

Izračun pretokov skozi in pod nasip je bil izveden z računskim modelom Slide v6, ki za račun prepustnosti uporablja metodo končnih elementov (FEM). Izveden je bil statični izračun (čas je konstanten), ki je temeljil na sledečih predpostavkah:

1. BREST
    a. Najvišja kota nasipa h = 1.9m
    b. Kota vode za nasipom h_v = 1.4m
    c. širina krone nasipa d = 2m
    d. naklon nasipa je 1 : 1.5
    e. GEOLOGIJA
        i. 0.0 – 0.4 → SM – ML
        ii. 0.4 – 2.5 → GW – GM
        iii. > 2.5 → CL – ML
    f. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Material Name	Color	Model	KS (m/s)	K2/K1	K1 Angle	Soil Type
Nasip		Simple	0.00058	1	0	General
Bentonitna folija		Simple	5e-009	1	0	General
SM-ML		Simple	1e-007	1	0	General
GW-GM		Simple	0.0006	1	0	General
CL-ML		Simple	1e-009	1	0	General

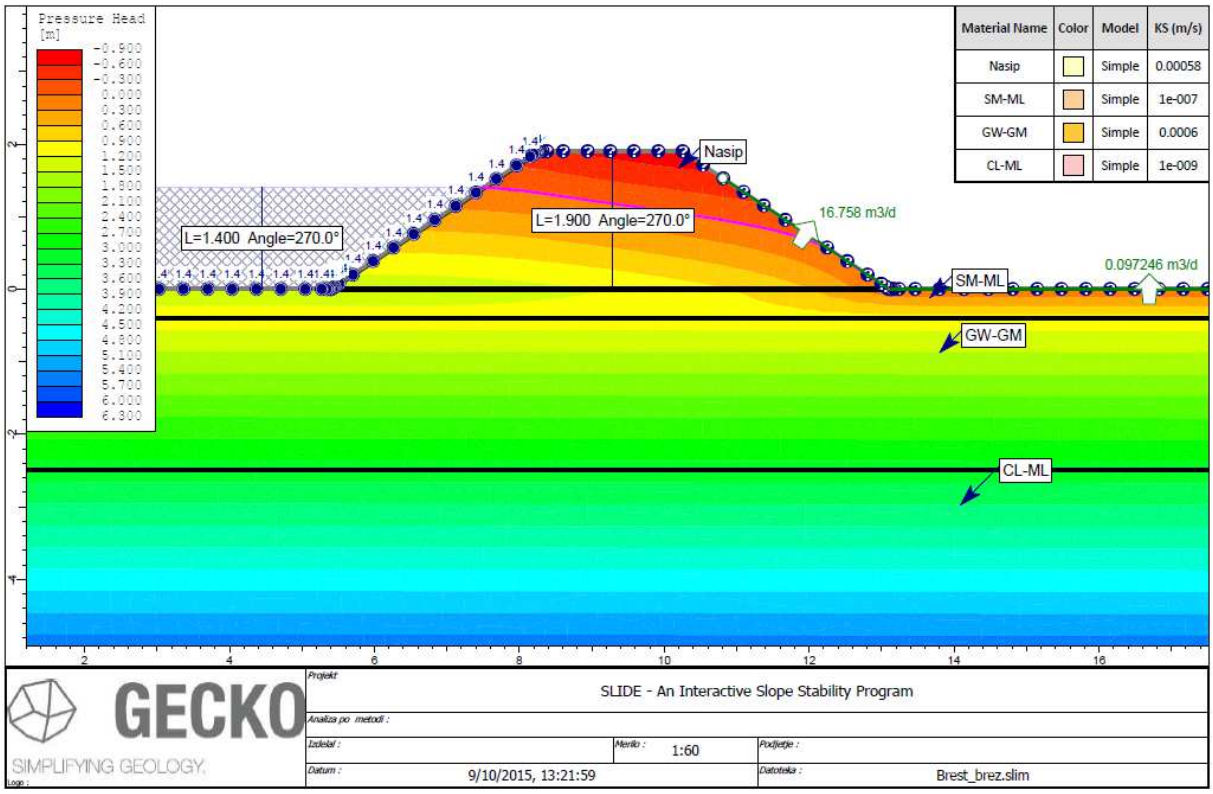
2. TOMIŠELJ
    a. Najvišja kota nasipa h = 1.2m
    b. Kota vode za nasipom h_v = 0.7m
    c. Sirna krone nasipa d = 2m
    d. Naklon nasipa je 1:1.5
    e. GEOLOGIJA
        i. 0.0 – 1.2 → GW
        ii. 1.2 – 2.1 → CH
        iii. 2.1 – 2.3 → CL
        iv. 2.3 – 2.7 → CH
        v. > 2-7 → GW – GM
    f. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Material Name	Color	Model	KS (m/s)	K2/K1	K1 Angle	WC (m^3/m^3)	Soil Type
Nasip		Simple	0.00058	1	0	0.4	General
Bentonitna folija		Simple	5e-009	1	0	0.4	General
GW		Simple	0.0005	1	0	0.4	General
CH		Simple	5e-009	1	0	0.4	General
CL		Simple	5e-008	1	0	0.4	General
GW-GM		Simple	0.0006	1	0	0.4	General

REZULTATI

1. <u>BREST</u>
   a. <u>Brez folije</u>
      i. Pronicanje skozi nasip brez bentonitne folije Q = 16.758 m^3 /dan po tekočem metru

