ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor **http://www.zzv-mb.si**
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Telefon: **(02) 4500170** Telefaks: **(02) 4500227** E-pošta: **ivo@zzv-mb.si**
ID za DDV: **SI30447046** Številka transakcijskega računa: **01100-6030926630**

DAT: DANTE/10/PR12BrstjeNoveliranProgram

NOVELIRAN PROGRAM OBRATOVALNEGA MONITORINGA PODZEMNIH VODA ZA ZAPRTO ODLAGALIŠČE NENEVARNIH ODPADKOV BRSTJE

Maribor, december 2012

Poročilo se brez pisnega dovoljenja ne sme reproducirati, razen v celoti.

Naslov:	Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
Izvajalec:	Zavod za zdravstveno varstvo Maribor INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630 ID za DDV: SI30447046
Naročnik:	JAVNE SLUŽBE PTUJ d.o.o. Ulica heroja Lacka 3 2250 PTUJ
Evidenčna oznaka:	110-11/5217-12 / 4
Delovni nalog:	e-mail naročilo g. Rajko Kaučič z dne 03.09.2012 in Odločba MKO ARSO št. 35467-8/2011-2 z dne 24.07.2012
Šifra dejavnosti:	10 - odpadki
Številka pooblastila:	MOP št. 35468-38/2007-3 in MKO 35455-10/2011-2
Obseg pooblastila:	izvajanje monitoringa onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi
Izvajalci naloge:	
Nosilec (kemijski del):	Hermina Ivanuša-Šket, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Nosilec (hidrogeološki del):	
Podizvajalec:	prof. dr. Mihael Brenčič, univ.dipl.inž.geol. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, univ.dipl.inž.geol. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Maribor,	20.12.2012

TEHNOLOGIJE OKOLJA
Vodja:

mag.Marjan Sajko,univ.dipl.inž.kem.tehnol.

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Predstojnik:

mag.Emil Žerjal,univ.dipl.inž.kem.tehnol.

K A Z A L O

Stran

UVOD 4

1. NARAVNE IN TEHNIČNE DANOSTI ODLAGALIŠČA 6

1.1 GEOMORFOLOŠKE RAZMERE 6

2. PROGRAM OBRATOVALNEGA MONITORINGA - HIDROGEOLOŠKI DEL 8

2.1 PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER IN POSNETEK NIČELNEGA HIDROGEOLOŠKEGA STANJA PODZEMNE VODE 8

2.2 CILJNE HIDROGEOLOŠKE CONE 15

2.3 LOKACIJE TER OPIS IZDELAVE IN OPREME OPAZOVALNIH VRTIN 16

2.4 NAČRT PREIZKUŠANJA USTREZNOSTI MREŽE OPAZOVALNIH VRTIN 28

3. PROGRAM OBRATOVALNEGA MONITORINGA - KEMIJSKI DEL 31

3.1 ZNAČILNOSTI VIRA ONESNAŽEVANJA, KI SO POMEMBNE ZA ONESNAŽEVANJE PODZEMNE VODE 31

3.2 POSNETEK NIČELNEGA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNIH 31

3.3 NAČRT MONITORINGA PODZEMNIH VODA 38

3.4 DOLOČITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV, KI SO PREDMET MONITORINGA 40

3.5 POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV 43

3.6 DOLOČITEV OPOZORILNE SPREMEMBE OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV 43

3.7 POROČILO O OBRATOVALNEM MONITORINGU 48

3.8 POVZETEK PROGRAMA Z NAVODILI ZA IZVAJANJE 49

4. VIRI IN LITERATURA 51

5. PRILOGE 53

UVOD

Za izvajanje monitoringa podzemnih vod smo za odlagališčenenevarnih odpadkov Brstje izdelali »Program monitoringa podzemnih vod za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje«, del št. 10/814-04, z dne 14.2.2004, ki je bil potrjen z dopisom št. 35467-57/2004-10 z dne 23.3.2007 »Poziv na dopolnitev vloge«. Sestavni del programa monitoringa je »Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave Programa monitoringa podzemnih vod na območju odlagališču nenevarnih odpadkov Brstje – Občina Ptuj«, ki ga je izdelalo podjetje HGEM d.o.o. iz Ljubljane. Hidrogeološko poročilo je potrjeno s strani MOP – ARSO v dopisu št. 35467-57/2004, z dne 8.10.2004 – »Potrditev hidrogeološkega poročila za izdelavo programa monitoringa podzemnih voda«.

Glede na zahteve recenzenta MOP ARSo, da je potrebno ločiti vpliv odlagališč Brstje in Gajke in ustrezno izboljšati mrežo za monitoring (v dopisu MOP ARSO, št.35464-60/2008-2, z dne 29.7.2009), smo v sklopu izdelave Noveliranega programa monitoringa za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje v juliju 2011 izvedli referenčne meritve, v oktobru 2012 pa izdelali še novo, gorvodno vrtino GAP-7, ki predstavlja nadomestno vrtino za vodnjak Dornavska. Na osnovi dobljenih rezultatov ter v skladu s predlogi hidrogeologa smo izboljšali mrežo za monitoring podzemnih voda.

Ta dokument je Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje (v nadaljevanju program monitoringa). Program monitoringa smo izdelali skladno s 6. členom Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l. RS, št. 49/2006, 114/2009 (v nadaljevanju pravilnik). Sestavljen je iz hidrogeološkega in kemijskega dela in vključuje tudi Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode.



Slika 1. Pogled na odlagalno telo odlagališča Brstje v smeri proti severozahodu – stanje september 2011

1. NARAVNE IN TEHNIČNE DANOSTI ODLAGALIŠČA

Odlagališče Brstje se nahaja na Ptujskem polju v severovzhodni Sloveniji na ravninskem delu vzhodno od mesta Ptuj. Najbližje naselje je vas Brstje, ki se nahaja jugozahodno in južno od odlagalnih teles. Mimo odlagališča v smeri vzhod zahod vodi lokalna cesta Dornava - Rogoznica - Ptuj. Neposredno severno od odlagališča se nahaja pokopališče. Območje odlagališča in njegovih odlagalnih teles predstavlja nekdanjo gramoznico, ki je v celoti zasuta. Na vzhodni strani je gramoznica rekultivirana z nasadom topolov. V neposredni bližini ceste je na utrjeni površini – nekdanji kompostarni zgrajena sončna elektrarna.

Širšo okolico odlagališča Brstje predstavlja ravnina, v okolici površinskih vod ni. Severovzhodno od odlagališča se nahajajo posamezni melioracijski jarki. Najbližji površinski vodotok je potok Rogoznica, ki teče zahodno od odlagališča, še dalje proti zahodu se nahaja akumulacijsko jezero HE Formin in struga reke Drave.

Odlagališče Brstje leži v dveh katasterskih občinah. V katasterski občini Rogoznica se nahaja na parcelnih številkah 653/3, 653/4, 665, 666, 667, 670, 671/1, 672/2, 673, 674 in 675. V katasterski občini Brstje se nahaja na parcelnih številkah 115, 118/1 in 122/2.

Podrobna analiza vseh razpoložljivih podatkov o naravnih in tehničnih danostih odlagališča Brstje je podana v Programu ukrepov. Na tem mestu je podan le povzetek.

1.1 GEOMORFOLOŠKE RAZMERE

Ptujsko polje je ravnina, ki se razprostira na levem bregu Drave od Ptuja proti vzhodu do Ormoža. Teren polja se znižuje v dveh smereh. Antropogeno nespremenjena okolica odlagališča Brstje se nahaja v intervalu nadmorskih višine 224 m do 225 m. Zaradi padca reke Drave, ki predstavlja njegov južni in zahodni rob, se celotna nadmorska višina znižuje v smeri proti vzhodu do Ormoža. Hkrati z zniževanjem, ki je pogojeno z gradientom reke Drave, se teren znižuje tudi od Slovenskih goric, ki predstavljajo severno mejo Ptujskega polja in od koder na polje pritekajo glavni površinski vodotoki, v smeri proti jugu.

Površje Ptujskega polja sestavljata z morfološkega vidika dve dravski terasi. Večji del polja zavzema visoka terasa. Ježa visoke terase poteka v smeri severozahod-jugovzhod od Rogoznice mimo Brstja, Spuhlje, Zabovcev, Markovcev do Nove vasi in od tu naprej v smeri jugozahod-

severovzhod do Mihovcev. Odlagališče Brstje se nahaja na visoki terasi Ptujskega polja. Nizka dravska terasa se razprostira vzdolž Drave in je na območju Ptuja, Budine in Spuhlje široka 1 do 1,5 kilometra.

Pomemben dejavnik, ki je v veliki meri spremenil hidrološke in geomorfološke razmere na Ptujskem polju, je bila izgradnja hidroelektrarne Formin, zaradi katere je nastalo Ptujsko jezero na zahodu, izgrajen pa je bil dovodni kanal, v katerega voda vstopi iz Ptujskega jezera med Markovci in Novo vasjo in v smeri proti vzhodu teče do Formina. Vzdolž leve obale jezera je zgrajena vodotesna diafragma, ki preprečuje neposredno vtekanje vode reke Drave v vodonosnik Ptujskega polja, prav tako pa je v tesni izvedbi zgrajen tudi dovodni kanal hidroelektrarne, zaradi česar se nivo podzemne vode na Ptujskem polju umetno vzdržuje na relativno stabilni višini.

Površinskih voda v neposredni bližini odlagališča Brstje ni. Najbližji površinski vodotok je potok Rogoznica, ki se nahaja v gorvodni smeri in ni v vplivnem območju odlagalnih teles.

2. PROGRAM OBRATOVALNEGA MONITORINGA - hidrogeološki del

2.1 PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER IN POSNETEK NIČELNEGA HIDROGEOLOŠKEGA STANJA PODZEMNE VODE

2.1.1 Izhodišča

Hidrogeološke razmere so v veliki meri odvisne od litostratigrafskih razmer na obravnavanem območju, za katere je v zgornjem delu geološkega profila, do globine nekaj deset metrov pod površjem, značilna monotona geološka zgradba. Pri hidrogeološki interpretaciji uporabljamo podatke pridobljene na podlagi vseh do sedaj izvedenih hidrogeoloških del ter drugega arhivskega gradiva, ki nam ga je posredoval naročnik ali pa je dostopno v javnih zbirkah podatkov ali knjižnicah. V nadaljevanju podajamo geološko in hidrogeološko karakterizacijo ožjega območja odlagališča Brstje in posameznih litoloških enot, ki so prikazane na grafičnih prilogah 1.

2.1.2 Geološke razmere

2.1.2.1 Izhodišča

Območje, na katerem se nahaja odlagališče Brstje, je z geološkega stališča relativno enostavno. V zgornjem delu geološkega profila se nahajajo kvartarne plasti, ki se navzdol na globini od 12 m dalje nadaljujejo v pliocenske plasti. Zgornji kvartarni del je zelo prepusten, spodnji (verjetno) pliocenski del pa slabše.

2.1.2.2 Aluvialni sedimenti - kvartar

Glede na tip razvoja reliefa govorimo o akumulacijskem rečno-denudacijskem tipu reliefa, ki je nastal, ko so večji vodotoki (Drava, Pesnica, Rogoznica) nasuli več deset metrov debele nanose proda, peska in gline, kjer prevladujejo kisli prod, pesek in glina.

Sedimente kvartarja prekrivajo distrična rjava tla na produ (cambi-luvisol) z okoli 30 cm debelo

plastjo humusa in z do 1,6 metra debelo plastjo meljne in peščene gline s posameznimi prodniki.

Ptujsko polje, na katerem leži odlagališče Brstje, je zasuto s pleistocenskim in holocenskim debelim do srednjezrnatim peščenim prodom, znotraj katerega se nahajajo leče gline in melja z omejenim raztezanjem. V spodnjem delu prevladuje droben in srednjezrnat prod z več peska in melja ter s plastmi peska z meljem. Tik nad pliocenskimi plastmi se ponekod pojavlja plast šote ali črne organske gline.

2.1.2.3 Pliocenski sedimenti

Pod kvartarnimi plastmi se nahajajo drobnozrnati sedimenti. V zgornjem delu prevladujejo gline, podrejeno nastopajo melji. Znotraj teh plasti se pojavljajo leče organske gline in organskih ostankov. Navzdol se te plasti nadaljujejo v zbite peske. Starost teh plasti ni določena. Po analogiji se jih uvršča v pliocen, čeprav starejša (oligocenska ali miocenska starost) v tem predelu ni izključena. Sedimentacijsko okolje teh plasti je opredeljeno kot sladkovodno.

Na območju odlagališča Brstje so podatki o legi pliocenskih plasti nezanesljivi. Ti problemi se pojavljajo zlasti pri popisih starejših vrtin.

2.1.2.4 Tektonika

Na podlagi opredelitve, ki je podana na Osnovni geološki karti list Maribor Leibniz, širše območje odlagališča Brstje v tektonskem smislu uvrstimo v tektonsko enoto pliokvartarne depresije z imenom Mariborska Ptujska depresija.

Območje, na katerem se nahaja odlagališče Brstje, omejujeta dva močna regionalna preloma prečno Dinarske smeri (smer NE – SW). Na severu Ljutomerski prelom in na jugu Čakovski prelom.

2.1.3 Hidrogeološke lastnosti kamnin in sedimentov

2.1.3.1 Pregled izvedenih hidrogeoloških raziskav

Na širšem območju odlagališča Brstje se bolj ali manj stalne meritve nivojev podzemne vode izvajajo že od leta 1993, nekatere meritve pa so bile opravljene tudi že pred tem. Vendar pa so

nizi podatkov prekinjeni, meritve pa so se izvajale v različnih opazovalnih vrtinah, zato je konsistentno dolgočasovno interpretacijo nihanja gladin podzemne vode težko podati.

V obdobju od leta 1960 do 1985 so se na tem območju izvajale številne hidrogeološke raziskave, ki so bile namenjene predvsem projektiranju HE Formin in deloma tudi raziskavam za potrebe oskrbe prebivalstva z vodo. Te raziskave je povzel Žlebnik (1991), ki citira tudi vse starejše dokumente. Njegov opis je tudi izhodišče za vse nadaljnje hidrogeološke analize, zlasti v delih poročil, ki se nanašajo na regionalni pregled hidrogeoloških razmer.

Za potrebe sanacije odlagališča Brstje in izgradnje njegovega novega južnega odlagalnega polja je bilo izdelano geološko geomehansko poročilo (Masič, 1993), v okviru katerega je bilo izvrtano 5 opazovalnih vrtin. Na teh vrtinah so se meritve izvajale od leta 1993 do 2001. Te meritve so povzete v kasnejših poročilih (Supovec & Vižintin, 2004b). V letu 2001 je bila izdelana študija »Hidrogeološke razmere na širšem območju predvidenega centra za ravnanje z odpadki GAJKE v Spuhlji« (Vehar et al. 2001) na katero se je podjetje HGM d.o.o. naslonilo pri izdelavi hidrogeološkega poročila za pripravo programa obratovalnega monitoringa podzemne vode za odlagališče Brstje (Supovec & Vižintin, 2004b). Integralni program obratovalnega monitoringa podzemne vode za odlagališče Brstje v skladu s takrat veljavnim Pravilnikom o obratovalnem monitoringu podzemne vode je bil izdelan leta 2005 (Žerjal et al. 2005). Zaradi bližine sta se odlagališči Brstje in Gajke pogosto obravnavali skupaj. Tako vrsta hidrogeoloških poročil podaja podatke tako za odlagališče Brstje in Gajke. V skupnem poročilu so opredeljena merska mesta (Supovec & Vižintin, 2004a) in pa rezultati monitoringov gladin podzemne vode (Tancar & Supovec, 2007, 2008; Tancar et al. 2009, 2010,). V letu 2011 je bilo za odlagališče Gajke (Tancar et al. 2011) in Brstje izdelano ločeno hidrogeološko poročilo o monitoringu gladin podzemne vode (Brenčič et al., 2011).

2.1.3.2 Hidrogeološka izhodišča

Hidrogeološke razmere so v veliki meri odvisne od litoloških in tektonskih razmer na območju. V nadaljevanju podajamo hidrogeološko karakterizacijo posameznih litoloških enot, ki so tudi prikazane na hidrogeoloških profilih v prilogah 1.4. in 1.5. Hidrogeološke lastnosti sedimentov smo interpretirali na podlagi arhivskih podatkov in na podlagi analogije s hidrogeološko podobnimi tereni.

S hidrogeološkega vidika opredelimo dve enoti:
- prvo hidrogeološko enoto predstavlja dobro prepusten vodonosnik kvartarne starosti, ki se

nahaja v zgornjem delu geološkega profila,
- drugo hidrogeološko enoto predstavljajo starejše zelo slabo prepustne plasti, ki s stališča zgornjega kvartarnega vodonosnika predstavljajo hidrogeološko bariero ali spodnjo slabše prepustno mejo.

2.1.3.3 Prva hidrogeološka enota

Sedimente (zemljine), na katerih neposredno leži odlagališče Brstje, opredelimo kot zelo dobro prepusten odprt vodonosnik, v katerem podzemna voda niha prosto, v odvisnosti od napajanja. Rezultati črpalnih poizkusov kažejo, da se prepustnosti v glavnem gibljejo na intervalu znotraj dekade 10^{-3} m/s. Takšna prepustnost je bila potrjena tudi s črpalnim poizkusom v gramoznici Gajke pred izgradnjo odlagalnih polj za potrebe CERO Gajke, v okviru katerega je bil določen koeficient prepustnosti $1{,}4x10^{-3}$ m/s. Pretežni del vodonosnika sestavljajo prodi in deloma peski, znotraj katerih v zelo omejeni obliki zasledimo leče meljev in glin, zaradi česar se lahko lokalno pojavljajo tudi nekoliko nižje prepustnosti. Te plasti lahko ustvarjajo tudi občasne viseče horizonte podzemne vode.

Generalna smer toka podzemne vode je usmerjena od severozahoda proti jugovzhodu, lokalno se smer toka podzemne vode nekoliko spreminja, odvisno od sestave sedimentov in njihove zrnavosti ter od napajanja podzemne vode s strani potokov. Gradient podzemne vode znaša 0,002 in je časovno odvisen od intenzitete napajanja s strani padavin. Hitrost podzemne vode je ocenjena na interval 2 do 3 m/dan. Amplitudo nihanja podzemne vode je moč oceniti le iz podatkov nivojev podzemne vode v opazovalnih vodnjakih Agencije RS za okolje. V celotnem opazovanem obdobju se amplitude nihanja gladine podzemne vode nahajajo na intervalu od 1,5 do 2,0 m.

Zaradi nepravilne predkvartarne podlage se spreminja debelina omočenega in neomočenega dela vodonosnika. V širšem območju odlagališča Brstje se omočeni del vodonosnika nahaja na intervalu med 4 in 8 m, debelina neomočenega sloja (v primeru raščenega terena) pa na intervalu od 2 do 4 m.

2.1.3.4 Druga hidrogeološka enota

Iz regionalnih podatkov izhaja, da je meja med kvartarnimi in spodaj ležečimi (verjetno) pliocenskimi plastmi nepravilna. Tudi iz regionalnih raziskav na širšem območju Ptujskega polja je znano, da je predkvartarna podlaga zelo neenakomerna, kar ima za posledico, da imamo na

Ptujskem polju opraviti z zelo spremenljivimi debelinami omočenega dela vodonosnika (Žlebnik, 1991).

Na območju odlagališča Brstje z neposrednimi hidrogeološkimi meritvami predkvartane podlage ne razpolagamo. Po popisih vrtin in iz geofizikalnih meritev izhaja, da je podlaga sestavljena iz glin, meljev in zbitih peskov. Glina in melj se nahajata v zgornjem delu, navzdol pa se nadaljujeta v peske. Ali je plast meljev in gline sklenjena, ni znano.

Prepustnost glineno meljnih plasti je ocenjena na 10^{-9} m/s. Prepustnost zbitih peskov je ocenjena na 10^{-7} m/s.

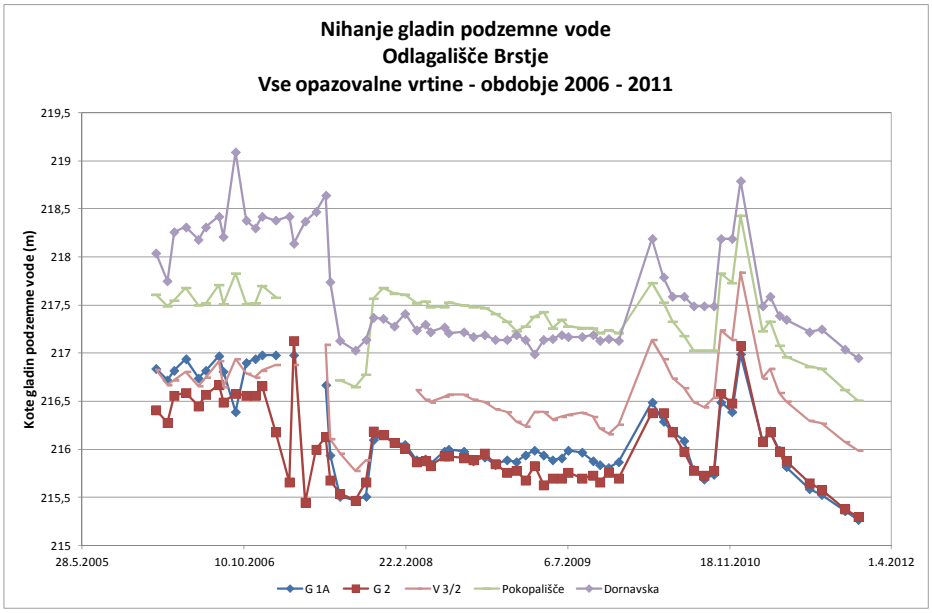
Na podlagi dosedanjih hidrogeoloških raziskav v širšem prostoru izhaja, da Ptujsko polje s severno ležečimi Slovenskimi goricami predstavlja napajalno zaledje velikega (regionalnega) pliocenskega vodonosnika, iz katerega se na območju Dravskega polja črpajo pomembne količine pitne vode (črpališča Skorba, Lancova vas in Šikole). Zaradi velike globine tega vodonosnika njegove hidravlične meje niso natančno znane. Dejstvo, da se Ptujsko polje nahaja v napajalnem zaledju črpališča Skorba, ima za posledico, da se *odlagališče Brstje nahaja na širšem vodovarstvenem območju vodnega telesa Dravsko Ptujsko polje*.

2.1.4 Meritve gladin podzemne vode

Na vplivnem območju odlagališča Brstje se meritve nivojev podzemne vode neprekinjeno izvajajo od leta 2006 dalje. Celoten niz nihanja gladin podzemne vode v obdobju od 2006 do 2011 za odlagališče Brstje je prikazan na spodnjem diagramu (Slika 2)[1].

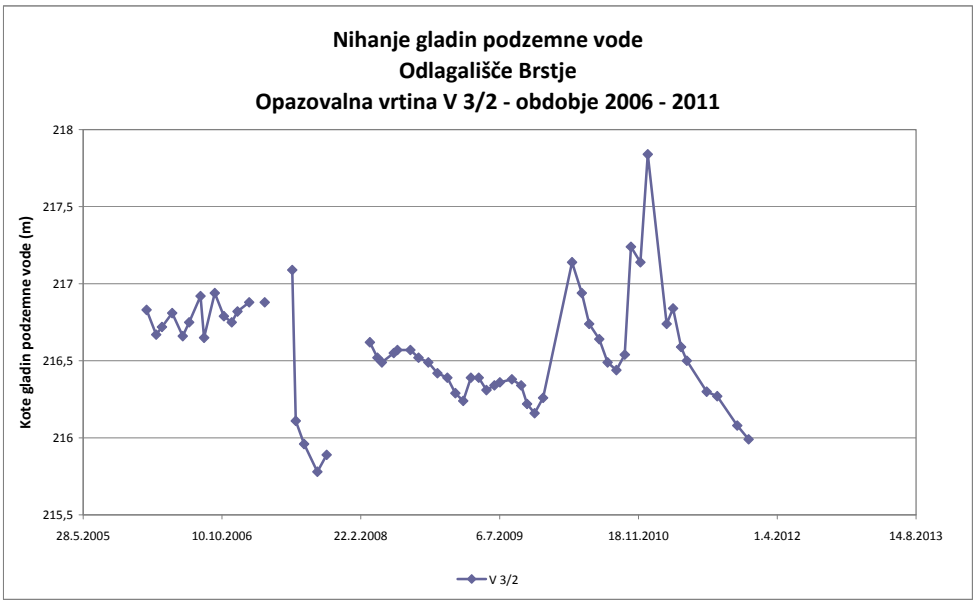
Do leta 2008 so nihanja gladin podzemne vode dokaj različna, po začetku leta 2008, ko se je vzpostavil nov sistem izvajanja monitoringa, pa so meritve med posameznimi opazovalnimi vrtinami med seboj primerljive. V letu 2011 opazujemo upadanje gladin podzemne vode, kar je v skladu s splošnimi hidrološkimi razmerami na tem območju, kjer se je suša v podzemni vodi pričela že v letu 2010.

[1] V času izdelave programa monitoringa podatki o nihanju gladin podzemne vode za leto 2012 še niso na voljo.



Slika 2. Nihanje gladin podzemne vode na vplivnem območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje – celotno opazovalno obdobje od 2006 do 2011

Kot primer meritev podajamo diagram nihanja gladin podzemne vode na opazovalni vrtini V-3/2, kjer lahko nivogram razdelimo na tri dele (Slika 3). Do junija 2007 imamo opraviti z visokimi nivoji podzemne vode, nato pride do hitrega padca nivojev, ki ostanejo relativno nizki do konca leta 2009. Po tem datumu podzemna voda prične ponovno nihati. To nihanje je pogojeno povsem sezonsko. Tako kot pri vseh opazovalnih vrtinah skupaj (Slika 3) pa je tudi tukaj v letu 2011 opazno izrazito obdobje suše.

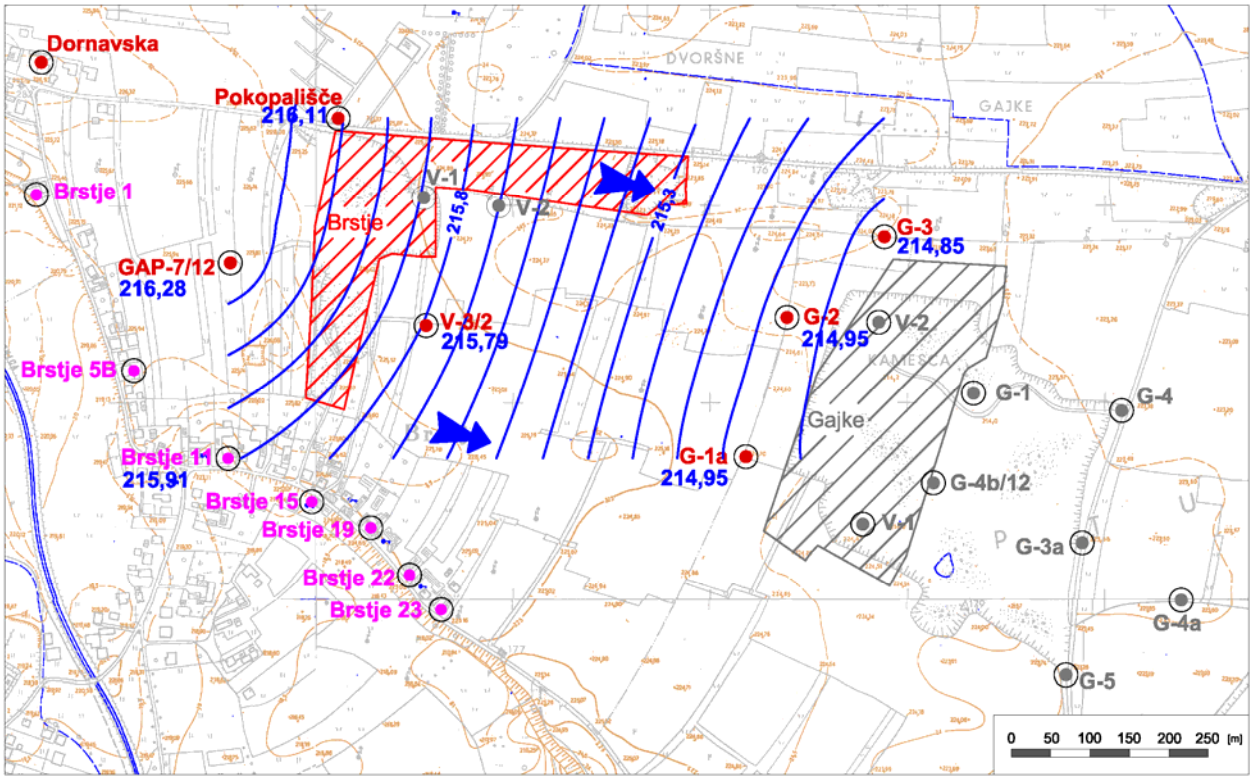


Slika 3. Nihanje gladin podzemne vode na opazovalni vrtini V 3/2

2.1.5 Lega podzemne vode v prostoru

Tok podzemne vode na vplivnem območju odlagališča Brstje je vezan na hidravlične razmere na širšem območju Ptujskega polja. Generalna smer toka podzemne vode na Ptujskem polju je v smeri od severozahoda proti jugovzhodu.

Tako na podlagi smeri toka podzemne vode kot gorvodno območje opredelimo območje zahodno in severozahodno od odlagališča Brstje. Kot dolvodno opredelimo območje vzhodno in jugovzhodno od odlagališča. Območji severno in južno od odlagališča opredelimo kot območji bočnega toka podzemne vode, kamor se po do sedaj znanih podatkih o meritvah nivojev podzemne vode morebitno onesnaženje, ki bi imelo svoj izvor na območju odlagališča Brstje, ne more širiti.



Slika 4. Karta gladin podzemne vode na širšem območju odlagališča Brstje

Karta gladin podzemne vode je prikazana na zgonji sliki in podrobneje na karti v prilogi 1.3.

Predstavljena karta gladin podzemne vode predstavlja hidrogeološko interpretacijo na podlagi razpoložljivih meritev nivojev podzemne vode. V letu 2012 sta bili na širšem območju izvedeni dve novi vrtini (G-4bin GAP-7). V mrežo za monitoring so bili vključeni tudi kopani vodnjaki v

vasi Brstje (glej v nadaljevanju). Karta gladin podzemne vode, ki je podana zgoraj, že vključuje novejše meritve, ki pa jih je potrebno še dodatno verificirati na podlagi daljšega niza meritev. Na podlagi novih opazovalnih vrtin in že izvedene sanacije obstoječih vrtin tako na območju zaprtega odlagališča Brstje, kot tudi na območju CERO Gajke, se v okviru letnega poročanja o rezultatih obratovalnega monitoringa podzemne vode izvede nov izris gladin podzemne vode in sprejme odločitev o morebitni korekciji mreže opazovalnih vrtin.

2.1.6 Površinske vode v vplivni coni odlagališča

Na vplivnem območju odlagališča Brstje ni površinskih vod.

2.2 CILJNE HIDROGEOLOŠKE CONE

Kot ciljno hidrogeološko cono lahko interpretiramo vodonosnike, ki leže v nizvodni smeri od odlagališča. Po zakonu o vodah (Ur.l.RS 67/02, 57/08, 57/12 , v 9. točki 7. člena) je vodonosnik: "...plast ali več plasti kamnin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal in dovolj velike poroznosti in prepustnosti, ki omogočata znatnejši tok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode".

Na podlagi predhodno podanih geološko hidrogeoloških razmer na vplivnem območju odlagališča Brstje lahko ugotovimo, da se odlagalno telo nahaja na dobro prepustnem vodonosniku Ptujskega polja, ki se v skladu z Zakonom o vodah in njegovih podzakonskih aktov uvršča v vodno telo Dravsko Ptujskega polja.

Na podlagi tega kot ciljno hidrogeološko enoto opredelimo:

- Peščeno prodnati aluvialni nanos reke Drave, na katerih je postavljeno odlagališče Brstje in območje dolvodno od njega, kamor se lahko razširi morebitno onesnaženje z območja odlagalnega telesa.

Z monitoringom vplivov se zasleduje vpliv na podzemno vodo v smeri proti jugovzhodu.

Ciljna hidrogeološka cona je prikazana na karti v prilogi 1.7.

2.3 LOKACIJE TER OPIS IZDELAVE IN OPREME OPAZOVALNIH VRTIN

2.3.1 Izhodiščne informacije

Mreža za obratovalni monitoring podzemne vode na vplivnem območju odlagališča Brstje se je skozi čas spreminjala in dopolnjevala. V neposredni bližini, dolvodno od odlagališča, se je leta 2001 pričelo še z raziskavami za izgradnjo CERO Gajke in v okviru tega so se izdelale nove opazovalne vrtine, katerih del je prav tako vključen v sistem monitoringa podzemne vode odlagališča Brstje.

Objekte za opazovanje gladin podzemne vode na vplivnem območju odlagališča Brstje uvrstimo v dve skupini:

- prva skupina: opazovalne vrtine,
- druga skupina: kopani vaški vodnjaki.

Na širšem območju odlagališča Brstje je bilo izdelanih večje število vrtin, del vrtin je bil opremljen kot opazovalne vrtine, del teh vrtin pa je predstavljal predvsem geomehanske sonde, ki so bile namenjene ugotavljanju litostratigrafskih razmer na območju. Žal je lege in popise nekaterih vrtin izdelanih v preteklosti iz razpoložljive dokumentacije težko rekonstruirati. Popisi, ki so podani v različnih dokumentih, se med seboj razlikujejo, razlikujejo pa se tudi podane geodetske koordinate. Tako so lege starejših vrtin, katerih ustja danes ne obstajajo več podane le na podlagi presoje dostopne dokumentacije. Tudi oprema vrtin se med seboj zelo razlikuje.

Izvedba vrtin se navezuje na izvajanje hidrogeoloških raziskav, ki so bile že predstavljene v predhodnem poglavju.

Vrtine z oznako od V-1 do V-5 so bile izdelane leta 1993. Med temi vrtinami je deloma operativna le še vrtina V-5, ki danes nosi oznako Pokopališče (Mašič, 1993).

V letu 1998 je bila izdelana vrtina, ki nosi oznako V-3/1 ali oznako vrtina Brstje in je nadomestila vrtino V-3 (Supovec & Vižintin, 2004). Leta 2009 je bila vrtina V3/1 zaradi poškodbe nadomeščena z vrtino V-3/2 (Ivanuša Šket, 2011).

Vrtine z oznakami G-1a, G-2 in G-3 so bile izdelane leta 2001 (Vehar et al., 2001).

Vrtina z oznako GAP-7 je bila izdelana leta 2012 (Marko, 2012).

V obstoječem sistemu hidrološkega obratovalnega monitoringa onesnaževanja podzemne vode je tako operativnih 6 vrtin. Za izvajanje kemijskega dela obratovalnega monitoringa podzemne vode trenutno uporabljamo 4 vrtine, vrtina Pokopališče je primerna le za opazovanje nihanja gladin podzemne vode. Podatke o vrtinah povzemamo iz v poglavju Viri in literatura citirane dokumentacije.

Glede na tok podzemne vode so vrtine

- G-1a, G-2, G-3 in V-3/2 dolvodne vrtine
- GAP-7, Pokopališče so gorvodne vrtine

V različnih fazah raziskav so bile izvedene tudi nekatere druge sondažne vrtine, katerih popise smo prav tako uporabili pri interpretaciji razmer na vplivnem območju odlagališča Brstje. njihove tehnične in litološke popise podajamo v posebnem poglavju. Pri tem je potrebno poudariti, da se imena nekaterih vrtin med seboj podobna. Tako sta oznaki V-1 in V-2 poleg lokacije Brstje uporabljeni še na lokaciji CERO Gajke.

Za potrebe izrisa gladin podzemne vode in kot nadomestno gorvodno opazovalno mesto so bili uporabljeni tudi kopani vaški vodnjaki, ki so se v preteklosti uporabljali kot vir pitne vode za posamezne kmetije. Seznam in lokacije teh vodnjakov so podane v nadaljevanju. Do izvedbe vrtine GAP-7je bil vodnjak Dornavska uporabljan kot gorvodno opazovalno mesto.

2.3.2 Lokacije obstoječih opazovalnih vrtin in vodnjakov

Lokacije opazovalnih vrtin v mreži obratovalnega monitoringa podzemne vode so podane v spodnji tabeli in so prikazane na karti v prilogi 1.3. Litološki in tehnični profili vrtin so podani v prilogah od 1.6.1. do 1.6.10.

Opisi vrtin sledijo v nadaljevanju.

Tabela 1. Lega opazovalnih vrtin na območju odlagališča Brstje

Opazovalni objekt	GKY	GKX	Kota ustja
V-3/2	569890	142347,9	225,44
G -1A	570295,437	142181,186	224,79
G- 2	570347,358	142358,135	224,38
G- 3	570470,763	142460,416	224,23
Pokopališče	569777,512	142609,552	226,03
GAP-7	569641,91	142427,32	226,01

Tabela 2. Lega vodnjakov v katerih se občasno opazujejo gladine podzemne vode

Hišna številka vodnjaka	GKY	GKX	Kota pokrova [m]	Kota terena [m]
Dornavska	569402,21	142682,82	227,19	/
Brstje 11	569639,32	142179,19	225,67	225,50
Brstje 15	569736,96	142118,64	222,80	222,28
Brstje 19	569817,02	142092,94	225,19	224,95
Brstje 21	569868,32	142031,35	225,69	225,32
Brstje 22	569883,61	142012,43	225,88	225,73
Brstje 23	569908,79	141987,76	225,94	225,63

Geodetske koordinate opazovalnih vrtin in vodnjakov so bile posnete v oktobru 2012. Njihova lega je prikazana na karti v prilogi 1.3.

Zaradi boljše preglednosti in dokumentiranosti pri morebitnih nadaljnjih analizah smo zbrali tudi podatke o starejših vrtinah in geomehanskih sondah, ki so podani v spodnji tabeli (Tabela 3). Iz tabele vidimo, da so lokacije in višine ustij določene z različno natančnostjo, zaradi česar moramo te lokacije obravnavati kot informativne. Nekatere koordinate so odčitane s topografskih kart v poročilih, ki so nam bila na razpolago. Koordinate za vrtino V-5 v spodnji tabeli so podane iz starejših poročil. Pravilne koordinate so podane zgoraj (Tabela 1).

Tabela 3. Pregled lokacij starejših vrtin in geomehanskih sond

Vrtina	Sinonim	GKX	GKY	Kota ustja
V1		569887,2	142510,2	225,69
V2		569982,1	142500	225
V3		569889,7	142346,2	225,63
V3/1	Brstje	569893	142347	255,44
V4		569794,9	142920,5	224,39
V5	Pokopališče	569777,51	142609,55	226,03

V kolikor se katero od opazovalnih vrtin za opazovanje kemijskega stanja podzemne vode incidentno uniči ali pride do njene zarušitve ali odpovedi zaradi naravnih vzrokov, jo je v najkrajšem možnem času potrebno nadomestiti z novo ekvivalentno opazovalno vrtino.