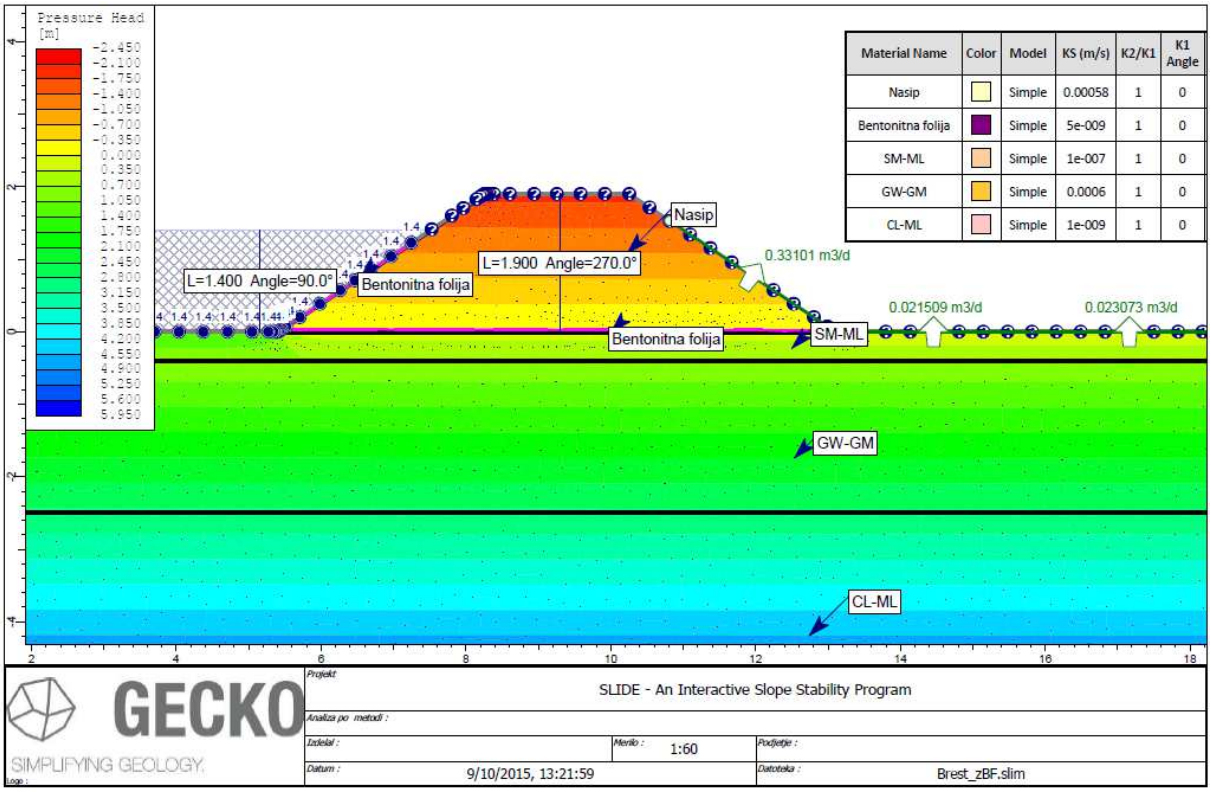
      ii. Pronicanje pod nasipom brez bentonitne folije Q = ca. 0.1 m^3 /dan po tekočem metru



b. <u>S folijo</u>

i. Pronicanje skozi nasip ob vgraditvi bentonitne folije na vodni strani nasipa ter pod nasipom (med nasipom in temeljnimi tlemi) : Q = 0.331 m^3/dan

ii. Pronicanje pod nasipom je zanemarljivo

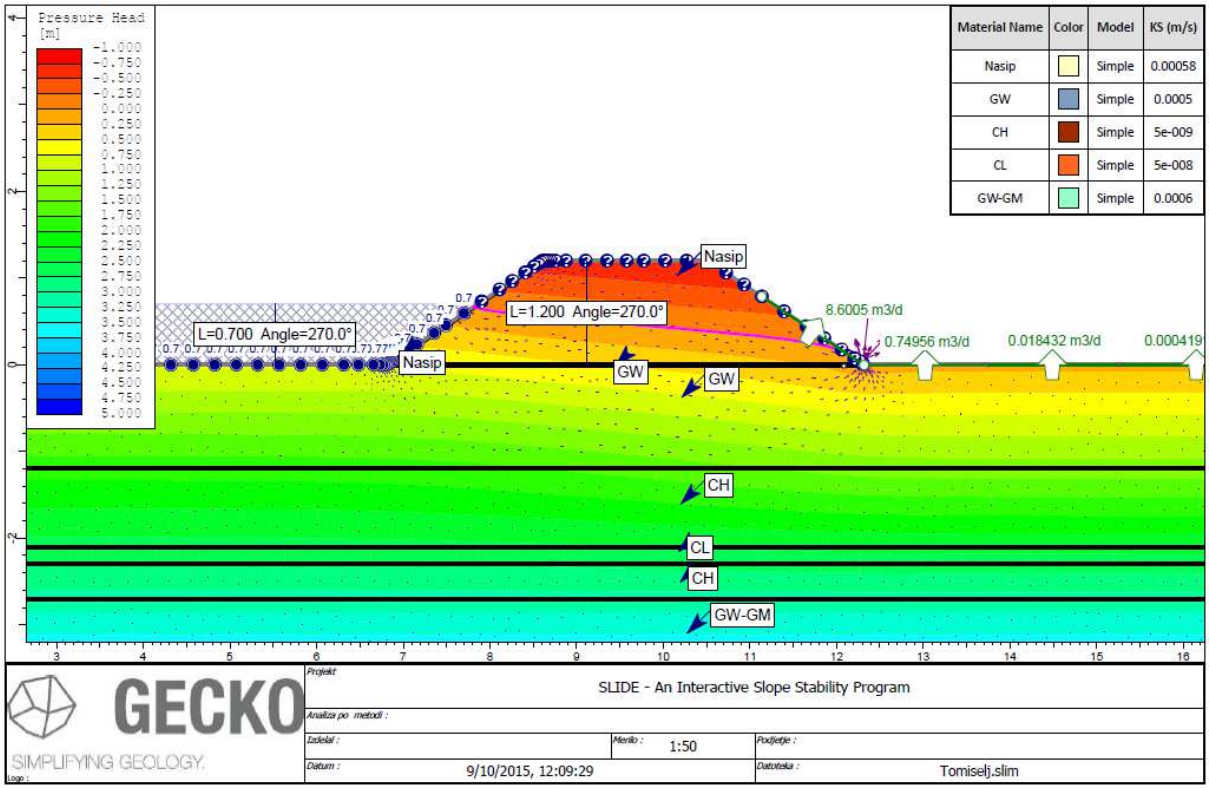


2. <u>TOMIŠELJ</u>

a. <u>Brez folije</u>

i. Pronicanje skozi nasip brez bentonitne folije Q = 8.6005 m^3 /dan po tekočem metru