2.3.3 Opis obstoječih vrtin

2.3.3.1 Opazovalna vrtina G-1a

Opazovalna vrtina G-1a je izdelana na zahodnem robu nekdanje gramoznice in današnjega odlagališča CERO Gajke. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri od odlagališča Brstje in v gorvodni smeri od CERO Gajke.

Vrtina je bila izvedena z vrtalno garnituro Casagrande C5. Izvedena je bila z jedrnikom (na suho, brez uporabe izplačne tekočine), jedro pa je bilo geotehničnio popisano. Uporabljene so bile widia krone, premera 101-128 mm. Po končanem vrtanju je bila vrtina opremljena s PVC cevmi DN110, ustje piezometra pa je bilo zaščiteno s kovinsko kapo in zaščitno betonsko cevjo ter betonskim blokom (premer 0,5 m).

Geotehnični popis jedra je podan spodaj.

Globina (m)	Popis (geotehnični) jedra
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,8	Peščeni melj, težko gnetne konsistence s posameznimi prodniki
0,8 – 1,1	Slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, rjave barve
1,1 – 7,9	Slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve

7,9 – 9,0	Slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, sive barve
9,0 – 9,8	Slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, sive barve
9,8 – 12,7	Slabo granulirana prodno peščeno zemljina, sive barve
12,7 – 13,6	Šota
13,6 – 14,1	Mastna glina poltrde konsistence z organskimi primesmi
14,1 – 15,8	Peščena glina, težko gnetne do poltrde konsistence z vložki peska in posameznimi prodniki, sive barve
15,8 – 16,8	Mastna glina, poltrdne konsistence, sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.7.

2.3.3.2 Opazovalna vrtina G-2

Opazovalna vrtina G-2 je izdelana na severozahodnem robu nekdanje gramoznice in današnjega odlagališča CERO Gajke. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri od odlagališča Brstje in v gorvodni smeri od CERO Gajke.

Vrtina je bila izvedena z vrtalno garnituro Casagrande C5. Izvedena je bila z jedrnikom (na suho, brez uporabe izplačne tekočine), jedro pa je bilo geotehničnio popisano. Uporabljene so bile widia krone, premera 101-128 mm. Po končanem vrtanju je bila vrtina opremljena s PVC cevmi DN110, ustje piezometra pa je bilo zaščiteno s kovinsko kapo in zaščitno betonsko cevjo ter betonskim blokom (premer 0,5 m).

Geotehnični popis jedra je podan spodaj.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,9	Peščeni melj, težko gnetne konsistence s posameznimi prodniki
0,9 – 1,3	Slabo granulirana prodno pečeno meljna zemljina, rjave barve
1,3 – 8,1	Slabo granulirana prodno pečena zemljina s samicami, sive barve
8,1 – 9,0	Slabo do dobro granulirana prodno peščena zemljina, sive barve
9,0 – 9,8	Dobro granulirana prodno peščena do pečena zemljina, sive barve
9,8 – 10,6	Enakomerno granuliran srednji do debel pesek s posameznimi prodniki, rjave barve
10,6 – 12,0	Slabo granulirana prodno peščena meljna do prodno peščena zemljina, sive barve

Globina (m)	Popis (geotehnični) jedra
12,0 – 13,4	Mastna glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z organskimi sledovi, sive barve
13,4 – 14,0	Enakomerno granuliran drobni pesek z vložki gline, sive barve
14,0 – 14,8	Pusta glina poltrdne konsistence z vložki peska, sive barve
14,8 – 15,2	Šota
15,2 – 16,0	Pusta do mastna glina, težko gnetene konsistence z organskimi primesmi in vložki peska, temno sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.8.

2.3.3.3 Opazovalna vrtina G-3

Opazovalna vrtina G-3 je izdelana na severnem robu nekdanje gramoznice in današnjega odlagališča CERO Gajke. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri od odlagališča Brstje in v gorvodni smeri od CERO Gajke.

Vrtina je bila izvedena z vrtalno garnituro Casagrande C5. Izvedena je bila z jedrnikom (na suho, brez uporabe izplačne tekočine), jedro pa je bilo geotehničnio popisano. Uporabljene so bile widia krone, premera 101-128 mm. Po končanem vrtanju je bila vrtina opremljena s PVC cevmi DN110, ustje piezometra pa je bilo zaščiteno s kovinsko kapo in zaščitno betonsko cevjo ter betonskim blokom (premer 0,5 m).

Geotehnični popis jedra je podan spodaj.

Globina (m)	Popis (geotehnični) jedra
0,0 – 0,2	Humus
0,2 – 0,5	Peščeni melj težko gnetne konsistence s posameznimi prodniki
0,5 – 1,2	Slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, rjave barve
1,2 – 4,6	Slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve
4,6 – 5,0	Dobro granulirana peščena zemljina, sive barve
5,0 – 9,0	Slabo granulirana peščena zemljina, sive barve
9,0 – 12,0	Slabo granulirana prodno peščena zemljina, sive barve
12,0 – 14,7	Slabo granulirana prodno peščena zemljina, sive barve
14,7 – 15,2	Pusta do peščena glina, poltrdne konsistence z vložki peska in organskimi sledovi

15,2 – 16,0	Mastna glina poltrdne konsistence z organskimi sledovi, sive barve
16,0 – 17,0	Peščena glina, težko gnetne konsistence z vložki peska in posameznimi prodniki, sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.9.

2.3.3.4 Opazovalna vrtina V-3/2

Opazovalna vrtina V-3/2 je izdelana vzhodno od odlagališča Brstje. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri. Vrtina je sestavni del opazovalne mreže za zaprto odlagališče Brstje.

Sedanja opazovalna vrtina V-3/2 je bila izdelana kot nadomestna vrtina za vrtino V-3/1, ki je bila uničena. Popis jedra je bil izveden le na vrtini V-3. Ker sta vrtini po legi zelo skupaj je za popis vrtine V-3/2 privzet popis vrtine V-3.

Vrtina je bila izvrtana z vrtalno garnituri J-600. Profil vrtanja je znašal v zgornjem delu 146 mm in v spodnjem delu 116 mm. V vrtino je bila vgrajena 3" cev. V perforiranem delu je cev zaščitena s plastično mrežico. Vrtina se nahaja v jašku.

Geotehnični popis jedra je podan spodaj.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 - 0,4	Humus
0,4 – 0,6	Umetno nasutje sestavljeno iz peščenih meljev in opeke
0,6 – 1,0	Slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, temno rjave barve
1,0 – 5,0	Slabo do dobro granulirane prodno peščene zemljine, rjave barve
5,0 – 7,0	Slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve
7,0 – 11,0	Slabo granulirane prodno peščene do prodno peščene meljne zemljine, rjave barve
11,0 – 11,5	Slabo granulirane prodno peščeno meljne zemljine, rjave barve
› 11,5	Mastne do organske gline, črne barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.3.

2.3.3.5 Opazovalna vrtina Pokopališče

Vrtina je bila izdelana leta 1993 in je nosila oznako V-5. Danes se vrtina v dokumentih pojavlja z oznako Pokopališče. Opazovalna vrtina leži severno od odlagališča, tik zraven južnega roba pokopališča.

Vrtina je bila vrtana na jedro (brez uporabe izplačne tekočine) z widia kronami premera 101 – 146 mm. V spodnji del so vgrajene pocinkane cevi premera 76.2 mm, v zgornji del pa plastične cevi istega premera. Izdelan je bil geotehnični popis jedra, ki je podan v nadaljevanju.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 -0,1	Humus
0,1 – 1,6	peščeni melji
1,6 – 3,3	slabo granulirane prodno peščeno meljne zemljine, sive barve
3,3 – 7,0	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sive barve
7,0 – 11,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.5.

2.3.3.6 Opazovalna vrtina GAP-7

Vrtina GAP-7 je bila izvrtana (29., 30.6 in 1.7. 2012) na parcelni številki 99, Ko. 401 Brstje in sicer z vrtalno garnituro FRASTE ML. Izvrtana je bila z jedrniki 146 mm, 131 mm in 116 mm. Ko je vrtina dosegla končno globino 14 m, je bila zacevljena s plastičnimi cevmi PVC DN 100 zunanjega premera Φ 114 mm in notranjega premera Φ 102 mm. Po vgradnji piezometričnih cevi so bile obložne kolone izvlečene, vrtina pa aktivirana s stisnjenim zrakom.

Po končani cevitvi je bila vrtina aktivirana s komprimiranim zrakom. Aktivacija je potekala dve uri z najmanjšim možnim tlakom kompresorja (4 bar) in z najmanjšo možno količino zraka. Do konca aktivacije je bila voda iz vrtine še vedno nekoliko opalescentna (motna).

Ustje vrtine je zavarovano z betonsko cevjo premera 300 mm, ki je zakopana v zemljo in z zunanje in notranje strani zaščitena z betonsko oblogo. Na notranji strani betonske cevi je na plastično cevitev nasajena kovinska piezometrična kapa, ki je nato zacementirana v betonsko cev.

Globina (m)	Popis jedra
0,0 m – 0,45 m	nasip - prod s peskom in meljem
0,45 m – 1,15 m	zaglinjen melj s posameznimi prodniki
1,15 m – 9,0 m	prod s peskom in meljem
9,0 m – 9,9 m	droben prod s peskom in meljem (rjav)
9,9 m – 10,8 m	prod s peskom
10,8 m - 11,2 m	rjava, mestoma črna peščena glina
11,2 m – 11,5 m	zaglinjen prod s peskom in meljem
11,5 m – 12,0 m	prod s peskom in meljem, rjav, debel
12,0 m – 14,0 m	glina, temno siva pusta

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.6.

2.3.3.7 Geomehanske vrtine

Zaradi dokumentiranja izvedenih raziskav podajamo še popise vrtin V-1, V-2, V-3 in V-4. Popis vrtine V-5 je že podani zgoraj. Popisi so povzeti iz geotehničnega poročila za sanacijo odlagališča in za gradnjo novega južnega odlagalnega polja (Masič, 1993).

Vrtina V-1

Vrtina V-1 je bila izdelana na vzhodnem delu odlagališča, tako da so bili z vrtino še prevrtani komunalni odpadki. Vrtina je bila vrtana na jedro (brez uporabe izplačne tekočine) z widia kronami premera 101 – 146 mm.

Globina (m)	Popis (geotehnični) jedra
0,0 – 8,2	komunalni odpadki
8,2 – 9,4	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, sive barve
9,4 – 13,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve
13,0 – 15,0	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.1.

Vrtina V-2

Vrtina V-2 je izdelana vzhodno od odlagališča. Vrtina je bila vrtana na jedro (brez uporabe izplačne tekočine) z widia kronami premera 101 – 146 mm. V spodnji del so bile vgrajene

pocinkane cevi premera 76.2 mm, v zgornji del pa plastične cevi istega premera. Vrtina ne obstoja več.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 – 0,3	humus
0,3 – 0,8	peščeni melji s posameznimi prodniki
0,8 – 4,5	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve
4,5 – 8,2	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve
8,2 – 12,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve
12,0 – 12,4	slabo granulirane prodno peščene meljne do peščeno meljne zemljine, sivo rjave barve
12,4 – 15,0	mastne organske gline težko gnetene konsistence, črne barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.2.

Vrtina V-3

Vrtina V-3 je bila izdelana jugovzhodno od južnega odlagalnega polja. Vrtina je bila vrtana na jedro (brez uporabe izplačne tekočine) z widia kronami premera 101 – 146 mm. V spodnji del so bile vgrajene pocinkane cevi premera 76.2 mm, v zgornji del pa plastične cevi istega premera. Vrtina ne obstoja več.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 – 0,3	humus
0,3 – 0,9	peščeni melji
0,9 – 3,4	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve
3,4 – 6,2	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve
6,2 – 9,6	slabo granulirane prodno peščene do prodno peščene meljne zemljine, sive barve
9,6 – 11,6	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sive barve
11,6 – 12,1	mastne do organske gline težko gnetene konsistence, sivo črne barve
12,1 – 13,0	karbonski organski skladi, črne barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.10.

Vrtina V-4

Vrtina V-4 je bila izdelana severno od odlagališča in severno od pokopališča. Vrtina je bila vrtana na jedro (brez uporabe izplačne tekočine) z widia kronami premera 101 – 146 mm. V spodnji del so bile vgrajene pocinkane cevi premera 76.2 mm, v zgornji del pa plastične cevi istega premera. Vrtina ne obstoja več.

Globina (m)	**Popis (geotehnični) jedra**
0,0 – 0,3	humus
0,3 – 1,1	peščeni melji
1,1 – 2,1	slabo granulirane prodno peščene zemljine, rjave barve
2,1 – 6,1	slabo granulirane prodno peščeno meljne zemljine, sivo rjave barve
6,1 – 7,6	slabo granulirane prodno peščeno glinaste zemljine, sive barve
7,6 – 10,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve

Tehnični in litološki popis vrtine je podan v prilogi 1.6.4.

2.3.4 Zasnova monitoringa količinskega in kemijskega stanja podzemne vode

2.3.4.1 Zasnova monitoringa podzemnih vod

V mreži za izvajanje opazovalnega monitoringa podzemne vode se nahaja šest (6) opazovalnih vrtin in osem (8) kopanih vodnjakov. Na opazovalnih objektih je potrebno izvajati monitoring količinskega in kemijskega stanja podzemne vode, kot je podano v nadaljevanju.

Pri zasnovi in izvajanju obratovalnega monitoringa podzemne vode je potrebno izhajati iz dejstva, da je bilo s preteklim izvajanjem obratovalnega monitoringa podzemne vode ugotovljeno, da odlagališče Brstje vpliva na podzemno vodo. S tem v zvezi je bila septembra 2012 izdana tudi odločba okoljske inšpektorice.

Sestavni del programa monitoringa je tudi Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe podzemne vode za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje, ki je podan kot priloga 3.1. V tem dokumentu so podane smernice za sanacijo onesnaženja in podana analiza in smernice za izvedbo novih in dodatnih opazovalnih vrtin. V tem programu je predvidena nadomestna izvedba vrtine Pokopališče, ker slednja ne omogoča vzorčenja. Nova vrtina (GAP-8) bo namenjena ugotavljanju kemijskega stanja podzemne vode, kot posledica vplivov

pokopališča.

Potrebna je tudi izvedba dveh novih dolvodnih vrtin na območju vzhodnega - najstarejšega odlagalnega telesa. Vrtina GAP-9 se izvede vzhodno od roba starega odlagalnega telesa odlagališča. Ta vrtina nadomesti obstoječo vrtino G-2 in je namenjena opazovanju dolvodnih vplivov od odlagališča Brstje.

Vrtino GAP-10 se izvede na južnem robu starega – vzhodnega odlagalnega polja, v bližini nekdanje geomehanske vrtine V-2. Ta vrtina je namenjena analizi deleža vpliva pokopališča na kemijsko stanje podzemne vode. Izvede se primerjava med kemijskim stanje podzemne vode v vrtini GAP-8 in vrtino GAP-10 in tako loči vpliv odlagališča odpadkov od vpliva pokopališča na kemijsko stanje podzemne vode.

Vse tri vrtine je potrebno izdelati v najkrajšem možnem času. Vrtino GAP-9 se takoj vključi v redni obratovalni monitoring podzemne vode. V vrtinah GAP-8 in GAP-10 se izvede posnetek kemijskega stanja podzemne vode spomladi leta 2013. Na podlagi rezultatov kemijskih analiz se v letnem poročilu o izvajanju programa monitoringa določi morebitno prihodnjo frekvenco vzorčenja v v vrtinah GAP-8 in GAP-10. V vrtini GAP-9 se vzorčenje izvaja v skladu z dinamiko, ki je zahtevana za dolvodno opazovalno vrtino.

Približne lokacije vseh treh novih vrtin so podane v spodnji tabeli. Mikrolokacije se določijo na podlagi dejanskega stanja v naravi.

Tabela 4. Predlagane lokacije novih opazovalnih vrtin

Ime vrtine	GKX	GKY
GAP-8	569861	142624,5
GAP-9	570057	142503,5
GAP-10	570252	142472,5

Kemijsko stanje podzemne vode se opazuje na način, kot je opisano v nadaljevanju programa v točki 3.5. in sicer na vrtinah:

- gorvodni vrtini GAP-7,
- dolvodnih vrtinah V-3/2, GAP-9

Do izvedbe nove vrtine GAP-9 se kemijsko stanje podzemne vode opazuje v vrtini G-2.

Meritve količinskega stanja podzemne vode se enkrat mesečno izvajajo ročno na vrtinah GAP-7, V-3/2, GAP-8, GAP-9, GAP-10, G-1a, G-2, G-3. Na vrtini Pokopališče se meritve izvajajo eno leto po izvedbi vrtine GAP-8, nato se z njimi preneha. Rezultate ročnih meritev količinskega stanja se vpisuje v dnevnik meritev.

Dvakrat na leto, v mesecu februarju in mesecu novembru se meritve nivojev podzemne vode izvedejo v vodnjakih z oznakami Dornavska, Brstje 1, Brstje 5b, Brstje 11, Brstje 15, Brstje 19, Brstje 21, Brstje 22, Brstje 23. Vsakokratne meritve se prilagajajo dostopnosti vodnjakov. Te meritve so namenjene le izrisu karte gladin podzemne vode.

Kontrolne meritve nivojev podzemne vode izvaja pooblaščeni izvajalec obratovalnega monitoringa podzemne vode.

Vzorčenje iz posamezne opazovalne vrtine se izvaja v skladu s standardom SIST ISO 5667-11:2010.

Glede na lego odlagališč Brstje in Gajke in smer toka podzemne vode ter glede na potrebo, da ločimo vpliv oz. nevpliv posameznega odlagališča na podzemno vodo, je potrebno izvajati merjenje nivojev in vzorčenje podzemne vode za obe odlagališči tako, da se izvedejo istočasne meritve nivojev in istočasno vzorčenje na vseh mernih mestih.

2.4 NAČRT PREIZKUŠANJA USTREZNOSTI MREŽE OPAZOVALNIH VRTIN

Glede na hidrogeološke razmere se ustreznost mreže opazovalnih vrtin testira na podlagi postopkov, ki so opisani v nadaljevanju. Testiranje se izvaja na podlagi terenskih opravil in meritev ter interpretacij opravljenih meritev.

Na koncu vsakega koledarskega leta se rezultate meritev v vrtinah hidrogeološko interpretira. Na podlagi rezultatov teh meritev se po obdobju treh let odloča o morebitni spremembi programa meritev in o morebitnih dopolnitvah.

Terenska opravila:

- v obdobju enkrat na 6 mesecev se preveri prehodnost vrtin (prehodnost se preverja z utežjo),
- v obdobju enkrat na 24 mesecev se izvede reaktivacija opazovalnih objektov z air liftom.

Interpretcije in preverjanja:

- Na podlagi meritev nivojev podzemne vode in na podlagi preverjanja prehodnosti ter reaktivacije se ugotavlja, ali nivoji podzemne vode v opazovalnih objektih nihajo ali ne. Opazovalni objekti so ustrezni, v kolikor so zabeležena nihanja nivojev podzemne vode. Preverjanje se izvede enkrat letno, na koncu opazovalnega obdobja dolgega eno leto. Ugotovitve se poda v letnem poročilu.
- Izvede se analiza trendov opazovanj in medsebojna primerjava meritev v posameznih opazovalnih objektih. Interpretira in analizira se morebitne trende nihanja podzemne vode (naraščanje ali upadanje). Trende je potrebno primerjati tudi glede na naravne vplive (višina padavin, zračne temperature). Preverjanje se izvede enkrat letno, na koncu opazovalnega obdobja dolgega eno leto. Ugotovitve se poda v letnem poročilu.
- Pridobljene podatke o meritvah nivojev podzemne vode je potrebno enkrat letno hidrogeološko interpretirati. Ugotovitve se poda v letnem poročilu.
- V obdobju enkrat letno se izvede presoja o ustreznosti obstoječih opazovalnih objektov. Ugotovitve se poda v letnem poročilu.
- V kolikor opazovalni objekt odpove ali je uničen, je potrebno izvesti novega.
- V primeru širjenja odlagališča izven predvidenega obstoječega odlagalnega območja, se na novo preveri ustreznost mreže za monitoring.

Potrebno je izvesti primerjavo med ročnimi meritvami nivojev podzemne vode, ki jih opravlja pooblaščenec za monitoring in meritvami, ki jih opravlja upravljalec odlagališča. Kvaliteto meritev, ki jih izvaja upravljalec odlagališča, se preveri enkrat letno. Preverjanje izvede izvajalec obratovalnega monitoringa podzemne vode. Preverjanje se izvede tako, da oba izvajalca opravita meritve vsak s svojim merilcem gladin podzemne vode. V kolikor se meritvi globine do podzemne vode med seboj razlikujeta za več kot 1% relativne napake, definirane kot

$$napaka[\%] = \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)} 100$$

kjer je
x_1 – kontrolirana meritev,
x_2 – kontrolna meritev

je potrebno izvesti medsebojno primerjavo obeh merilcev gladin podzemne vode. To se izvede tako, da se trakovi obeh merilcev raztegnejo do dolžine, ki ustreza maksimalni globini prehodnosti vrtin v sistemu obratovalnega monitoringa podzemne vode in se med seboj primerjajo. Za kontrolne meritve je potrebno uporabiti inštrumente, s katerimi se meritve tudi dejansko izvaja.

O izvedbi kontrolnih meritev se napiše zapisnik, ki je sestavni del vsakokratnega rednega letnega poročila o obratovalnem monitoringu onesnaženosti podzemne vode.

Vrtine in opazovalna mesta je potrebno ustrezno vzdrževati. Njihovo okolico je potrebno redno kositi in odstranjevati predmete ali drug material, ki bi lahko ogrozil vrtine tako s stališča ugotavljanja količinskega stanja, kot tudi kemijskega stanja podzemne vode.

3. PROGRAM OBRATOVALNEGA MONITORINGA - kemijski del

3.1 ZNAČILNOSTI VIRA ONESNAŽEVANJA, KI SO POMEMBNE ZA ONESNAŽEVANJE PODZEMNE VODE

Naravne danosti odlagališča opisujemo v 1.poglavju. V nadaljevanju podajamo urejenost, zbiranje ter odvajanje odlagališčnih plinov, izcednih, padavinskih in zalednih vod:
-zajemanje in odvajanje odlagališčnih plinov: Odplinjevanje je izvedeno pasivno in urejeno s štirimi odplinjevalnimi jaški, na katerih se plini merijo 2 krat letno;
- zajemanje in odvajanje izcednih vod: izcedne vode se zbirajo v jašku za izcedne vode, ki se nahaja na severozahodnem robu južnega odlagalnega telesa. Od jaška vodi cevovod v smeri proti jugu do vasi Brstje, od tod pa na komunalno centralno čistilno napravo Ptuj. Ob jašku je izveden merilni jašek za merjenje pretokov izcednih vod. Natančnih podatkov o delovanju in učinkovitosti sistema odvajanja izcednih vod ni, vendar pa razpoložljivi podatki kažejo, da sistem ne deluje;
-zajemanje in odvajanje padavinskih vod: zbiranje in odvajanje padavinskih vod ni urejeno; padavinske vode se preko prekrivnega drenažnega sloja vodijo v obrobni ponikovalni jarek;
-zajemanje in odvajanje zalednih vod: na odlagališču ni zalednih vod.

3.2 POSNETEK NIČELNEGA KEMIJSKEGA STANJA PODZEMNIH

Prvi odstavek 7. člena Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode Ur.l. RS, št. 49/2006, 114/2009 določa, da posnetek ničelnega stanja podzemne vode v programu obratovalnega monitoringa zajema posnetek vrednosti osnovnih in indikativnih parametrov ter parametrov tistih onesnaževal, ki glede na značilnosti vira onesnaževanja lahko v primeru neposrednega ali posrednega izliva onesnaževal v podzemno vodo povzročijo onesnaženje podzemne vode na vplivnem območju vira onesnaževanja in izven njega.

Za potrebe priprave Programa monitoringa in izvajanja monitoringa na odlagališču Brste so bile v letu 2004 izvedene meritve ničelnega stanja. Za odlagališče Brstje smo v februarju 2005 izdelali »Program monitoringa podzemnih vod za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje«, del št. 10/814-04, z dne 14.2.2004, ki je bil potrjen z dopisom št. 35467-57/2004-10 z

dne 23.3.2007 »Poziv na dopolnitev vloge«. Od takrat se monitoring izvaja v skladu s potrjenim programom. Spomladi, letu 2011, smo skladno s programom monitoringa ponovno izvedli referenčne meritve na vseh odvzemnih mestih, vključenih v obratovalni monitoring zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje, ki jih navajamo v nadaljevanju.

Rezultati meritev v podzemni vodi na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje v juliju 2011 (oz. za vrtino GAP-7 v oktobru 2012)

Vzorčenje in meritve terenskih parametrov smo izvedli v podzemni vodi iz vrtin z naslednjimi oznakami in lokacijami:

- **Vodnjak Dornavska** - gorvodno odvzemno mesto glede na smer toka podzemnih vod, leži severno-zahodno od odlagališča Brstje; zadnjič vzorčeno junija 2012, jeseni ga zamenja nadomestna vrtina GAP-7,
- **GAP-7** – gorvodni piezometer glede na smer toka podzemnih vod, ki se nahaja zahodno pred odlagališčem Brstje; nadomestno merilno mesto za vodnjak Dornavska,
- **G-1a-** gorvodna vrtina, na zahodnem robu nekdanje gramoznice, v smeri toka podzemnih vod,
- **G-2** – dolvodni piezometer glede na smer toka podzemnih vod, ki se nahaja severozahodno pred odlagališčem Gajke; takoj, ko bo izvedena vrtina GAP-9, bo nadomestila vrtino G-2,
- **V-3/2** – dolvodni piezometer glede na smer toka podzemnih vod, ki se nahaja vzhodno za odlagališčem Brstje.

Lokacije merilnih mest so prikazane na sliki v prilogi 1.3 in v Tabeli 1 v poglavju 2.3.2. Predlagane lokacije predvidenih novih vrtin GAP-8, GAP-9 in GAP-10 so zapisane v Tabeli 4 poglavja 2.3.4.

Na vseh merilnih mestih smo izvedli predčrpanje vode iz opazovalne vrtine in terenske meritve: nivoja vode, globine vrtine, temperature vode, pH, elektroprevodnosti, redoks potenciala in koncentracije kisika ter vzorčenje podzemnih vod s pripravo vzorca.

Podatki o vzorčenju podzemnih vod, ki smo ga izvedli v juliju 2011 in za vzorčenje iz nove vrtine GAP-7 v oktobru 2012, so zbrani v tabeli 3.2.1., podatki o dobljenih rezultatih so zbrani v tabeli 3.2.2..

Tabela 3.2.1.: Podatki o vzorčenju podzemnih vod na odlagališču Brstje

Merilno mesto	**vodnjak Dornavska**	**Piezometer GAP-7**	**Piezometer V-3/2**	**Piezometer G-1a**	**Piezometer G-2**
Način vzorčenja	iz pipe	mobilna črpalka	mobilna črpalka	mobilna črpalka	mobilna črpalka
Čas predčrpanja (min)	-	24	25	35	40
Volumen predčrpane vode (l)	-	94	75	140	120
Videz vzorca podzemne vode	brez barve, bistra	brez barve, bistra	brez barve, bistra	brez barve, bistra	brez barve, bistra
Lab. št. vzorca	11/9577	12/12682	11/9549	11/9565	11/9575

Datum vzorčenja: 22.07.2011 in 24.10.2012
Vzorčevalci: Aleksander Kozel (ZZV IVO)

V vzorcih podzemnih vod iz vodnjaka Dornavska ter piezometrov V-3/2, G-1a in G-2 smo opravili analize v spodaj navedenem naboru; izjema je v letu 2012 izvrtan piezometer GAP-7, kjer smo opravili analize v naboru osnovnih in izbranih indikativnih parametrov (ki so v nadaljevanju označeni z *):

- osnovnih parametrov: barva, motnost, skupni organski ogljik - TOC, adsorbirani organski halogeni – AOX, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati, bor in

- **indikativnih parametrov (referenčne meritve)**: nitriti*, fluoridi, bromidi*, sulfidi, cianidi, kovine* (Al, Sb, As, Cu, Ba, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Cr6+, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V, Hg), fenoli, pentaklorofenol, mineralna olja, *lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH, lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX, poliklorirani bifenili-PCB, policiklični aromatski ogljikovodiki-PAH, triklorobenzeni, pesticidi (triazinski*, organofosforni*, organoklorni, derivati fenoksiocetne kisline*, acetamidi*, fenil urea), endokrine spojine, *identifikacija organskih spojin – SCAN, estri ftalne kisline, organokositrove spojine.

Tabela 3.2.2.: Rezultati analiz v podzemni vodi na območju odlagališča Brstje

Merilno mesto			vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Temperatura zraka	°C	-	25	10	24	25	25
Temperatura vode	°C	-	13,2	14,2	16,9	13,3	14,1
pH		-	7,5	7	6,8	7	7
Električna prevodnost (20°C)	µS/cm	-	560	752	653	704	862
Redoks potencial	mV	-	415	407	340	400	301
Kisik	mg/l	O2	7,7	8,4	1,2	5,8	0,4
Nasičenost s kisikom	%	O2	78,1	83,6	12,3	56,3	4,4
Nivo vode	m	-	9,97	9,73	9,14	9,20	8,73
Globina vrtine	m	-	11,08	13,76	12,23	15,36	13,83
OSNOVNI PARAMETRI							
Barva	m-1	-	<0,1	0,05	<0,1	<0,1	<0,1
Motnost	NTU	-	0,5	0,7	0,5	0,4	0,5
Skupni organski ogljik - TOC	mg/l	C	1	1	0,9	1	2,8
Adsorbirani organski halogeni - AOX	µg/l	Cl	4	5	5	6	10
Natrij	mg/l	Na	11	20	12	9,3	23
Kalij	mg/l	K	7,3	4,2	5,9	6,6	22
Kalcij	mg/l	Ca	92	120	120	130	130
Magnezij	mg/l	Mg	18	21	19	22	24
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO3	320	460	430	450	480

Merilno mesto			vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Nitrat	mg/l	NO3	31	24	41	38	38
Sulfat	mg/l	SO4	20	21	21	21	20
Klorid	mg/l	Cl	21	34	21	23	41
Fosfat-orto	mg/l	PO4	1,38	0,15	0,184	0,122	0,214
Bor	mg/l	B	0,046	0,075	0,055	0,058	0,21
INDIKATIVNI PARAMETRI							
Brom	mg/l	Br	0,016	0,035	0,019	0,021	0,088
Nitrit	mg/l	NO2	<0,007	<0,003	0,007	<0,007	0,039
Aluminij	µg/l	Al	<1,0	2,7	20	<1,0	<1,0
Arzen	µg/l	As	1,4	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
Baker	µg/l	Cu	17	1,2	2,6	<1,0	4,3
Berilij	µg/l	Be	<0,010	0,013	<0,010	<0,010	<0,010
Cink	µg/l	Zn	88	4,6	<10	<10	<10
Kobalt	µg/l	Co	<0,20	0,29	<1,0	<1,0	1,2
Krom	µg/l	Cr	1,2	<0,20	1,7	1,4	2
Mangan	µg/l	Mn	1,9	3,6	68	1,1	18
Nikelj	µg/l	Ni	<1,0	1,2	<1,0	<0,40	2
Selen	µg/l	Se	<0,60	0,65	<0,60	<0,60	<0,60
Titan	µg/l	Ti	2,3	2,1	1,1	1	1,4
Telur	µg/l	Te	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Merilno mesto			vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Vanadij	µg/l	V	1,1	1,1	1,6	1,2	1,8
Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (vsota)	µg/l	-	<0,2	2,1	<0,2	0,7	<0,2
Cis-1,2-dikloroetilen	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trikloroetan	µg/l	-	<0,10	0,6	<0,10	0,7	<0,10
1,1,2,2-Tetrakloroetilen	µg/l	-	<0,05	1,5	<0,05	<0,10	<0,05
Pesticidi (vsota)	µg/l	-	0,12	0,166	0,15	0,25	1,67
Atrazin	µg/l	-	<0,050	0,061	0,05	<0,050	0,07
Atrazin-desetil	µg/l	-	0,05	0,063	0,07	0,06	0,06
Bentazon	µg/l	-	0,02	-	0,03	<0,020	0,96
Metolaklor	µg/l	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	0,11
N,N-dietil-m-toluamid	µg/l	-	<0,05	<0,010	<0,05	<0,05	0,28
Prometrin	µg/l	-	<0,001	0,025	<0,05	<0,05	0,19
Terbutilazin	µg/l	-	<0,05	0,017	<0,05	<0,05	<0,05
Imidakloprid	µg/l	-	0,05	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Bisfenol A	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,04
Identifikacija organskih spojin		-	priloga	priloga	priloga	priloga	priloga

OPOMBA: V tabeli so zapisane le vrednosti rezultatov analiz tistih meritev, ki so bile nad mejo kvantizacije.

Iz rezultatov opravljenih analiz v vzorcih podzemne vode odlagališča Brstje sledi, da nobena od izmerjenih vrednost za izmerjene parametre ne presega mejne vrednosti iz Uredbe o stanju podzemnih voda, Ur.l. RS, št. 25/2009.

V vzorcih podzemnih vod iz vodnjaka Dornavska ter piezometrov G-1a, G-2 in V-3/2, odvzetih junija 2011 (in piezometra GAP-7, odvzetem julija 2012) v sklopu referenčnih meritev, smo izvedli identifikacijo organskih spojin v kislem metilenkloridnem ekstraktu vzorcev na sklopu GC/MS. Povzemamo glavne ugotovitve identifikacije organskih spojin:

- v vzorcu podzemne vode iz vodnjaka Dornavska 19 smo detektirali splošno prisotne ftalate, tetrametildekindol, sled atrazina, terbutilazin, metribuzin in sled metolaklora,
- v vzorcu podzemne vode iz piezometra GAP-7 smo detektirali tetrakloroetilen, dietilftalat, atrazin, sled terbutilazina, izomere dibutilftalata, sled prometrina, metolaklor, neidentificiran metabolit metolaklora, oktadekenamid, dietilheksilftalat in skvalen,
- v vzorcu podzemne vode iz piezometra G-2 smo detektirali splošno prisotne ftalate, metoksibenzamin, tetraoksopiroundekan, 2-norbornanon, tetrametildekindol, 2,6-bis(1,1-dimetiletil)-2,5-cikloheksadien-1,4-dion, dietiltoluamid, atrazin, desklorometolaklor, N-utilsulfonamid, izomeri tri(kloropropil)fosfata, prometrin, hidroksimetolaklor, propifenazon, N-fenilsulfonamid in dicikloheksiurea;
- v vzorcu podzemne vode iz piezometra G-1/a smo detektirali splošno prisotne ftalate, frakcijo diizopropilnaftalenov, atrazin, prometrin, metolaklor in alkane C_{24}-C_{36};
- v vzorcu podzemne vode iz piezometra V-3/2 smo detektirali splošno prisotne ftalate, dietiltoluamid, frakcijo diizopropilnaftalenov, atrazin, desklorometolaklor, sled terbutilazina in prometrin.

3.3 NAČRT MONITORINGA PODZEMNIH VODA

V skladu s 5. členom Pravilnika obsega obratovalni monitoring odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje:

1. **Meritve nivoja podzemne vode in meritve prehodnosti vrtin** se merijo v vrtinah GAP-7, V-3/2, G-1a, G-2, G-3 in Pokopališče. Meritve nivoja se izvedejo enkrat mesečno, meritve prehodnosti pa dvakrat letno. Nivo podzemne vode je razdalja med ustjem vrtine in nivojem podzemne vode v vrtini; prehodnost je razdalja med ustjem vrtine in globino, do katere pride utež med spuščanjem v vrtino; nivo vode in prehodnost vrtine izmerimo pred vsakim vzorčenjem, pred pričetkom prečrpavanja podzemne vode. Nato merimo nivo vode ves čas črpanja. Spremljava meritve nivoja med črpanjem je potrebna zaradi kontrole dotoka sveže vode v vrtino. Glede na padanje nivoja podzemne vode reguliramo hitrost črpanja. V skladu z zahtevami hidrološkega dela tega programa mora upravljalec odlagališča meriti količinsko stanje podzemne vode. Na vrtinah izvaja meritve upravljalec ročno in rezultate meritev vpisuje v tabelo, skladno z navodili izvajalca monitoringa. Dvakrat letno, v mesecu februarju in mesecu novembru, se meritve nivojev podzemne vode izvedejo v vodnjakih z oznakami Dornavska, Brstje 1, Brstje 5b, Brstje 11, Brstje 15, Brstje 19, Brstje 21, Brstje 22, Brstje 23. Vsakokratne meritve se prilagajajo dostopnosti vodnjakov.
   Ko se izvedejo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10, jih vključimo v monitoring na enak način, kot so vključene ostale vrtine.

2. **Predčrpanje vode iz opazovalne vrtine**; pred vzorčenjem je v vsaki od vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2 izvesti predčrpanje podzemne vode v količini treh volumnov omočenega dela vrtine. Predčrpanje in vzorčenje podzemnih vod izvajamo z mobilno potopno črpalko, ki jo namestimo v vrtino cca. 1 m pod gladino podzemne vode. Ko se izvedejo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10, jih vključimo v monitoring na enak način, kot so vključene ostale vrtine.

3. **Meritve terenskih parametrov**: meritve terenskih parametrov v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2 (temperatura vode, pH vrednost, elektroprevodnost, kisik in redoks potencial) izvedemo v pretočni celici, po izvedenem predčrpanju iz prejšnje točke. Meritve izvedemo z ustreznimi terenskimi aparati (termometer, konduktometer, pH meter, kisikomer, redoks sonda). Med merjenjem navedenih terenskih parametrov izvedemo tudi meritev temperature zraka v okolici vzorčnega mesta, na višini 1,5 m od

tal in stanje vremena (npr. jasno, vetrovno, dežuje, oblačnost). Ko se izvedejo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10, jih vključimo v monitoring na enak način, kot so vključene ostale vrtine oz. skladno z navodili, ki bodo glede na rezultat ničelnega stanja zapisana v letnem poročilu.

4. **Vzorčenje podzemnih vod in priprava vzorca**; podzemno vodo vzorčimo skladno s standardom SIST ISO 5667-11:2010; po izvedenem predčrpanju iz točke 2 pričnemo z vzorčenjem podzemnih iz vrtin vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2. Podzemne vode vzorčimo v ustrezno embalažo. Glede na analiziran parameter podzemno po potrebi filtriramo in ustrezno stabiliziramo, kot to zahtevajo merilne metode. Vzorce nato v ohlajenem stanju čim prej dostavimo v laboratorij v analizo. Ko se izvedejo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10, jih vključimo v monitoring na enak način, kot so vključene ostale vrtine oz. skladno z navodili, ki bodo glede na rezultat ničelnega stanja zapisana v letnem poročilu (GAP-8 in GAP-10).

5. **Analiza vzorcev podzemnih vod**; v laboratoriju opravimo analize odvzetih vzorcev podzemnih vod iz točke 4, na osnovne in indikativne parametre, navedene v poglavju 3.4 tega programa, v skladu z metodami, ki so določene za posamezen parameter in jih navajamo v Prilogi 3.2..

6. **Izdelava poročila o opravljenih meritvah in analizah**; za vsak odvzem vzorcev in opravljene analize podzemnih vod izdelamo poročilo o opravljenih meritvah in analizah, ki vključuje opis lokacije merilnih mest, podatke o vzorčenju, obseg analiz, analizne metode in rezultate analiz in ga posredujemo naročniku monitoringa.

7. **Izračun in vrednotenje sprememb parametrov ter letno poročilo o obratovalnem monitoringu iz 15. člena Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode Ur.l. RS, št.** 49/2006, 114/2009; v poglavju 3.6. so podrobno navedene opozorilne spremembe za parametre, ki so predmet monitoringa. Izračun in vrednotenje sprememb parametrov izvedemo v Poročilu o obratovalnem monitoringu po postopku iz poglavja 3.6.. Vsebino Poročila o obratovalnem monitoringu navajamo v poglavju 3.7..

Nabor osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa podzemnih vod za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje, je v poglavju 3.4.. Pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov je podana v poglavju 3.6.

3.4 DOLOČITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV, KI SO PREDMET MONITORINGA

Nabor osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa in jih je potrebno meriti ter analizirati v podzemni vodi na odlagališču nenevarnih odpadkov Brstje v podzemni vodi iz piezometričnih vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2 navajamo v tabeli 3.4.1. (terenske meritve), tabeli 3.4.2. (osnovni parametri) in tabeli 3.4.4. (izbrani indikativni parametri). Indikativne parametre iz tabele 3.4.4. smo izbrali na osnovi rezultatov referenčnih analiz opravljenih v juliju 2011 in vključujejo detektirane indikativne parametre ničelnega stanja iz leta 2005 in dodatno analize lahkohlapnih kloriranih ogljikovodikov – LKCH ter endokrinih spojin, ki smo jih detektirali v 2011.

Monitoring je v takšnem obsegu treba izvajati nadalnjih pet let. Vsako šesto leto se opravi kontrolna analiza, enkrat v letu, v podzemni vodi iz piezometrov GAP-7, V-3/2 in G-2 v celotnem obsegu parametrov iz tabel 3.4.1., 3.4.2. in 3.4.3. Naslednje referenčne meritve so v letu 2017.

Tabela 3.4.1.: Terenske meritve podzemnih vod

Parameter	**Enota**	**Izražen kot**
Temperatura zraka	^oC	
Temperatura vode	^oC	
pH		
Elektroprevodnost	uS/cm	
Kisik	mg/l	O_2
Redoks potencial	mV	
Nivo vode	m	
Prehodnost vrtine	m	

Tabela 3.4.2.: Osnovni parametri podzemnih vod

Parameter	Enota	Izražen kot
Barva	m^{-1}	
Motnost	NTU	
Skupni organski ogljik – TOC	mg/l	C
Adsorbljivi organski halogeni –AOX	µg/l	Cl
Amonij	mg/l	NH_4
Natrij	mg/l	Na
Kalij	mg/l	K
Kalcij	mg/l	Ca
Magnezij	mg/l	Mg
Železo	mg/l	Fe
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO_3
Nitrati	mg/l	NO_3
Sulfati	mg/l	SO_4
Kloridi	mg/l	Cl
Ortofosfati	mg/l	PO_4
Bor	mg/l	B

Tabela 3.4.3.: Indikativni parametri podzemnih vod za analize referenčnega stanja in kontrolne analize

Parameter	Enota	Izražen kot
Nitriti	mg/l	NO_2
Fluoridi	mg/l	F
Sulfidi	mg/l	S
Bromidi	mg/l	Br
Cianidi	mg/l	CN
Kovine (Al, Sb, As, Cu, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Cr6+, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V, Hg)	µg/l	
Mineralna olja	mg/l	
Fenolne snovi	µg/l	
Pentaklorofenol	µg/l	
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki – LKCH	µg/l	
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki – BTX	µg/l	
Triklorobenzeni	µg/l	

Parameter	Enota	Izražen kot
Poliklorirani bifenili – PCB	µg/l	
Policiklični aromatski ogljikovodiki – PAH	µg/l	
Pesticidi (organoklorni, organofosforni, triazinski, acetamidi, derivati fenoksiocetne kisline, fenil urea)	µg/l	
Organokositrove spojine	µg/l	
Endokrine substance (nonilfenoli, oktilfenoli, bisfenol A)	µg/l	
Identifikacija organskih spojin		

Tabela 3.4.4.: Izbrani indikativni parametri podzemnih vod za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Zap.št	Parameter	Enota	Izražen kot
1.	Nitriti	mg/l	NO_2
2.	Bromidi	mg/l	Br
3.	Kovine (Al, Sb, As, Cu, Ba,Be, B, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te)	µg/l	
4.	Pesticidi (organofosforni, triazinski, acetamidi, derivati fenoksiocetne kisline, urea)	µg/l	
5.	Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki – LKCH	µg/	
6.	Endokrine substance (nonilfenoli, oktilfenoli, bisfenol A)	µg/l	
7.	Identifikacija organskih spojin (s kvantifikacijo estrov ftalne kisline)		

K naboru indikativnih parametrov je treba dodati tudi parametre, ki jih bo morebiti pokazala identifikacija organskih spojin in so značilni za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje. O morebitni potrebi po vključitvi teh parametrov v obratovalni monitoring odloči izvajalec monitoringa, kar izrecno navede v letnem poročilu.

3.5 POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV

V podzemnni vodi iz vrtin na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje je pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov naslednja:

1. monitoring podzemnih vod se v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2, se izvaja **dvakrat letno**,
2. vsako šesto leto se v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, V-3/2 in G-2 enkrat v letu izvedejo kontrolne meritve v obsegu iz tabel 3.4.1.; 3.4.2 in 3.4.3.. V letu 2017 je ponovno potrebno izvesti referenčne meritve.

3.6 DOLOČITEV OPOZORILNE SPREMEMBE OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV

Opozorilno spremembo določimo za vsako onesnaževalo, ki je vključeno v obratovalni monitoring. Opozorilne spremembe smo določili za vse parametre obratovalnega monitoringa za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje v skladu s Prilogo 2 Pravilnika in jih navajamo v tabeli 3.6.1..

Tabela 3.6.1: Opozorilne spremembe parametrov obratovalnega monitoringa odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje

Parameter	Enota	Izražen Kot	Meja zaznavnosti (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B
OSNOVNI PARAMETRI					
TOC	mg/l	C	0,5	+100	+50
AOX	µg/l	Cl	2	+100	+50
Amonij	mg/l	NH_4	0,01	+200	+100
Natrij	mg/l	Na	1	+500	+1000
Kalij	mg/l	K	1	+500	+1000
Kalcij	mg/l	Ca	3	+100	+50
Magnezij	mg/l	Mg	1	+100	+50
Železo	mg/l	Fe	1	+300	+150
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO_3	3	+100	+50
Nitrati	mg/l	NO_3	1	+100	+50
Sulfati	mg/l	SO_4	1	+500	+1000
Kloridi	mg/l	Cl	1	+500	+1000
Ortofosfati	mg/l	PO_4	0,05	+100	+50
Bor	mg/l	B	0,02	+100	+50
INDIKATIVNI PARAMETRI					
Nitriti	mg/l	NO_2	0,01	+200	+100
Fluoridi	mg/l	F	0,1	+200	+100
Cianidi	µg/l	CN	5	+200	+100
Sulfidi	mg/l	S	0,05	+200	+100
Kovine					
Aluminij	µg/l	Al	1	+300	+150
Antimon	µg/l	Sb	0,2	+300	+100
Arzen	µg/l	As	1	+300	+100
Baker	µg/l	Cu	1	+300	+100
Barij	µg/l	Ba	10	+300	+100
Berilij	µg/l	Be	0,2	+300	+100
Cink	µg/l	Zn	5	+300	+100
Kadmij	µg/l	Cd	0,1	+300	+100

Parameter	Enota	Izražen Kot	Meja zaznavnosti (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B
Kobalt	µg/l	Co	1	+300	+100
Kositer	µg/l	Sn	2	+300	+100
Krom (skupno)	µg/l	Cr	1	+300	+100
Krom (6+)	µg/l	Cr^{6+}	1	+300	+100
Mangan	mg/l	Mn	0,2	+300	+150
Molibden	µg/l	Mo	1	+300	+100
Nikelj	µg/l	Ni	1	+300	+100
Selen	µg/l	Se	1	+300	+100
Srebro	µg/l	Ag	1	+300	+100
Svinec	µg/l	Pb	1	+300	+100
Talij	µg/l	Tl	1	+300	+100
Titan	µg/l	Ti	1	+300	+100
Telur	µg/l	Te	1	+300	+100
Vanadij	µg/l	V	1	+300	+100
Živo srebro	µg/l	Hg	0,1	+100	+100
Mineralna olja	µg/l		5	+100	+50
Fenolne snovi	µg/l		1	+300	+100
Epiklorhidrin	µg/l		1	+200	+200
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki – LKCH (2)	µg/l		2,0	+200	+100
Diklorometan	µg/l		0,5	+100	+100
Triklorometan	µg/l		0,3	+100	+100
Tetraklorometan	µg/l		0,1	+100	+100
1,2 - Dikloroetan	µg/l		0,5	+100	+100
1,1,1 - Trikloroetan	µg/l		0,1	+100	+100
cis 1,2 - Dikloroeten	µg/l		0,5	+100	+100
Trikloroeten	µg/l		0,2	+100	+100
Tetrakloroeten	µg/l		0,2	+100	+100
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki – BTX (3)	µg/l		1	+200	+100
Triklorobenzeni	µg/l		0,3	+200	+100
Poliklorirani bifenili – PCB (4)	µg/l		0,02	+300	+100

Parameter	Enota	Izražen Kot	Meja zaznavnosti (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B
Policiklični aromatski ogljikovodiki – PAH (5)	µg/l		0,01	+200	+100
Pesticidi (6)	µg/l		0,05	+200	+100
pesticid ali njihov relevantni razgradni produkt	µg/l		0,03	+100	+100

1) meja zaznavnosti je izhodni merilni signal ali vrednost koncentracije, nad katero je mogoče z opredeljeno ravnjo zaupanja potrditi, da se vzorec razlikuje od slepega vzorca, ki ne vsebuje zadevnega parametra

A opozorilna sprememba za onesnaževala, za katera vrednost C_2 ni več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala

B opozorilna sprememba za onesnaževala, za katera je vrednost C_2 5-krat večja ali več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala

2) vsota lahkohlapnih kloriranih ogljikovodikov. Za parametre, ki v tabeli niso navedeni, velja opozorilna sprememba A: +100 in B: +100

3) vsota benzena, toluena, ksilena in alkil benzenov (orto, meta, para)

4) vsota polikloriranih bifenilov - PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB.138, PCB-153, PCB-180, PCB-194

5) vsota policikličnih aromatskih ogljikovodikov - fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, indeno(1,2,3-cd)piren in benzo(ghi)perilen (mejna vrednost za pitno vodo velja za seštevek, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren in benzo(ghi)perilen). Za vsak parameter iz vsote velja opozorilna sprememba A: +200 in B: +100

6) vsota pesticidov in njihovih metabolitov (organoklorni, triazinski, organofosforni, derivati fenoksi ocetne kisline, acetamidi in fenil urea). Opozorilna sprememba za posamezen pesticid ali njihov relevantni razgradni produkt je A: +100 in B: +100.

Ob upoštevanju kriterijev vrednotenja iz tega Programa, izvajalec monitoringa ovrednoti morebitne identificirane spojine, ko iz rezultatov identifikacije nedvoumno ugotovi, da je pojavljanje teh spojin za obravnavano odlagališče značilno.

Vpliv odlagališča odpadkov na kvaliteto podzemne vode opredeljuje 14.člen Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode. Odlagališče ima **vpliv** na podzemno vodo, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi enaka ali večja od opozorilne spremembe, določene v programu obratovalnega monitoringa za to onesnaževalo.

Vpliv spremljamo na osnovi rezultatov terenskih meritev in analiz osnovnih in indikativnih parametrov v toku podzemne vode pred (izven vplivnega območja) in za odlagališčem (na vplivnem območju). Iz primerjave rezultatov analiz na dotoku in odtoku podzemnih vod ugotavljamo morebitno spremembo kvalitete podzemne vode, ki jo povzroča odlagališče in jo izračunamo kot opozorilno vrednost (d). Opozorilna vrednost osnovnega ali indikativnega parametra (d) je enaka:

d (%) = 100 x ($C_1 – C_2$) / C_2,
kjer je :
d……..opozorilna vrednost (%),
$C_{1...}$vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjena na vplivnem območju (**V-3/2 in G-2)**,
C_2…… povprečna vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjena izven vplivnega območja (**GAP-7)** ali v okviru posnetka ničelnega stanja podzemne vode, pri čemer je povprečna vrednost izračunana kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na opazovalni vrtini v zadnjih petih letih, če pa teh za to obdobje ni, pa povprečje rezultatov meritev, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa

Povprečna vrednost parametra je enaka aritmetični sredini rezultatov analiz v zadnjih petih letih v podzemni vodi v opazovalni vrtini. Če ni na voljo rezultatov analiz zadnjih petih let, se upošteva povprečna vrednost dobljena iz razpoložljivih rezultatov analiz v času izvajanja monitoringa, vendar se na osnovi takih povprečnih vrednosti izračunana sprememba parametra šteje za informativno. Na osnovi določil Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (petletna povprečja) tako izračunana sprememba parametra ni statistično zanesljiva in zato ni formalna podlaga za ukrepanje.

Če je za posamezno onesnaževalo izmerjena vrednost koncentracije manjša od meje zaznavnosti, se pri določitvi C_1 oziroma izračunu povprečne vrednosti C_2 za koncentracijo tega onesnaževala upošteva vrednost, ki je enaka polovici meje zaznavnosti, razen za onesnaževalo, ki se izraža kot vsota koncentracij več onesnaževal, za katerega se za koncentracijo upošteva vrednost nič.

Če je izračunana opozorilna vrednost za posamezno onesnaževalo manjša od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, se za opozorilno spremembo upošteva vrednost, ki je enaka meji zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala.

Za parametre, katerih koncentracije so izven vplivnega območja višje kot na vplivnem območju, se spremembe parametrov ne izračunavajo. Take situacije kažejo, da doteka pod odlagališče s tem parametrom bolj onesnažena podzemna voda, kot odteka izpod odlagališča. Takih situacij tudi ne vrednotimo in zanje ne ugotavljamo vpliva odlagališča na podzemne vode.

3.7 POROČILO O OBRATOVALNEM MONITORINGU

V skladu s 15. členom Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, je potrebno v okviru izvedbe monitoringa podzemnih vod za vsako koledarsko leto izdelati poročilo (Poročilo o obratovalnem monitoringu), ki mora vsebovati podatke o:

- izvajalcu obratovalnega monitoringa,
- zavezancu in njegovi dejavnosti,
- vzdrževanju objektov za izvajanje obratovalnega monitoringa,
- meritvah in interpretaciji hidrogeoloških parametrov,
- vrsti meritev in obsegu onesnaževal, vključenih v obratovalni monitoring,
- mestu, času in načinu vzorčenja,
- načinu predčrpanja in izmerjenih vrednostih osnovnih parametrov podzemnih voda,
- uporabljenih merilnih metodah in merilni opremi,
- rezultatih vsake posamezne meritve in izračunu spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi,
- vrednotenju spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala,
- ugotovitvah o vplivu vira onesnaževanja na kakovost podzemne vode.

Obrazec poročila še ni obljavljen na spletnih straneh Ministrstva za okolje in prostor, kot to določa 15. člen Pravilnika.
Poročilo o obratovalnem monitoringu mora zavezanec predložiti ministrstvu pisno in v elektronski obliki vsako leto do 31. marca za preteklo leto.
Zavezanec mora Poročilo hraniti najmanj pet let.

3.8 POVZETEK PROGRAMA Z NAVODILI ZA IZVAJANJE

Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje je dokument, ki je narejen v skladu z zahtevo recenzenta (v dopisu MOP ARSO, št.35464-60/2008-2, z dne 29.7.2009, »Mnenje glede poročila o monitoringu podzemnih voda za leto 2007«) po optimiranju mreže za monitoring. Program monitoringa je izdelan skladno s 6.členom Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l. RS, št. 49/2006, 114/2009 in je sestavljen iz hidrogeološkega in kemijskega dela in vključuje tudi Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode, ki je podan kot priloga 3.

Hidrogeološki del

Opazovanje količinskega stanja podzemne vode se opravlja na vseh obstoječih opazovalnih objektih in sicer GAP-7, V-3/2, G-1a, G-2, G-3, Pokopališče, enkrat mesečno, v skladu s programom monitoringa. Dvakrat letno, v mesecu februarju in mesecu novembru, se meritve nivojev podzemne vode izvedejo v vodnjakih z oznakami Dornavska, Brstje 1, Brstje 5b, Brstje 11, Brstje 15, Brstje 19, Brstje 21, Brstje 22, Brstje 23. Vsakokratne meritve se prilagajajo dostopnosti vodnjakov.
Ko se izvedejo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10, jih vključimo v monitoring na enak način, kot so vključene ostale vrtine; to pomeni, da v njih merimo nivo enkrat mesečno in globino dvakrat letno.
Na vrtini Pokopališče se meritve izvajajo eno leto po izvedbi vrtine GAP-8, nato se z njimi preneha.
Na koncu enoletnega opazovanja se izvede presoja o ustreznosti obstoječih opazovalnih objektov. Presojo ustreznosti opazovalnih objektov poda hidrogeolog v letnem poročilu.

V obdobju enkrat na 6 mesecev se preveri prehodnost vrtin (prehodnost se preverja z utežjo).
V obdobju enkrat na 24 mesecev se izvede reaktivacija opazovalnih objektov z air liftom.
Če opazovani objekt odpove ali je uničen, je potrebno izvesti novega.

Kemijski del

V podzemni vodi iz vrtin zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje je pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov naslednja:

- dvakrat v letu v podzemni vodi iz štirih piezometrov GAP-7, V-3/2 in G-2, v obsegu iz tabel 3.4.1., 3.4.2. in 3.4.4.,
- vsako šesto leto se v podzemni vodi iz piezometrov GAP-7, V-3/2 in G-2 enkrat v letu izvedejo kontrolne-referenčne meritve v obsegu iz tabel 3.4.1., 3.4.2 in 3.4.3.. Naslednja referenčne meritve so 2017,
- novo izvedena vrtina GAP-9 se takoj vključi v monitoring in zamenja vrtino G-2, vrtini GAP-8 in GAP-10 pa se vključita v monitoring skladno z navodilom, ki bo zapisano v letnem poročilu in bo odvisno od rezultatov ničelnega stanja omenjenih vrtin.

Glede na lego odlagališč Brstje in Gajke in smer toka podzemne vode ter glede na potrebo, da ločimo vpliv oz. nevpliv posameznega odlagališča na podzemno vodo, je potrebno izvajati merjenje nivojev in vzorčenje podzemne vode za obe odlagališči tako, da se na odlagališču Brstje in Gajke izvedejo istočasne meritve nivojev, prav tako je potrebno vzorčenje vode iz opazovalnih vrtin na obeh odlagališčih izvesti istočasno.

Vrednotenje meritev in analiz podzemnih vod ter ugotovitve monitoringa izdela izvajalec monitoringa v Letnem poročilu o monitoringu podzemnih vod v skladu s kriteriji določenimi v Programu monitoringa in Pravilnikom.

4. VIRI IN LITERATURA

Brenčič, M. Torkar, A., Zajc Benda, T., 2012: Hidrogeološka interpretacija monitoringa gladin podzemne vode na odlagališču Brstje - leto 2011. Naravoslovnotehniška fakulteta.

Ivanuša Šket, H. Sajko, M., Tancar, M. 2011: Poročilo o monitoringu podzemnih vod za odlagališče nenevarnih odpadkov Gajke in zaprto odlagališče Brstje za leto 2010. ZZV Maribor.

Masič, Š., 1993: Geotehnično poročilo o pogojih saniranja in zapiranja komunalne deponije Brstje. G.O.P. d.o.o. (dokument ni dostopen v celoti – manjka del teksta)

Supovec, I. & Vižintin, G., 2004a: Opredelitev merilnih mest za potrebe izdelave programa monitoringa za odlagališči »Gajke« in »Brstje« pri Ptuju HGM d.o.o..

Supovec, I. & Vižintin, G., 2004b: Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave programa monitoringa podzemnih vod na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje – občina Ptuj. HGM d.o.o.

Tancar, M., Supovec, I., 2007: Hidrogeološka interpretacija gibanja gladin podzemne vode na odlagališču nenevarnih odpadkov Gajke pri Ptuju. HGM. d.o.o..

Tancar, M., Supovec, I., 2008: Hidrogeološka interpretacija gibanja gladin podzemne vode na odlagališču nenevarnih odpadkov Gajke pri Ptuju. HGM. d.o.o..

Tancar, M., Supovec, I. & Vižintin, G., 2009: Hidrogeološka interpretacija monitoringa gladin podzemne vode na odlagališču Gajke pri Ptuju – merilno obdobje 2008. HGM. d.o.o.

Tancar, M., Supovec, I. & Vižintin, G., 2010: Hidrogeološka interpretacija monitoringa gladin podzemne vode na odlagališču Gajke pri Ptuju – 2009. HGM. d.o.o.

Tancar, M., Supovec, I. & Vižintin, G., 2011: Hidrogeološka interpretacija monitoringa gladin podzemne vode na odlagališču Gajke pri Ptuju – 2010. HGM. d.o.o.

Vehar, S. Mencej, Z., Rigler, B., 2001: Hidrogeološke razmere na širšem območju predvidenega centra za ravnanje z odpadki GAJKE v Spuhlji. Hidroconsulting d.o.o. (dokument v originalni obliki ni dostopen)

Žerjal, E., Glavič, M. Pogačar, A., 2005: Program monitoringa podzemnih vod za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje. ZZV Maribor

Žlebnik, L. 1991: Hidrogeološke razmere na Ptujskem polju. Geologija 34, 337-352.

5. PRILOGE

PRILOGE – HIDROGEOLOŠKI DEL

Priloga 1.1: Pregledna situacija odlagališča v prostoru (1 stran)

Priloga 1.2: Legenda k hidrogeoloških kartam in profilom (1 stran)

Priloga 1.3: Pregledna karta opazovalnih vrtin s karto gladin podzemne vode (1 stran)

Priloga 1.4: Hidrogeološki profili 1 (1 stran)

Priloga 1.5: Hidrogeološki profili 2 (1 stran)

Priloga 1.6: Litološki in hidrogeološki popisi vrtin (12 strani)

Priloga 1.7: Ciljna hidrogeološka cona (1 stran)

PRILOGE – KEMIJSKI DEL

Priloga 2.1: Rezultati analiz in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi iz vrtin vodnjak Dornavska, GAP-7, G-1a in G-2 na območju odlagališča nenevarnih odpadkov za odlagališče Gajke (25 strani)

Priloga 2.2: Seznam analiznih metod za podzemne vode (3 strani)

PRILOGE – PROGRAM UKREPOV

Priloga 3.1: Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe podzemne vode zaprto dlagališče nenevarnih odpadkov Brstje (Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, december 2012, 55 strani)

PRILOGE – HIDROGEOLOŠKI DEL

Priloga 1.1: Pregledna situacija odlagališča v prostoru (1 stran)

Priloga 1.2: Legenda k hidrogeološkim kartam in profilom (1 stran)

Priloga 1.3: Pregledna karta opazovalnih vrtin s karto gladin podzemne vode (1 stran)

Priloga 1.4: Hidrogeološki profili 1 (1 stran)

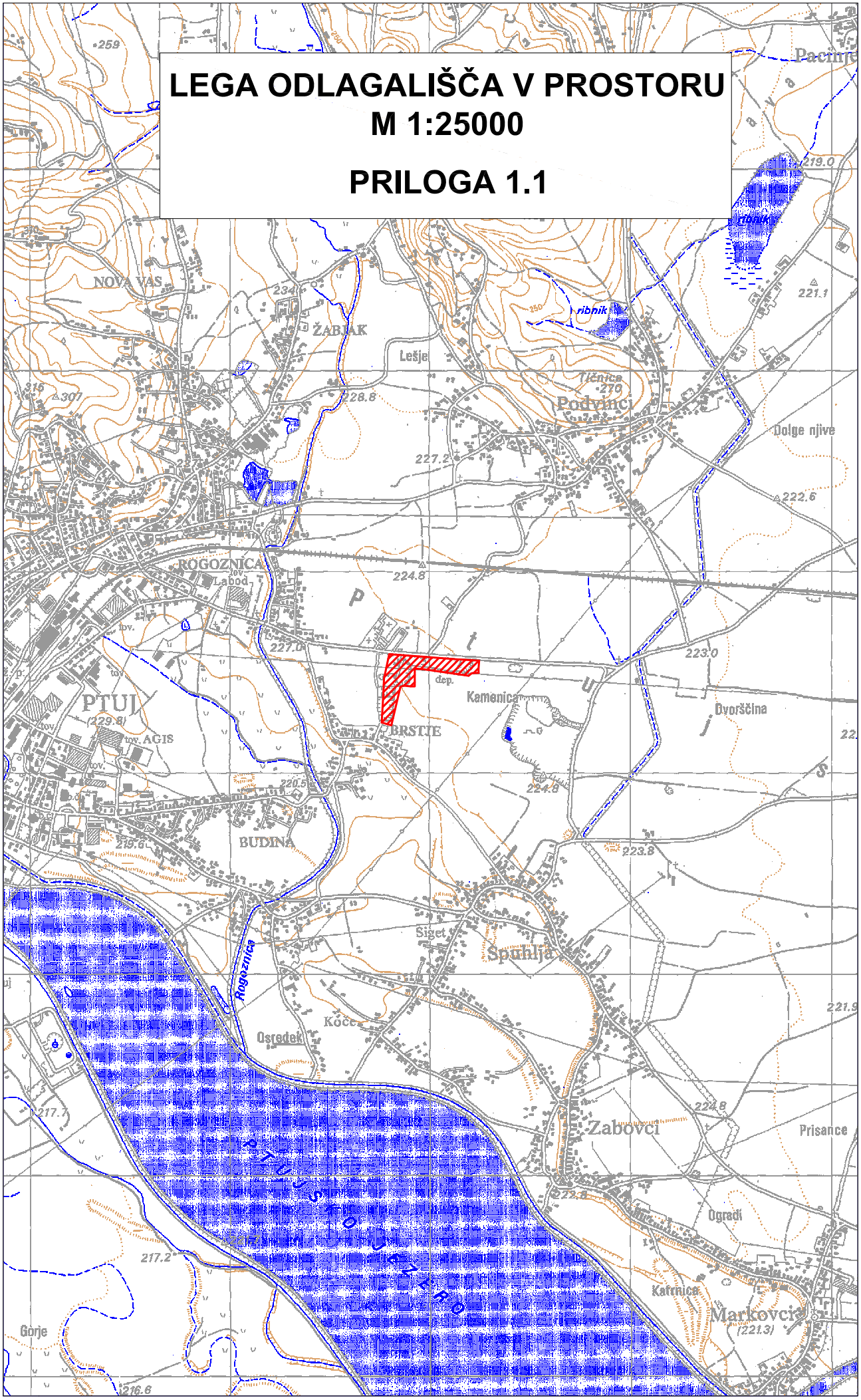
Priloga 1.5: Hidrogeološki profili 2 (1 stran)

Priloga 1.6: Litološki in hidrogeološki popisi vrtin (12 strani)

Priloga 1.7: Ciljna hidrogeološka cona (1 stran)

LEGA ODLAGALIŠČA V PROSTORU
M 1:25000

PRILOGA 1.1



LEGENDA

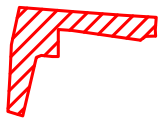
V-3/2 — opazovalne vrtine

V-4 — sondažne in opuščene vrtine

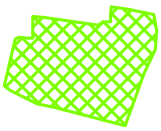
Brstje 11 — vodnjaki

GAP-9 — nove predlagane vrtine

C——D — profil



odlagalno polje Brstje



ciljna hidrogeološka cona

215 — reprezentativna gladina podzemne vode na dan 23.10.2012



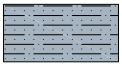
smer toka podzemne vode



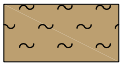
vrtina



odpadki



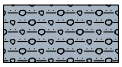
peščena meljna zemljina



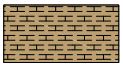
glina



humus



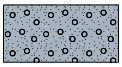
prodno peščeno meljna zemljina



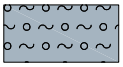
šota



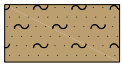
umetno nasutje



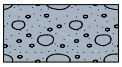
prodno peščena zemljina



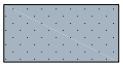
prod z glino



peščena glina



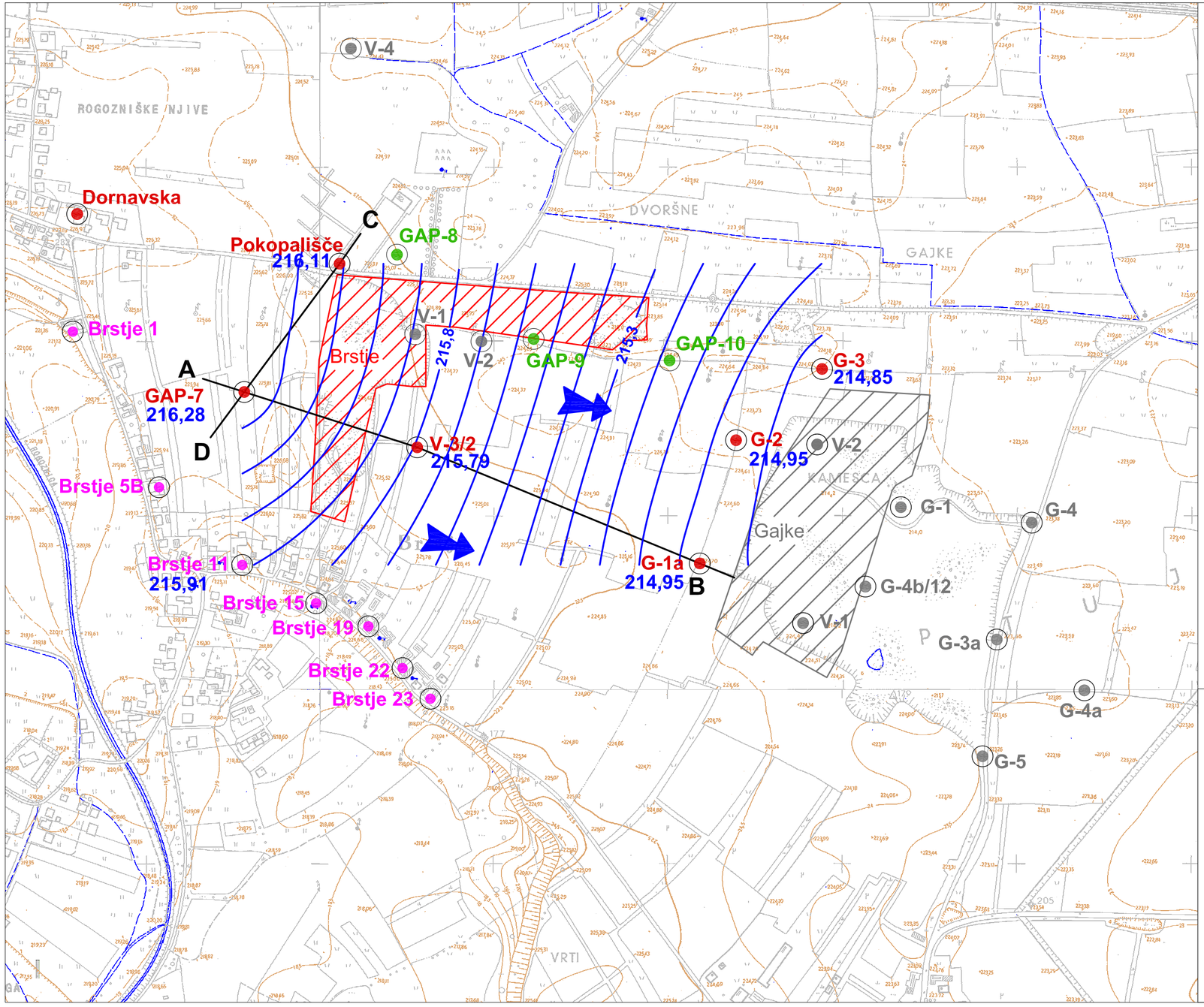
drobno in srednje zrnat pesek



peščena zemljina

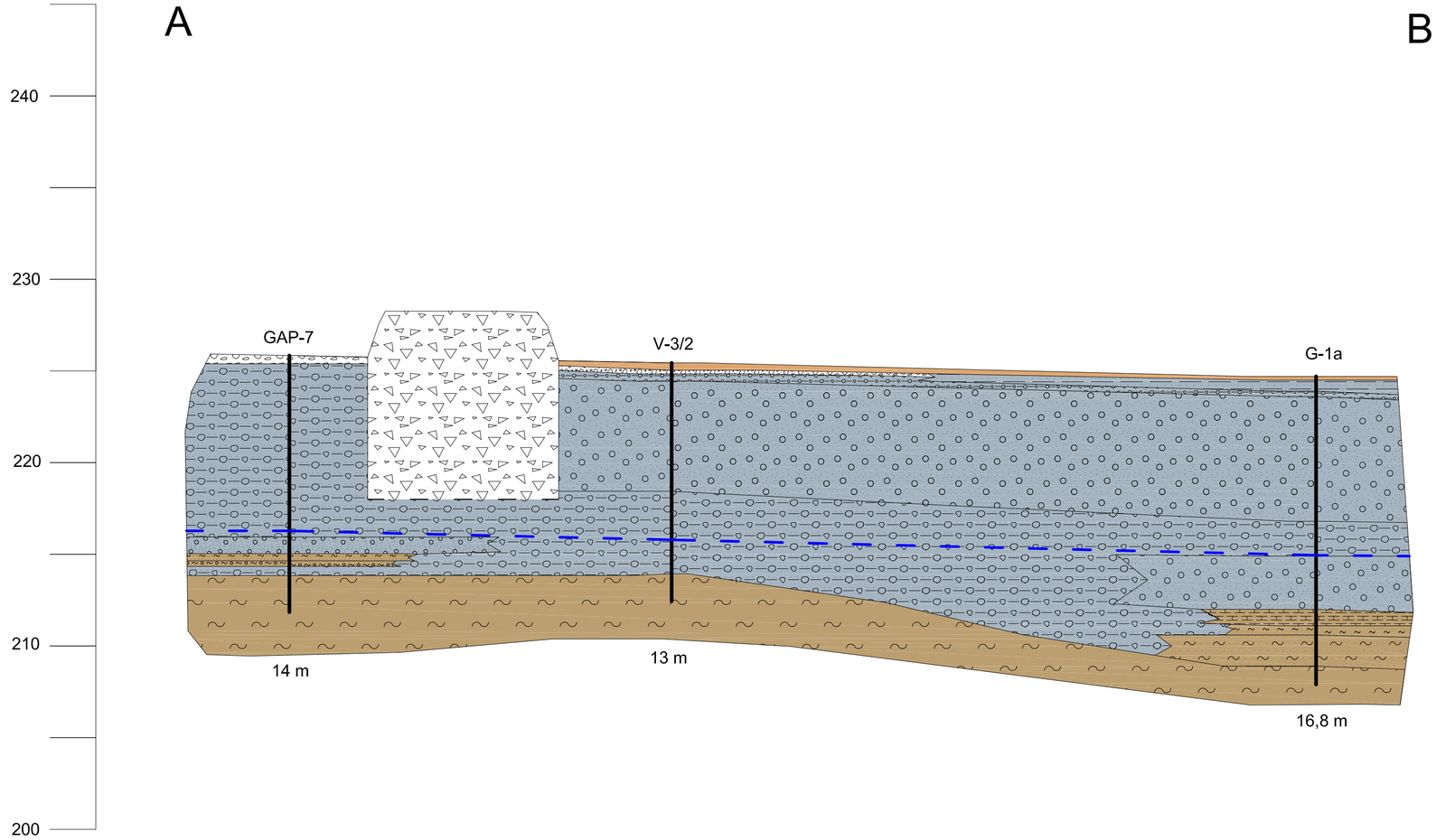
Naročnik: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor		Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o.
Univerza v Ljubljani	NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA Oddelek za geologijo	Elaborat: Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
	IME IN PRIIMEK	Objekt: Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
Odgovorni vodja projekta:	prof. dr. Mihael Brenčič, uni.dipl.inž.geol.	
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, uni.dipl.inž.geol.	Vrsta načrta: Legenda
Sodelavka:	Teja Keršmanc	
Sodelavec:		
Datum: november, 2012	Merilo:	Priloga: 1.2

PREGLEDNA KARTA OPAZOVALNIH VRTIN IN REPREZENTATIVNA KARTA GLADIN PODZEMNE VODE



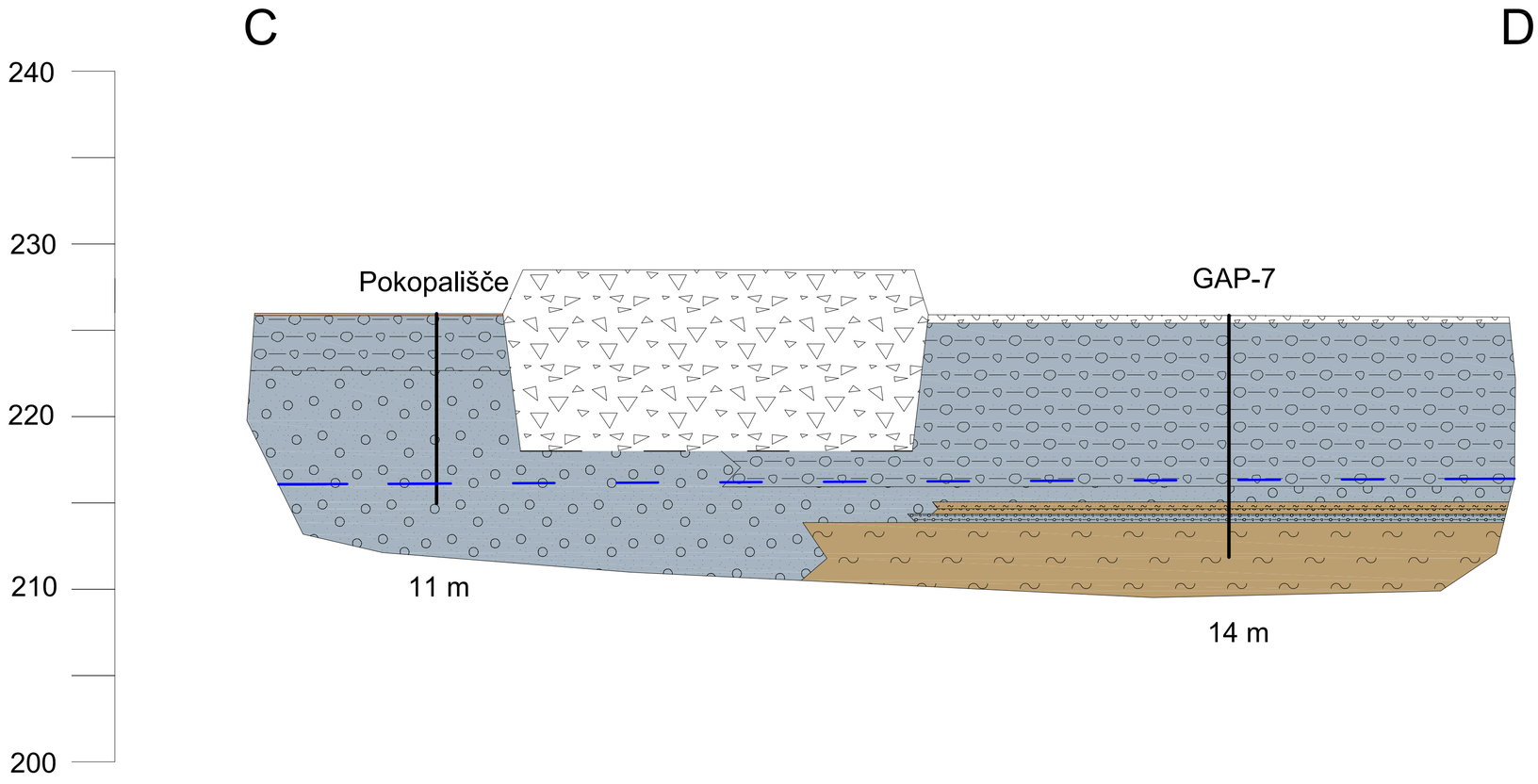
Naročnik: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor		Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o.	
Univerza v Ljubljani	NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA Oddelek za geologijo	Elaborat: Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
	IME IN PRIIMEK	Objekt: Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
Odgovorni vodja projekta:	prof. dr. Mihael Brenčič, uni.dipl.inž.geol.		
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, uni.dipl.inž.geol.	Vrsta načrta: Pregledna karta opazovalnih vrtin in reprezentativna karta gladin podzemne vode na dan 23.10.2012	
Sodelavka:	Teja Keršmanc		
Sodelavec:			
Datum: november, 2012	Merilo: 1:5000		Priloga: 1.3