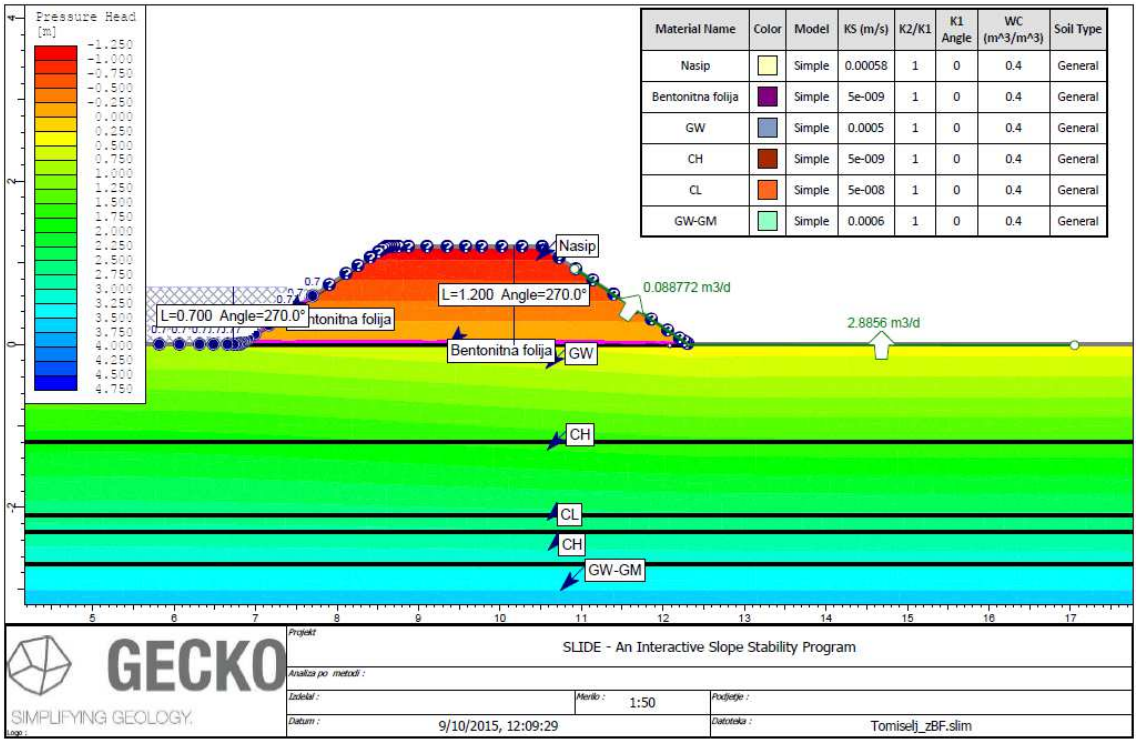
ii. Pronicanje pod nasipom brez bentonitne folije Q = ca. 0.8 m^3 /dan po tekočem metru



b. <u>S folijo</u>

i. Pronicanje skozi nasip ob izgradnji bentonitne folije na vodni strani nasipa ter pod nasipom (med nasipom in temeljnimi tlemi) : Q = 0.088 m^3/dan po tekočem metru

ii. Pronicanje pod nasipom je zanemarljivo : Q = ca. 2.9 m^3 dan po tekočem metru



6.2.1. Interpretacija

Pri izračunu smo upoštevali prepustnost materiala iz katerega bo zgrajen nasip : k = 5.8 x 10^{-4} m/s. To v teoriji pomeni, da voda naredi 23 metrov na dan skozi ta nasip, kar posledično pomeni, da je ob debelini nasipa 5 metrov, voda skozi nasip v slabih 5 urah.

Pri izračunih s folijo, je bila le-ta definirana s k = 5 x 10^{-9} m/s ter debeline 15 mm. Potek folije pa je na vodni strani nasipa ter pod nasipom (med nasipom ter temeljnimi tlemi).

Glede na predviden način konstrukcije nasipov s folijo ter glede na to, da se pod prodom nahaja debelejša plast gline, spremembe na dinamiko podzemne vode ne pričakujemo.

7. DOLOČITEV OGROŽENOSTI VODNEGA VIRA

Lokacija je v zaledju vodarne Brest.

Ob izlivu morebitnega onesnaževala na območju nasipa Brest bi bila onesnažena podtalnica holocenskega vodonosnika. S terenskimi raziskavami (strojna razkopa na lokacijah BREST -5 in BREST -6) se je pokazalo, da je do globine 2,5 m oz. 2,7 m odložen holocenski prod (vršaj Iške), ki je zastopan kot peščen melj s prodom ter slabo granuliran prod.

Razlika od terena, kjer je predviden nasip do maksimalnega nivoja podzemne vode holocenskega vodonosnika je okoli 1,12 m, razlika do srednjega nivoje podzemne vode pa 5,86 m.

Z vodnjaki v vodarni Brest se črpa podtalnica iz spodnjega in zgornjega prodnega vodonosnika. Nivo podzemne vode v zgornjem prodnem vodonosniku je zelo podoben nivoju podzemne vode v holocenskem vodonosniku iz česar lahko posredno sklepamo da je vodonosnik odprt in da se podtalnica iz Iškega vršaja pretaka v zgornji vodonosnik.

Zgornji in spodnji vodonosnik sta na območju vodarne ločena z okoli 10 m debelo plastjo gline. Interakcija med njima v smislu napajanja podzemne vode ni poznana.

8. **OPREDELITEV TVEGANJA**

8.1. Opredelitev emisij in onesnaževal

Emisije in onesnaževala, ki lahko vplivajo na onesnaženje podzemne vode lahko nastopijo zaradi izvedbe zemeljskih in gradbenih del. Po izgradnji nasipa emisij ni več pričakovati (ob upoštevanju ukrepov v tej ekspertizi).

Gradnja ter uporaba predvidenih nasipov glede na predviden način gradnje ter glede na geološke danosti ne bo vplivala na spiranje materiala v podzemne vode.

8.2. Emisije

Emisije, ki lahko nastanejo zaradi zemeljskih in gradbenih del, lahko razdelimo v tri skupine, in sicer:

- emisije zaradi goriv, kot posledica izpuha, izhlapevanja, točenja goriv (posledica uporabe strojev gradbene mehanizacije),
- emisije zaradi mehanske obrabe pogonskega motorja oziroma ostalih delov strojev ali naprav,
- emisije zaradi raztrosov in razlitij nevarnih snovi (maziva, olja in pogonska goriva).

8.3. Vrste onesnaževal

Med onesnaževala lahko uvrstimo vsako nevarno snov, ki potencialno povzroči nevarnost za nastanek vpliva na zunanje dejavnike. Onesnaževala, ki so posledica delovanja strojev in izvajanja del pri gradnji, lahko razvrstimo v naslednje skupine:

- suspendirani delci,
- težke kovine: Pb, Zn, Fe, Cu, Cd, Cr in Ni,
- produkti izgorevanja goriv,
- masti in olja (litijeva mast, mazalna in motorna olja, hidravlične tekočine…)
- naftni derivati: pogonsko gorivo.

Največja nevarnost za onesnaženje v času zemeljskih oz. gradbenih del so onesnaževala, ki nastopijo kot posledica nesreč delovnih strojev. Nesreče so prevrnitve delovnih strojev in cistern ali dostavo pogonskega goriva. Onesnaževala v takih primerih so predvsem naftni derivati.

Pri analizi tveganja smo za čas gradnje na podlagi zgoraj navedenega v nadaljevanju upoštevali morebitno onesnaženje z naftnimi derivati (olja, maziva in pogonsko gorivo).

V času po izgradnji nasipa ni nikakršnega vnosa onesnaževal v okolje oz. podzemne vode.