HIDROGEOLOŠKI PROFIL 1
M: 2500/200



Naročnik: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor		Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o.	
Univerza v Ljubljani	**NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo**	Elaborat: Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
	IME IN PRIIMEK	Objekt: Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
Odgovorni vodja projekta:	prof. dr. Mihael Brenčič, uni.dipl.inž.geol.		
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, uni.dipl.inž.geol.	Vrsta načrta: Hidrogeološki profil 1	
Sodelavka:	Teja Keršmanc		
Sodelavec:			
Datum: november, 2012	Merilo: 1:2500/200		Priloga: 1.4

HIDROGEOLOŠKI PROFIL 2
M: 1000/200



Naročnik: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor			Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o.
Univerza v Ljubljani	**NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo**		Elaborat: Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
	IME IN PRIIMEK		Objekt:
Odgovorni vodja projekta:	prof. dr. Mihael Brenčič, uni.dipl.inž.geol.		Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, uni.dipl.inž.geol.		Vrsta načrta:
Sodelavka:	Teja Keršmanc		Hidrogeološki profil 2
Sodelavec:			
Datum: november, 2012	Merilo: 1:1000/200		Priloga: 1.5

LITOLOŠKI IN HIDROGEOLOŠKI POPISI VRTIN

PRILOGA 1.6

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina V-1

Leto izdelave vrtine : 1993

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost	PREREZ VRTINE cevitev (mm)
		8,2	komunalni odpadki		polne PVC vodnjaške cevi
		9,4	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, sive barve	Pl	
		13,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve	Pl	slotirane PVC vodnjaške cevi
		15,0	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, sive barve	Pl	

X= **569887,2**	Y= **142510,2**	Priloga: 1.6.1
Kota terena Z= /	Kota ustja vrtine Z= **225,69**	Merilo : 1:100

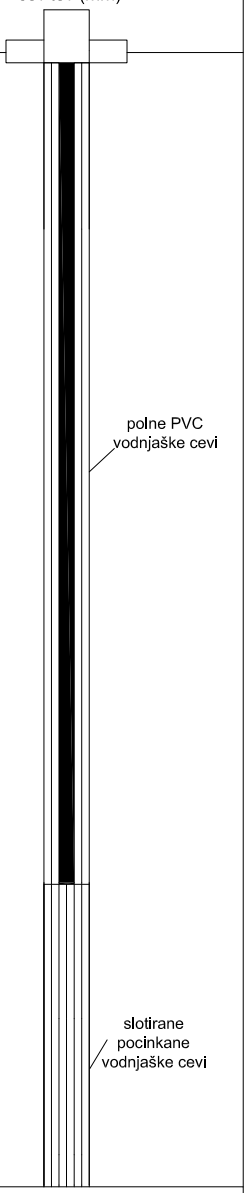
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina V-2

Leto izdelave vrtine : 1993

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,3	humus	Q
		0,8	peščeni melji s posameznimi prodniki	Pl
		4,5	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve	Pl
		8,2	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve	Pl
		12,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sivo rjave barve	Pl
		12,4	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine do peščeno meljne zemljine, sivo rjave barve	Pl
		15,0	mastne organske gline težko gnetene konsistence, črne barve	P

PREREZ VRTINE



X= **569982,1** Y= **142500,0**

Priloga: 1.6.2

Kota terena
Z= /

Kota ustja vrtine
Z= **225,00**

Merilo : 1:100

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina V-3/2

Leto izdelave vrtine : 2009

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,4	humus	Q
		0,6	umetno nasutje sestavljeno iz peščenega melja in opeke	Pl
		1,0	slabo granulirana prodno peščena meljna zemljina, temno rjave barve	Pl
		5,0	slabo do dobro granulirane prodno peščene zemljine, rjave barve	Pl
		7,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve	Pl
		11,0	slabo granulirane prodno peščene do prodno peščene meljne zemljine, rjave barve	Pl
		11.5	slabo granulirane prodno peščeno meljne zemljine, rjave barve	Pl
		13,0	mastne do organske gline, črne barve	P

PREREZ VRTINE

cevitev (mm)

NI PODATKOV O POLOŽAJU FILTERSKIH IN POLNIH CEVI

X= **569890,0**	Y= **142347,9**	Priloga: 1.6.3
Kota terena Z= **225,44**	Kota ustja vrtine Z= **225,44**	Merilo : 1:100

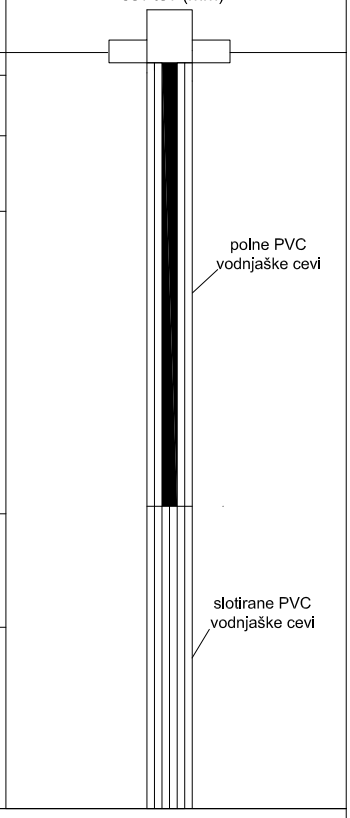
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina V-4

Leto izdelave vrtine : 1993

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,3	humus	Q
		1,1	peščeni melji	Pl
		2,1	slabo granulirane prodno peščene zemljine, rjave barve	Pl
		6,1	slabo granulirane prodno peščeno meljne zemljine, sivo rjave barve	Pl
		7,6	slabo granulirane prodno peščeno glinaste zemljine, sive barve	Pl
		10,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve	Pl

PREREZ VRTINE



X= **569794,9** Y= **142920,5**

Priloga: 1.6.4

Kota terena
Z= /

Kota ustja vrtine
Z= **224,39**

Merilo : 1:100

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina V-5 (Pokopališče)

Leto izdelave vrtine : 1993

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS		PREREZ VRTINE
		0,1	humus	Q	cevitev (mm)
		1,6	peščeni melji	Pl	
		3,3	slabo granulirane prodno peščene meljne zemljine, sive barve	Pl	polne PVC vodnjaške cevi
		7,0	dobro granulirane prodno peščene zemljine, sive barve	Pl	
		11,0	slabo granulirane prodno peščene zemljine, sive barve	Pl	slotirane pocinkane vodnjaške cevi

X= **569778,65**	Y= **142611,52**	Priloga: 1.6.5
Kota terena Z= **225,96**	Kota ustja vrtine Z= **226,32**	Merilo : 1:100

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina GAP-7

Leto izdelave vrtine : 2012

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost	PREREZ VRTINE cevitev (mm)
		0,45	nasip; prod s peskom in meljem		
		1,15	zaglinjen melj s posameznimi prodniki	Pl	
		9,0	prod s peskom in meljem	Pl	polne PVC vodnjaške cevi
		9,9	droben prod s peskom In meljem, rjave barve	Pl	slotirane PVC vodnjaške cevi (1,0 mm)
		10,8	prod s peskom	Pl	
		11,2	peščena glina, črne do rjave barve	Pl	
		11,5	zaglinjen prod s peskom in meljem	Pl	
		12,0	debel prod s peskom in meljem, rjave barve	Pl	
		14,0	pusta glina, temno sive barve	P	polne PVC vodnjaške cevi

X= **569641,91**	Y= **142427,32**	Priloga: 1.6.6
Kota terena Z= **225,86**	Kota ustja vrtine Z= **226,01**	Merilo : 1:100

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina G-1a

Leto izdelave vrtine : 2001

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,2	humus	Q
		0,8	peščeni melj, težko gnet. konsistence s posameznimi prodniki	Pl
		1,1	slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, rjave barve	Pl
		7,9	slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve	Pl
		9,8	slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, sive barve	Pl
		12,7	slabo granulirana prodno peščena zemljina, sive barve	Pl
		13,6	šota	Pl
		14,1	masta glina poltrde konsistence z organskimi primesmi	P
		15,8	peščena glina težko gnet. do poltrde konsistence z vložki peska in posameznimi prodniki, sive barve	P
		16,8	masta glina poltrdne konsistence, sive barve	P

PREREZ VRTINE

cevitev (mm)

NI PODATKOV O POLOŽAJU FILTERSKIH IN POLNIH CEVI

X= **570295,437**	Y= **142181,186**	Priloga: 1.6.7
Kota terena Z= **224,70**	Kota ustja vrtine Z= **224,79**	Merilo : 1:100

Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina G-2

Leto izdelave vrtine : 2001

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,2	humus	Q
		0,9	peščeni melj, težko gnet. konsistence s posameznimi prodniki	Pl
		1,3	slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, rjave barve	Pl
		8,1	slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve	Pl
		9,0	slabo do dobro granulirana prodno peščena zemljina, sive barve	Pl
		9,8	dobro granulirana prodno peščena do peščena zemljina, sive barve	Pl
		10,6	enakomerno granuliran srednji do debel pesek s posameznimi prodniki, rjave barve	Pl
		12,0	slabo granulirana prodno peščeno meljna do prodno peščena zemljina, sive barve	Pl
		13,4	mastna glina težko gnet. do poltrdne konsistence z organskimi sledovi, sive barve	P
		14,0	enakomerno granuliran drobni pesek z vložki gline, sive barve	P
		14,8	pusta glina poltrdne konsistence z vložki peska, sive barve	P
		15,2	šota	P
		16,0	pusta do mastna glina, težko gnetene konsistence z organskimi pimesmi in vložki peska, temno sive barve	P

PREREZ VRTINE

cevitev (mm)

NI PODATKOV O POLOŽAJU FILTERSKIH IN POLNIH CEVI

X= **570347,358**	Y= **142358,135**	Priloga: 1.6.8
Kota terena Z= **224,28**	Kota ustja vrtine Z= **224,38**	Merilo : 1:100

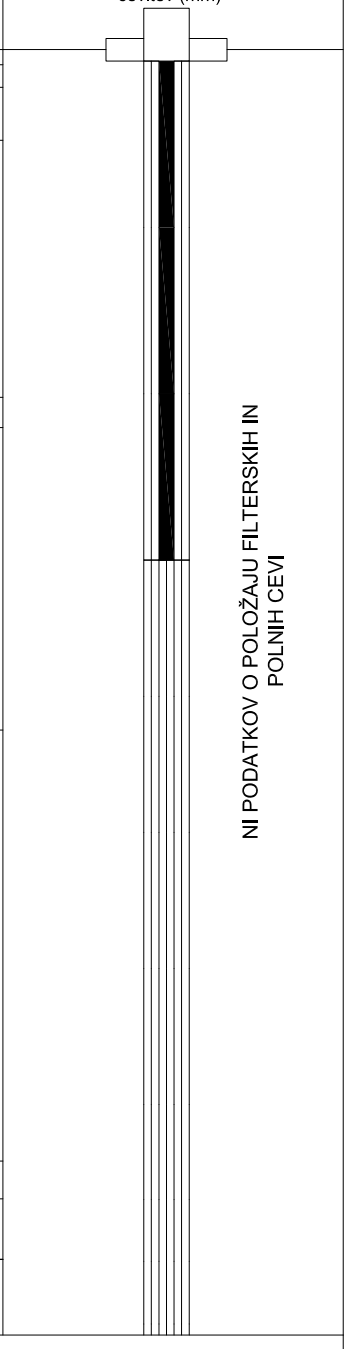
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina G-3

Leto izdelave vrtine : 2001

litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,2	humus	Q
		0,6	peščeni melj težko gnet. konsistence s posameznimi prodniki	Pl
		1,2	slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, sive barve	Pl
		4,6	slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve	Pl
		5,0	dobro granulirana peščena zemljina, sive barve	Pl
		9,0	slabo granulirana peščena zemljina, sive barve	Pl
		14,7	slabo granulirana prodno peščena zemljina, sive barve	Pl
		15,2	pusta do peščena glina, poltrdne konsistence z vložki peska in organskmi sledovi	P
		16,0	mastna glina poltrdne konsistence z organskimi sledovi, sive barve	P
		17,0	peščena glina, težko gnet. konsistence z vložki peska in posameznimi prodniki, sive barve	P

PREREZ VRTINE



X= **570470,763**	Y= **142460,416**	Priloga: 1.6.9
Kota terena Z= **224,23**	Kota ustja vrtine Z= **224,38**	Merilo : 1:100

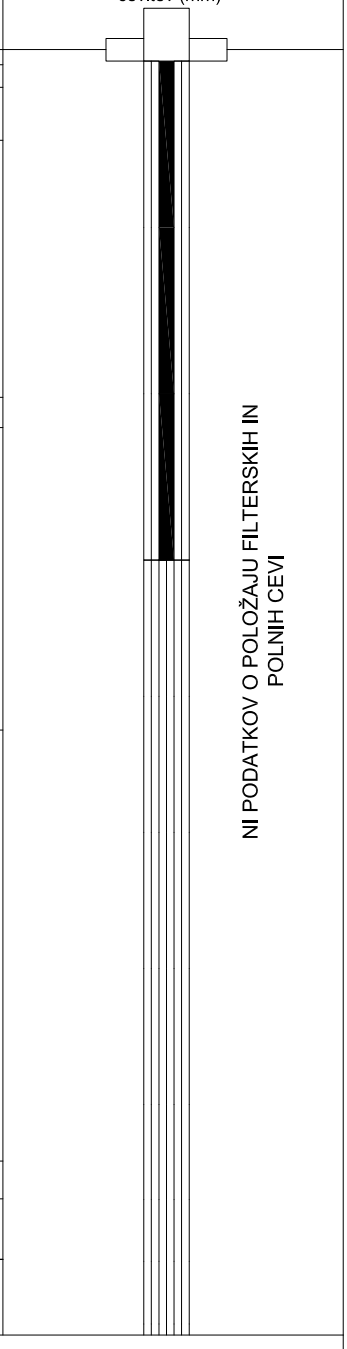
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Opazovalna vrtina G-3

Leto izdelave vrtine : 2001

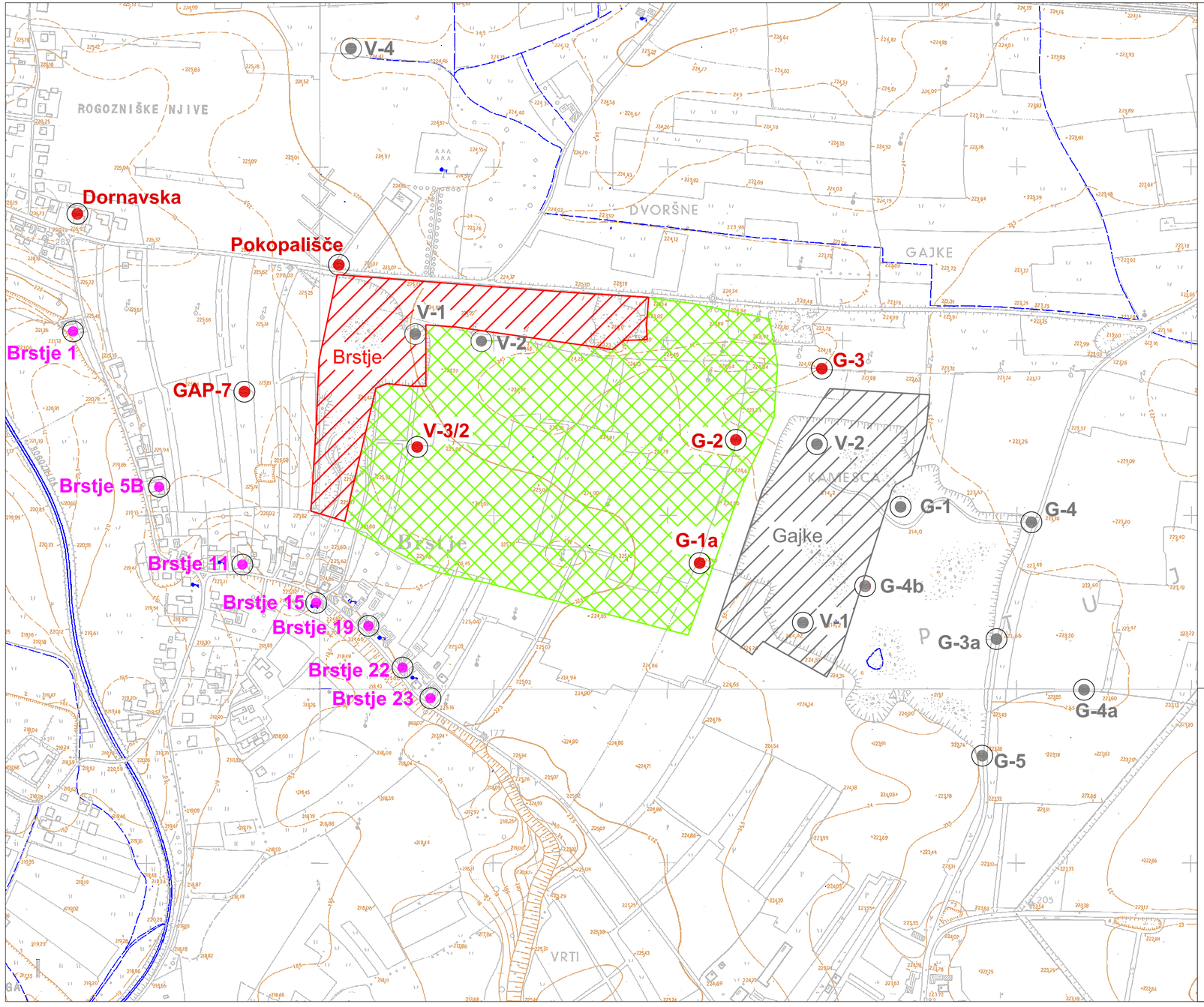
litološki stolpec in HG značilnosti	profil vrtine (mm)	globina vrtanja (m)	LITOLOŠKI OPIS	starost
		0,2	humus	Q
		0,6	peščeni melj težko gnet. konsistence s posameznimi prodniki	Pl
		1,2	slabo granulirana prodno peščeno meljna zemljina, sive barve	Pl
		4,6	slabo granulirana prodno peščena zemljina s samicami, sive barve	Pl
		5,0	dobro granulirana peščena zemljina, sive barve	Pl
		9,0	slabo granulirana peščena zemljina, sive barve	Pl
		14,7	slabo granulirana prodno peščena zemljina, sive barve	Pl
		15,2	pusta do peščena glina, poltrdne konsistence z vložki peska in organskmi sledovi	P
		16,0	mastna glina poltrdne konsistence z organskimi sledovi, sive barve	P
		17,0	peščena glina, težko gnet. konsistence z vložki peska in posameznimi prodniki, sive barve	P

PREREZ VRTINE



X= **570470,763**	Y= **142460,416**	Priloga: 1.6.9
Kota terena Z= **224,23**	Kota ustja vrtine Z= **224,38**	Merilo : 1:100

CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA



Naročnik: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor		Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o.	
Univerza v Ljubljani	NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA Oddelek za geologijo	Elaborat: Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
	IME IN PRIIMEK	Objekt: Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje	
Odgovorni vodja projekta:	prof. dr. Mihael Brenčič, uni.dipl.inž.geol.		
Sodelavka:	asist. Anja Torkar, uni.dipl.inž.geol.	Vrsta načrta: Ciljna hidrogeološka karta	
Sodelavka:	Teja Keršmanc		
Sodelavec:			
Datum: november, 2012	Merilo: 1:5000	List:	Priloga: 1.7

PRILOGE – KEMIJSKI DEL

Priloga 2.1: Rezultati analiz in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi iz vodnjaka Dornavska in piezometrov GAP-7, G-3/2, G-1a in G-2 na območju odlagališča nenevarnih odpadkov za odlagališče Gajke (25 strani)

Priloga 2.2: Seznam analiznih metod za podzemne vode (3 strani)

PRILOGA 2.1: Rezultati analiz in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi iz vodnjaka Dornavska in vrtin GAP-7, V-3/2, G-1a, G-2 in vodnjaka Dornavska na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje

Merilno mesto			**Vodnjak Dornavska**	**Piezometer GAP-7**	**Piezometer V-3/2**	**Piezometer G-1a**	**Piezometer G-2**
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Temperatura zraka	°C	-	25	10	24	25	25
Temperatura vode	°C	-	13,2	14,2	16,9	13,3	14,1
pH		-	7,5	7	6,8	7	7
Električna prevodnost (20°C)	µS/cm	-	560	752	653	704	862
Redoks potencial	mV	-	415	407	340	400	301
Kisik	mg/l	O2	7,7	8,4	1,2	5,8	0,4
Nasičenost s kisikom	%	O2	78,1	83,6	12,3	56,3	4,4
Nivo vode	m	-	9,97	9,73	9,14	9,2	8,73
Globina vrtine	m	-	11,08	13,76	12,23	15,36	13,83
OSNOVNI PARAMETRI							
Barva	m-1	-	<0,1	0,05	<0,1	<0,1	<0,1
Motnost	NTU	-	0,5	0,7	0,5	0,4	0,5
Skupni organski ogljik - TOC	mg/l	C	1	1	0,9	1	2,8
Adsorbirani organski halogeni - AOX	µg/l	Cl	4	5	5	6	10
Amonij	mg/l	NH4	<0,013	<0,003	<0,013	<0,013	5,1

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Natrij	mg/l	Na	11	20	12	9,3	23
Kalij	mg/l	K	7,3	4,2	5,9	6,6	22
Kalcij	mg/l	Ca	92	120	120	130	130
Magnezij	mg/l	Mg	18	21	19	22	24
Železo	mg/l	Fe	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO3	320	460	430	450	480
Nitrat	mg/l	NO3	31	24	41	38	38
Sulfat	mg/l	SO4	20	21	21	21	20
Klorid	mg/l	Cl	21	34	21	23	41
Fosfat-orto	mg/l	PO4	1,38	0,15	0,184	0,122	0,214
Bor	mg/l	B	0,046	0,075	0,055	0,058	0,21
INDIKATIVNI PARAMETRI							
Fenolni indeks	µg/l	Fenol	<2	-	<2	<2	<2
Fluorid	mg/l	F	<0,20	-	<0,10	<0,10	<0,10
Brom	mg/l	Br	0,016	0,035	0,019	0,021	0,088
Nitrit	mg/l	NO2	<0,007	<0,003	0,007	<0,007	0,039
Sulfid	mg/l	S2-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Cianidi - skupni	mg/l	CN	<0,0015	-	<0,0015	<0,0015	<0,0015
Aluminij	µg/l	Al	<1,0	2,7	20	<1,0	<1,0
Antimon	µg/l	Sb	<0,20	<0,20	<1,0	<0,20	<0,20
Arzen	µg/l	As	1,4	<0,80	<0,80	<0,80	<0,80
Baker	µg/l	Cu	17	1,2	2,6	<1,0	4,3
Berilij	µg/l	Be	<0,010	0,013	<0,010	<0,010	<0,010
Cink	µg/l	Zn	88	4,6	<10	<10	<10
Kadmij	µg/l	Cd	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Kobalt	µg/l	Co	<0,20	0,29	<1,0	<1,0	1,2
Kositer	µg/l	Sn	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Krom	µg/l	Cr	1,2	<0,20	1,7	1,4	2
Krom-šestvalentni	mg/l	Cr6+	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005
Mangan	µg/l	Mn	1,9	3,6	68	1,1	18
Molibden	µg/l	Mo	<1,0	<0,20	<1,0	<0,20	<0,20
Nikelj	µg/l	Ni	<1,0	1,2	<1,0	<0,40	2
Selen	µg/l	Se	<0,60	0,65	<0,60	<0,60	<0,60
Srebro	µg/l	Ag	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Svinec	µg/l	Pb	<1,0	<0,20	<1,0	<0,20	<0,20
Talij	µg/l	Tl	<0,010	<0,010	<1,0	<0,010	<1,0
Titan	µg/l	Ti	2,3	2,1	1,1	1	1,4
Telur	µg/l	Te	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Vanadij	µg/l	V	1,1	1,1	1,6	1,2	1,8
Živo srebro	µg/l	Hg	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
Heksaklorobutadien	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
Triklorobenzen (vsota)	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Triklorobenzen	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,4-Triklorobenzen	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
1,3,5-Triklorobenzen	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (vsota)	µg/l	-	<0,2	2,1	<0,2	0,7	<0,2
Cis-1,2-dikloroetilen	µg/l	-	<0,05	-	<0,05	<0,05	<0,05
Diklorometan	µg/l	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Tetraklorometan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Triklorometan	µg/l	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
1,1,1-Trikloroetan	µg/l	-	<0,10	0,6	<0,10	0,7	<0,10
1,1,2-Trikloroetilen	µg/l	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2,2-Tetrakloroetilen	µg/l	-	<0,05	1,5	<0,05	<0,10	<0,05
1,2-Dikloroetan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Bromdiklorometan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dibromklorometan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Trans-1,2-dikloroetilen	µg/l	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tribromometan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1-Dikloroetan	µg/l	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dikloroetilen	µg/l	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,2-Trikloroetan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1,2,2-Tetrakloroetan	µg/l	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
BTX	µg/l	-	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2
Benzen	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
Etilbenzen	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
Toluen	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
m,p- ksilen	µg/l	-	<0,20	-	<0,20	<0,20	<0,20

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
o- Ksilen	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
Stiren	µg/l	-	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10
Policiklični aromatski ogljikovodiki (vsota)	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Benzo(a)piren	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo(b)fluoranten	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo(ghi)perilen	µg/l	-	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo(k)fluoranten	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Fluoranten	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/l	-	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Acenaften	µg/l	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004
Acenaftilen	µg/l	-	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005
Antracen	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Benzo(a)antracen	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Dibenzo(a,h)antracen	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Fenantren	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Fluoren	µg/l	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004
Krizen	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Naftalen	µg/l	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,005
Piren	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Pesticidi (vsota)	µg/l	-	0,07	0,166	0,15	0,25	1,67
Acetoklor	µg/l	-	<0,001	<0,006	<0,001	<0,001	<0,001
Alaklor	µg/l	-	<0,002	<0,008	<0,002	<0,002	<0,002
Atrazin	µg/l	-	<0,050	0,061	0,05	<0,050	0,07
Atrazin-desetil	µg/l	-	0,05	0,063	0,07	0,06	0,06
Atrazin-desizopropil	µg/l	-	<0,010	<0,011	<0,010	<0,010	<0,010
Azinfos-etil	µg/l	-	<0,002	<0,016	<0,002	<0,002	<0,002
Azinfos-metil	µg/l	-	<0,003	<0,013	<0,003	<0,003	<0,003
Bentazon	µg/l	-	0,02	-	0,03	<0,020	0,96
Bromacil	µg/l	-	<0,002	<0,015	<0,002	<0,002	<0,002
Bromoksinil	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
Cianazin	µg/l	-	<0,006	<0,004	<0,006	<0,006	<0,006
Diazinon	µg/l	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Dikamba	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Diklobenil	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Dimetenamid	µg/l	-	<0,001	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Fenitrotion	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Heksazinon	µg/l	-	<0,002	<0,006	<0,002	<0,002	<0,002
Joksinil	µg/l	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004
Klorfenvinfos	µg/l	-	<0,002	<0,009	<0,002	<0,002	<0,002
Malation (vsota)	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
MCPA	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
MCPB	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
MCPP	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Metalaksil	µg/l	-	<0,005	<0,007	<0,005	<0,005	<0,005
Metazaklor	µg/l	-	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,002
Metolaklor	µg/l	-	<0,05	<0,005	<0,05	0,19	0,11
Mevinfos	µg/l	-	<0,002	<0,004	<0,002	<0,002	<0,002
N,N-dietil-m-toluamid	µg/l	-	<0,05	<0,010	<0,05	<0,05	0,28
Orbenkarb	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Paration-etil	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Paration-metil (vsota)	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
Pendimetalin	µg/l	-	<0,001	<0,020	<0,001	<0,001	<0,001
Prometrin	µg/l	-	<0,001	0,025	<0,05	<0,05	0,19
Propazin	µg/l	-	<0,002	<0,003	<0,05	<0,002	<0,002
Prosimidon	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,05	<0,001
Sebutilazin	µg/l	-	<0,001	<0,006	<0,001	<0,001	<0,001
Sekbumeton	µg/l	-	<0,002	<0,010	<0,002	<0,002	<0,002
Silvex	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Simazin	µg/l	-	<0,005	<0,011	<0,005	<0,005	<0,005
Terbumeton	µg/l	-	<0,001	<0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Terbutilazin	µg/l	-	<0,05	0,017	<0,05	<0,05	<0,05
Terbutrin	µg/l	-	<0,001	<0,004	<0,001	<0,05	<0,001
Triadimefon	µg/l	-	<0,004	<0,007	<0,004	<0,004	<0,004
Vinklozolin	µg/l	-	<0,012	-	<0,012	<0,012	<0,012
2,4 - DB	µg/l	-	<0,004	-	<0,004	<0,004	<0,004
2,4-D	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
2,4-DP	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
2,4,5-T	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
2,6-Diklorobenzamid	µg/l	-	<0,005	<0,020	<0,005	<0,005	<0,005
Buturon	µg/l	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Diuron	µg/l	-	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Fluometuron	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Imidakloprid	µg/l	-	0,05	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014
Izoproturon	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,050
Klorbromuron	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Klorotoluron	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,050
Linuron	µg/l	-	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Metamitron	µg/l	-	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011
Metobromuron	µg/l	-	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Metoksuron	µg/l	-	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009
Metribuzin	µg/l	-	<0,050	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Monolinuron	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Monuron	µg/l	-	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Neburon	µg/l	-	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016
Aldrin	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
alfa-Endosulfan	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
alfa-HCH	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
beta-Endosulfan	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
beta-HCH	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
delta-HCH	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Dieldrin	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Endosulfan sulfat	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Endrin	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
gama-HCH	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Heksaklorobenzen	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
Heptaklor	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Isodrin	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
o,p-DDD	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
o,p-DDT	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
Pentaklorobenzen	µg/l	-	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001
p,p-DDD	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002
p,p-DDE	µg/l	-	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002

Merilno mesto			Vodnjak Dornavska	Piezometer GAP-7	Piezometer V-3/2	Piezometer G-1a	Piezometer G-2
Datum			**22.7.2011**	**24.10.2012**	**22.7.2011**	**22.7.2011**	**22.7.2011**
Št. vzorca			**11/09577**	**12/12682**	**11/09549**	**11/09565**	**11/09575**
Parameter	**Enota**	**Izražen kot**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**	**Rezultat**
p,p-DDT	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
Pentaklorofenol	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Monobutilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Monofenilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Dibutilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Difenilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Tributilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Trifenilkositrove spojine	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Bisfenol A	µg/l	-	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,04
4-n-Nonilfenol	µg/l	-	<0,010	-	<0,010	<0,010	<0,010
4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol	µg/l	-	<0,010	-	<0,010	<0,010	<0,010
PCB (vsota-6 Ballschm.)	µg/l	-	<0,003	-	<0,003	<0,003	<0,003
Mineralna olja	µg/l	-	<6	<6	<6	<6	<6
Identifikacija organskih spojin		-	priloga	priloga	priloga	priloga	priloga

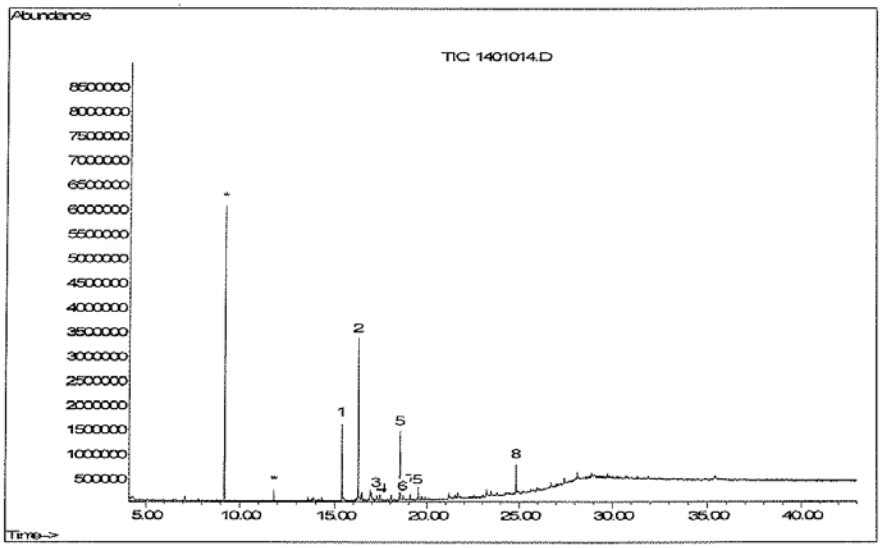
ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

11-09577

Stran 1od 1

IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM
Ime vzorca: **Podzemna voda – Vodnjak Dornavska 19,** 1µL/100µL/1,3L
Laboratorijska številka: **11-09577**
Analitik: **Ladislav Kučan**



celotni ionski kromatogram

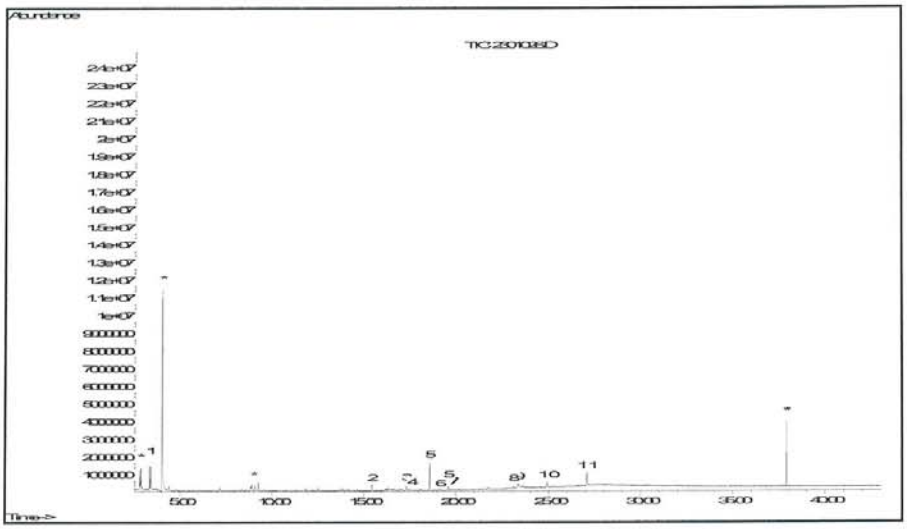
zap. št	ret. čas	najverjetnejša identifikacija
1	15,4	dietilftalat
2	16,3	trialilizocianurat (125-15-6)
3	17,3	sled atrazina
4	17,6	sled terbutilazina
5	18,5 19,5	izomeri dibutilftalata
6	18,7	metribuzin
7	19,1	7,9-di-t-butil-1-oksaspiro(4,5)deka-6,9-dien-2,8-dion
8	24,9	dietilheksilftalat
*		sistemski vrh

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor http://www.zzv-mb.si
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Telefon: (02) 4500170 Telefaks: (02) 4500227 E-pošta: ivo@zzv-mb.si
ID za DDV: SI30447046 Številka transakcijskega računa: 01100-6030926630

12-12682
stran 1 od 2

IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM
Ime vzorca: Podzemna voda – GAP-7; 1µl/100µL/1,3L
Laboratorijska številka: 12-12682
Analitik: Ladislav Kučan

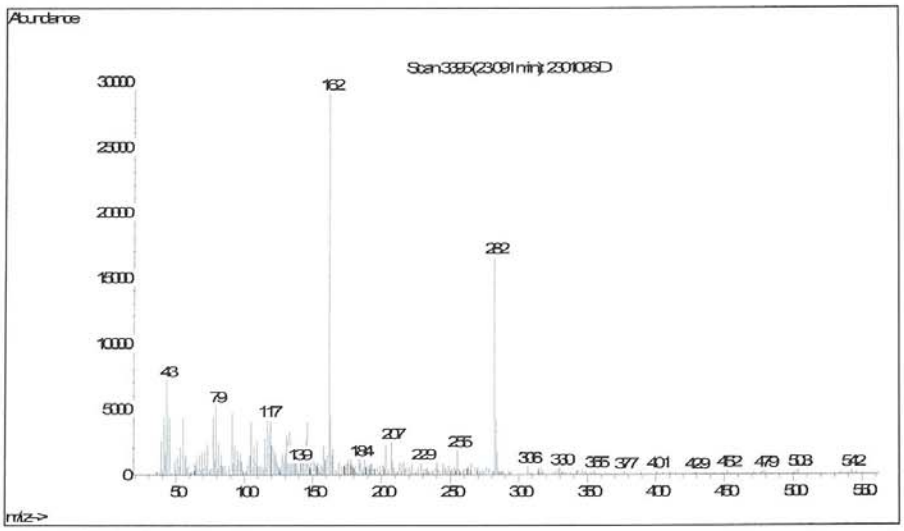


celotni ionski kromatogram

zap. št	ret. čas	najverjetnejša identifikacija
1	3,4	tetrakloroetilen
2	15,5	dietilftalat
3	17,3	atrazin
4	17,6	sled terbutilazina
5	18,6 19,6	izomeri dibutilftalata
6	19,2	sled prometrina
7	19,8	metolaklor
8	23,1	neidentificirani metabolit metolaklora
9	23,4	oktadekenamid
10	24,9	dietilheksilftalat
11	27,0	skvalen
*		sistemski vrh