8.4. Kemijske lastnosti in toksičnosti onesnaževala

Možnost onesnaženja podzemne vode obstaja med zemeljskimi oz. gradbenimi deli. Potencialna onesnaževala so mineralna olja.

Mineralna olja so organske nepolarne spojine ogljika in vodika (CnHn+2). Njihova gostota je

manj kot 1g/cm^3, zato plavajo na vodi. So sestavni del dizel goriva, biodizla, nafte, bencina, motornih, hidravličnih in kurilnih olj, olja za menjalnike in reduktorje. Vsebujejo lahko tudi škodljive snovi kot na primer težke kovine, poliklorirane bifenile, halogenirana topila.

Prekomerna vsebnost mineralnih olj v pitni vodi je škodljiva za zdravje ljudi in živali.

9. DOLOČITEV SCENARIJEV

9.1. Normalni scenarij

V normalnih razmerah in z upoštevanjem uveljavljenih varnostnih ukrepov je vnos onesnaževal v tla pri izvedbi zemeljskih/gradbenih del zelo majhen. Onesnaževala v takih primerih predstavljajo olja oz. maziva.

Izpusti mineralnih olj iz delovnih strojev niso dovoljeni niti predvideni.

Količina onesnaževala (mineralna olja), ki lahko pronica v holocenski vodonosnik (prodni zasip Iške) je minimalna 0,01 kg.

9.2. Alternativni scenarij

Alternativni scenarij podaja nek razvoj dogodkov in dejanj, ki niso predvideni s projektom. Vnos onesnaževala v zemljino je pri gradbenih delih povečan zaradi neustreznega dela s stroji in se odvija v obliki kapljanja onesnaževala iz veznih cevi.

Ob ugotovitvi onesnaženja se onesnažena zemljina takoj odstrani in preda pooblaščeni organizaciji za ravnanje s tovrstnimi snovmi. Zaradi odkrivanja krovne plasti tal pride do povečane infiltracije ter s tem do hitrejšega transporta onesnaževal. Pri odstranjevanju se ne odstrani vsa zemljina, ki je onesnažena. Onesnaževalo se v nenasičeni coni vodonosnika deloma absorbira, deloma počasi prodre v vodonosnik (zasičena cona). Absorpcija onesnaževala je minimalna, saj je nezasičena cona vodonosnika ob visokih vodostajih debela le okoli 1,12m, ob srednjih vodostajih pa okoli 5,8 m.

Predpostavimo, da je količina onesnaževala, ki pronica proti zasičeni coni približno 0,5 kg (predpostavljena vrednost za alternativni scenarij).

9.3. Scenarij najslabše možnosti

Ta scenarij podaja izjemen dogodek pri katerem pride do velikih odstopanj od predvidenega normalnega poteka izvajanja del. Ta scenarij predvideva maksimalen možen vpliv na vodni vir. V primeru nezgodnega dogodka lahko pride do trenutnega razlitja onesnaževala iz delovnega stroja ali naprave. Največjo nevarnost, da pride do onesnaževanja vodnega telesa pri gradnji predstavljajo razlitja nevarnih snovi iz rezervoarjev in cevi delovnega stroja. V tem primeru so nevarne snovi, ki potencialno ogrožajo onesnaženje vodnega vira mineralna olja.

Količina onesnaževala, ki pronica proti podzemni vodi je ca. 100 kg (predpostavljena vrednost za scenarij najslabše možnosti). V matematičnem modelu smo simulirali, da je koncentracija mineralnih olj v podzemni vodi pri tem scenariju 100 kg/1000 l.

10. MATEMATIČNI MODEL

10.1. Vhodni podatki

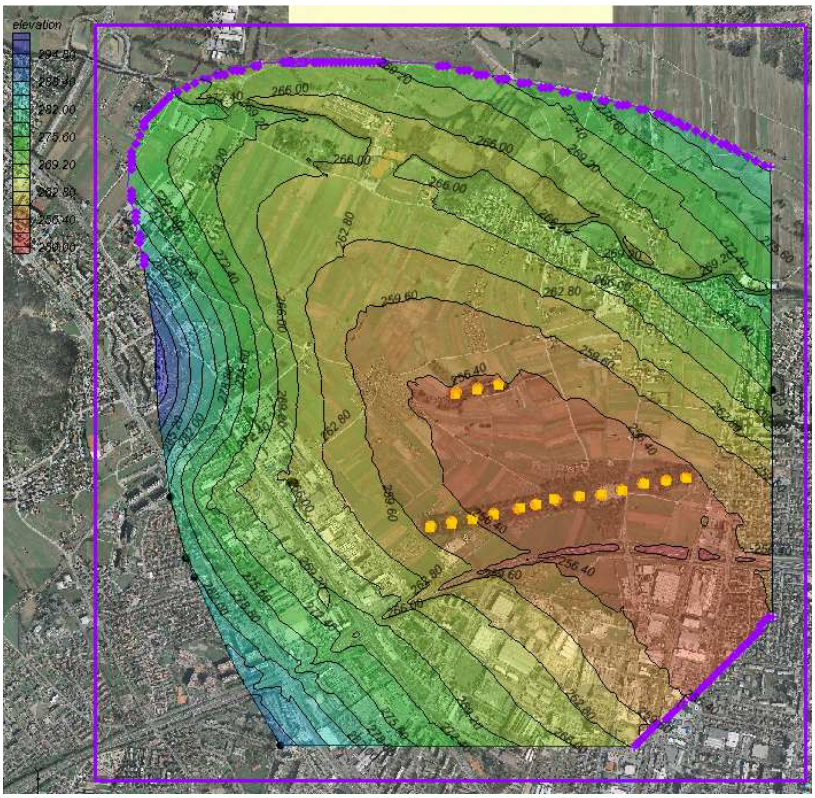
Za izračun transporta onesnaževal smo uporabili programsko orodje GMS (Groundwater Modellin System) proizvajalca Aquaveo. Osnovni numerični model oziroma izračuna toka podzemne vode je bil izveden z modelom MODFLOW 2005 (Harbaugh, 2005) transportni model pa z osnovnim paketom MT3DMS, istega proizvajalca.

10.2. Vhodni podatki

Za izdelavo numeričnega modela toka podzemne vode smo uporabili podatke o nivojih podzemne vode ter odvzemov iz holocenskega vodonosnika iz vodarne Brest.