ZZV MB-Inštitut za varstvo okolja

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor http://www.zzv-mb.si
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Telefon: (02) 4500170 Telefaks: (02) 4500227 E-pošta: ivo@zzv-mb.si
ID za DDV: SI30447046 Številka transakcijskega računa: 01100-6030926630



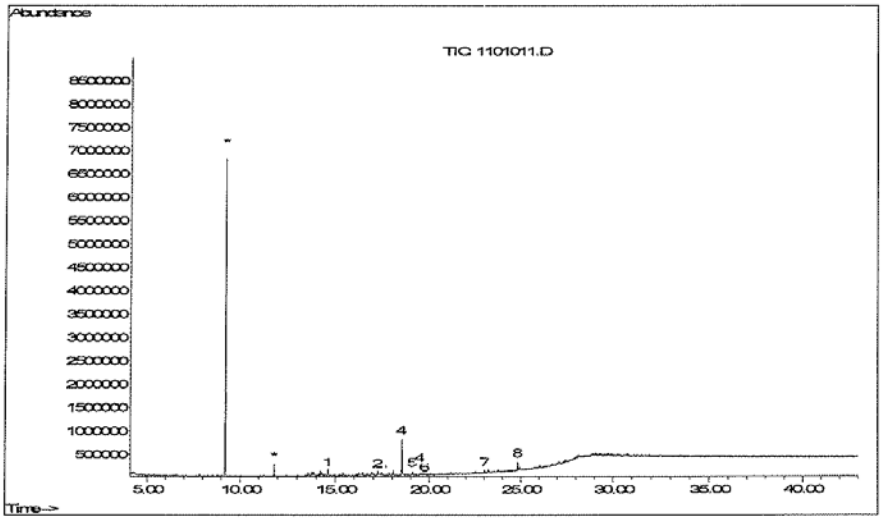
neidentificirana spojina 8

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

11-09549

IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

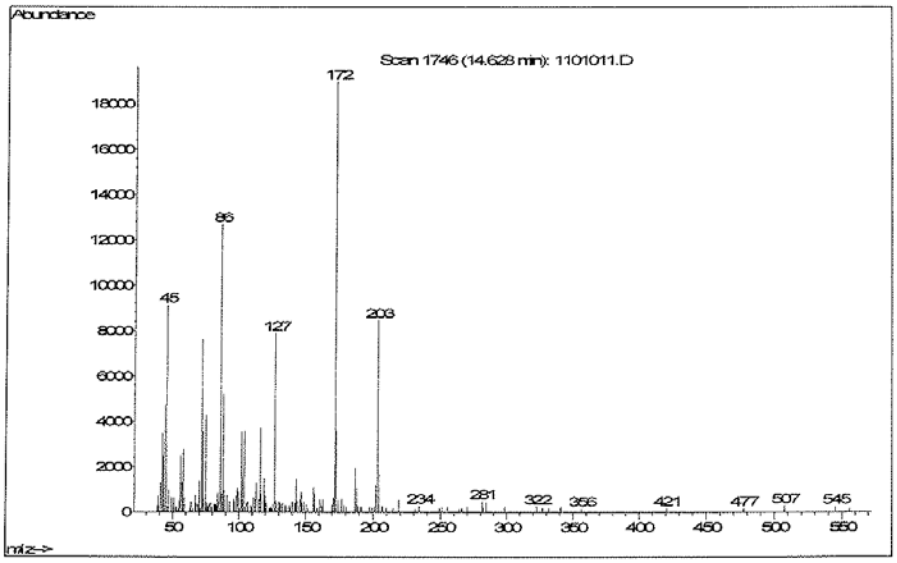
S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM
Ime vzorca: **Podzemna voda – Piezometer V-3/2,** 1µL/100µL/1,3L
Laboratorijska številka: **11-09549**
Analitik: **Ladislav Kučan**



celotni ionski kromatogram

zap. št	ret. čas	najverjetnejša identifikacija
1	14,6	neidentificirana spojina
2	17,3	atrazin
3	17,5	desklorometolaklor
4	18,5 19,5	izomeri dibutilftalata
5	19,1	prometrin
6	19,8	sled metolaklora
7	23,0	sled neidentificiranega metabolita metolaklora
8	24,8	dietilheksilftalat
*		sistemski vrh

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si



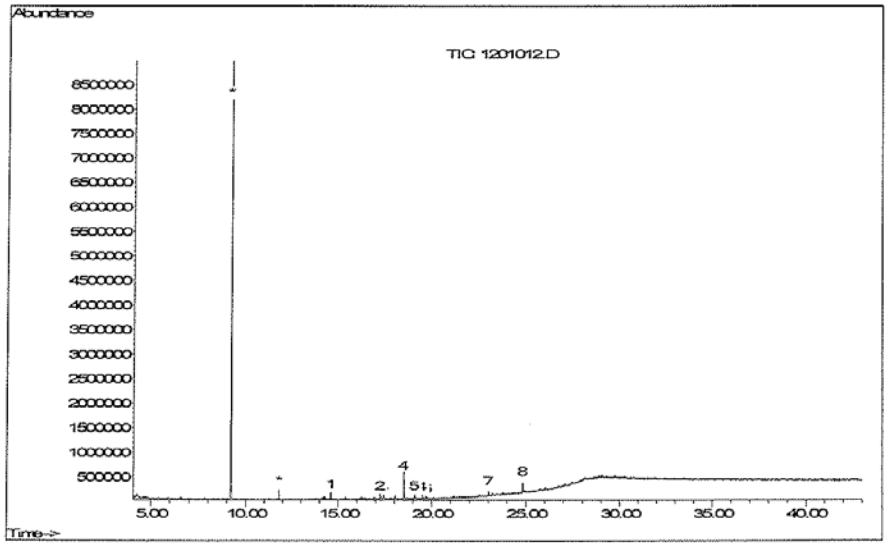
neidentificirana spojina 1

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 45 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

11-09565

IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

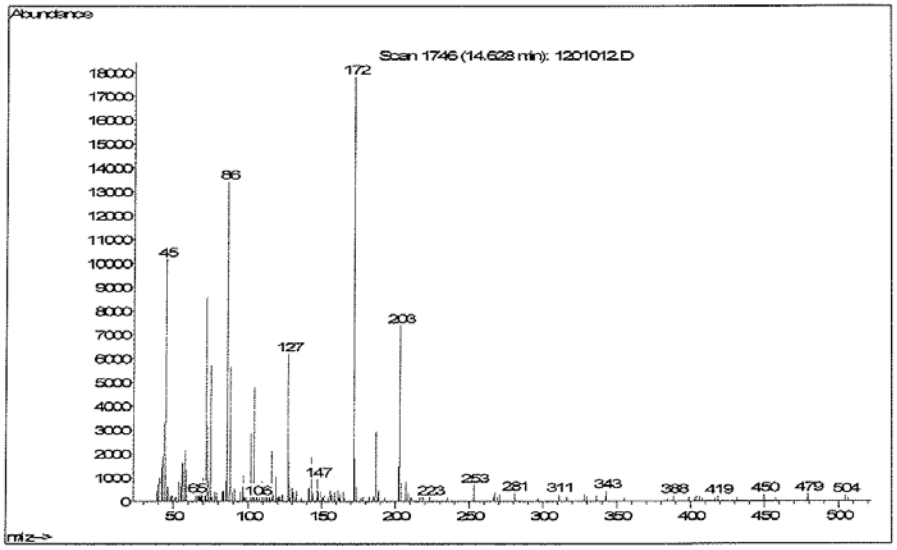
S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM
Ime vzorca: **Podzemna voda – Piezometer G1a,** 1µL/100µL/1,0L
Laboratorijska številka: **11-09565**
Analitik: **Ladislav Kučan**



celotni ionski kromatogram

zap. št	ret. čas	najverjetnejša identifikacija
1	14,6	neidentificirana spojina
2	17,3	atrazin
3	17,5	desklorometolaklor
4	18,5 19,5	izomeri dibutilftalata
5	19,1	prometrin
6	19,8	metolaklor
7	23,0	neidentificirani metabolit metolaklora
8	24,8	dietilheksilftalat
*		sistemski vrh

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si



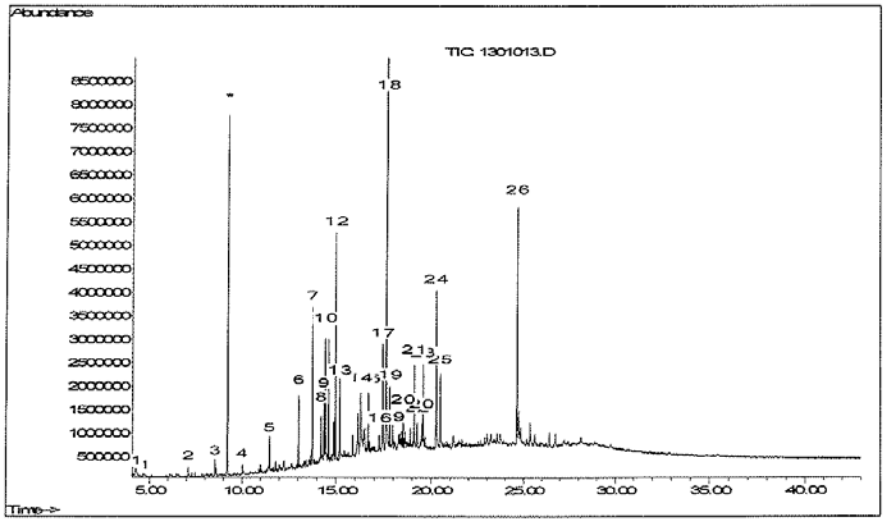
neidentificirana spojina 1

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

11-09575

IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM
Ime vzorca: **Podzemna voda – Piezometer G-2,** 1µL/100µL/1,3L
Laboratorijska številka: **11-09575**
Analitik: **Ladislav Kučan**



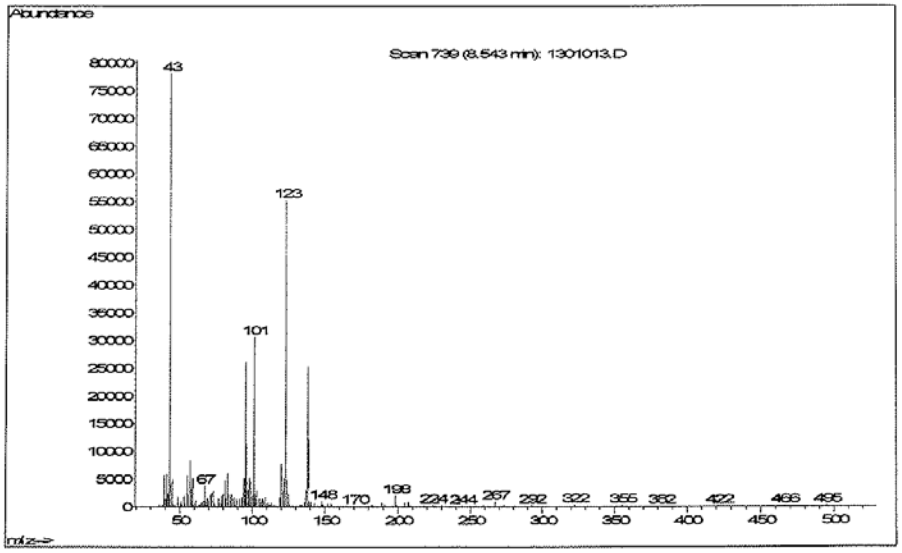
celotni ionski kromatogram

zap. št	ret. čas	najverjetnejša identifikacija
1	4,3 4,7	o,m,p-ksilen
2	7,1	azobisizobutironitril
3	8,5	neidentificirana spojina
4	10,2	tetraoksaspiroundekan
5	11,5	neidentificirana spojina
6	13,0	tetrametildekindiol
7	13,8	2,6-bis(1,1-dimetiletil)-2,5-cikloheksadien-1,4-dion
8	14,2	neidentificirana spojina
9	14,4	neidentificirana spojina
10	14,6	neidentificirana spojina
11	14,6	neidentificirana spojina
12	15,0	neidentificirana spojina
13	15,2	dietiltoluamid

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

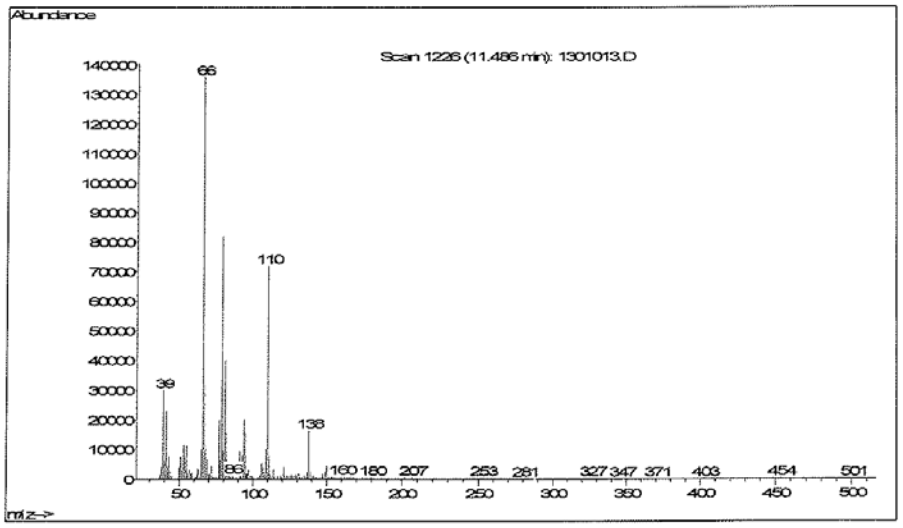
nadaljevanje tabele s strani 1

14	16,3	benzotiazolon
15	16,9	neidentificirana spojina
16	17,3	atrazin
17	17,4	desklorometolaklor
18	17,6	N-butilsulfonamid
19	17,8 18,0	izomeri tri(kloropropil)fosfata
20	18,5 19,5	izomeri dibutilftalata
21	19,1	prometrin
22	19,3	hidroksimetolaklor
23	19,6	propifenazon
24	20,3	N-fenilsulfonamid
25	20,5	diciklohеksilurea
26	24,6	neidentificirana spojina
*		sistemski vrh

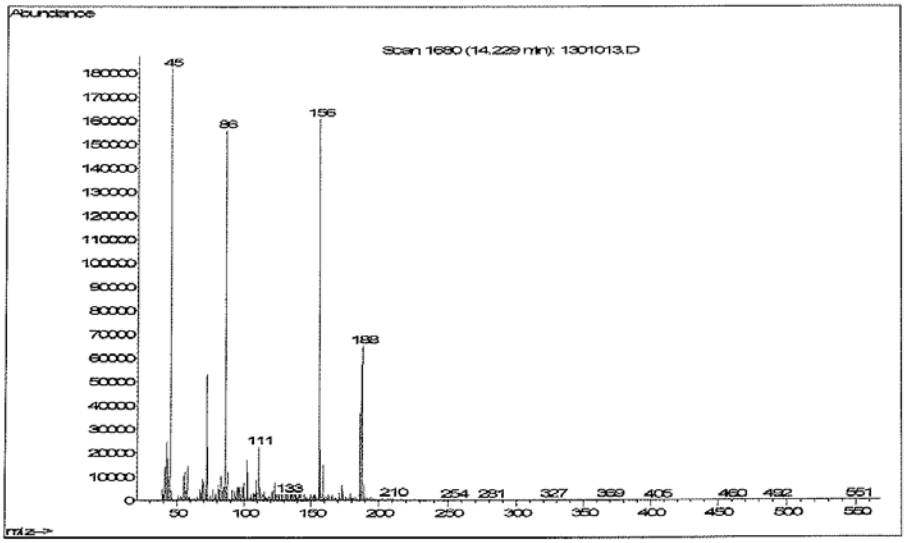


neidentificirana spojina 3

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

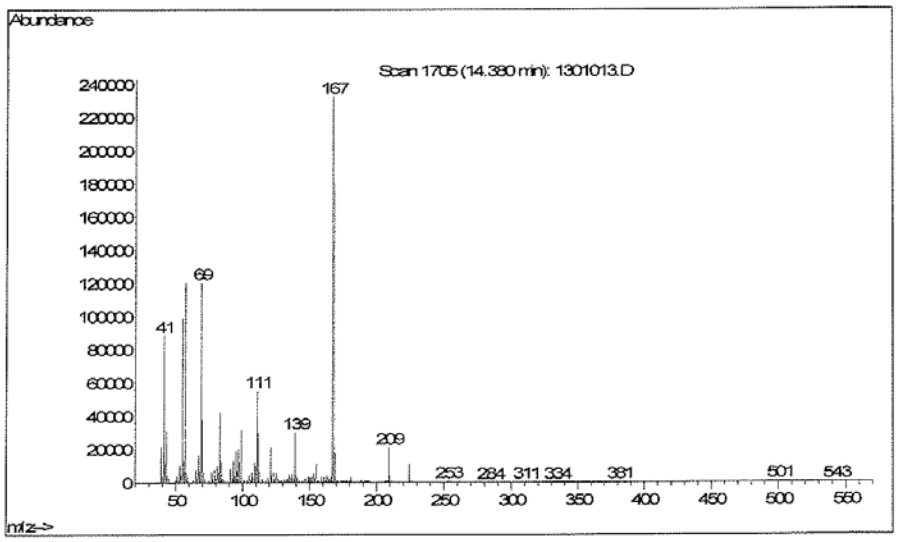


neidentificirana spojina 5

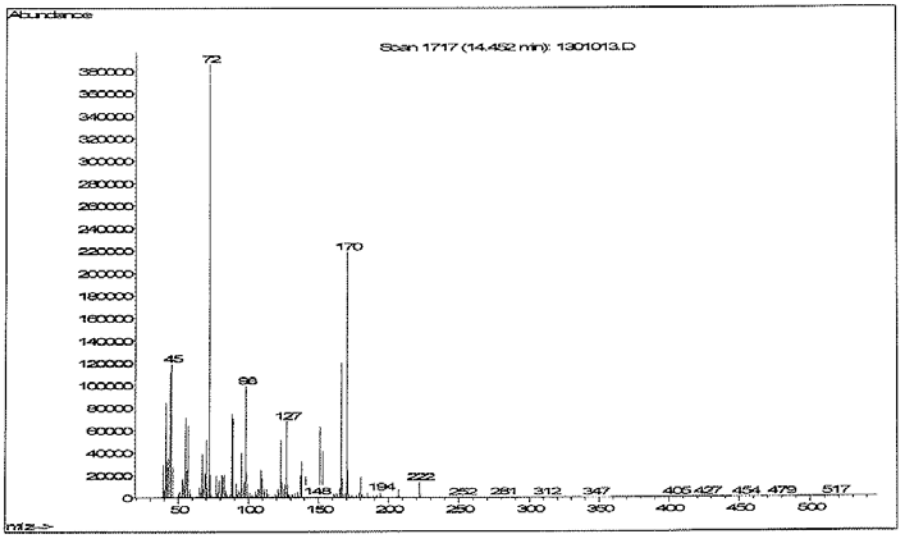


neidentificirana spojina 8

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajske ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 976
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

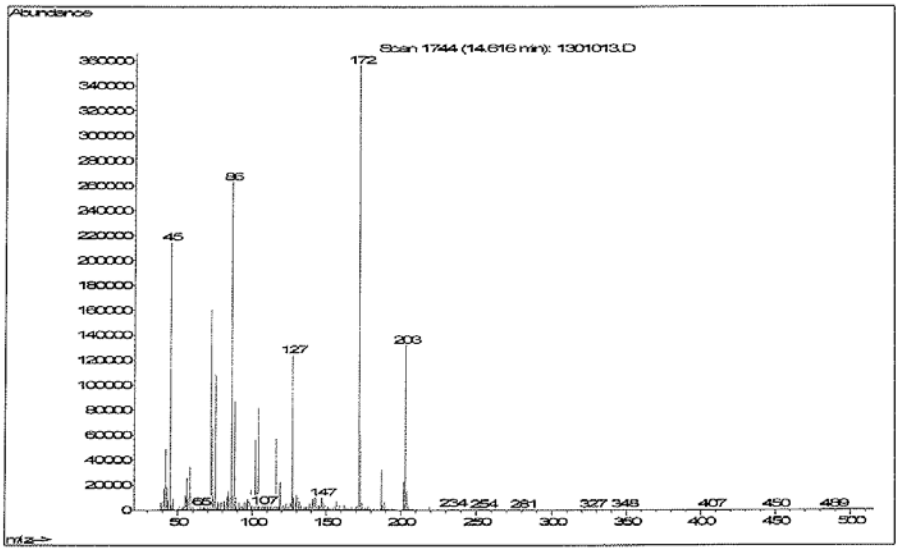


neidentificirana spojina 9

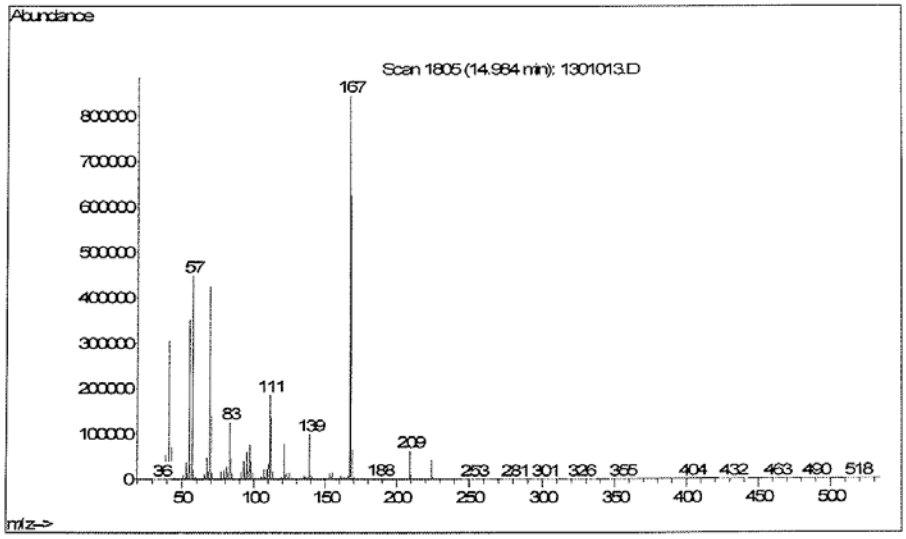


neidentificirana spojina 10

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax. 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si

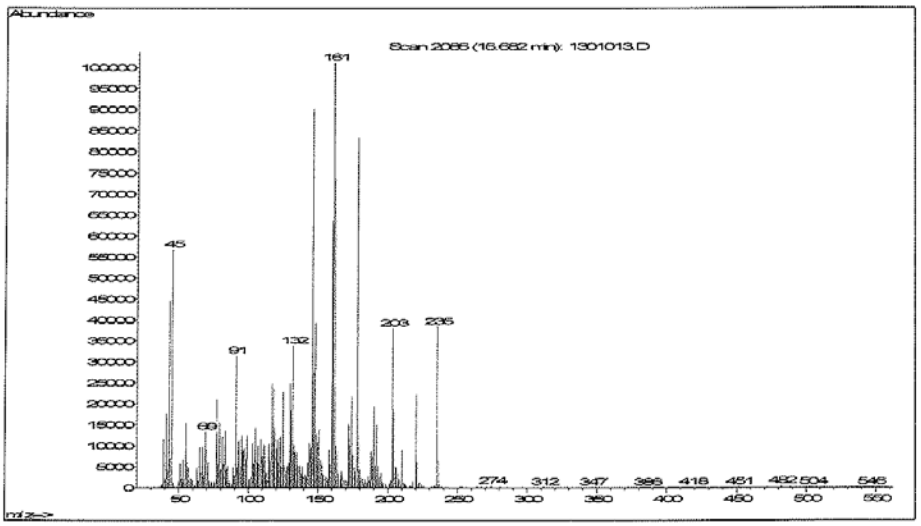


neidentificirana spojina 11

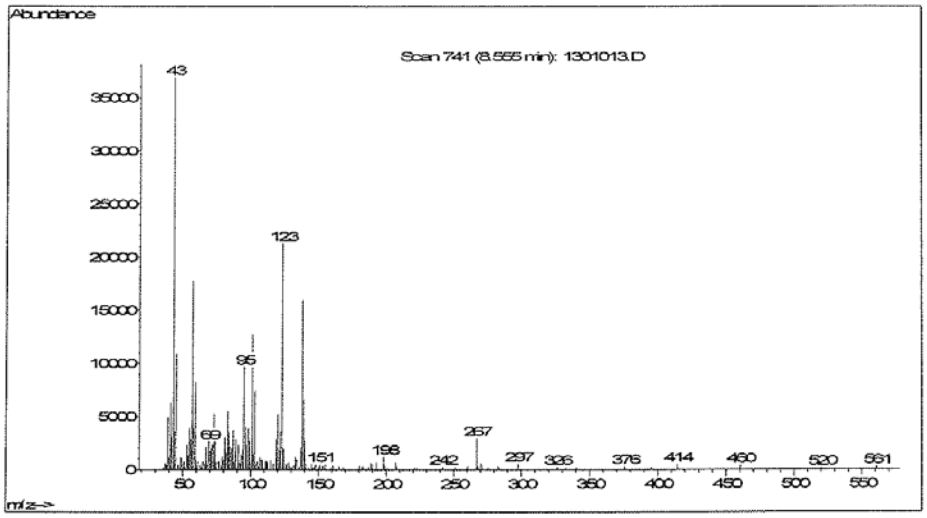


neidentificirana spojina 12

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
2001 MARIBOR, Prvomajska ul. 1, tel. 02 45 00 100, fax 02 46 13 978
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
E-mail: ivo@zzv-mb.si, www: http://ivo.zzv-mb.si



neidentificirana spojina 15



neidentificirana spojina 26

PRILOGA 2.2: Seznam analiznih metod za podzemne vode

Zap. št.	Parameter	Merilna metoda	Uporabljena oprema
VZORČENJE		ISO 5667-11	Potopna črpalka Grundfos, frekvenčnik in generator
TERENSKE MERITVE			
1	Temperatura	DIN 38404-4: 1976	WTW multimeter 3430
2	pH-vrednost	ISO 10523: 2008	WTW multimeter 3430
3	Elektroprevodnost	EN 27 888: 1993	WTW multimeter 3430
4	Redoks potencial	DIN 38 404-C6: 1984	WTW multimeter 3430
5	Kisik	ISO 5814: 1999	WTW multimeter 3430
6	Nivo podzemne vode	-	Merilnik nivoja, EIJKELKAMP 11.03.22
INDIKATIVNI PARAMETRI			
7	Barva	ISO 7887: 2011	Spektrofotometer (Cary 50 tablet)
8	Motnost	ISO 7027: 1999	Turbidimeter (TURB 430 IR)
9	Celotni organski ogljik - TOC	ISO 8245: 1999	Shimadzu TOC 5000 A
10	Adsorbljivi organski halogeni – AOX	ISO 9562: 2004	COULOMAT 7020 CL
11	Amonijev dušik	ISO 11732: 2005	CFA, spekt. Cary 50 tablet
12	Natrij	EN ISO 14911: 1999	ELAN DRC-e Perkin Elmer, DIONEX DX 120 + ICS 1000
13	Kalij	EN ISO 14911: 1999	ELAN 6000 Perkin Elmer, DIONEX DX 120 + ICS 1000
14	Kalcij	EN ISO 14911: 1999	Bireta, DIONEX DX 120 + ICS 1000
15	Magnezij	EN ISO 14911: 1999	Bireta, DIONEX DX 120 + ICS 1000
16	Železo	ISO 17294-2: 2003	Perkin Elmer ELAN DRC-e
17	Hidrogenkarbonati	EN ISO 9963-1: 1995	Multimeter INOLAB 740
18	Nitratni dušik	ISO 10304-1: 2007	DIONEX 2000 i/sp, ICS 1000
19	Sulfat	ISO 10304-1: 2007	DIONEX 2000 i/sp, ICS 1000
20	Klorid	ISO 10304-1: 2007	DIONEX 2000 i/sp, ICS 1000
21	Ortofosfat	ISO 15681-2: 2003	Spektrofotometer Cary 50 tablet, CFA
22	Bor	ISO 17294-2: 2003	Perkin Elmer ELAN DRC-e
INDIKATIVNI PARAMETRI			
23	Nitritni dušik	ISO 13395: 1996	CFA, Spektrofotometer Cary 50 tablet
24	Fluorid	ISO 10359-1: 1992	Ionoselekt. elektroda ORION 96-09
25	Celotni cianid	ISO 6703-1: 1984	Spektrofotometer Cary 50 tablet
26	Sulfid	ISO 13358: 1997	Spektrofotometer Cary 50 tablet

Zap. št.	Parameter	Merilna metoda	Uporabljena oprema
27	Sulfit	ISO 10304-3: 1997	IC, DIONEX DX 120
28	Aluminij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
29	Antimon	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
30	Arzen	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
31	Baker	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
32	Barij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
33	Berilij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
34	Cink	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
35	Kadmij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
36	Kobalt	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
37	Kositer	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
38	Krom	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
39	Krom - šestvalentni	ISO 11083: 1994	Spektrofotometer Cary 50 tablet
40	Mangan	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
41	Molibden	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
42	Nikelj	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
43	Selen	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
44	Srebro	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
45	Svinec	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
46	Talij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
47	Telur	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
48	Titan	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
49	Vanadij	ISO 17294-2: 2003	ICP/MS, ELAN Perkin Elmer
50	Živo srebro	ISO 5666 mod.: 1999	AAS HP, Perkin Elmer FIMS 400
51	Mineralna olja	SIST EN ISO 9377-2: 2001	Plinski kromatograf AT : GC/FID
52	Fenoli	ISO 14402: 1999	Spektrofotometer Cary 50 tablet, CFA
53	Lahkohlap. aromatski ogljikovodiki – BTX	ISO 15680: 2003	Plinski kromatograf AT: HS-GC/ECD/FID
54	Lahkohlap. halogenirani ogljikovodiki - LKCH	ISO 15680: 2003	Plinski kromatograf AT: HS-GC/ECD/FID, PT-GC/MSD
55	Poliklorirani bifenili - PCB	ISO 6468-modif.: 1996	Plinski kromatograf AT: GC/ECD/ECD
56	Policiklični aromatski ogljikovodiki	ISO 17993-modif.-2003	Tekočinski kromatograf AT: HPLC/FLD
57	Pesticidi (triazinski, organofosforni, acetamidi, derivati fenoksiocetne kisline)	IM/ GC-MSD/SOP034.07 DIN EN ISO 11369: 1997	Plinski kromatograf AT: GC/MS/SIM, LC/MS-MS

Zap. št.	Parameter	Merilna metoda	Uporabljena oprema
58	Neraztopljene snovi	ISO 11923: 1997	Tehtnica METTLER TOLEDO
59	Usedljive snovi	DIN 38409-9-2: 1980	-
60	Strupenost za vodne bolhe	SIST EN ISO 6341:1996	Merilnik temperature in pH, kisikomer
61	Cianid – prosti	ISO 6703-2: 1984	Spektrofotometer Cary 50 tablet
62	Kemijska potreba po kisiku – KPK	DIN 38409-44 modif.: 1992	Razklopna enota Gerdard Avtomatski titrator Mettler Toledo
63	Biokemijska potreba po kisiku - BPK5	EN 1899-2: 1998	WTW OXIMETER
64	Polarna organska topila	IM/GC-FID/SOP 036	Plinski kromatograf AT: HS-GC/ECD/FID
65	Celotni dušik	IM/VOL/SOP 014.05	Sežigna in destilacijska enota, Buechi-Gerhardt
66	Identifikacija organskih spojin	SM 6410B: 2005	Plinski kromatograf AT: HS-GC/ECD/FID, PT-GC/MSD

PRILOGE – PROGRAM UKREPOV

Priloga 3.1: Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe podzemne vode Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje (Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, december 2012, 54 strani)

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO MARIBOR
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor **http://www.zzv-mb.si**
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Telefon: **(02) 4500170** Telefaks: **(02) 4500227** E-pošta: **ivo@zzv-mb.si**
ID za DDV: **SI30447046** Številka transakcijskega računa: **01100-6030926630**

DAT: DANTE/10/PR12JSPtuj_ProgUkrep_Brstje

PROGRAM UKREPOV V PRIMERU PRESEGANJA OPOZORILNE SPREMEMBE PARAMETROV PODZEMNE VODE

Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

Maribor, december 2012

Poročilo je dovoljeno reproducirati le v celoti in le za potrebe naročnika in investitorja

Naslov:	Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje
Izvajalec:	Zavod za zdravstveno varstvo Maribor INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630 ID za DDV: SI30447046
Naročnik:	JAVNE SLUŽBE PTUJ Ulica Heroja Lacka 3 2250 PTUJ
Evidenčna oznaka:	110-11/5217-12 / 5
Delovni nalog:	e-mail naročilo g. Rajko Kaučič z dne 03.09.2012 in Odločba MKO ARSO št. 35467-8/2011-2 z dne 24.07.2012
Šifra dejavnosti:	10 - odpadki
Številka pooblastila:	MOP št. 35468-38/2007-3 in MKO 35455-10/2011-2
Obseg pooblastila:	izvajanje monitoringa onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi
Referenčni izvod:	DA
Izvajalci naloge:	
Vodja (zunanji sodelavec):	prof.dr. Mihael Brenčič, univ.dipl.inž.geol. Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
Sodelavka:	Hermina Ivanuša-Šket, univ.dipl.inž.kem.tehnol.
Maribor,	20.12.2012

TEHNOLOGIJE OKOLJA
Vodja:

mag. Marjan Sajko,univ.dipl.inž.kem.tehnol.

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA
Predstojnik:

mag. Emil Žerjal,univ.dipl.inž.kem.tehnol.

Kazalo

Stran

1 Uvod ... 6
2 Danosti odlagališča ... 7
3 Geografske danosti ... 8
3.1 Dinamika odlaganja in sprejemanja odpadkov ... 9
3.2 Objekti in zgradba odlagališča ... 14
3.2.1 Starejša odlagalna polja ... 14
3.2.2 Južno odlagalno polje ... 15
3.3 Geološke in hidrogeološke danosti ... 21
4 Izhodišča za opredelitev programa ... 22
5 Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov ... 23
5.1 Izhodišča za analizo ... 23
5.2 Klasifikacija onesnaževal ... 25
5.3 Opredelitev značilnosti sorbcijskih lastnosti ... 30
5.4 Izvor onesnaževal ... 36
5.5 Primerjalna analiza ... 36
6 Načrt pregleda sistema za odvajanje odlagališčnih vod ... 39
6.1 Zakonodajna izhodišča ... 39
6.2 Izhodišča za analizo sistemov za odvajanje padavinske vode ... 40
6.2.1 Odvodnja površinske vode - izhodišča ... 41
6.2.2 Odvodnja podzemne vode - izhodišča ... 41
6.2.3 Tesnilni sistemi - izhodišča ... 42
6.2.4 Prekrivka ... 42
6.3 Pregled obstoječega sistema za odvajanje odlagališčnih vod na območju odlagališča Brstje ... 43
6.3.1 Opredelitev tipa voda ... 43
6.3.2 Pregled sistemov za odvajanje odlagališčnih vod ... 44
6.4 Vodna bilanca odlagališča ... 45
7 Načrt pregleda stabilnosti objektov ... 47
7.1 Izhodišča ... 47
7.2 Pregled območja odlagalnih polj ... 47
7.3 Sanacijski ukrepi ... 48
8 Ocena razširjenosti onesnaževal in načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vpliva odlagališča Brstje ... 50
9 Načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vplivov odlagališč s postopkom ocene razširjenosti onesnaževal v prostoru ... 51
10 Načrt dodatnih opazovalnih vrtin ... 53
11 Viri in literatura ... 55

Seznam slik:

Slika 1. Zračni posnetek odlagališča Brste (verjetna starost posnetka leto 2006) 7
Slika 2. Pogled na južno odlagalno polje odlagališča Brstje v smeri proti jugozahodu 8
Slika 3. Shematski prikaz odlagalnih polj odlagališča Brstje 13
Slika 4. Pogled na severozahodni rob južnega odlagalnega polja in na zahodno odlagalno polje 15
Slika 5. Pogled na severovzhodni rob v smeri proti nekdanji kompostarni z sončno elektrarno; v ozadju na desni topoli na najstarejšem delu odlagališča, v ospredju med seboj povezani plinjaki 15
Slika 6. Rekonstrukcija geometrije II faze južnega odlagalnega polja odlagališča Brstje 16
Slika 7. Izvedba dna na južnem odlagalnem polju 17
Slika 8. Jašek za izcedne vode na zahodnem robu južnega odlagalnega telesa 18
Slika 9. Plinjak 3 na južnem odlagalnem polju 18
Slika 10. Pogled na zahodni rob južnega odlagalnega polja – vzdolž odlagalnega telesa je viden zemeljski jarek 19
Slika 11. Prikaz sorbcijske izoterme 31
Slika 12. Konceptualni model vodnega kroga na odlagališču Brstje 40
Slika 13. Prikaz odnosa med podzemno vodo in južnim odlagalnim telesom glede na vrtino V-3/2 44

Seznam tabel:

Tabela 1. Dinamika odlaganja odpadkov 10
Tabela 2. Pregled gostote odpadkov v različnih fazah zbiranja in odlaganja 10
Tabela 3. Pregled ocenjenih površin posameznih odlagalnih polj odlagališča Brstje 13
Tabela 4. Ocena celotne količine odloženih odpadkov na območju odlagališča Brstje po posameznih odlagalnih poljih 14
Tabela 2 Tabela osnovnih in indikativnih parametrov 25
Tabela 3. Opredelitev razreda topnosti organskih onesnaževal 27
Tabela 4. Prikaz fizikalno kemijskih lastnosti potencialnih organskih onesnaževal 28
Tabela 5. Prikaz enačb za oceno porazdelitveni koeficient glede na organsko snov K_{oc} (povzeto po Fetter, 1999) 32
Tabela 6. Prikaz oktanolnega števila K_{ow}, porazdelitvenega koeficienta glede na organsko snov K_{oc}, porazdelitvenega koeficienta K_d in retardacijskega koeficienta R za posamezne organske spojine 33
Tabela 7. Porazdelitveni koeficienti K_d in koeficienti retardacije R za kovine 35
Tabela 8. Klasifikacija mobilnosti onesnaževal 35
Tabela 12. Postopek pregleda odlagalnih teles odlagališča Brstje 48
Tabela 13. Predlagane lokacije novih opazovalnih vrtin 54

1 Uvod

V okviru aktivnosti pri izvajanju obratovalnega monitoringa onesnaženosti podzemne vode za Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje smo v skladu s Pravilnikom o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS 49/2006, 114/2009; v nadaljevanju Pravilnik) izdelali »*Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode za odlagališče Brstje*« (v nadaljevanju Program ukrepov). Pri izdelavi programa smo sledili tudi Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. l. RS 61/2011) in drugi veljavni zakonodaji s področja voda in odlaganja odpadkov. Program ukrepov predstavlja prilogo 3 k dokumentu »*Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje«* (v nadaljevanju Program monitoringa).

Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode je izdelan v skladu z 6.a členom Pravilnika.

Pripravljeni elaborat je bil izdelan na podlagi:

- podrobnega pregleda terenskih razmer na ožjem in na vplivnem območju,
- analize obstoječe arhivske dokumentacije,
- projektne dokumentacije,
- poznavanja hidrogeoloških razmer v širšem prostoru na katerem se nahaja odlagališče,
- teoretičnih in praktičnih hidrogeoloških izhodišč pri obravnavi vplivov virov onesnaževanja na podzemno vodo.

Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode je razdeljen na poglavja, ki smiselno izhajajo iz zahtev 6.a. člena Pravilnika. Ta poglavja so:

- Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov,
- Načrt pregleda sistema za odvajanje vod,
- Načrt pregleda stabilnosti objektov,
- Ocena razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju,
- Načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vplivov odlagališča,
- Načrt dodatnih opazovalnih vrtin.

Na začetku vsakega poglavja elaborata je podan zapis, ki pojasnjuje zahteve katere alineje iz 6.a. člena poglavje izpolnjuje.

2 Danosti odlagališča

Poglavje predstavlja povzetek, narejen na osnovi analize razpoložljivega arhivskega gradiva. Pri analizi razpoložljive dokumentacije se izkaže, da so nekateri podatki protislovni, nekaterih informacij o odlagališču pa ni mogoče natančno rekonstruirati. V nadaljevanju podajamo opise, podatke in interpretacije, ki so na osnovi poznavanja načina odlaganja odpadkov, narave odlagališč in tudi načina podanih informacij najbolj verjetni. Informacije, ki smo jih zbrali, so prvenstveno usmerjene tako, da nudijo osnovo za pripravo Programa ukrepov, zaradi česar so ostali nekateri segmenti problematike odlagališča (npr. odplinjevanje, struktura odpadkov, ipd.) obdelani le deloma. Večina dimenzij, ki jih podajamo v nadaljevanju, izvirajo bodisi iz citiranih dokumentov, bodisi so ocenjene iz razpoložljivih grafičnih podlog. Viri, ki so bili uporabljeni pri pripravi Programa ukrepov, so citirani v poglavju Viri in literatura.



Slika 1. Zračni posnetek odlagališča Brste (verjetna starost posnetka leto 2006[1])

[1] Starost posnetka je ocenjena na podlagi podatkov iz Geopedije

3 Geografske danosti

Odlagališče Brstje se nahaja na Ptujskem polju, v severovzhodni Sloveniji, na ravninskem delu, vzhodno od mesta Ptuj. Ptujsko polje geomorfološko gledano tvorita dve terasi, visoka terasa, na kateri leži tudi odlagališče ter nizka terasa. Ježa visoke terase poteka v smeri severozahod – jugovzhod od Rogoznice mimo Brstja, Spuhlje, Zabovcev, Markovcev do Nove vasi od tod naprej v smeri jugozahod – severovzhod do Mihovcev. Nizka terasa se razprostira vzdolž reke Drave od Ptuja, do Budine in Spuhlje. Nadmorska višina raščenih tal v okolici odlagališča se nahaja med kotami 225 m in 226 m. Zaradi padca reke Drave, ki predstavlja južni in zahodni rob Ptujskega polja se celotna nadmorska višina znižuje v smeri proti vzhodu do Ormoža. Hkrati z zniževanjem, ki je pogojeno z gradientom reke Drave, se teren znižuje tudi od Slovenskih goric, ki predstavljajo severno mejo Ptujskega polja in od koder na polje pritekajo glavni površinski vodotoki, v smeri proti jugu.

Najbližje naselje je vas Brstje, ki se nahaja jugozahodno in južno od odlagalnih teles. Mimo odlagališča v smeri vzhod zahod vodi lokalna cesta Dornava - Rogoznica - Ptuj. Neposredno severno od odlagališča se nahaja pokopališče. Območje odlagališča in njegovih odlagalnih teles predstavlja nekdanjo gramoznico, ki je v celoti zasuta. Na vzhodni strani je gramoznica rekultivirana z nasadom topolov. V neposredni bližini ceste je na utrjeni površini – nekdanji kompostarni, zgrajena sončna elektrarna.



Slika 2. Pogled na južno odlagalno polje odlagališča Brstje v smeri proti jugozahodu

Širšo okolico odlagališča Brstje predstavlja ravnina, v okolici površinskih vod ni. Severovzhodno od odlagališča se nahajajo posamezni melioracijski jarki. Najbližji površinski

vodotok je potok Rogoznica, ki teče zahodno od odlagališča, še dalje proti zahodu se nahaja akumulacijsko jezero HE Formin in struga reke Drave. Do velikih sprememb v rečni mreži in hidrološkem režimu v lokalnem in regionalnem merilu je prišlo z izgradnjo HE Formin. Leta 1976 je pričel z obratovanjem kanal HE, ki vpliva na odtok podzemne vode z območja Ptujskega polja, prav tako pa je na hidavlične pogoje na območju vplivalo Ptujsko jezero. Vzdolž leve obale jezera je zgrajena vodotesna diafragma, ki preprečuje neposredno vtekanje vode reke Drave v vodonosnik Ptujskega polja, prav tako pa je v tesni izvedbi zgrajen tudi dovodni kanal hidroelektrarne, zaradi česar se nivo podzemne vode na Ptujskem polju umetno vzdržuje na relativno stabilni višini.

Odlagališče Brstje leži v dveh katasterskih občinah. V katasterski občini Rogoznica se nahaja na parcelnih številkah 653/3, 653/4, 665, 666, 667, 670, 671/1, 672/2, 673, 674 in 675. V katasterski občini Brstje se nahaja na parcelnih številkah 115, 118/1 in 122/2.

3.1 Dinamika odlaganja in sprejemanja odpadkov

Začetki odlaganja odpadkov na tem območju segajo v sedemdeseta leta 20. stoletja. Natančen podatek o začetku odlaganja odpadkov ni znan. Do leta 1992 je z odlagališčem komunalnih odpadkov upravljalo Komunalno podjetje Ptuj. Tega leta je v upravljanje odlagališče prevzelo podjetje Čisto mesto Ptuj d.o.o.. Od julija 2012 z zaprtim odlagališčem Brstje upravlja podjetje Javne službe Ptuj d.o.o.. V času nastanka Programa ukrepov – novembra 2012 je naslov upravljalca odlagališča podjetje Javne službe Ptuj d.o.o., ulica Heroja Lacka 3, 2250 Ptuj.

Z *Odločbo o zaprtju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje*, ki jo je izdala Agencija RS za okolje – ARSO v sklopu Ministrstva za okolje in prostor, dne 28.05.2009, je od tega datuma dalje odlagališče zaprto. Postopek zapiranja se je z upravnim postopkom pričel, ko je tedanji upravljalec odlagališča Čisto mesto Ptuj d.o.o. dne 01.07.2003 vložil na ARSO vlogo za zaprtje odlagališča. Do izdaje odločbe o zaprtju se je dokumentacija o zapiranju odlagališča dopolnjevala (ARSO – Poziv na dopolnitev vloge dne 23.0.3.2007), nekateri pomembni dokumenti o zapiranju, iz katerih tudi povzemamo podatke, so bili izdelani in posredovani v letih 2006 in 2007. Fizično se je z odlaganjem odpadkov prenehalo dne 15.04.2001, s strani upravljalca pa se je z vsemi zapiralnimi deli prenehalo 12.10.2004.

V skladu s podatki, ki izhajajo iz *Odločbe o zaprtju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje,* je bilo na odlagališču odloženih 66.818 t odpadkov. Struktura odpadkov je sledeča[2]: mešani komunalni odpadki 61.418 t, stabilizirani trdni odpadki – solidifikat 1.500 t in mešani gradbeni odpadki 3.900 t. Razpoložljivi podatki o dinamiki odlaganja odpadkov so podani v spodnji tabeli (Tabela 1). Podatki zajemajo obdobje od 16.01.1996, ko se je z beleženjem mase odloženih

[2] Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012

odpadkov pričelo, do 15.04.2001, ko so se odpadki na klasičen način prenehali odlagati[3]. Do 15.04.2011 je bilo v letu 2001 na klasičen način odloženo 3.300 m^3 odpadkov, kar ustreza 2.640 t.

Tabela 1. Dinamika odlaganja odpadkov[4]

Leto odlaganja	Količine na izvoru	Količine po dovozu vozil	Kompaktirane odložene količine	
	[m^3]	[m^3]	[m^3]	[t]
1996	150.783	43.081	17.815	14.250
1997	155.570	44.451	15.880	12.700
1998	185.169	46.820	15.793	13.630
1999	185.650	48.279	15.152	12.120
2000	192.147	55.167	15.600	12.478
2001	197.917	56.547	3.300	2.640

Na mestu odlagališča Brstje se je maja 2001 pričelo z baliranjem odpadkov na začasnem prostoru[5], ki je zavzel površino 4170 m^2. Balirnica se je nahajala na območju vzhodnega odlagalnega telesa[6], sledovi tega objekta so vidni še danes v obliki utrjenega platoja. Skupno je bilo stisnjenih 6.284 bal s skupnim volumnom 12.353 m^3 in v masi 11.182 t, kar ustreza gostoti embaliranih odpadkov 0,905 t/m^3.

Po podatkih dokumentacije je bila odložena gostota odpadkov po izvedenem kompaktiranju s strojnim kompaktiranjem s pomočjo povoznega kompakterja 0,80 t/m^3. V skladu z zgornjimi podatki (Tabela 1) je ta informacija konsistentna, razen za leto 1998, ko je bila gostota odloženih odpadkov 0,86 t/m^3. Zanimivo si je ogledati tudi podatke o ostalih gostotah, ki so podani v spodnji tabeli (Tabela 2). Na izvoru je gostota odpadkov zelo majhna v razponu od 65 do 95 kg/m^3. V vozilih za zbiranje odpadkov se je dosegala gostota od 226 do 331 kg/m^3, na mestu odlaganja pa do 860 kg/m^3.

Tabela 2. Pregled gostote odpadkov v različnih fazah zbiranja in odlaganja

Leto odlaganja	Gostota odpadkov na izvoru [t/m^3]	Gostota odpadkov v vozilih [t/m^3]	Gostota odloženih odpadkov [t/m^3]
1996	0,09	0,33	0,80
1997	0,08	0,29	0,80
1998	0,07	0,29	0,86
1999	0,07	0,25	0,80
2000	0,06	0,23	0,80
2001	0,01	0,05	0,80

[3] Podatki za zapiranje odlagališča Brstje – datum 27.06.2003
[4] Podatki za zapiranje odlagališča Brstje – datum 27.06.2003
[5] Podatki za zapiranje odlagališča Brstje – datum 27.06.2003
[6] Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012

Analiza podatkov iz zgornjih tabel (Tabela 1 in Tabela 2) pokaže, da je bilo v obdobju od 16.01.1996 do 15.04.2001 odloženo 67.818 t odpadkov. Iz tega izhaja, da je podatek iz *Odločbe o zaprtju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje* podan le za to obdobje in da je tudi za to obdobje prenizek za 1.000 t odpadkov.

Podrobna analiza razpoložljive dokumentacije in prostorskih podatkov pa pokaže, da so v *Odločbi o zaprtju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje* in na to odločbo navezujočih se dokumentih zajeti le odpadki, ki so bili v letih od 1996 do 2001 odloženi na južno odlagalno polje, ne pa tudi na vsa odlagalna polja odlagališča Brstje. V te podatke stara odlagalna polja, ki se nahajajo ob lokalni cesti Ptuj – Rogoznica – Brstje, niso zajeta. Dejanska količina odloženih odpadkov je zaradi tega mnogo večja.

Dejansko območje odlagališča predstavlja celotna stara in opuščena gramoznica Brstje. Prostor se je zapolnjeval v več fazah, ki so se med seboj razlikovale po načinu odlaganja in načinu zaščite pred negativnimi vplivi na okolje.

Površine celotnega odlagališča Brstje, na katerem so se skozi celotno obdobje odlagali odpadki, ne poznamo in je iz razpoložljive dokumentacije tudi ne moremo določiti. Površino odlagalnih polj lahko določimo le na podlagi analize javno dostopnih orto-foto posnetkov. Pri tem se je potrebno zavedati, da gre za okvirne in ocenjene površine.

Na podlagi teh izhodišč ocenjena celotna površina odlagališča Brstje tako znaša 6,30 ha.

Edini dokument[7] iz katerega lahko sklepamo na faznost odlaganja odpadkov na obravnavanem območju, je projekt izvedenih del z naslovom – Zaprtje odlagališča komunalnih odpadkov v Brstju (Suhadolnik, 2004). Iz tega dokumenta izhaja, da je celotno odlagališče sestavljeno iz več polj različne starosti. Iz kartnih prilog (karta ureditvena situacija) razberemo tri odlagalna polja. S pomočjo analize orto-foto posnetkov pa izhaja, da je število odlagalnih polj večje. Ocenjujemo, da je odlagališče Brstje sestavljeno iz štirih ali petih odlagalnih polj. Za razliko od projekta izvedenih del (Suhadolnik, 2004) projekt za izvedbo (Murovec, 1994) prav tako predvideva faznost, vendar le znotraj južnega odlagalnega polja, pri čemer pa je ta faznost zelo nenatančno opredeljena.

Najmlajši del odlagališča, na katerem je potekalo odlaganje v obdobju od 1996 do 2001, je skrajno južno odlagalno polje, katerega površina obsega 1,70 ha. To polje je razdeljeno na severno krilo s površino 0,92 ha in na južno krilo s površino 0,78 ha. Podatki o odloženih količinah odpadkov so na voljo le za to odlagalno polje, o količini odpadkov na ostalih poljih lahko le sklepamo in podamo le približno oceno.

[7] Dokument je dostopen le v fragmentarni obliki

Gradnja južnega odlagalnega polja je bila razdeljena na I. Fazo in na II. Fazo[8]. Prvo fazo predstavljajo odpadki odloženi v sektorju *A* in sektorju *B*. Sektor *C* in sektor *D* pa predstavljata drugo fazo. Prva in druga faza sta med seboj ločeni z delilnim nasipom (Slika 6). Odpadki v sektorju *A* so bili odlagani v obdobju od 16.1.1996 do 31.12.1996, odpadki v sektorju *B* so bili odlagani v obdobju celotnega leta 1997, odpadki v sektorju *C* so bili odlagani v celotnem obdobju leta 1998 in odpadki v sektorju *D* v letih 1999 in 2000. Lega odpadkov, ki so bili odloženi v obdobju od 1.1.2001 do 15.04.2001 pa ni jasna[9]. Iz razpoložljive dokumentacije izhaja, da so bili ti odpadki verjetno odloženi na skrajni severni del južnega odlagalnega polja, ali pa celo na vrh nekdanjega zahodnega odlagalnega polja. Polnjenje sektorja *A* in *B* je potekalo tako, da je bilo dno obeh sektorjev najprej zapolnjeno z odpadki do višine delilnega nasipa. Namen tega je bilo ščitenje spodnjega tesnilnega sistema (Murovec, 1994). V sektorju *A* naj bi bilo zaradi sanacije južnega roba gramoznice najprej vgrajeno 15.000 m^3 inertnega materiala[10].

Tudi gradnja tesnilnih sistemov je potekala po fazah. Najprej je bil izveden spodnji tesnilni sistem na območju sektorja *A* in *B* za delilnim nasipom. V tem času je bilo območje sektorja *C* in *D* nezavarovano. Položena je bila le polna zbiralna cev po sredini, ki je vodila do jaška za zbiranje izcednih vod. V tem času so bile v ta del gramoznice ponikane tudi padavinske vode z utrjenih površin severno od južnega odlagalnega polja. (Murovec, 1994)

Severni del odlagališča ob cesti Dornava – Rogoznica je sestavljen iz treh polj ali štirih polj. Površina zahodnega polja znaša 1,61 ha in površina vzhodnega polja znaša 0,66 ha. Znotraj zahodnega polja lahko na orto-foto posnetku v jugozahodnem kotu opazimo manjše polje z drugačno prekrivko, znotraj katere so vidne tudi drenažne cevi. Površina tega dela znaša 0,66 ha. Na skrajnem vzhodnem delu leži odlagalno polje, ki je imenovano staro odlagališče. Vzporedno s cesto znaša njegova daljša os 230 m. Pri tem polju se zastavlja vprašanje, ali gre za enotno polje ali pa za polje, ki je sestavljeno iz notranjega in zunanjega polja. Skupna površina tega dela odlagališča znaša 1,67 ha. Znotraj tega polja je izvedena pogozditev s topoli, ki so posajeni v obliki ribje kosti, površina tega dela znaša 0,95 ha. Okoli topolov pa je iz ortofoto posnetka razvidna še dodatna površina, za katero je prav tako razvidno, da gre za umetno nasutje. Skupna površina tega zunanjega dela znaša 0,72 ha.

Iz zgornjih podatkov opisanih v predhodnih odstavkih izhaja, da znaša skupna površina odlagalnih polj 5,64 ha. Za preostanek površin, katerih površina znaša 0,66 ha domnevamo, da predstavlja površino nekdanje kompostarne. Ta površina se nahaja v osrednjem delu odlagalnega prostora na jugovzhodnem robu.

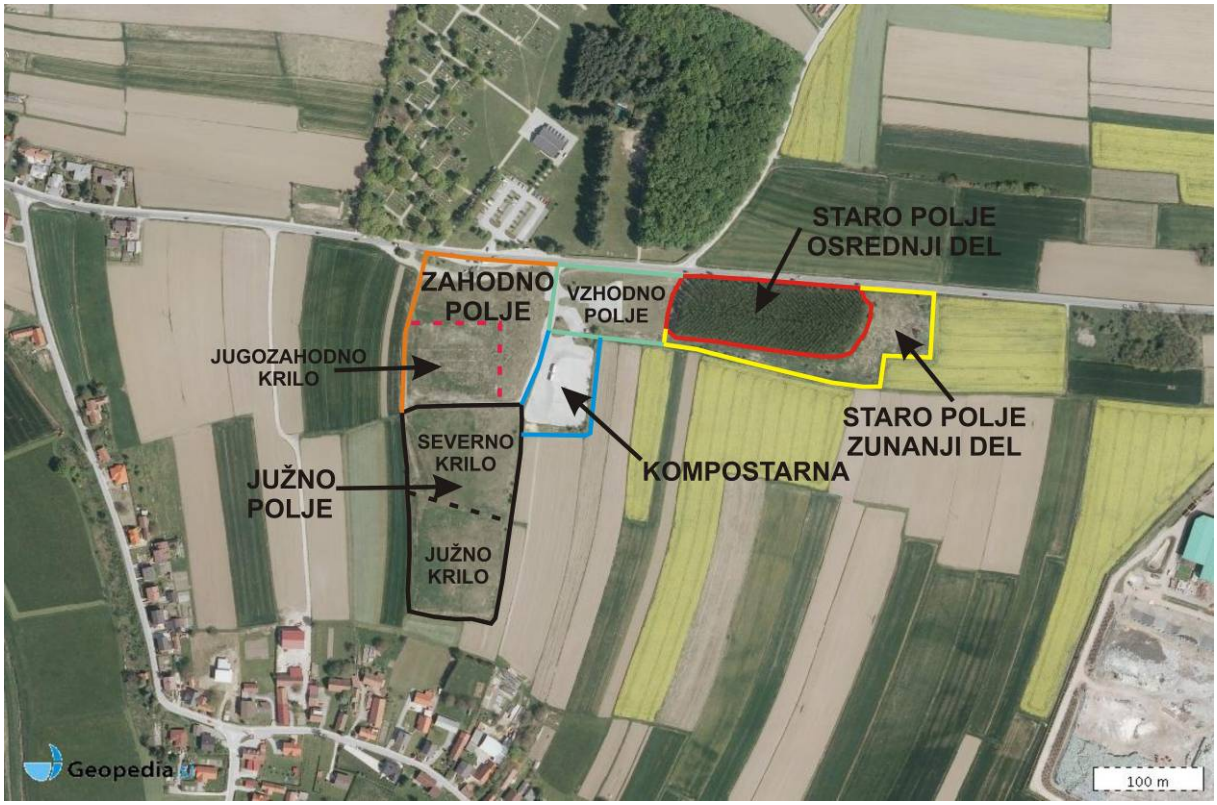
[8] Na dostopnem vzolžnem profilu je II. faza razdeljena na sektorje (glej Slika 6 spodaj), I faza pa predstavlja območje starejšega zahodnega odlagalnega telesa, med tem ko je v tekstu projekta (Murovec, 1994) navedeno, da sta I. in II. faza vezani le na gradnjo celotnega južnega odlagalnega polja.
[9] Podatki o času odlaganja po posameznih sektorjih izvirajo iz ročne skice, ki jo je posredoval naročnik.
[10] Ali je bil ta poseg izveden ni znano.

Razpored obravnavanih površin je podan tudi v spodnji tabeli (Tabela 3), predpostavljeni poligoni posameznih polj pa so prikazani na sliki (Slika 3).

Tabela 3. Pregled ocenjenih površin posameznih odlagalnih polj odlagališča Brstje

Polje	Površina [ha]
Južno polje	1,70
Zahodno polje	1,61
Vzhodno polje	0,66
Staro polje	1,67
Staro polje – osrednji del	0,97
Staro polje – zunanji del	0,72
Manipulativne površine, kompostarna	0,66
SKUPAJ	6,30

V naslednjem poglavju (Objekti in zgradba odlagališča) je podana analiza zgradbe in objektov odlagališča, te podatke izkoristimo za oceno odloženih količin in mase odpadkov.



Slika 3. Shematski prikaz odlagalnih polj odlagališča Brstje

Kakšna je količina (volumen in teža) odpadkov, odloženih na območju celotnega odlagališča Brstje, ni znano. Količino odloženih odpadkov lahko skušamo oceniti na podlagi v tabeli (Tabela 3) podanih površin in na podlagi podatkov za južno odlagalno polje, kjer so na razpolago podatki

o globinah prvotne opuščene gramoznice in globini odloženih odpadkov. Glede na geološke danosti območja domnevamo, da je bil izkop gramoza opravljen do podobnih globin kot na južnem odlagalnem polju in na območju gramoznice Gajke. Ocena, ki jo podajamo v nadaljevanju, je le približna, zaradi pomanjkanja podatkov pa so lahko te ocene tudi napačne. Dejansko količino odloženih odpadkov je možno oceniti le s pomočjo izkopov na terenu in s pomočjo geofizikalnih raziskav. V okviru te ocene bi bilo nujno pridobiti tudi arhivske podatke in opraviti analizo orto-foto posnetkov starejšega datuma.

Ocenimo, da se povprečna kota dna odloženih odpadkov nahaja na koti 218,25 m. Povprečna kota raščenega terena na območju je ocenjena na 225,50 m, iz česar izhaja, da so opdadki odloženi v povprečju v debelini 7,25 m. V kolikor predpostavimo tudi na starih delih odlagališča gostoto odloženih odpadkov 0,80 t/m^3, tako kot je to privzeto za južno odlagalno polje (Tabela 3), pridemo do naslednjih ocen:

Tabela 4. Ocena celotne količine odloženih odpadkov na območju odlagališča Brstje po posameznih odlagalnih poljih

Polje	Volumen odpadkov [m^3]	Masa odpadkov [t]
Južno polje	83.540	67.818
Zahodno polje	116.725	93.380
Vzhodno polje	47.850	38.280
Staro (vzhodno) polje	121.075	96.860
SKUPAJ	285.650	228.520

Ali so ocenjene količine odpadkov ustrezne, je potrebno preveriti z dodatnimi analizami. V fazi starejših sanacijskih del, pred letom 2001 se je na posameznih poljih odpadke tudi izkopavalo in prelagalo, ti posegi pa so verjetno zelo vplivali na prerazporeditev odpadkov po posameznih odlagalnih poljih.

3.2 Objekti in zgradba odlagališča

3.2.1 Starejša odlagalna polja

Do leta 1992 je odlaganje odpadkov potekalo v kotanjo nekdanje gramoznice, brez zaščitnih ukrepov. Pred tem je bilo obravnavano področje navadno smetišče, v katerega se je odpadke odlagalo brez kakršnekoli kontrole zgoščanja, obdelave ali sortiranja.

O starejših odlagalnih poljih lahko z gotovostjo povemo zelo malo. Na razpolago imamo zelo malo podatkov, čeprav gre za večje površine kot jo ima južno odlagalno polje, prav tako pa so najverjetneje odoložene mnogo večje količine odpadkov.

V letu 1993 se je pričelo s sanacijo starega odlagalnega polja na vzhodni strani odlagalnega prostora (Slika 3). Izvedeno naj bi bilo reprofiliranje starih odlagalnih polj tako, da bi se izvedel strešni naklon s padcem 3% proti bočnim jarkom. Za izravnavo terena naj bi se uporabljali inertni odpadki, prekritje odpadkov pa naj bi bilo izvedeno po enakem principu, kot je izvedeno prekrivanje južnega odlagalnega polja (glej spodaj).

Od vseh starejših odlagalnih polj je nekaj malega več podatkov na razpolago za zahodno odlagalno polje. Iz razpoložljive tehnične dokumentacije za zahodno odlagalno telo izhaja, da je ob zahodnem robu telesa izveden ponikovalni drenažni jarek, v katerega je speljanih pet drenažnih cevi premera 120 mm[11]. Ocenjena dolžina teh cevi je 75 m. Sledi teh drenažnih cevi so ob primerni povečavi vidne na orto – foto posnetku, kar kaže na to, da gre samo za drenažo v pripovršinskem delu, oziroma v prekrivki. V smeri proti pokopališču je na tem polju izveden tudi plinjak, ki na nekaterih dokumentih[12] nosi naziv Plinjak 1. Polje je prekrito s 0,25m debelo plastjo humusa[13].



Slika 4. Pogled na severozahodni rob južnega odlagalnega polja in na zahodno odlagalno polje



Slika 5. Pogled na severovzhodni rob v smeri proti nekdanji kompostarni z sončno elektrarno; v ozadju na desni topoli na najstarejšem delu odlagališča, v ospredju med seboj povezani plinjaki

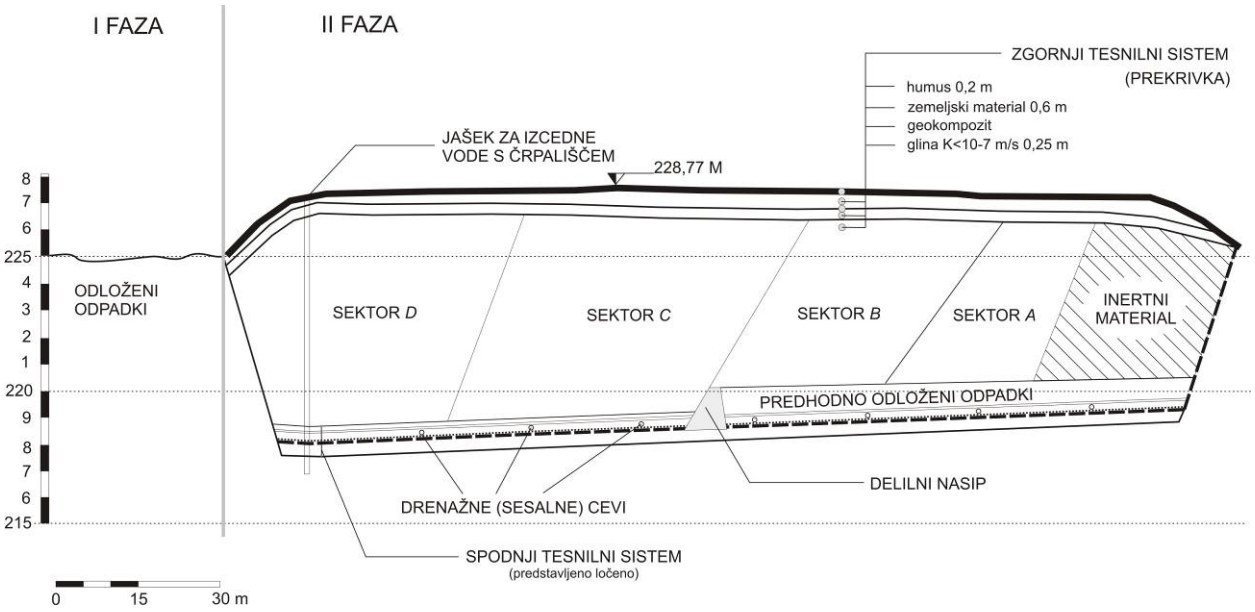
3.2.2 Južno odlagalno polje

Leta 1995 se je pričelo z gradnjo najmlajšega južnega odlagalnega polja. Tudi južno odlagalno polje je sestavljeno iz dveh delov, severnega krila in južnega krila. Iz projekta izhaja, da je bilo najprej zapolnjeno južno krilo, nato pa severno krilo. Obe krili sta bili med zapolnjevanjem

[11] Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012
[12] Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012
[13] Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012

odlagališča z odpadki ločeni z delilnim nasipom. Severno krilo je ograjeno z ograjo, ki se izteče v smeri južnega krila in ni zaključena.

Natančnejših podatkov o dejanski izvedbi dna južnega odlagalnega polja ni. Verjetno stanje na dnu odlagališča v tem predelu smo rekonstruirali na podlagi razpoložljivih podatkov in na podlagi verjetne izvedbe. Dokumenti se v zvezi z izvedbo dna odlagališča med seboj nekoliko razlikujejo. Na podlagi teh podatkov smo izrisali tudi najverjetnejši vzdolžni profil odlagališča[14] in temeljnih tal, ki sta podana kot skici (Slika 6 in Slika 7).



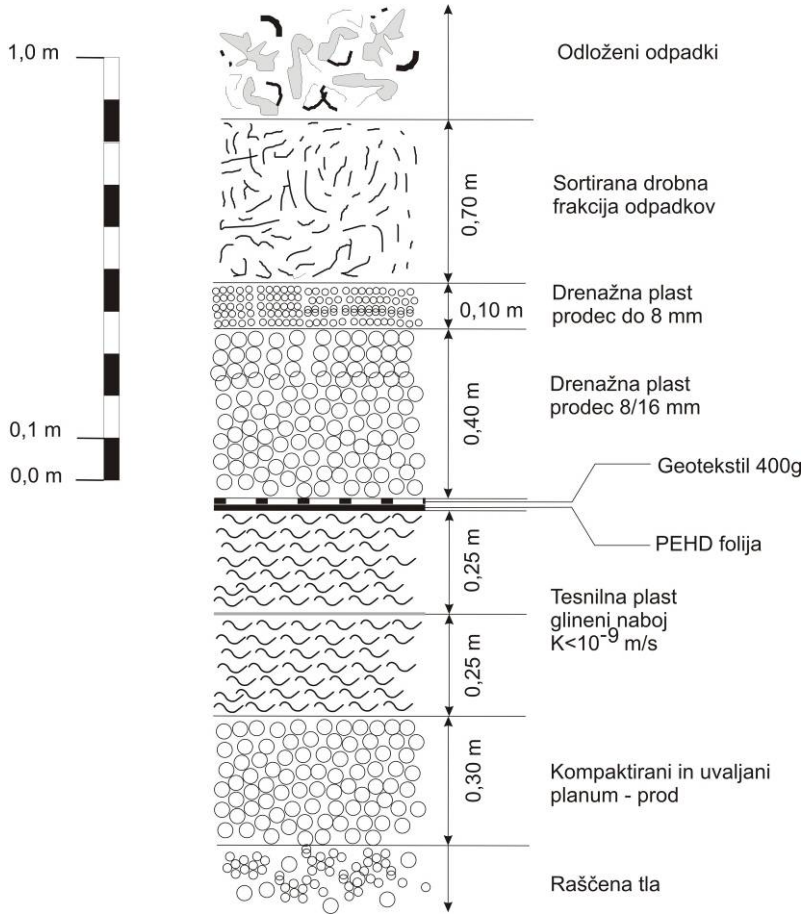
Slika 6. Rekonstrukcija geometrije II faze južnega odlagalnega polja odlagališča Brstje

Odlagalno polje je bilo izvedeno v obstoječi gramoznici, katere dno je bilo s strojnimi deli izravnano, brežine gramoznice pa so bile oblikovane v nagibih po 10 %. Dela so potekala v prodnem planumu s podrejeno prisotnostjo peska. Izravnava je bila izvedena v plasteh po 0,3 m. Sledila je komprimacija planuma do nosilnosti 60 Mpa. Iz projekta izhaja, da je znašala površina komprimiranih tal 16,16 ha, kar je zaradi naklonov brežin gramoznice manj od celotne površine južnega odlagalnega polja, ki znaša 1,70 ha. Iz razpoložljivega profila izhaja, da temeljna tla niso ravna. Najvišja so temeljna tla na južnem delu, njihova kota se nahaja na 219,0 m, najgloblja pa so temeljna tla na severnem delu, kjer se nahajajo na koti 217,5 m (Murovec, 1994).

Nad kompaktirani in uvaljani planum je bila položena tesnilna plast iz gline v plasteh dvakrat po 0,25 m. Z geotehničnim delom projekta (Masič, 1993) je bila zahtevana prepustnost vgrajene

[14] Profil je izrisan na podlagi s strani naročnika posredovanega vzdolžnega profila, ki pa ni vezan na noben dokument. Na tem profilu so z roko vpisani številni podatki, izhodiščni profil je verjetno del projekta izgradnje (Murovec, 1994)

gline manj kot 10^{-9} m/s. Nad tesnilno plast je bila položena PEHD folija debeline 2,5 mm, ki je na stikih varjena. Nad njo pa je sledilo polaganje 400 g geotekstila. Na tako pripravljena tla je bila odložena drenažna plast debeline 0,4 m z granulacijo 8/16 mm. Nad to plast je bila odložena še 0,1 m debela drenažna plast z granulacijo do 8 mm[15]. Nad to sledi vsaj 0,5 m odbranega odpadnega materiala drobnejših frakcij. Šele na tako pripravljeno dno odlagališča naj bi se odlagali odpadki s kompaktorjem in ostalimi transportnimi sredstvi. (Murovec, 1994)



Slika 7. Izvedba dna na južnem odlagalnem polju

Znotraj odpadkov je izveden delilni nasip, ki je med seboj ločeval prvo in drugo fazo gradnje južnega odlagalnega polja. Višina tega nasipa je bila 2 m nad folijo, celotna dolžina pa je znašala 75 m in je segal preko celotnega dna gramoznice.

Na območju južnega odlagalnega telesa je bila februarja 2012 izvedena geodetska meritev višine točk po daljši vzdolžni osi v smeri sever jug. Posnetih je bilo pet višinskih točk, katerih višine so

[15] Ali je bila ta plast dejansko projektirana in tudi izvedena iz razpoložljive dokumentacije ni jasno, saj je ponekod v projektu navedena, drugod pa ne.

T1=228,26 m, T2=228,77 m, T3=228,22 m, T4=227,96 m, T5=227,15[16]. Te točke so, razen točke T1, hkrati tudi točke, na katerih se nahajajo plinjaki južnega odlagalnega polja. Lega teh točk kaže, da višina južnega odlagalnega polja postopoma upada v smeri proti jugu. Podobno stanje izhaja iz pregleda projekta izvedenih del (Suhadolnik, 2004). Maksimalna nadmorska višina odlagališča[17] naj bi bila 229,84 m, vendar o tem, kje naj bi se nahajala ta točka, ni podatka, v tem istem dokumentu pa je prav tako podatek, da je najvišja točka odlagališča na 228,77 m, kar ustreza plinjaku na točki T2. V nadaljevanju to točko obravnavamo kot realno maksimalno višino. Po projektu (Murovec, 1997) je končna maksimalna višina odpadkov na sredini odlagalnega polja 226,0 m.

Na stiku severnega in južnega krila je v vrhnjem delu izveden višinski zamik višine 1 m. Na severnem delu odlagalnega polja je izvedena brežina s padcem 1,5% v smeri proti severu, v tem delu so vznožne brežine izvedene v nagibu 1:4. Južni novejši del južnega odlagalnega polja je izveden v naklonu 3%, ki poteka od sredine, daljše vzdolžne osi proti robovom. Robna brežina v tem predelu je izvedena v naklonu 1:2. Tudi podatki o maksimalnih naklonih niso konsistentni, po najnovejšem dokumentu[18] naj bi maksimalni naklon znašal 3,25%, vendar je tak naklon lahko prisoten le na vrhnjem delu, ne pa tudi na vznožnih brežinah, ki imajo večje naklone.



Slika 8. Jašek za izcedne vode na zahodnem robu južnega odlagalnega telesa



Slika 9. Plinjak 3 na južnem odlagalnem polju

Prekrivka južnega odlagalnega telesa je izvedena tako, da je na izravnano podlago iz odpadkov položena glina debeline 0,25 m. Z geotehničnim poročilom in projektom je bila predvidena 0,30 m debela plast (Masič, 1993; Murovec, 1994). S projektom je bil predviden prečni padec 3%. Na glino je namesto drenaže položen geokompozitni material. Vrhnja zaključna ali prekrivna plast je izvedena iz zemeljskega materiala debeline 0,6 m (Suhadolnik, 2004). Tej plasti naj bi bilo dodano 0,2 m humusnega materiala (Murovec, 1994).