Pri izdelavi numeričnega modela smo uporabili sledeče robne pogoje:

- Interpolirane nivoje podzemne vode (hidroizohipse) pridobljeni s strani Agencije za okolje (ARSO), katere smo uporabili kot Dirichlet-ove robne pogoje (določena višina vode na točki/ah)
- Koeficient hidravlične prepustnosti smo definirali kot k = 5,84 x 10^{-4} m/s
- Geometrijo modela glede na vse dostopne podatke, ki jih imamo na razpolago. Model podlage je prikazan na sliki 6



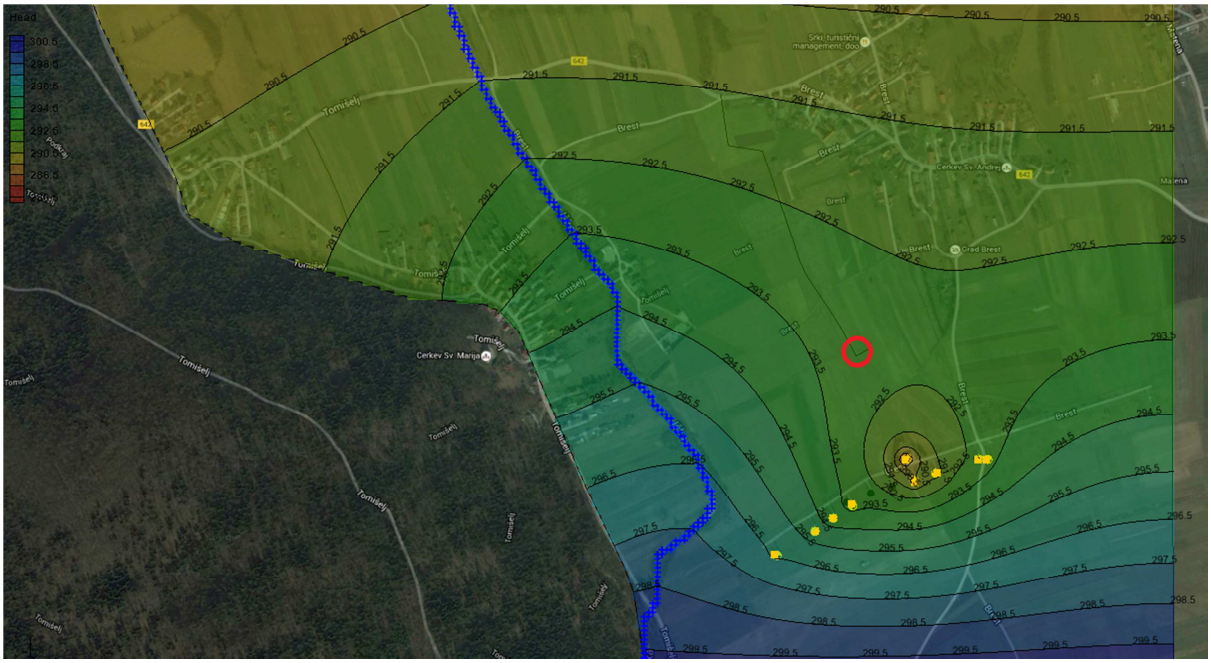
Slika 6: Model permokarbonske podlage na modeliranem območju

- Črpanje iz vodnjakov vodarne Brest, je uporabljen kot Neumann-ov robni pogoj. Tu smo uporabili povprečne letne odvzeme pridobljene s strani Agencija za okolje (ARSO). Spodnja tabela prikazuje podatke o odvzemih iz vodnjakov v vodarni Brest:

ID	Vodonosnik	Črpanje (l/s)
98	Spodnji	36,0
99	Zgornji	18,2
100	Spodnji	10,5
101	Spodnji	9,9
102	Zgornji	7,4
103	Zgornji	4,8
104	Zgornji	4,5
105	Zgornji	3,4
106	Zgornji	3,4
107	Zgornji	2,6
108	Zgornji	2,5
109	Zgornji	0,11

Slika 7: Prikaz vodnjakov v vodarni Brest

Spodnja slika prikazuje izračunano stanje nivojev podzemne vode pri črpanju zgoraj navedenih količin iz vodarne Brest.



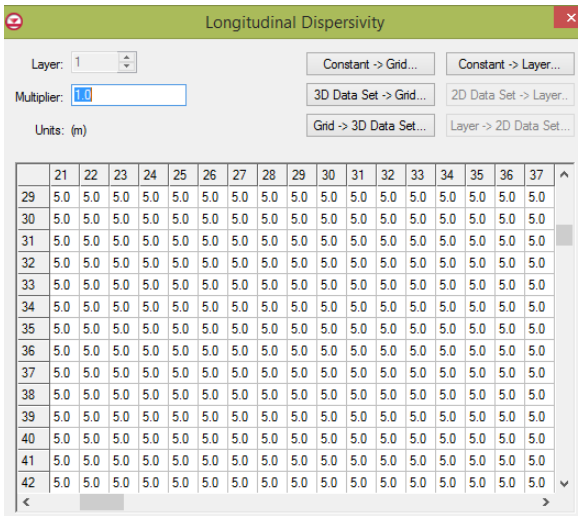
Slika 8: Nivoji podzemne vode pri črpanju iz vodnjakov v skupni količini 107 l/s

10.3. Transport onesnaževal

10.3.1. Vhodni podatki

Pri izračunu tranporta onesnaževal smo uporabili transportni model MT3DMS, ki temelji na procesih advekcije ter disperzije. Podatki o teh paramaterih, uporabljeni v modelu, so prikazani v spodnjih slikah 5 ter 6.

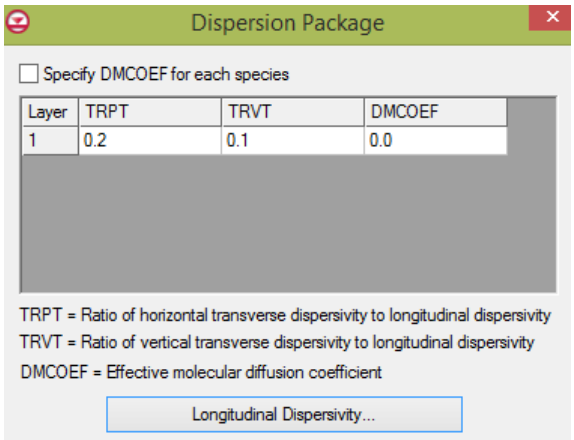
- Za vrednost longitudinalne disperzije smo vzeli vrednost 5m



	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
29	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
30	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
31	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
32	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
33	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
34	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
35	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
36	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
37	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
38	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
39	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
40	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
41	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
42	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Slika 9: Vrednost longitudinalne disperzije uporabljene v transportnem modelu MT3DMS

- Za razmerje med koeficientom horizontalne transverzalne disperzije proti vzdolžni disperziji smo vzeli vrednost 0.2, za razmerje med koeficientom vertikalne transverzalne disperzije proti vzdolžni disperziji pa 0.1