[16] Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012
[17] Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012
[18] Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012

Odplinjevanje je izvedeno pasivno in urejeno s štirimi odplinjevalnimi jaški[19], na katerih se plini merijo 2 krat letno. Plinjaki so preko cevi in ventilov med seboj povezani – izvedeni so v isti osi kot centralna zbiralna drenažna cev tako, da je spodnji konec cevi plinjaka izveden neposredno nad zbiralno cevjo izcednih vod. Vzrok za takšno izvedbo naj bi bila prisotnost kondenznih vod v plinjakou, ki jim je tako omogočeno dreniranje. Po projektu so bili plinjaki izvedeni iz mrežaste cevi premra 1,0 m znotraj katere je bila vstavljena perforirana PEHD cev z luknjami do 10 mm. Prostor med žično cevjo in PEHD cevjo je bil zapolnjen s prodcem velikosti nad 64 mm. Cevi so se nadviševale za vsako etažo posebaj. (Murovec, 1994)

V dno odlagališča so vgrajene drenažne PEHD cevi za zbiranje izcednih vod. Sistem je sestavljen iz tako imenovanih sesalnih cevi in iz zbiralne cevi. Sesalne cevi z naklonom 3 % so na v rastru na razdalji 20 m položene pravokotno na daljšo os odlagalnega telesa. Te cevi imajo premer 160 mm, speljane pa so v večjo drenažno cev premera 250 mm, ki je položena vzdolž daljše osi odlagalnega telesa in je z naklonom 1 % nagnjena v smeri proti jašku za zbiranje izcednih vod. Vse cevi so zgoraj perforirane s središčnim kotom 210°. Vse cevi so položene na v spodnji del drenažne plasti na polst in obsute do višine 0,6 m nad temenom z granulacijo 16/32 mm. (Murovec, 1994)



Slika 10. Pogled na zahodni rob južnega odlagalnega polja – vzdolž odlagalnega telesa je viden zemeljski jarek

Izcedne vode se zbirajo v jašku za izcedne vode, ki se nahaja na severozahodnem robu južnega odlagalnega telesa. Montažni tipski PEHD jašek premera 1,5 m je globok 10 m in je temeljen na betonski podlagi (Murovec, 1994). Iz jaška je bila voda preko tlačnega cevovoda s PEHD cevmi premera 110 mm speljana do bazena izcednih vod dolžine 50 m, ki je bil delno položen po

[19] Iz dokumenta Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012 izhaja, da so na odlagališču trije plinjaki, iz dejanskega pregleda na terenu in analize orto-foto posnetka pa, da so na južnem odlagalnem polju prisotni štirje plinjaki

odpadkih. Kje natančno je ležal bazen ni znano, glede na geometrijo odlagalnega telesa pa je verjetno ležal v severozahodnem kotu odlagalnega telesa, po podatkih projekta naj bi bil 51 m vzhodno od jaška za izcedne vode. Bazen za izcedne vode je danes odstranjen, izcedne vode pa so priklopljene na cevovod[20]. Od jaška vodi cevovod v smeri proti jugu do vasi Brstje, od tod pa na komunalno centralno čistilno napravo Ptuj. Cevovod je izdelan iz PEHD cevi premera 200 mm. V jašku je vgrajena črpalka z namenom prečrpavanja izcednih vod v kanal. Ob jašku je izveden merilni jašek za merjenje pretokov izcednih vod. Natančnih podatkov o delovanju in učinkovitosti sistema odvajanja izcednih vod ni, vendar pa razpoložljivi podatki kažejo, da sistem ne deluje. S projektom je bil maksimalni pretok izcednih vod ocenjen na 8,84 m^3/dan (Murovec, 1994). Od leta 2005 dalje naj izcednih vod ne bi bilo več[21]. Ta ugotovitev ne more biti točna. Tudi če teoretično skozi prekrivko ne prihaja do infiltracije padavinskih vod se ob metamorfozi odpadkov, ki pa je zelo dolgotrajna in traja več desetletji, sproščajo izcedne vode. Te izcedne vode bi se morale pojavljati v sistemu za zbiranje izcednih vod.

Po projektu izvedenih del se padavinske vode na površini po prekrivki izcejajo v obodne jarke. Obodni jarki imenovani tudi sidrni jarki so izvedeni okoli celotnega južnega polja, izjema je le severni del, kjer se južno odlagalno polje naslanja na zahodno odlagalno polje. Ti jarki globine 1 m so bili po projektu izvedeni kot sidrni jarki za PEHD folijo, nanjo je bil položen drenažni material frakcije 16/32 mm, ki je hkrati obsul midren drenažno cev premera 160 mm. Po projektu izvedbe so jarki in drenaže povezane in speljane v ponikovalni jašek (Murovec, 1994). V tehnični dokumentaciji je zapisano, da gre za ponikalne jarke, vendar pa ni jasno ali naj bi voda ponikala prosto v jarkih ali pa naj bi bila vodena v ponikalnice. Na situacijah je podan le en objekt, ki bi bil lahko ponikalni jašek, to je na severovzhodnem krilu južnega ponikalnega polja. V projektu sanacije (Murovec, 1994) je bila na tem mestu predvidena ponikovalnica zgrajena iz treh vertikalnih cevi premera 2,1 m, ki naj bi bile zapolnjene s prodcem večjim od 64 mm. Po projektu izvedenih del naj bi bil v severnem krilu vzporedno s krajšo osjo polja izvedena AB kanaleta, katere sledi pa na terenu ni videti.

Na podlagi natančne analize vse razpoložljive dokumentacije lahko ugotovimo, da je v primerjavi z aktivnimi odlagališči in odlagališči, na katerih se je z odlaganjem prenehalo pred kratkim, odlagališče Brstje zelo specifično. K temu dodatno pripomore še njegova lega v prostoru. Vzrok za to leži v dejstvu, da je odlagališče zaprto, zaradi česar na tem območju v zvezi z odpadki že skoraj deset let ni nobene aktivnosti več. Iz pregleda stanja na terenu izhaja, da razen na južnem odlagalnem polju, sistemov za odvajanje vod ni. Vse vode odtekajo gravitacijsko po naravni poti v podzemno vodo. Iz opazovanj in iz podatkov o geometriji odlagališča izhaja tudi, da so ob visokih nivojih podzemne vode odpadki tudi zaliti s podzemno vodo (glej hidrogeološki del poglavij programa monitoringa podzemne vode).

[20] Kakšena je tehnična izvedba priklopa iz jaška izcednih vod na cevovod ni znano.
[21] Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012.

Glede na določila veljavne zakonodaje odlagališče Brstje vpliva na podzemno vodo. V zvezi s tem je bil izdana tudi inšpekcijska odločba[22], v kateri je podana zahteva po izdelavi programa sanacije. Popolna sanacija odlagališča in njegovih vplivov na podzemne vode je možna le z zelo dragimi in zahtevnimi gradbenotehničnimi posegi. Zaradi tega je potrebno presoditi predvsem, do kam onesnaženje v dolvodni smeri sega ali ima to onesnaženje posledice.

3.3 Geološke in hidrogeološke danosti

Podrobneje so geološke in hidrogeološke danosti odlagališča obdelane v Programu monitoringa, zato jih na tem mestu ne podajamo.

Pri pripravi Programa ukrepov je potrebno izhajati iz dejstva, da se odlagališče Brstje nahaja na območju, ki ga s hidrogeološkega vidika opredelimo kot dobro do zelo dobro prepustno, nahaja pa se tudi na vodovarstvenem območju (glej nadaljevanje).

[22] Odločba inšpektorice z dne 25.09.2012

4 Izhodišča za opredelitev programa

Monitoring količinskega in kemijskega stanja podzemne vode na vplivnem območju odlagališč se izvaja v skladu z zahtevami Pravilnika. Konec leta 2009 je bil pravilnik dopolnjen s Pravilnikom o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 114/2009). Najpomembnejša dopolnitev tega pravilnika je člen 6.a., ki postavlja zahtevo po izdelavi Programa ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode. Ta program obsega naslednje zahteve:

1. za vire, za katere je presežena opozorilna sprememba kateregakoli parametra, načrt primerjalne analize osnovnih in indikativnih parametrov s preseženo opozorilno spremembo, in onesnaževal, ki prispevajo k tveganju, da vodno telo podzemne vode ne dosega dobrega kemijskega stanja, z namenom določitve dodatnih indikativnih parametrov, za katere obstoji v primeru neposrednega ali posrednega izliva onesnaževal v podzemno vodo, glede na značilnost vira onesnaževanja, velika verjetnost, da pripomorejo k prepoznavanju vzrokov in obsega onesnaženja podzemne vode;

2. načrt pregleda sistema za odvajanje odpadne vode iz območja vira onesnaženja;

3. načrt pregleda sistema za odvajanje padavinskih in zalednih voda iz območja vira onesnaževanja;

4. načrt pregleda stabilnosti objektov na območju vira onesnaževanja, katerih poškodbe lahko vplivajo na neposredni ali posredni izliv onesnaževal v podzemno vodo;

5. načrt izdelave ter obseg in vsebino potrebnih strokovnih podlag, ki jih je treba izdelati zaradi:
   - ocenjevanja vpliva nenadzorovanega izliva onesnaževal na kemijsko stanje podzemne vode na vplivno območje vira onesnaževanja,
   - določitve povečane pogostosti vzorčenja podzemne vode na opazovalnih vrtinah, opredeljenih za izvajanje meritev obratovalnega monitoringa, z namenom, da se oceni obseg izliva onesnaževal v podzemno vodo ter velikost vpliva izliva onesnaževal na podzemno vodo,

6. načrtovanje dodatnih opazovalnih vrtin na širšem območju vodnega telesa podzemne vode zaradi ocenjevanja posledic izliva onesnaževal na kemijsko stanje podzemne vode;

7. izhodišče za izdelavo ocene količine izliva onesnaževal v podzemno vodo.

V nadaljevanju elaborata podajamo »*Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode*«.

5 Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov

V tem podpoglavju obravnavamo zahteve 1. alineje iz člena 6.a.

Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov se v primeru preseganja opozorilnih sprememb izvede na podlagi:

- opredelitve osnovnih in indikativnih parametrov,
- klasifikacije onesnaževal,
- primerjalne analize.

Ob preseganju opozorilnih sprememb je primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov namenjena ugotavljanju časovne in prostorske razprostranjenosti onesnaževal in ugotavljanju medsebojnih odnosov med osnovnimi in indikativnimi parametri.

5.1 Izhodišča za analizo

Osnovne in indikativne parametre definira 3. člen Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, definicijo pa dopolnjuje 2. člen Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode. Po prvotni definiciji 3. člena so:

a) osnovni parametri parametri standarda kakovosti podzemne vode, v skladu s predpisom, ki ureja standarde kakovosti podzemne vode in se izražajo kot koncentracija onesnaževala v podzemni vodi;

b) indikativni parametri parametri standarda kakovosti podzemne vode, v skladu s predpisom, ki ureja standarde kakovosti podzemne vode in se izražajo kot koncentracija onesnaževala v podzemni vodi.

V času sprejema Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode je bila v veljavi Uredba o standardih kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS 100/2005), ki je opredeljevala osnovne in indikativne parametre. Sedaj veljavna Uredba o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS 25/2009) pojma osnovnih in indikativnih parametrov ne pozna več. Zato je 2. člen Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode določil, da se kot osnovni in indikativni opredelijo parametri kot so definirani v Prilogi 2 Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode.

Na podlagi dejanskih fizikalno kemijskih lastnosti parametrov, ki so opredeljeni v Prilogi 2 Pravilnika, lahko za potrebe Programa ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode podamo naslednje praktično usmerjene definicije:

Osnovni parametri opredeljujejo kemijsko stanje podzemne vode glede na naravne danosti vodonosnika (mineralogija in petrologija kamnin in sedimentov v vodonosniku) in značilnosti dinamike podzemne vode, za katere predpostavimo, da niso pod vplivom antropogenih sprememb. Govorimo lahko tudi o kazalcih naravnega ozadja.

Indikativni parametri praviloma nakazujejo možno onesnaženje, katerega izvor je na območju odlagališča odpadkov. Nekateri parametri, kot so kovine in anioni, so lahko del naravnega ozadja v vodonosniku.

V okviru analize onesnaževal je potrebno opredeliti še definicijo opozorilne spremembe, ki izhaja iz 3. člena Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode:

c) opozorilna sprememba je vrednost spremembe koncentracije onesnaževala, ki je določena kot sprememba, pri kateri je prišlo do onesnaženja podzemne vode zaradi posrednega ali neposrednega izliva onesnaževal v podzemno vodo iz vira onesnaženja, zaradi katerega se izvaja obratovalni monitoring.

Pri analizi vzrokov preseganja opozorilnih sprememb in načrtovanju morebitnih sanacijskih ukrepov je potrebno poznati fizikalno kemijske karakteristike onesnaževal, od katerih je odvisno njihovo obnašanje v vodonosnikih in ostalih vodonosnih strukturah. Razdelitev na osnovne in indikativne parametre ne deli onesnaževal glede na njihove fizikalno kemijske karakteristike.

Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode pozna naslednjo delitev osnovnih in indikativnih parametrov:

Tabela 5 Tabela osnovnih in indikativnih parametrov

OSNOVNI PARAMETRI	
TOC – skupni organski ogljik, AOX – adsorbljivi organski halogeni, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati, bor	
INDIKATIVNI PARAMETRI	
Anioni	nitrit, fluorid, cianid, sulfid, bromid
Kovine	aluminij, antimon, arzen, baker, barij, berilij, cink, kadmij, kobalt, kositer, krom (skupno), krom (6+), mangan, molibden, nikelj, selen, srebro, svinec, talij, titan, telur, vanadij, živo srebro
Mineralna olja	
Fenolne snovi	
	Epiklorhidrin
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki	diklorometan, tetraklorometan, kloroform, 1,1,1-trikloroetan, 1,2-dikloroetan, cis 1,2 –dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki– BTX	benzen, toluen, ksilen in alkil benzeni - orto, meta, para
Poliklorirani bifenili – PCB	PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB.138, PCB-153, PCB-180, PCB-194
Policikličnih aromatski ogljikovodiki – PAH	fluoranten, benzo(b) fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, indeno(1,2,3-cd)piren in benzo (ghi)perilen
Pesticidi	alaklor, terbutilazin, dimetenamid, klortoluron, metolaklor, atrazin, desetil – atrazin, desizopropil – atrazin, simazin, prometrin, propazin

Na območju odlagališča Brstje se kot referenčni indikativni parametri opazujejo vsi parametri iz priloge 2 in glede na naravo objekta kot potencialnega vira onesnaženja še endokrini motilci.

5.2 Klasifikacija onesnaževal

Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l.RS 61/2011) v 46. členu zahteva, da se v primeru, ko so dosežene opozorilne spremembe, takoj pričnejo izvajati ukrepi za zmanjševanje škodljivih vplivov na podzemne vode v skladu s programom ukrepov, t.i. sanacijski ukrepi. Vendar izvedba teh ukrepov ni možna brez poznavanja narave onesnaževal. Vsako od onesnaževal ima svojske fizikalno kemijske lastnosti, zaradi česar se onesnaževala skozi tla gibljejo različno. Na podlagi fizikalno kemijskih lastnosti spojin iz seznama osnovnih in indikativnih parametrov je v primeru preseganja opozorilnih sprememb potrebno izvesti klasifikacijo v podzemni vodi ugotovljenih onesnaževal.

Na podlagi fizikalno kemijskih lastnosti spojin iz seznama osnovnih in indikativnih parametrov smo onesnaževala klasificirali na podlagi splošne klasifikacije onesnaževal podzemne vode. Nekaterih zvrsti ne obravnavamo kot onesnaževala (npr. hidrogenkarbonati), vendar nam na

posreden način kažejo na onesnaženost podzemne vode. Te zvrsti podajajo splošno geokemijsko sliko vodonosnikov – naravno stanje in naravna ozadja. Z njihovo pomočjo lahko interpretiramo spremembo celotnega kemijskega stanja vodonosnika. Zaradi tega so prav tako uvrščeni v spodnjo klasifikacijo. Poudariti velja, da so značilnosti nekaterih določitev – zvrsti odvisne od oksidacijsko redukcijskih pogojev ter od pH v vodonosniku (npr. amfoterni elementi). Nekatera onesnaževala, ki so v zgornji tabeli predstavljena kot skupina onesnaževal (npr. fenolne snovi), so uvrščena v več skupin.

V nadaljevanju najprej podajamo posamezno klasifikacijo onesnaževal glede na njihovo pojavljanje v vodonosnikih. Nato sledi kratek opis značilnost onesnaževal glede na njihove lastnosti in glede na njihovo naravo. Na koncu so podana posamezna onesnaževala iz seznama opozorilnih in indikativni parametrov, ki jih v podzemni vodi opazujemo na območju odlagališča Brstje.

Onesnaževala v podzemni vodi delimo na:

1) *anorganska onesnaževala*

Značilnosti glede na dinamiko toka podzemne vode: gibanje onesnaževal te skupine je odvisno od njihove topnosti in sorbcijskih karakteristik mineralnega matriksa sedimentov (zemljin). Raztopljeni del se porazdeli po celotni vertikali vodonosnika. Del naštetih zvrsti predstavlja naravno ozadje, ki v povišanih koncentracijah predstavljajo onesnaženje.

Kovine in nekovine: natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, aluminij, antimon, baker, barij, berilij, cink, kobalt, kositer, krom (skupno), krom (6+), mangan, molibden, nikelj, srebro, svinec, titan, telur, vanadij, živo srebro, arzen, kadmij, bor, selen, talij.

Anioni: hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati, nitrit, fluorid, cianid, sulfid, amonij

2) *radioaktivna onesnaževala*

Radioaktivna onesnaževala ne nastopajo v seznamu osnovnih in indikativnih parametrov, ki se jih opazuje na območju odlagališča Brstje. V primeru indikacije radioaktivnega onesnaženja se indikativni parametri določijo naknadno.

3) *organska onesnaževala*

Značilnosti glede na dinamiko toka podzemne vode: Značilnosti masnega transporta organskih onesnaževal v podzemni vodi so odvisne od njihovih fizikalno kemijskih lastnosti, to je predvsem od gostote, topnosti in oktanolnega števila (log P). Od slednjega je odvisen

porazdelitveni koeficient in s tem hitrost masnega toka ter sorbcijske lastnosti. Za potrebe klasifikacije organskih onesnaževal opredelimo posamezne razrede topnosti. Ti razredi topnosti so podani v spodnji tabeli:

Tabela 6. Opredelitev razreda topnosti organskih onesnaževal

Oznaka	Kvalitativna opredelitev	Topnost [mg/L]
T1	zelo dobro topno	>1000
T2	dobro topno	100 – 1000
T3	srednje topno	10 – 100
T4	topno	1 – 10
T5	slabo topno	0,1 – 1
T6	zelo slabo topno	<0,1

Topnost organske spojine v vodi in oktanolno število sta med seboj povezana. Dobro topna in zelo dobro topna onesnaževala imajo nizko oktanolno število (manjše od 3,2), med tem ko imajo slabo topna do zelo slabo topna organska onesnaževala visoko oktanolno število (večje od 4,5). Oktanolno število vpliva na sorbcijske lastnosti organske spojine. Manjše kot je oktanolno število, bolj je spojina mobilna in slabše je njeno zadrževanje v območju vira onesnaževanja. To pomeni, da bo oblak onesnaženja večji pri bolj mobilnih onesnaževalih, kot pri manj mobilnih. Oktanolno število nam preko različnih fizikalni relacij omogoča izračun koeficientov porazdelitev in s tem grobe ocene razširjenosti onesnaževala v prostoru.

Transport onesnaževala v vodonosniku je omejen z njegovo topnostjo in je odvisen od smeri toka onesnaževala skozi vodonosnik. Ko onesnaževalo doseže vodonosnik, je njegova porazdelitev po vodonosniku odvisna od njegove topnosti in sorbcijskih lastnosti (te na tok onesnaževala vplivajo že v nenasičenem območju). Do meje topnosti, to je v koncentracijah, ki so nižje od topnosti v vodi, se onesnaževalo porazdeljuje vzdolž toka podzemne vode po celotnem profilu podzemne vode.

Za razumevanje porazdelitve onesnaževala v vodonosniku je pomembno, kakšen je stik gladine podzemne vode in onesnaževala, ki se izcedi iz vira onesnaženja. Ta stik je odvisen od gostote onesnaževala. Tako organska onesnaževala delimo v dve skupini:

a) goste tekočine (DNAPL) - onesnaževala te skupine po stiku podzemne vode in onesnaževala potonejo na dno vodonosnika, predstavljajo t.i. goste tekočine, ki se lahko v netopnem preostanku gibljejo neodvisno od gradienta podzemne vode, njihovo gibanje je odvisno predvsem od naklona spodnje, slabo prepustne podlage vodonosnika ali vodonosne strukture.
b) lahke tekočine (LNAPL) - onesnaževala te skupine se po stiku podzemne vode in onesnaževala zadržijo v območju nihanja gladine podzemne vode ali pa se ujamejo na stiku z zgornjo slabo prepustno bariero zaprtega vodonosnika ali vodonosne strukture.

Ob zaznanju organskega onesnaževala v podzemni vodi je potrebno ugotoviti ali gre za DNAPL ali LNAPL. Nato se na podlagi oktanolno števila določi njegovo mobilnost. Od tod sledi ocena, kje v vodonosniku se onesnaževalo nahaja in kakšno je raztezanje oblaka onesnaženja.

Tabela 7. Prikaz fizikalno kemijskih lastnosti potencialnih organskih onesnaževal

Spojina	**CAS**	**stopnja topnosti**	**K_{ow} (oktanol-voda)**	**topnost (mg/L)**	**°C**
Fenol	108-95-2	T1	1,46	82800	25
Stiren	100-42-5	T2	2,95	310	25
Epiklorhidrin	106-89-8	T1	0,45	65900	25
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki (LKHC)					
Cis-1,2-dikloroeten	156-59-2	T1	1,86	6410	25
Diklorometan	75-09-2	T1	1,25	13000	25
Tetraklorometan	56-23-5	T2	2,83	793	25
Triklorometan	67-66-3	T1	1,97	7950	25
1,1,1-Trikloroetan	71-55-6	T1	2,49	1290	25
1,1,2-Trikloroeten	79-01-6	T1	2,42	1280	25
1,1,2,2-Tetrakloroeten	127-18-4	T2	3,4	206	25
1,2-Dikloroetan	1300-21-6	T1	1,83	5100	
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)					
Benzen	71-43-2	T1	2,13	1790	25
Toluen	108-88-3	T2	2,73	526	25
m- ksilen	108-38-3	T2	3,2	161	25
p- ksilen	106-42-3	T2	3,15	162	25
o- Ksilen	95-47-6	T2	3,12	178	25
pesticidi					
Alaklor	15972-60-8	T2	3,52	240	25
Atrazin	1912-24-9	T3	2,61	34,7	26
Dimetenamid	87674-68-8	T1	2,15	1200	25
Metolaklor	51218-45-2	T2	3,13	530	20
Prometrin	7287-19-6	T3	3,51	33	25
Propazin	139-40-2	T4	2,93	8,6	22
Simazin	122-34-9	T4	2,18	6,2	22
Terbutilazin	5915-41-3	T4	3,21	8,5	20
Klorotoluron	15545-48-9	T3	2,41	70	20
DEET (N,N-dietil-m-toluamid)	134-62-3	T2	2,18	912	25
policiklični aromatski ogljikovodiki (PAO)					
Acenaften	83-32-9		3,92		
Acenaftilen	208-96-8	T3	3,94	16,1	25

Spojina	CAS	stopnja topnosti	K_{ow} (oktanol-voda)	topnost (mg/L)	°C
Antracen	120-12-7	T6	4,45	0,0434	24
Benzo(a)antracen	56-55-3	T6	5,76	0,0094	25
Benzo(a)piren	50-32-8	T6	6,13	0,00162	25
Benzo(b)fluoranten	205-99-2	T6	5,78	0,0015	
Benzo(ghi)perilen	191-24-2	T6	6,63	0,00026	25
Benzo(k)fluoranten	207-08-9	T6	6,11	0,0008	25
Dibenzo(a,h)antracen	53-70-3	T6	6,75	0,00249	25
Fenantren	85-01-8	T4	4,46	1,15	25
Fluoranten	206-44-0	T5	5,16	0,26	25
Fluoren	86-73-7	T4	4,18	1,69	25
Indeno(1,2,3-cd)piren	193-39-5	T6	6,7	0,00019	25
Krizen	218-01-9	T6	5,81	0,002	25
Naftalen	91-20-3	T3	3,3	31	25
Piren	129-00-0	T5	4,88	0,135	25
poliklorirani bifenili (PCB)					
PCB 28	7012-37-5	T5	5,62	0,27	25
PCB 52	35693-99-3	T6	6,09	0,0153	25
PCB 101	37680-73-2	T6	6,8	0,0154	25
PCB 138	35065-28-2	T6	7,44	0,0015	20
PCB 153	35065-27-1	T6	7,75	0,00095	24
PCB 180	35065-29-3	T6	8,27	0,00385	20
Mineralna olja					
n-dekan	124-18-5	T6	5,01	0,052	25

Med DNAPL sodijo:

Klorirani ogljikovodiki - diklorometan, tetraklorometan, kloroform, 1,1,1-trikloroetan, 1,2 –dikloroetan, cis-1,2 –dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, epiklorhidrin.

Poliklorirani bifenili – PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB.138, PCB-153, PCB-180, PCB-194.

5.3 Opredelitev značilnosti sorbcijskih lastnosti

Sorbcija onesnaževala v podzemni vodi je posledica interakcije med onesnaževalom in mineralno fazo – trdnimi delci v vodonosniku. V splošnem sorbcijske procese razdelimo na adsorbcijo, kjer se spojine vežejo – »lepijo« na površino zrn in na absorbcijo, kjer gre za vključevanje onesnaževal v strukturo mineralnih zrn. Pri vodonosnikih gre v večini primerov za adsorbcijo.

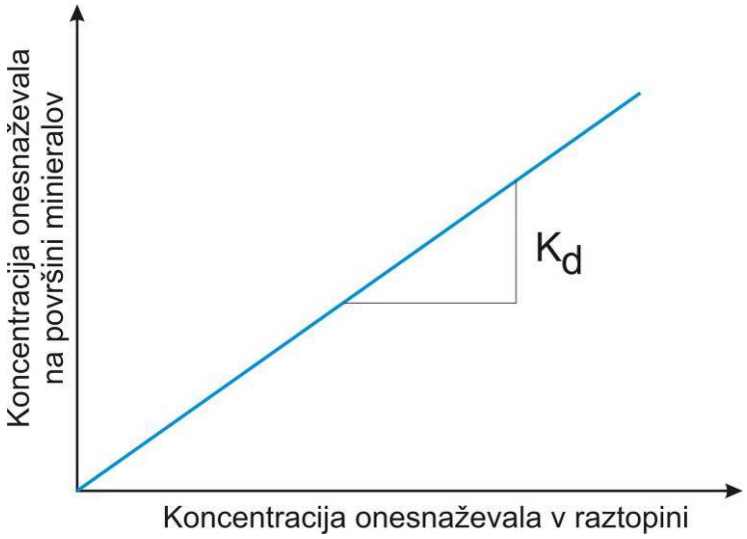
Sorbcija upočasnjuje tok onesnaževala. Govorimo o zadrževanju ali retardaciji. Opredelimo jo kot

$$R = \frac{v_r}{v_c} = 1 + \frac{\rho_b}{n} K_d$$

kjer je:

R – retardacijski ali zadrževalni koeficient,
v_r – realna hitrost toka podzemne vode,
v_c – hitrost premikanja fronte onesnaževala,
ρ_d – prostorninska gostota vodonosnika,
n – poroznost,
K_d – porazdelitveni koeficient.

Tako na primer retardacijski faktor 100 pomeni, da se oblak onesnaževala premika 100 krat počasneje kot sama podzemna voda. Ko pride do sorbcije, vezane snovi ostanejo na mestu sorbcije, dokler se fizikalno kemijski pogoji v vodonosniku ne spremenijo.



Slika 11. Prikaz sorbcijske izoterme

V veliki večini primerov lahko ravnotežno adsorbcijo opredelimo z linearnim razmerjem med adsorbirano koncentracij C_{ad} in koncentracijo te snovi v raztopini C_{aq}

$$K_d = \frac{C_{ad}}{C_{aq}}$$

Diagrame odvisnosti C_{ad} od C_{aq} imenujemo sorbcijske izoterme. Tako zgornja enačba podaja linearno sorbcijsko izotermo, katere prikaz je podan na zgornji sliki (Slika 11). Poleg te izoterme poznamo še številne druge izoterme. Splošna Freundlichova izoterma je definirana kot

$$C_{ad} = K_d C_{aq}^N$$

Linearna izoterma je tako poseben primer Freundlichove izoterme, ko je eksponent N=1. Vendar pa Freundlichova izoterma velja le do neke določene koncentracije C_{ad}. Dejansko je površina, ki je prosta za adsorbcijo, omenjena in končna. Bolj realna je tako Langmuirjeva izoterma:

$$C_{ad} = \frac{\alpha\beta C_{aq}}{1+\alpha C_{aq}}$$

Tako velja Freundlichova izoterma le pri zelo nizkih koncentracijah, pri višjih koncentracijah pa je potrebno uporabiti Langmuirjevo izotermo ali kakšno drugo nelinearno izotermo.

Večina organskih onesnaževal v podzemni vodi je slabo topnih. Tako v vodonosnikih težijo k sorbciji na organski ogljik, ki je sestavni del mineralne faze vodonosnika. Če je f_{oc} delež organskega ogljika v matriksu vodonosnika, potem je porazdelitveni koeficient definiran kot

$$K_d = K_{oc} f_{oc}$$

kjer je K_{oc} porazdelitveni koeficient glede na organsko snov. Vrednost K_{oc} se določa na podlagi eksperimentov. Lahko pa vrednost K_{oc} določimo tudi s pomočjo podatkov o topnosti spojin v oktanolu. Na podlagi tega govorimo o oktanolnem številu K_{ow}. Za onesnaževala, ki so predmet obratovalnega monitoringa na območju odlagališča odlagališča Brstje, so oktanolna števila podana v zgornji tabeli (Tabela 7). Podatek o f_{oc} praviloma izhaja iz terenskih meritev v sedimentu.

Če imamo na razpolago vrednosti K_{oc} za organsko snov, ki smo jo ocenili iz oktanolnega števila K_{ow}, lahko vrednosti porazdelitvenega koeficienta K_d izračunamo s pomočjo regresijskih enačb. Te regresijske enačbe temeljijo na eksperimentalnih podatkih in so podane za posamezne skupine organskih onesnaževal (Fetter, 1999). Enačbe, ki smo jih uporabili pri naših izračunih glede na posamezne spojine, so podane v spodnji tabeli (Tabela 8).

Tabela 8. Prikaz enačb za oceno porazdelitveni koeficient glede na organsko snov K_{oc} (povzeto po Fetter, 1999)

Spojina	**Regresijska enačba**
fenol, stiren, epiklorhidrin, acenaften acenaftilen, antracen, benzo(a)antracen benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(ghi)perilen, benzo(k)fluoranten, dibenzo(a,h)antracen, fenantren, fluoranten, fluoren, indeno(1,2,3-cd)piren, krizen, naftalen, piren	$\log K_{oc} = 1,00 \log K_{ow} - 0,317$
cis-1,2-dikloroeten, diklorometan tetraklorometan, triklorometan, 1,1,1-trikloroetan, 1,1,2-trikloroeten 1,1,2,2-tetrakloroeten, n-dekan	$\log K_{oc} = 0,63 \log K_{ow}$
benzen, toluen, m-ksilen, p-ksilen, o-ksilen, PCB	$\log K_{oc} = 0,904 \log K_{ow} - 0,779$
alaklor, atrazin, dimetenamid, metolaklor prometrin, propazin, simazin, terbutilazin klorotoluron DEET (N,N-dietil-m-toluamid)	$\log K_{oc} = 0,544 \log K_{ow} + 1,377$

Sorbcijske lastnosti sedimentov se ugotavljajo s pomočjo laboratorijskih testov. Za potrebe določitve teh parametrov poznamo več testov. Najbolj pogosti in najlažje izvedljivi so t.i. batch testi, pri katerih v skladu s standardi pripravimo različne mešanice preiskovanih tal – sedimentov in različnih koncentracij analiziranega onesnaževala. Ustreznejši, a zahtevnejši, so kolonski testi, pri katerih opazujemo sorbcijske procese v za to pripravljenih kolonah, kjer sorbcijo opazujemo v pogojih toka onesnaževala skozi sediment – zemljino. V primeru onesnaženja podzemne vode

na območju odlagališča Brstje, morajo biti sorbcijski testi sestavni del ugotavljanja razširjenosti onesnaženja v vodonosniku.

V nadaljevanju podajamo oceno retardacijskih koeficientov za onesnaževala iz zgornje tabele (Tabela 7). Ocene retardacijskih koeficientov izhajajo iz ocenjenih (ekspertna ocena) fizikalnih lastnosti sedimenta na območju odlagališča Brstje.

Prostorninska gostota vodonosnika ρ_d 2,0 g/cm^3.
Poroznost vodonosnika n 0,25.
Vsebnost organskega ogljika f_{oc} 3 %.

Tabela 9. Prikaz oktanolnega števila K_{ow}, porazdelitvenega koeficienta glede na organsko snov K_{oc}, porazdelitvenega koeficienta K_d in retardacijskega koeficienta R za posamezne organske spojine

Spojina	**CAS**	**K_{ow}**	**K_{oc}**	**K_d [l/kg]**	**R**
Fenol	108-95-2	1,46	1,14	0,42	4
Stiren	100-42-5	2,95	2,63	12,89	104
Epiklorhidrin	106-89-8	0,45	0,13	0,04	1
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki (LKHC)					
Cis-1,2-dikloroeten	156-59-2	1,86	1,17	0,45	5
Diklorometan	75-09-2	1,25	0,79	0,18	2
Tetraklorometan	56-23-5	2,83	1,78	1,82	16
Triklorometan	67-66-3	1,97	1,24	0,52	5
1,1,1-Trikloroetan	71-55-6	2,49	1,57	1,11	10
1,1,2-Trikloroeten	79-01-6	2,42	1,52	1,00	9
1,1,2,2-Tetrakloroeten	127-18-4	3,4	2,14	4,16	34
1,2-Dikloroetan	1300-21-6	1,83	1,15	0,43	4
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)					
Benzen	71-43-2	2,13	1,15	0,42	4
Toluen	108-88-3	2,73	1,69	1,47	13
m- Ksilen	108-38-3	3,2	2,11	3,90	32
p- Ksilen	106-42-3	3,15	2,07	3,51	29
o- Ksilen	95-47-6	3,12	2,04	3,30	27
pesticidi					
Alaklor	15972-60-8	3,52	3,29	58,75	471
Atrazin	1912-24-9	2,61	2,80	18,79	151
Dimetenamid	87674-68-8	2,15	2,55	10,56	85
Metolaklor	51218-45-2	3,13	3,08	36,04	289
Prometrin	7287-19-6	3,51	3,29	58,02	465

Spojina	CAS	K_{ow}	K_{oc}	K_d [l/kg]	R
Propazin	139-40-2	2,93	2,97	28,06	225
Simazin	122-34-9	2,18	2,56	10,97	89
Terbutilazin	5915-41-3	3,21	3,12	39,84	320
Klorotoluron	15545-48-9	2,41	2,69	14,63	118
DEET (N,N-dietil-m-toluamid)	134-62-3	2,18	2,56	10,97	89
policiklični aromatski ogljikovodiki (PAO)					
Acenaften	83-32-9	3,92	3,60	120,26	963
Acenaftilen	208-96-8	3,94	3,62	125,93	1008
Antracen	120-12-7	4,45	4,13	407,49	3261
Benzo(a)antracen	56-55-3	5,76	5,44	8319,96	66561
Benzo(a)piren	50-32-8	6,13	5,81	19503,89	156032
Benzo(b)fluoranten	205-99-2	5,78	5,46	8712,07	69698
Benzo(ghi)perilen	191-24-2	6,63	6,31	61676,72	493415
Benzo(k)fluoranten	207-08-9	6,11	5,79	18626,07	149010
Dibenzo(a,h)antracen	53-70-3	6,75	6,43	81305,75	650447
Fenantren	85-01-8	4,46	4,14	416,99	3337
Fluoranten	206-44-0	5,16	4,84	2089,88	16720
Fluoren	86-73-7	4,18	3,86	218,84	1752
Indeno(1,2,3-cd)piren	193-39-5	6,7	6,38	72463,83	579712
Krizen	218-01-9	5,81	5,49	9335,15	74682
Naftalen	91-20-3	3,3	2,98	28,85	232
Piren	129-00-0	4,88	4,56	1096,78	8775
poliklorirani bifenili (PCB)					
PCB 28	7012-37-5	5,62	4,30	600,62	4806
PCB 52	35693-99-3	6,09	4,73	1597,65	12782
PCB 101	37680-73-2	6,8	5,37	7003,60	56030
PCB 138	35065-28-2	7,44	5,95	26538,80	212311
PCB 153	35065-27-1	7,75	6,23	50596,59	404774
PCB 180	35065-29-3	8,27	6,70	149348,63	1194790
Mineralna olja					
n-dekan	124-18-5	5,01	3,16	43,00	345

Podatki o porazdelitvenih koeficientih K_d in koeficientih retardacije R za kovine so podani v spodnji tabeli (Tabela 10). Podatki izvirajo iz literature (Allison & Allison, 2005). Gre za srednje vrednosti koeficienta K_d, iz katerega smo izračunali tudi koeficient retardacije R na podlagi enakih karakterističnih vrednosti kot v primeru organskih spojin.

Tabela 10. Porazdelitveni koeficienti K_d in koeficienti retardacije R za kovine

Kovina	K_d [l/kg]	R
antimon	251	2011
arzen	1585	12680
baker	316	2531
barij	100	801
berilij	158	1269
cink	501	4010
kadmij	501	4010
kobalt	126	1008
kositer	501	4010
krom (3+)	6310	50478
krom (6+)	6	51
molibden	20	161
nikelj	794	6356
selen	200	1597
srebro	398	3186
svinec	5012	40096
talij	3	26
vanadij	50	402
živo srebro	3981	31850

Iz podatkov podanih v zgornjih tabelah izhaja, da imamo opraviti s potencialnimi onesnaževali zelo različne mobilnosti. Nekatera onesnaževala so zelo mobilna, nekatera pa praktično nemobilna. Poznavanje mobilnosti onesnaževal je ključno pri načrtovanju morebitnih interventnih in sanacijskih ukrepov. Tako lahko vzpostavimo naslednjo klasifikacijsko shemo:

Tabela 11. Klasifikacija mobilnosti onesnaževal

Vrsta mobilnosti onesnaževal	Retardacijski koeficient R
Ekstremno mobilna	1 – 2
Zelo mobilna	2 – 10
Mobilna	10 – 100
Srednje mobilna	100 – 1000
Malo mobilna	1000 – 10000
Zelo malo mobilna	10000 – 100000
Nemobilna	> 100000

5.4 Izvor onesnaževal

V primeru preseganja opozorilnih sprememb se v okviru primerjalne analize osnovnih in indikativnih parametrov izvede presoja možnih onesnaževal podzemne vode.

Na podlagi poznavanja odloženih odpadkov, katerih karakterizacija izhaja iz zahtev Uredbe o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. l. RS 32/2006 in kasnejše dopolnitve), se izvede interpretacija, s pomočjo katere se določi možna onesnaževala podzemne vode. Na podlagi te interpretacije se izvede primerjava z onesnaževali, ki so bila ugotovljena v podzemni vodi.

V primeru preseganja opozorilnih sprememb se izvede analiza izcednih voda pred vtokom v zbirni bazen izcednih vod in v zbirnem bazenu padavinskih odpadnih vod. V izcednih vodah se opravi pregled spektra GC-MS v skladu s Preglednico 2 Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 49/2006 in kasnejše dopolnitve) in identificira morebitno pojavljanje onesnaževal. Glede na naravo ugotovljenih spojin se izvede interpretacijo in presojo ali je fizikalno kemijska narava teh spojin takšna, da bi se preko tal lahko infiltrirajo v podzemno vodo. Ta onesnaževala predstavljajo potencialna onesnaževala za podzemno vodo. S ciljanimi analizami se preveri njihovo pojavljanje v podzemni vodi, v nadaljnjih postopkih monitoringa pa se sledi njihovo morebitno pojavljanje.

Na podlagi opravljenih presoj in analiz se določi nov seznam indikativnih parametrov. Ta vsebuje:

- indikativne parametre iz seznama Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode,
- indikativne parametre določene iz interpretacije narave odpadkov,
- indikativne parametre določene na podlagi interpretacije in analize izcednih vod.