Slika 10: Koeficienti disperzije

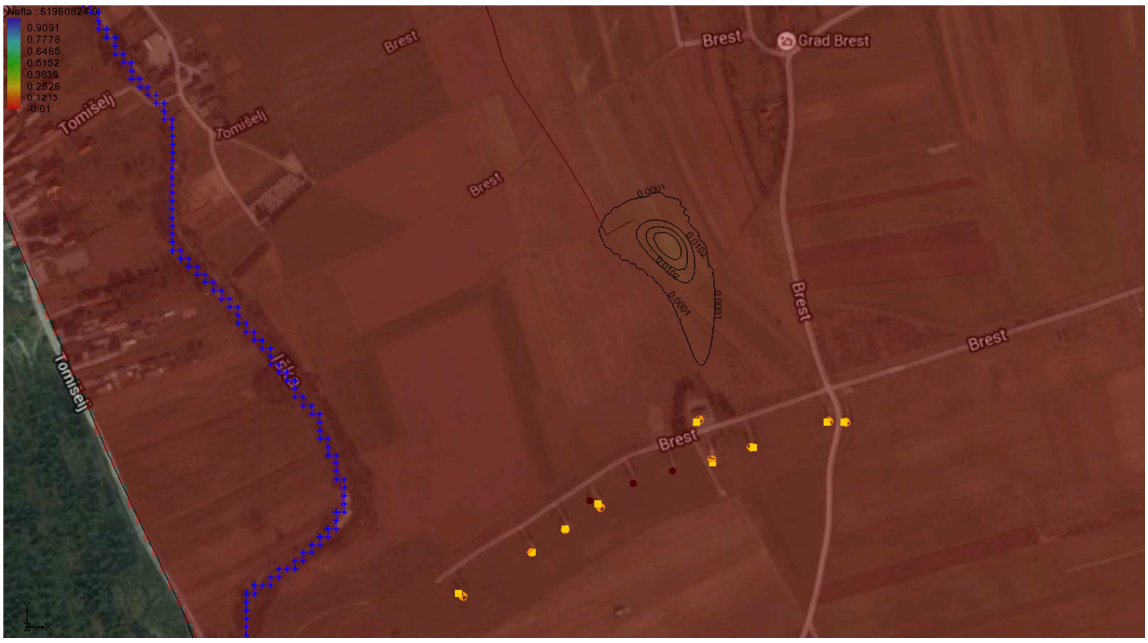
10.3.2. Rezultati

Spodnji rezultati kažejo simulacijo transporta onesnaževala ob začetni koncentraciji 1 kg/1 m^3. Kot je razvidno iz rezultatov je pot onesnaževala v smeri proti črpališču, ampak so končne koncentracije zelo majhne. Spodnje grafične priloge prikazujejo transport onesnaževal v časovnem obdobju.

Situacija 1 leto po razlitju

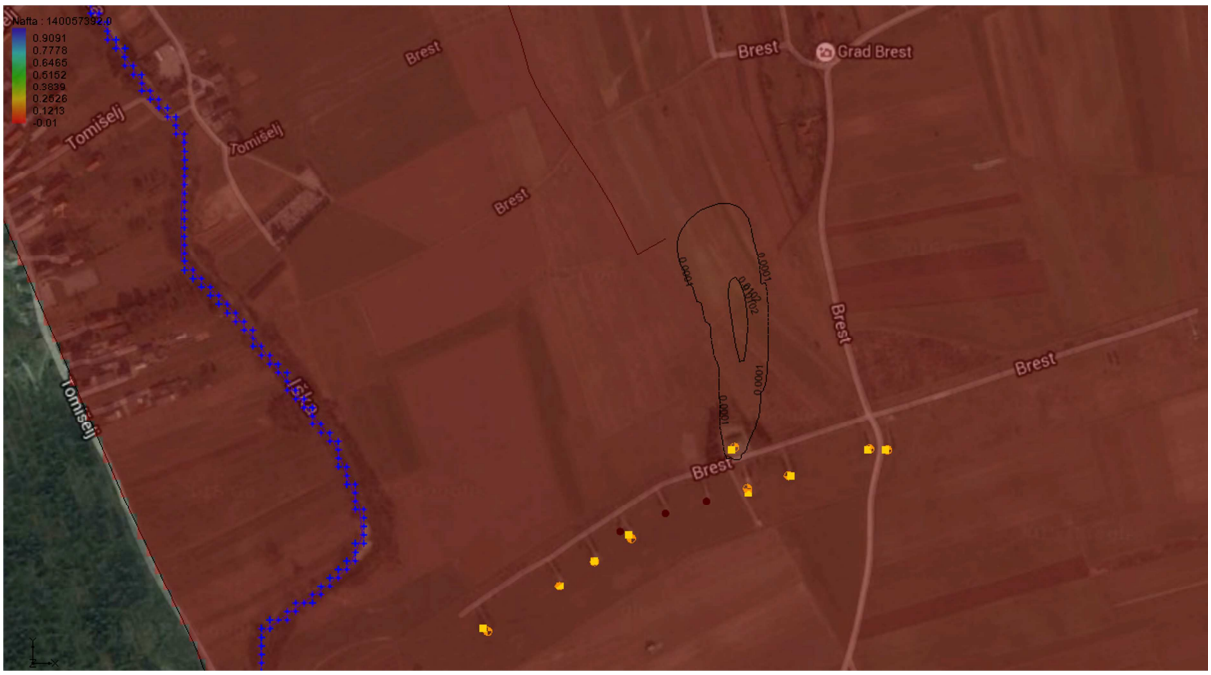
Slika 11: Koncentracije onesnaževal v kg/m^3 1. leto po razlitju

Situacija 2. leto po razlitju



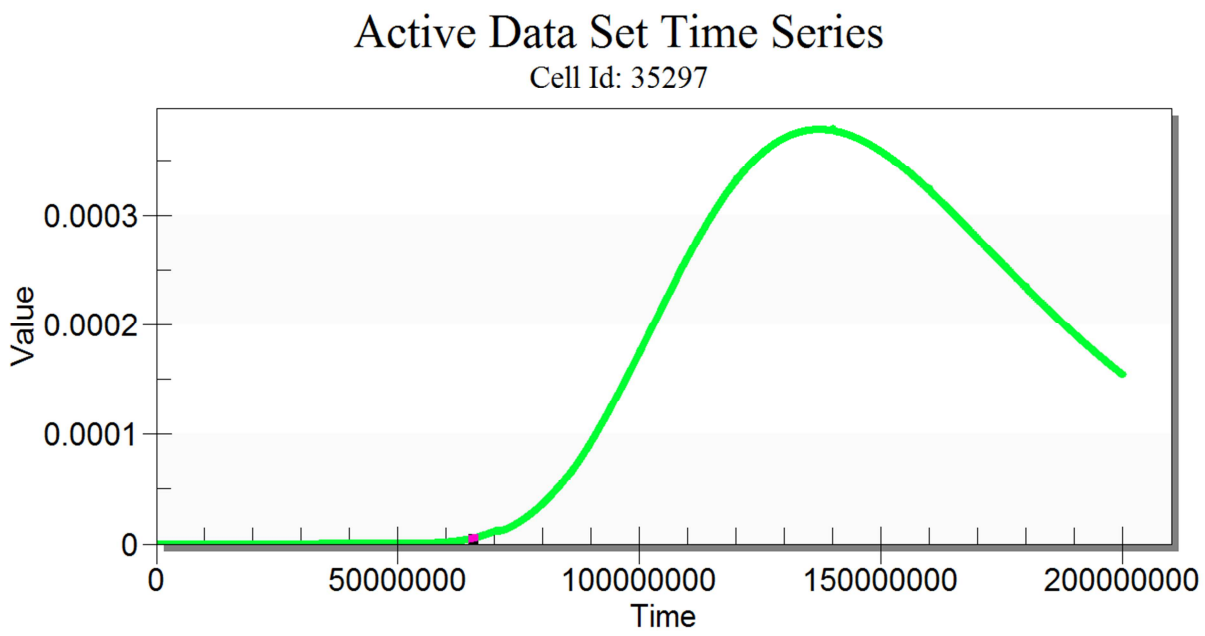
Slika 12: Koncentracije onesnaževal v kg/m^3 2. leto po razlitju

Situacija 4. leto po razlitju



Slika 13: Koncentracije onesnaževal v kg/m^3 4. leto po razlitju

Spodnji grafi prikazujejo koncentracije onesnaževal v najbližjih vodnjakih vodarne Brest ob razlitju 1 kg/1 m^3 nafte v časovnem obdobju.



Slika 14: Koncentracije onesnaževala v vodarni Brest. Časovna komponenta je v enotah [dan]; vrednost koncentracije pa v [kg/m^3].

- po 2 letih pride prvo onesnaževalo v Brest.

- po 4 letih pride maksimum v vrtino in je koncentracija 0,0004 kg/m^3

11. OPREDELITEV TVEGANJA

Za ugotavljanje sprejemljivosti obravnavanega posega smo torej uporabili izračun relativne občutljivosti vodnega vira (S) v skladu z 48. členom *Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja* (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06 in 58/2011). Izračun smo izvedli po sledeči enačbi:

$$S = \frac{(R + dR)}{R} \text{ , kjer je} \qquad (1)$$

S – relativna občutljivost,

R – referenčno stanje, ki je enako povprečni vrednosti parametra pred gradnjo objekta,

dR – sprememba referenčnega stanja zaradi ogroženosti onesnaženja.

Za referenčno stanje (*R*) smo prevzeli vrednost 5 µg/l mineralnih olj. Mineralna olja se v rednem monitoringu podzemne vode ne določa.

Dopustne vrednosti relativne občutljivosti so za posamezna onesnaževala podane v Pravilniku v prilogi 2 in znašajo +2.

Referenčno stanje za mineralna olja R smo privzeli vrednost 5 µg/l.

V izračunih smo upoštevali/predpostavili:

- Razdalja med lokacijo gradnje in vodarno Brest: 312 m
- Hitrost toka podzemne vode: 1,77 m/h kar je 42,5 m/dan (INCOME, 2012). Onesnaženje bi vodarno Brest 2 letih.
- Smer toka podzemne vode je proti črpališču Brest. Predpostavili smo, da se onesnaži holocenski vodonosnik. Pesimistično smo predpostavili tudi, da sta holocenski in zgornji prodni vodonosnik hidravlično povezana. Posledično se onesnaži tudi zgornji prodni vodonosnik iz katerega ocenjujemo, da se črpa okoli 100 l/s vode. Interakcijo med zgornjim in spodnjim vodonosnikom nismo upoštevali.

11.1. Izračun relativne občutljivosti pri različnih scenarijih

Tabela 8: Dnevne količine onesnaževal, ki bi se iztekla v podzemno vodo na obravnavani lokaciji

	Normalni scenarij (kg)	Alternativni scenarij (kg)	Najslabši scenarij (kg)
Mineralna olja	0,001	0,5	100

Tabela 9: Sprememba referenčnega stanja onesnaževala v podzemni vodi v črpališču Brest (količina črpanja 100 l/s)

	dR- Normalni scenarij	dR- Alternativni scenarij	dR- Najslabši scenarij
Mineralna olja	0,038	2	400

Tabela 10: Relativna občutljivost (S)

	S v normalnem scenariju	S v alternativnem scenariju	S v najslabšem scenariju
Mineralna olja	1	1,6	80

Dovoljena relativna občutljivost je 2.

Relativna občutljivost S je za parameter mineralna olja za najslabši scenarij 80. Ta vrednost je višja kakor jo predpisuje pravilnik *Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/04,* 5/2006, 58/2011; *priloga 2).* To pomani, da je občutljivost vira pitne vode velika in je potrebno posvetiti večjo pozornost.

Vnos onesnaževala pri normalnem in alternativnem scenariju pri omenjeni gradnji je minimalen in nezaznaven. Zato znaša vrednost relativne občutljivosti za oba scenarija pod predpisano vrednost.

Ob upoštevanju ukrepov, ki jih predpisujemo za čas gradnje protipoplavnih nasipov je možnost dogodka najslabšega scenarija minimalni.

11.2. Preverljivost in zanesljivost računske metode

Izračuni v predhodnem poglavju so narejeni po navodilih, ki jih opisuje Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur. l. RS, št. 64/2004, 17/06, 58/11). Privzeli smo, da se celotno onesnaževalo steka v črpališče Brest. Razredčenje onesnaževala smo računali v količini črpanja 100 l/s. Predpostavili smo, da se onesnaži zgornji vodonosnik.

12. PREGLED UKREPOV ZA ZAŠČITO

12.1. Predvideni varstveni ukrepi v času del

- Vsi transportni in gradbeni stroji, uporabljeni pri gradnji, morajo biti tehnično brezhibni in ustrezno vzdrževani. Vzdrževalna dela (kot npr. menjava olja) na gradbenih strojih morajo potekati izven gradbišča na za to vnaprej predvideni lokaciji, ki mora biti zavarovana tako, da je preprečen izliv naftnih derivatov v tla in posredno v podzemno vodo.