5.5 Primerjalna analiza

Pri ugotovljenem preseganju opozorilnih sprememb se poleg vrednotenja posameznih onesnaževal s stališča opozorilnih sprememb izvede tudi kompleksna analiza kemijskega stanja podzemne vode na podlagi vseh razpoložljivih kemijskih analiz. Pri tem se opazuje prostorske in časovne trende posameznih onesnaževal, kakor tudi njihova medsebojna primerjava.

Primerjalna analiza se izdela na podlagi posameznih določitev osnovnih in indikativnih parametrov, kjer vrednosti presegajo detekcijske meje. Primerjava se izvede na podlagi statističnih metod in grafoanalitičnih metod ter prostorskega prikaza podatkov. Pri analizah se uporablja celotna razpoložljiva baza podatkov kemijskega stanja voda, tako površinskih, podzemnih kot tudi izcednih vod.

Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov se izvaja v vseh fazah izvajanja ukrepov. Izvede se jih ob pojavu opozorilnih sprememb in v naslednjih fazah ob pridobivanju novih razširjenih kemijskih analiz, ki se izvajajo za potrebe identifikacije pojava opozorilnih sprememb. Uporaba teh metod je smiselna že pred pojavom morebitnih opozorilnih sprememb. S pomočjo teh diagramov lahko vidimo trende, ki napovedujejo spremembe v kemijskem stanju podzemne vode.

Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov je osnova za oceno razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju.

Statistične analize vsebujejo:

- izračun osnovnih opisnih statistik (razpon, povprečje, standardna devijacija) glede na posamezno opazovalno mesto in glede na posamezne hidrogeološke enote območja (za celotno območje, za gorvodno in za dolvodno območje),
- korelacijski odnosi med posameznimi določitvami osnovnih in indikativnih parametrov, ti odnosi lahko pokažejo na hidrodinamske odnose (vplive zasičenega in nezasičenega območja) ali na procese izluževanja,
- korelacijski odnosi med kemijskim in količinskim stanjem; izvede se primerjavo glede na nivoje podzemne vode in posamezne določitve koncentracij.

Pri primerjalni analizi se izvede:

- primerjavo medsebojnih odnosov med posameznimi določitvami,
- časovnih trendov posameznih določitev.

Interpretacije se razdelijo na:

- interpretacije osnovnih parametrov,
- interpretacije indikativnih parametrov.

Osnovni parametri se uporabijo za karakterizacijo geokemijskega stanja podzemne vode v vodonosnikih in vodonosnih strukturah. Interpretira se jih skupaj s podatki o količinskem stanju podzemne vode. Pri interpretaciji se uporabljajo naslednje grafoanalitične metode:

- časovni diagrami s primerjavami med posameznimi določitvami,

- točkasti diagram s pomočjo katerih se prikaže medsebojne odnose med posameznimi zvrstmi (določitvami),

- multivariatni prikaz podatkov – v geokemiji podzemnih voda se uporablja t.i. Piperjev diagram; diagram je sestavljen iz projekcije dveh trikotnih diagramov, v levem trikotnem diagramu so prikazani osnovni parametri kationov in v desnem diagramu so prikazani osnovni parametri anionov; ta diagram je zelo koristno orodje pri interpretaciji mešanja različnih tipov voda ali pa geokemijskih procesov,

- po potrebi se za prikaz kemijskega stanja podzemne vode uporabijo tudi drugi diagnostični fiagrami (npr. diagrami po D'Amoreju et al ali po Schoellerju).

Prostorski prikaz podatkov se izvede s pomočjo polarnih in interpolacijskih postopkov (npr. linearna interpolacija ali krigiranje).

S pomočjo teh postopkov se izdelajo karte koncentracij. Za prostorski prikaz mora biti na voljo dovolj podatkov, ki so podani v prostoru – na različnih opazovalnih vrtinah. Možnost prikaza podatkov je odvisna od lege morebitnega ugotovljenega onesnaženja v prostoru.

Primerjalna analiza indikativnih in osnovnih parametrov se izvede ob sodelovanju strokovnjaka s področja kemije in strokovnjaka s področja hidrogeologije.

6 Načrt pregleda sistema za odvajanje odlagališčnih vod

V tem podpoglavju obravnavamo zahteve 2. in 3. alineje iz člena 6.a.

6.1 Zakonodajna izhodišča

Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih, Ur. l. RS 61/2011(v nadaljnjem besedilu poglavja Uredba), omenja naslednje kategorije vod:

a) površinske vode,
b) podzemne vode,
c) izcedne vode,
d) odpadne vode,
e) padavinske vode.

Pojem površinske in podzemne vode Uredba uporablja ex uso, oba pojma privzema kot znana in splošno definirana.

Uredba v 2. členu – pomen izrazov eksplicitno definira le izcedne vode:

- izcedne vode so vse tekočine, ki se izcejajo iz odloženih odpadkov ali pronicajo skozi telo odlagališča in se odvajajo ali zadržujejo znotraj telesa odlagališča.

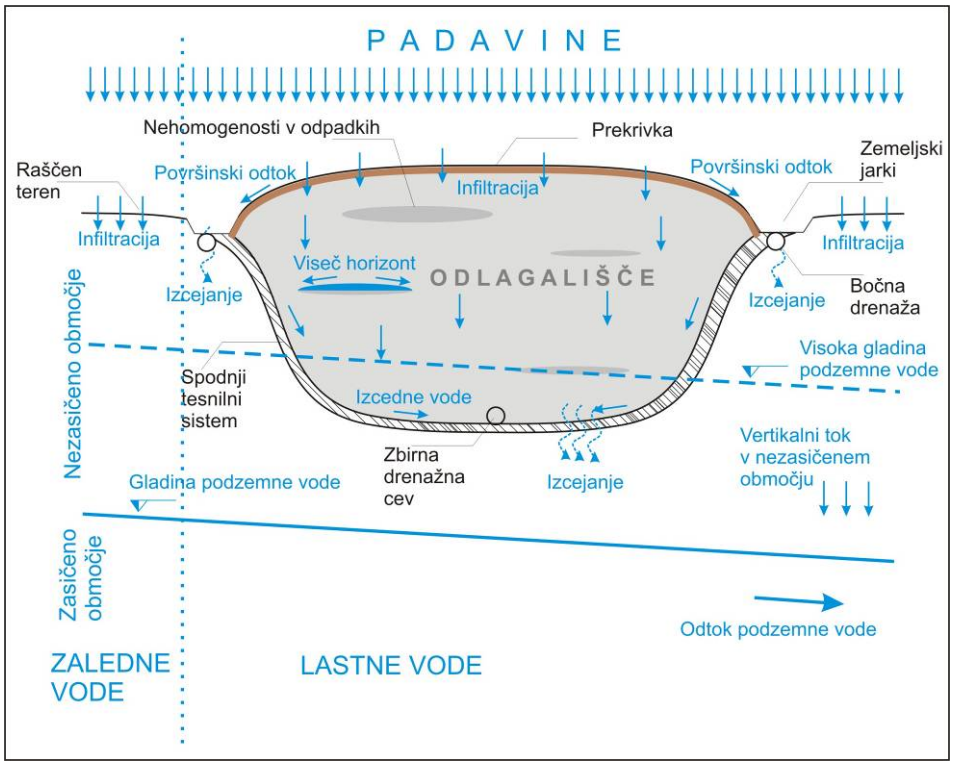
Pojma padavinske vode in odpadne vode sta definirana posredno, preko besedila v posameznih členih.

Odpadne vode so v Uredbi posredno opredeljene kot vode, ki jih lahko opredelimo kot tiste, ki nastanejo v tehnoloških procesih.

Padavinske vode so vode, ki padejo na površje odlagalnega telesa in odtečejo po prekrivki. Glede na naravo svojega odtoka naj bi bile te vode neonesnažene, vendar je na nekaterih mestih govora tudi o onesnaženi padavinski vodi (npr. 57. člen Uredbe).

Na podlagi analize definicij in zahtev Uredbe, ki se nanašajo na različne kategorije vod, lahko ugotovimo, da so definicije nenatančne. Za potrebe načrta pregleda sistema za odvajanje odpadne vode smo oblikovali dopolnjene definicije, ki jih podajamo v naslednjem poglavju. Definicije izhajajo iz konceptualnega modela vodnega kroga odlagališča, ki je prikazan na spodnji sliki (Slika 12).

V okviru tega načrta je potrebno obravnavati tako vode, ki »nastanejo« na območju odlagalnih teles, kot tudi vode, ki po svojem izvoru niso v neposrednem stiku z odlagališčem, pa ga na svoji poti iz gorvodnega območja v dolvodno območje prečkajo in lahko pridejo v stik z vodo, ki je v neposrednem stiku z odloženimi odpadki, z odpadki samimi ali spremljevalnimi objekti.



Slika 12. Konceptualni model vodnega kroga na odlagališču Brstje

6.2 Izhodišča za analizo sistemov za odvajanje padavinske vode

Vode v celotnem vodnem krogu odlagališča opredelimo kot odlagališčne vode.

Glede na interakcijo odlagališča in vod razdelimo odlagališčne vode na tri skupine (Slika 12):

a) lastne vode so vode, ki so posledica padavin na odlagalnem telesu in vode, ki so rezultat metamorfoze odpadkov,
b) zaledne vode so padavinske vode, ki padejo izven območja odlagalnega telesa, vendar zaradi oblikovanosti terena v okolici odlagalnega telesa tečejo proti odlagalnemu telesu,
c) tuje vode so vode, ki prečkajo vplivno območje odlagališča.

Glede na naravo in dinamiko toka vode ločimo vode, ki se pojavljajo in tečejo po površju in vode, ki nastopajo pod površino tal. Ta delitev je splošna in velja za katerokoli območje, tudi na območju odlagališč odpadkov. Na območjih odlagališč tako ločimo odvajanje:

a) površinskih vod – opredelimo jih kot vse vode, ki tečejo po površini,
b) podzemnih vod – opredelimo jih kot vse vode, ki tečejo pod površino tal.

Lastne vode odlagališča se lahko pojavljajo v obliki površinske ali podzemne vode. V primeru prisotnosti kvalitetne prekrivke odpadkov so površinske vode, ki so posledica odtoka padavinske vode, čiste vode. Vse ostale vode so v večji ali manjši meri obremenjene z onesnaženjem. Tam, kjer prekrivka ni izvedena ustrezno, so onesnažene tudi lastne površinske vode.

V primeru prisotnosti poškodb tesnilnih plasti ali njihove odsotnosti v dnu lahko pride do izcejanja izcednih voda direktno proti gladini podzemne vode. Dodaten vpliv na onesnaženje podzemne vode imajo tudi okvare drenažnih sistemov in sistemov za odvajanje površinske vode.

Za učinkovito zagotavljanje tesnjenja in zagotavljanje minimalnih emisij v površinske in podzemne vode sta ključni kvalitetni izvedbi tesnilnih plasti in prekrivke.

Zaradi narave toka voda lahko imamo opraviti z iztokom podzemne vode v površinske vode (proces eksfiltracije) in vtokom površinskih ali padavinskih voda v tla in s tem v podzemne vode (proces infiltracije).

6.2.1 Odvodnja površinske vode - izhodišča

Za površinski težnostni odvod padavinskih voda so namenjeni tlakovani in netlakovani jarki in koritnice. Prečni presek in vzdolžni padec jarkov sta v odvisnosti od pričakovanih količin vode, določenih s hidravličnim računom in na osnovi izbranega kritičnega naliva.

6.2.2 Odvodnja podzemne vode - izhodišča

Kot objekte za odvodnjo podzemne vode opredelimo:

- cevna kanalizacija,
- prepusti,
- jaški,
- drenaže.

Kanalizacija in prepusti so namenjeni globinskemu težnostnemu odvodu voda. Za cevno kanalizacijo in prepuste se najpogosteje uporabljajo okrogli profili iz tipiziranih cevnih

elementov. Prečni presek in vzdolžni padec kanalizacije in prepustov se določita v projektu v odvisnosti od pričakovanih vodnih količin, določenih s hidravličnim računom in izbranim kritičnim nalivom. Ustrezno dimenzioniran kanalizacija prevaja vodo s prosto gladino.

Jaški predstavljajo vkopano konstrukcijo, sestavljena je lahko iz betonskih cevi različnih notranjih premerov in odgovarjajočih višin, položenih na podložni beton. Lahko so popolnoma montažni, narejeni po naročilu, iz umetnega materiala in položeni na peščeno posteljico ali beton. Na odlagališčih so prvenstveno namenjeni dostopu (t.i. revizijski jaški) do drenažnih sistemov ali pa predstavljajo stikališča odvodnje iz več smeri.

Drenaže omogočajo globinsko odvodnjavanje podzemne vode. Prvenstveno so namenjene izboljšanju hidroloških razmer v tleh in s tem izboljšanju geomehanskih lastnosti tal. Po poteku ločimo plitve in globoke drenaže, vzdolžne in prečne drenaže. Drenaže so lahko tudi v obliki vertikalnih drenaž in kolov, izvedenih z uvrtanjem ali vtisnjenjem, zgrajene iz zrn peska, proda, drobljenca ali z drenažnimi trakovi.

6.2.3 Tesnilni sistemi - izhodišča

Tesnilni sistemi so konstrukcije v podlagi odlagališča, s katerimi se izvaja pasivna zaščita tal in podzemne vode pred stalnim onesnaževanjem in izrednimi onesnaženji.

Osnovni elementi talne tesnilne konstrukcije so:

- podlaga,
- tesnilna plast,
- zaščitna plast.

6.2.4 Prekrivka

Pomemben del sistema hidrološkega kroga odlagališča odpadkov je tudi prekrivka. Čeprav je primarno namenjena preprečevanju dostopa do odloženih odpadkov in izhajanju smradu ter metana, omejuje tudi direktno vertikalno infiltracijo padavinske vode. Ločimo začasne in trajne prekrivke. Začasne prekrivke so namenjene zmanjševanju smradu med odlaganjem in preprečevanju raznosa odpadkov s strani živali in vetra, trajne prekrivke se izvedejo po končanem odlaganju odpadkov.

6.3 Pregled obstoječega sistema za odvajanje odlagališčnih vod na območju odlagališča Brstje

Pregled sistema odlagališčnih voda na območju odlagališča Brstje je razdeljen na poglavja:

- opredelitev tipa voda, v katerem podajamo kategorije voda na območju odlagališča Brstje in njihovo pojavljanje v prostoru,
- pregled sistemov za odvajanje lastnih voda,
- pregled sistemov za odvajanje zalednih in tujih voda.

Zelo podroben pregled vseh za interakcijo med vodo in odpadki pomembnih podatkov smo podali v poglavju 2 Danosti odlagališča. Iz tega pregleda vidimo, da je položaj odlagališča Brstje nekoliko drugačen, kot je običajno pri večini odlagališč odpadkov. Večina odlagališč odpadkov se nahaja v nasipu, v primeru odlagališča Brstje pa imamo opraviti z zasuto gramozno jamo. Le v primeru južnega odlagalnega polja je dno zatesnjeno s tesnilnim sistemom. Na celotnem preostalem področju, kjer so se odlagali odpadki pa so bili ti odloženi direktno na dno gramoznice, to je na prodne ali peščene plasti.

Pri obravnavi in pregledu sistema odlagališčnih vod se je potrebno zavedati tudi dejstva, da so vse aktivnosti na odlagališču prenehale leta 2004. Od takrat dalje poteka le monitoring. Razpoložljivi podatki tudi kažejo, da so vsaj od leta 2005, ko izcedne vode naj ne bi bile več prisotne, odvodni sistemi ne delujejo več. Tako se zastavlja vprašanje ali je po osmih in več letih še smiselno izvajati pregled in sanacijo teh sistemov. Terenski pregled kaže, da večina teh sistemov tudi ni več dostopnih.

6.3.1 Opredelitev tipa voda

Glede na interakcijo odlagališča in vod imamo na območju odlagališča Brstje opraviti le z lastnimi in zalednimi vodami. Tujih vod na vplivnem in vplivanem območju odlagališča ni. Tuje vode (reka Drava) na zelo veliki razdalji v dolvodni smeri predstavlja le sprejemnik morebitnih onesnaženj, vendar je dospetje onesnaževal do reke zelo malo verjetno.

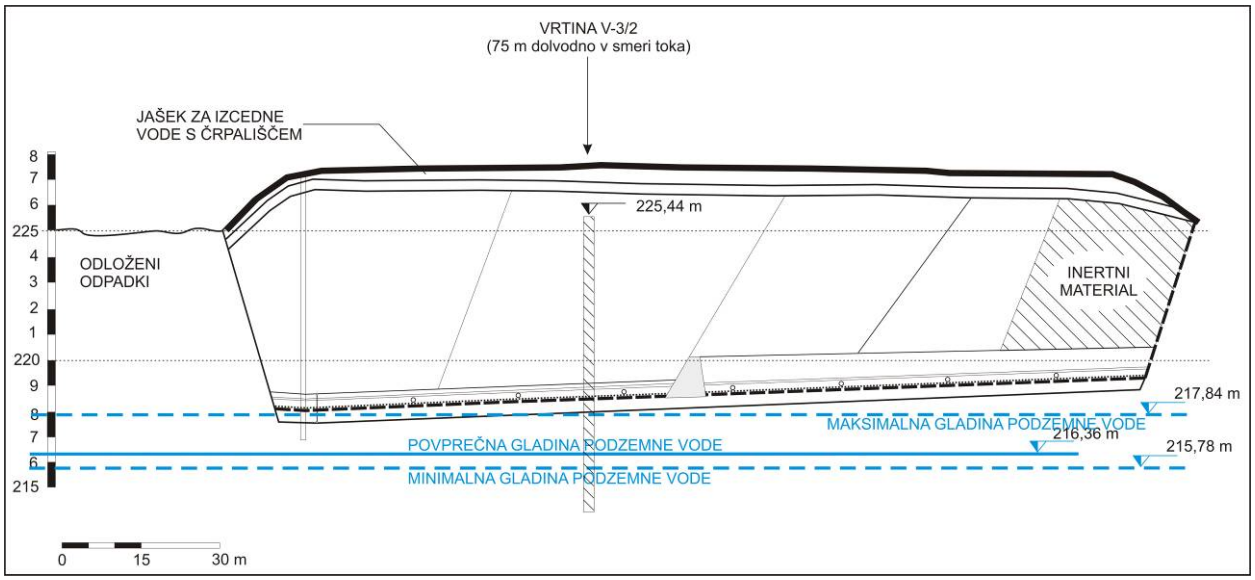
Na območju odlagališča Brstje tudi pravih zalednih vod ni. Zaledne vode predstavljajo le podzemne vode, ki na območje odlagališča dotekajo iz severozahodne smeri.

Na odlagališču Brstje v skladu s konceptualnim modelom, ki smo ga podali zgoraj (Slika 12), kot lastne vode opredelimo podzemne vode pod odlagalnimi telesi in vse vode, ki se precedijo skozi odlagalna telesa.

Pri obravnavi lastnih vod odlagališča Brstje se je potrebno zavedati tudi odnosa med odlagalnimi telesi in podzemnimi vodami. Iz podatkov opazovanja količinskega stanja podzemne vode na območju odlagališča

Brstje izhaja, da je spodnji del odlagalnih teles občasno zalit s podzemno vodo. Shematsko so razmere prikazane na spodnji skici (
Slika 13), kjer je gladina podzemne vode prikazana glede na edino vrtino (vrtina V-3/2) s podatki o nihanju gladine podzemne vode, ki se nahaja v bližini južnega odlagalnega polja. Vrtina je v smeri toka podzemne vode oddaljena 75 m v dolvodni smeri, tako je na območju odlagališča gladina podzemne vode dejansko nekoliko višja. Na podlagi tega lahko tudi domnevamo, da se v bolj severnih delih odlagalnih polj nivoji podzemne vode nahajao višje in zaradi tega je spodnji del odpadkov zalit s podzemno vodo.

Na območju južnega odlagalnega polja je izvedena zaščita dna odlagališča. Pri tem se zastavlja vprašanje, kako na to vpliva dvignjena gladina podzemne vode, katere tlačna višina sega v območje tesnilnega sistema.



Slika 13. Prikaz odnosa med podzemno vodo in južnim odlagalnim telesom glede na vrtino V-3/2

6.3.2 Pregled sistemov za odvajanje odlagališčnih vod

Pregled sistemov za odvajanje odlagališčnih vod je možno izvesti le na območju južnega odlagalnega polja. Zaradi narave tega polja, kjer je v dnu izveden tesnilni sistem, na tem področju ne pričakujemo velikih vplivov. Vplive pričakujemo predvsem na območju starejših odlagalnih polj, vendar pa tam ni sistemov, ki bi jih bilo možno pregledati.

Na podlagi stanja sistemov v naravi se zastavlja vprašanje ali sistemi še delujejo in ali je možno izvesti njihov pregled. V kolikor je pregled izvedljiv, so to naslednji sistemi za odvodnjo odlagališčnih vod:

- jašek za izcedne vode,

- kanalizacija za priklop na javno kanalizacijo,
- drenaže pod obodnimi jarki.

Pregled se izvaja po navedenem vrstnem redu.

Pregled cevnega drenažnega sistema izcednih vod.

Z daljinsko vodenim sistemom za pregled drenaž se najprej izvede pregled jaška za izcedne vode. V kolikor lahko daljinsko voden sistem nadaljuje pot v zbirno drenažo, se pregleda še to. Pregled opravi za to usposobljena strokovna oseba, ki izdela tudi poročilo o pregledu jaška in stanju drenaž. Poročilo poda ugotovitvene sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo drenažnega sistema.

V kolikor so v jašku izcednih vod prisotne izcedne vode, se odvzame vzorec in opravi analize: TOC – skupni organski ogljik, AOX – adsorbljivi organski halogeni, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi in ortofosfati. Na izcedni vodi se opravi tudi GC – MS posnetek, ki se ga primerja s posnetki na podzemnih vodah.

V kolikor se izkaže prisotnost izcednih vod v jaški izcednih vod in v drenažnem sistemu, se izvede tudi pregled kanalizacije do čistilne naprave ter drenažnih cevi pod obodnimi jarki.

Pregled kanalizacijskega sistema. Izvede se ga na enak način, kot se izvaja pregled cevnega sistema za drenažne vode.

Pregled drenažnih cevi pod obodnimi jarki. Izvede se ga na enak način, kot se izvaja pregled cevnega sistema za drenažne vode.

6.4 Vodna bilanca odlagališča

V primeru preseganja opozorilnih sprememb osnovnih in indikativnih parametrov v podzemni vodi je potrebno izdelati podrobno vodno bilanco celotnega območja odlagališča Brstje. Ta analiza služi preverjanju delovanja sistemov za odvajanje vod, kakor tudi predstavlja pomoč pri interpretaciji razširjenosti onesnaževal v prostoru.

Vodna bilanca mora temeljiti na konceptualnem modelu, ki izhaja iz celotnega sistema porazdelitve vod na območju odlagališča Brstje.

V vodni bilanci mora biti natančno podana bilanca naslednjih komponent vodnega kroga na odlagališču:

- bilanca izcednih vod,

- bilanca padavinskih vod,
- bilanca površinskega odtoka,
- bilanca prekrivk,
- bilanca podzemne vode, ki dotega iz gor vodne smeri.

Vodno bilanco je potrebno izvajati v korakih, glede na pridobivanje informacij v fazi aktivnosti za sanacijo vpliva na podzemno vodo.

7 Načrt pregleda stabilnosti objektov

V tem poglavju obravnavamo zahteve 4. alineje iz člena 6.a.

7.1 Izhodišča

Neposredno stabilnost brežin odlagalnih teles in odlagalnih polj odpadkov praviloma ne vpliva na kemijsko in količinsko stanje podzemne vode. Vplivi, ki nastanejo, so lahko posredni. V primeru pojava nestabilnosti lahko pride do preusmeritve tokovnih poti izcednih voda in padavinske vode, ki se infiltrira direktno v odpadke ali skozi prekrivko v odpadke.

Na območju odlagališča Brstje imamo opraviti z zelo specifičnimi stabilnostnimi razmerami, ki izhajajo iz naravnih danosti (lega v nekdanji opuščeni gramoznici). Zaradi heterogenosti in diageneze se odpadki praviloma posedajo. To posedanje je neenakomerno in časovno spremenljivo. Zaradi razlik v velikosti posedkov govorimo o diferencialnih posedkih.

Z izjemo južnega odlagalnega polja so vsa odlagalna polja v nivoju okoliških raščenih tal. Zaradi posedanja in konsolidacije odpadkov vezanih na njihovo metamorfozo lahko v teh predelih pride do nastanka kotanj v kateri se lahko prične nabirati voda.

Na južnem odlagalnem polju je maksimalna višina telesa odlagališča 3,3 m nad koto raščenih tal. Obodne brežine se nahajajo v naklonih od 1:4 do 1:2, vendar te brežine ne presegajo višine 2 m. Nestabilnosti na brežinah ni opaziti (pregled junij 2012). Tudi na južnem odlagalnem polju ni pričakovati problemov, ki bi bili vezani na zdrse brežin, verjetnejše je nastopanje diferencialnih posedkov.

7.2 Pregled območja odlagalnih polj

Pri pregledovanju stabilnosti površin odlagališča ločimo naslednje aktivnosti:

- Vizualni pregled odlagalnega telesa – pregledujemo površino celotnega odlagališča in opazujemo večje spremembe v morfologiji odlagalnega telesa (npr. pojav morebitnih izboklin ali vboklin, zdrsov, usadov). Pri periodičnih pregledih se pojave nanese na situacijo v merilu vsaj 1:500 ali večjem.
- Pregled stanja prekrivke – hiter vizualni pregled, ki pokaže kakšna je integriteta začasne in trajne prekrivke ter rekultivacijske plasti.
- Registracija pojavov površinske erozije – pod pojave erozije štejemo erozijo prekrivke v obliki erozijskih jarkov, razpok, ali drugih morfoloških znakov, ki kažejo na

prisotnost erozije in denudacije prekrivke. Pri periodičnih pregledih se pojave nanese na situacijo v merilu vsaj 1:500 ali večjem.
- Enkrat letno se izvede geodetski posnetek odlagalnega telesa. Določijo se kote nadmorskih višin in s pomočjo tega posnetka se ugotavlja razlike glede na stanje v prejšnjem letu. Na podlagi geodetskih meritev se izdela situacijo v merilu vsaj 1:500 ali večjem. Predlagamo, da se izvede LIDAR posnetek vseh odlagalnih teles.
- Registracijo morebitnih močil izcednih vod na brežinah se izvede s podrobnim kartiranjem in prikazom morebitnih pojavov na situaciji vsaj v merilu 1:500 ali večjem.
- Stanje zarasti prekrivke se preveri s podrobnim kartiranjem. Površino se fotografira in primerja s predhodnim stanjem zarasti.

Na odlagalnih poljih je potrebno v skladu z načeli dobre prakse izvajati meritve posedkov odpadkov. Te naj se izvedejo na neakativnih ali vsaj na začasno neaktivnih površinah s posedalnimi ploščami. Posedki naj se določijo tudi iz primerjave geodetskih meritev v različnih obdobjih.

Pregledovanje je razdeljeno na redne preglede, ki se izvajajo enkrat mesečno in podrobne periodične preglede, ki se izvajajo enkrat letno. Redne preglede se izvede tudi po izjemnih padavinah z intenzivnimi nalivi. Če se med rednimi pregledi ugotovijo večje nepravilnosti, se predčasno izvede podroben periodičen pregled. Poleg posebnih zahtev periodični pregled vsebuje tudi vse segmente rednega pregleda. Postopek pregledov je podan v spodnji tabeli (Tabela 12).

Tabela 12. Postopek pregleda odlagalnih teles odlagališča Brstje

Redni pregled	**Periodični pregled**
vizualni pregled odlagalnega telesa	geodetske meritve površine (izmere kot nadmorskih višin)
	meritve posedkov s posedalnimi ploščami
pregled stanja prekrivke	registracijo morebitnih močil izcednih vod na brežinah
registracija pojavov površinske erozije	stanje zarasti prekrivke

7.3 Sanacijski ukrepi

V primeru ugotovitve nepravilnosti je potrebno izvesti sanacijo. Sanacijske ukrepe razdelimo v dve skupini:

a) ukrepi, ki jih je možno izvesti brez projekta – sem uvrščamo manjše pojave erozije prekrivke, zamašitve pripovršinskih drenaž in odvodnikov površinskih vod; te pojave je možno sanirati s pomočjo strojev in materialov,

b) ukrepi, ki jih je potrebno zasnovati projektno.

Pri sanaciji, ki je zasnovana projektno, načrt sanacijskih ukrepov obsega:

- identifikacijo in obseg poškodb,
- geodetski posnetek stanja,
- tehnične rešitve sanacije poškodb (sanacija usadov, razpok, večjih erozijskih žarišč, posedkov in drugih sprememb na površini odlagališča),
- upoštevanje zakonske regulative in drugih morebitnih ukrepov.

8 Ocena razširjenosti onesnaževal in načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vpliva odlagališča Brstje

V tem poglavju obravnavamo zahteve 5. in 7. alineje iz člena 6.a Pravilnika.

Odlagališče Brstje se nahaja na širšem vodovarstvenem območju črpališč Dravskega in Ptujskega polja, ki je zavarovano z vladno Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Dravsko-Ptujskega polja (Ur. l. RS 59/2007 in dopolnitev 32/2011). V skladu z določili veljavne zakonodaje se odlagališče Brstje uvršča med »naprave, ki lahko povzročijo onesnaženje večjega obsega, v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja«.

Vodovarstveno območje na tem območju Ptujskega polja izhaja iz dejstva, da so bili v zadnjih petnajstih letih na območju Dravskega polja izvedeni številni, tudi do 200 m globoki vodnjaki, katerih napajalno zaledje sega tudi na območje, na katerem se nahaja odlagališče Brstje.

Na podlagi tega je potrebno v skladu s predhodno določenimi izhodišči in v skladu z zahtevami Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenih območij (Ur. l. RS 64/2004 in dopolnitve 5/2006, 58/2011) *izdelati analizo tveganja za onesnaženje podzemne vode* na način, kot to določajo členi od 46. do 52. citiranega pravilnika.

V skladu s predpisano metodologijo se preverja tudi učinkovitost morebitnih sanacijskih ukrepov, ki jih predlaga projektna skupina (glej v nadaljevanju). Zaradi tega je potrebno analizo tveganja izvajati po fazah. Prva faza naj analizira vse razpoložljive podatke; ta faza naj poda vodilo kje in na kakšen način je potrebno izvesti dodatne terenske raziskave in s tem tudi izvedbo morebitnih dodatnih opazovalnih vrtin.

9 Načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vplivov odlagališč s postopkom ocene razširjenosti onesnaževal v prostoru

V tem podpoglavju obravnavamo zahteve 5. in 7. alineje iz člena 6.a. Pravilnika.

Za potrebe morebitne sanacije se vzpostavi projektno skupino, ki izdela strokovne podlage za sanacijo.

Vzpostavitev projektne skupine. Naloga te projektne skupine je opredeliti dejanske značilnosti razširjenosti onesnaženja v dolvodni smeri; opredelitev dejanskih tveganj onesnaženja podzemne vode in podati predloge izvedbe za sanacijo nastalega stanja. Za potrebe izvedbe sanacije v glavni fazi se izdelajo strokovne podlage.

Rezultati dela projektne skupine morajo predstavljati smernice za nadaljnje ukrepe, poleg tega pa mora projektna skupina sanacijske ukrepe usmerjati tudi s stališča časovnega izvajanja del. Podati mora prioritete; katere ukrepe je potrebno izvesti v najkrajšem možnem času in kateri ukrepi se lahko odložijo.

Naloga projektne skupine je tudi opredeliti stroške sanacije in pripraviti načrt investicije.

Projektno skupino morajo sestavljati: lastnik odlagališča, upravljalec odlagališča, gradbeni projektant (pokrivati mora področje zemeljskih in hidrotehničnih del) in pooblaščenec za monitoring onesnaževanja podzemne vode s svojim pooblaščenim hidrogeologom. Po potrebi se v projektno skupino vključi še druge strokovnjake.

Projektna skupina naj se vzpostavi in prične z delom v najkrajšem možnem času. Vzporedno s tem je potrebno pričeti z izvajanjem analize tveganja za onesnaženje podzemne vode v skladu s Pravilnikom o kriterijih za določitev vodovrstvenih območij (Ur. l. RS 64/2004 in dopolnitve 5/2006, 58/2011).

V okviru strokovnih podlag za sanacijo je potrebno izdelati pregled vseh razpoložljivih rezultatov monitoringa podzemne vode in rezultatov drugih monitoringov, ki lahko nakažejo na razmere v vodnem krogu. Izvede se primerjava indikativnih in osnovnih parametrov ter preračuni kemijskega stanja podzemne vode. Opredeli se kemijsko stanje vodonosnih struktur pod odlagališčem in v smeri dolvodno na podlagi osnovnih parametrov, indikativni parametri pa se uporabijo kot kazalci za odlagališče specifičnih onesnaženj. Na podlagi tega se poda oceno razširjenosti onesnaževal v prostoru in oceni tveganja, ki izhajajo iz tega.

Poleg naštetega je potrebno v najkrajšem možnem času pričeti z analizo razširjenosti odpadkov v območju odlagalnega prostora. Na mestih, kjer obstaja dilema ali so odpadki odloženi ali ne, se

naj analizo prisotnosti odpadkov izvede s pomočjo razkopov. Potrebno je določiti tudi dinamiko odlaganja in polnjenja gramoznice. To se lahko izvede s pomočjo starejših orto-foto posnetkov.

Strokovne podlage za sanacijo morajo vsebovati tudi smernice in navodila za izdelavo sanacijskega projekta.

Med izvajanjem sanacije in po njej se izvede monitoring, ki je sestavni del sanacijskega projekta. Obseg in način se določi na podlagi navodil, ki se podajo v strokovnih podlagah za sanacijo. Rezultati tega monitoringa so osnova za ugotavljanje uspešnosti sanacije in morebitnih dopolnitev sanacijskega projekta.

Po končani sanaciji se ponovno vzpostavi redni monitoring podzemne vode. Ta je definiran na podlagi vseh informacij, pridobljenih v času glavne faze ter sanacije in se lahko po svojem obsegu in načinu razlikuje od začetnega rednega monitoringa podzemne vode.

10 Načrt dodatnih opazovalnih vrtin

V tem poglavju obravnavamo zahteve 6. alineje iz člena 6.a.

Dosedanji rezultati obratovalnega monitoringa kažejo, da odlagališče Brstje vpliva na kemijsko stanje podzemne vode. S sanacijskimi ukrepi in ostalimi na to vezanimi aktivnostmi je potrebno začeti v najkrajšem času. Poleg predhodno naštetih ukrepov v ta okvir sodi tudi izvedba dodatnih opazovalnih vrtin.

Vrtine se izvajajo v dveh fazah.

Izvede se nadomestna opazovalna vrtina za vrtino Pokopališče, ker slednja ne omogoča vzorčenja. Nova vrtina (GAP-8) bo namenjena ugotavljanju kemijskega stanja podzemne vode, kot posledica morebitnih vplivov pokopališča, uporabljalo pa se jo bo tudi za meritve količinskega stanja podzemne vode.

Potrebna je tudi izvedba dveh novih dolvodnih vrtin na območju vzhodnega - najstarejšega odlagalnega telesa. Vrtina GAP-9 se izvede vzhodno od roba starega odlagalnega telesa odlagališča. Ta vrtina nadomesti v sistemu obstoječega obratovalnega monitoringa obstoječo vrtino G-2 in je namenjena opazovanju dolvodnih vplivov od odlagališča Brstje.

Vrtino GAP-10 se izvede na južnem robu starega – vzhodnega odlagalnega polja, v bližini nekdanje geomehanske vrtine V-2, ki ne obstoja več. Ta vrtina je namenjena analizi deleža vpliva pokopališča na kemijsko stanje podzemne vode. Izvede se primerjava med kemijskim stanje podzemne vode v vrtini GAP-8 in vrtino GAP-10 in tako loči vpliv odlagališča odpadkov od vpliva pokopališča na kemijsko stanje podzemne vode.

Vse tri vrtine je potrebno izdelati v najkrajšem možnem času. Vrtino GAP-9 se takoj vključi v redni obratovalni monitoring podzemne vode. V vrtinah GAP-8 in GAP-10 se izvede posnetek kemijskega stanja podzemne vode spomladi leta 2013. Na podlagi rezultatov kemijskih analiz se v letnem poročilu o izvajanju programa monitoringa določi morebitno prihodnjo frekvenco vzorčenja v vrtinah GAP-8 in GAP-10. V vrtini GAP-9 se vzorčenje izvaja v skladu z dinamiko, ki je zahtevana za dolvodno opazovalno vrtino.

Približne lokacije vseh treh novih vrtin so podane v spodnji tabeli. Mikrolokacije se določijo na podlagi dejanskega stanja v naravi.

Tabela 13. Predlagane lokacije novih opazovalnih vrtin

Ime vrtine	GKX	GKY
GAP-8	569861	142624,5
GAP-9	570057	142503,5
GAP-10	570252	142472,5

V okviru sanacijskega programa bo verjetno potrebna izvedba še dodatnih vrtin. Izvedba teh vrtin je odvisna od rezultatov izvedbe vrtin v prvi fazi in ostalih sanacijskih ukrepov.

11 Viri in literatura

ARSO, Odločba o zaprtju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje – datum 28.05.2009.

ARSO, Odločba o upravljalcu – datu, 24.07.2012.

Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča - datum 14.03.2012.

Inšpektorat RS za kmetijstvo, gozdarstvo, hrano in okolje; Zapisnik o rednem pregledu – datum 07.08.2012.

Podatki za zapiranje odlagališča Brstje – datum 27.06.2003.

Zapisnik – geodetske meritve – Odlagališče komunalnih odpadkov Brstje – Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj; datum 28.02.2012

Masič, Š., 1993: Geotehnično poročilo o pogojih saniranja in zapiranja komunalne deponije Brstje. G.O.P. d.o.o. (dokument ni dostopen v celoti – manjka del teksta)

Murovec, I., 1994: Ekotehnološka sanacija odlagališča komunalnih odpadkov Brstje Ptuj. Vodnogospodarski biro Maribor (dokument ni dostopen v celoti – manjka grafični del).

Suhadolnik, A., 2004: Zaprtje odlagališča komunalnih odpadkov v Brstju – projekt izvedenih del. Vodnogospodarsko podjetje Drava Ptuj (dokument ni dostopen v celoti – manjka grafični del).

Supovec, I. & Vižintin, G., 2004: Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave programa monitoringa podzemnih vod na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje – občina Ptuj. HGM d.o.o.

Žlebnik, L. 1991: Hidrogeološke razmere na Ptujskem polju. Geologija 34, 337-352.

Splošna znanstvena in strokovna literatura:

Allison, J.D & Allison T.L, 2005: Partition coefficients for metals in surface water, soil, and waste. U.S. Environmental Protection Agency.

Bear, J., 1972: Dynamics of fludis in porous media. McGraw Hill Books.

Fetter, J., 1999: Contaminat hydrogeology. Prentice Hall.