- Skladiščenje goriva in maziva na lokaciji ni predvideno. Oskrba strojev s pogonskim gorivom naj bo izvedena tako, da ne bo potrebno skladiščenje goriva na lokaciji gradnje. Ravno tako naj se na lokaciji gradnje ne skladišči večje količine maziva oz. samo toliko kolikor je potrebno za nemoteno in redno delovanje stroj in opreme. Priročno skladišče manjših količin goriva in maziva (dnevna poraba) naj bo izvedeno v obliki shrambe na transportnem tovornjaku. Posode za gorivo in mazivo morajo biti ustreznega tipa in atestirane. Točenje goriva in olja iz sodov ni dopustno.

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

- Investitor mora zagotoviti, da izvajalci gradbenih del odpadke hranijo ali začasno skladiščijo na gradbišču tako, da ne onesnažujejo okolja in je zbiralcu gradbenih odpadkov omogočen dostop za njihov prevzem ali prevozniku gradbenih odpadkov za njihovo odpremo. Če hramba ali začasno skladiščenje gradbenih odpadkov ni možna na gradbišču, mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke odlagajo neposredno po nastanku v zabojnike.

- Zagotovljen mora biti reden odvoz z območja gradbišča, pri čemer mora investitor zagotoviti, da izvajalci gradbenih del gradbene odpadke oddajo zbiralcu gradbenih odpadkov in nevarne odpadke oddajo pooblaščeni organizaciji za zbiranje nevarnih odpadkov, kar mora biti tudi ustrezno evidentirano. Prepovedano je izlivanje nevarnih in drugih tekočih odpadkov v tla.

- Prepovedano je izlivanje nevarnih in drugih tekočih odpadkov v tla.

- Ravno tako je potrebno ločeno odstraniti kakršen koli material, ki je kontaminiran z gorivom ali mazivi ali drugimi snovmi, ki niso razgradljive in so škodljive oz. strupene za okolico, ljudi, živali in vodo.

- Po končani gradnji je potrebno odstraniti vse za potrebe gradnje postavljene provizorije in odstraniti vse ostanke deponij. Vse z gradnjo prizadete površine je treba obnoviti v prvotno stanje oziroma jih ustrezno urediti.

- Izvajalec gradbenih del naj izdela projekt ureditve gradbišča. Ob izvedbi objekta mora biti stalno prisoten nadzornik gradbišča. Material za nasipanje terena mora biti inerten oz. brez škodljivih primesi.

- Ob izlitju večje količine onesnaževal se nemudoma obvesti pristojne oblasti.

- Vsi delavci na delovišču morajo biti proti podpisu seznanjeni z izdanimi navodili za varno delo.

- Pri vhodu na delovišče se postavi opozorilne table z napisi: »Nezaposlenim dostop na delovišče strogo prepovedan » in »Na delovišču obvezna uporaba zaščitne čelade«.

- Stroje, priprave, naprave in opremo je potrebno vzdrževati v skladu s predpisanimi navodili.

- Na delovišču je potrebno redno voditi predpisane knjige.

- Po končanju del je potrebno površino delovišča urediti v skladu z zahtevami.

- Posebno pozornost je potrebno posvetiti varovanju okolja glede na ranljivost oz. občutljivost lokacije izvedbe gradbenih del. Preprečiti je potrebno vsakršno onesnaženje tal pod in v okolici strojev s tehničnimi ukrepi

12.2. Predvideni varstveni ukrepi v času obratovanja

- Za primer dogodkov, kot je npr. razlitje oz. onesnaženje površine tal z naftnimi derivati (z gorivom ali oljem iz gradbenih/vrtalnih strojev ali transportnih vozil) ali z neznanimi tekočinami, mora biti pripravljen poslovnik (pravilnik, načrt ravnanja) za takojšnje ukrepanje. V poslovniku morajo biti določene pooblaščene osebe, ki so odgovorne za organizacijo intervencije. Vse tovrstne dogodke je potrebno vpisati v gradbeni dnevnik.

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

- Izvajalec gradbenih del mora zagotoviti ustrezna adsorbcijska sredstva za omejitev in zajem naftnih derivatov (ali drugih kemikalij), ki morajo biti uskladiščena na območju gradbišča; ta sredstva naj bodo takoj dostopna.

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

- Primer: Postopek v primeru razlitja z naftnimi derivati:
  Voznik delovnega stroja oz. delavec ob stroju z adsorbcijskim sredstvom, ki je nameščeno v bližini delovnega stroja, najprej posuje onesnaženo površino, nato pa v najkrajšem času obvesti pooblaščeno osebo (npr. delovodjo oz. vodjo gradbišča). Obvestilo mora vsebovati:
  - lokacijo onesnaženja,
  - vrsto onesnaženja (snov, količina),
  - čas nastopa onesnaženja.

  Vodja gradbišča vpiše podatke o onesnaženju v gradbeni dnevnik in o dogodku obvesti pristojne službe. Obvestilo mora vsebovati enake podatke, kot je navedeno zgoraj.
  V najkrajšem času se prične z odkopom onesnaženega materiala, ki se ga preda v nadaljnjo oskrbo za to dejavnost registriranemu zbiralcu.

13. MONITORING

Glede na podana dejstva ocenjujemo, da dodaten monitoring podzemne vode zaradi gradnje protipoplavnih nasipov Brest in Tomišelj ni potreben.

14. ZAKLJUČEK

Obravnavani objekt (protipoplavni nasip Brest) bo na najožjem vodovarstvenem območju VVO I vodnega telesa Ljubljanskega barja in okolice. Z matematičnim modelom smo dokazali, da bi morebitno onesnaževalo (to so mineralna olja) iz te lokacije potovalo v vodarno Brest. Iz tega razloga smo v poročilu podali vse zaščitne ukrepe, s katerimi se prepreči izliv onesnaževala v podzemno vodo.

Menimo, da je poseg sprejemljiv, če bodo upoštevani vsi navedeni zaščitni ukrepi v tej ekspertizi.

15. VIRI IN LITERATURA

1. Brenčič, M., 2011. Zakaj je izginila reka Iška. Slovenski vodar 23- 24.
2. Breznik, M., 1975: Podtalnica Iškega vršaja. Geologija 18. Ljubljana
3. Kovačič, A., 2014. Logistični center ZRC SAZU na Igu, PGD dokumentacija. Gracen d.o.o. št. poročila 1-24/2013.
4. Mencej, Z., 1988, 1989: Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija 31. Ljubljana.
5. Pleničar, M., 1970: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tolmač za list Postojna.
6. MKO ARSO: Atlas okolja, avgust 2015
7. INCOME, 2012: A.2.7. Hydrogeological investigations for improvement of conceptual model. Final report.
8. Marolt, J., 2015. Protipoplavni ukrepi za občino Ig. Geomet d.o.o.

OBDELAL:

Matej KORŠIČ, univ. dipl. inž. geol