NACIONALNI LABORATORIJ ZA
ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO

CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE



# PREDLOG PROGRAMA OBRATOVALNEGA MONITORINGA STANJA PODZEMNE VODE ZA ODLAGALIŠČE NENEVARNIH ODPADKOV BRSTJE

Maribor, april 2023

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

**Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, **T:** (02) 45 00 260, **E:** info@nlzoh.si
**Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano,** Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
**ID za DDV:** SI19651295, **TRR:** SI5601100-6000043285, **BIC:** BSLJSI2X, Banka Slovenije

ISO 9001 Q-229

Družini prijazno podjetje

| | |
|---|---|
| Naslov: | Predlog programa obratovalnega monitoringa podzemnih voda za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje |
| Izvajalec: | Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE<br>ODDELEK ZA PODZEMNE IN POVRŠINSKE VODE, ODPADKE IN TLA<br>Enota za obratovalni monitoring podzemne in površinske vode na odlagališčih in degradiranih območjih<br>Prvomajska 1, 2000 MARIBOR |
| Naročnik: | Javne službe Ptuj d.o.o.<br>Ulica heroja Lacka 3<br>2250 PTUJ |
| Številka poročila: | 2820-07/906-23 / 1 |
| Delovni nalog: | Naročilnica št. NN22+02776 z dne 12.09.2022 |
| Številka pooblastila: | MOP ARSO št. 35435-13/2021-13 z dne 8.10.2021 |
| Obseg pooblastila: | izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode |
| Izvajalci naloge: | |
| Nosilec (kemijski del): | Hermina Ivanuša-Šket, univ.dipl.inž.kem.tehnol. HERMINA IVANUŠA ŠKET Digitalno podpisal HERMINA IVANUŠA ŠKET Datum: 2023.04.24 12:21:45 +02'00' |
| Sodelavci: | Vesna Primožič, inž.vok.<br>Rok Špindler, mag.inž.kem.teh. |
| Podizvajalec: | Naravoslovnotehniška fakulteta Univerza Ljubljana |
| Nosilec (hidrogeološki del): | prof. dr. Mihael Brenčič, univ.dipl.inž.geol. |
| Sodelavki: | asist. Ines Vidmar, mag.inž.geol.<br>asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. |
| Maribor, | 24.04.2023 |

# K A Z A L O

Stran

**UVOD** ..... 4

**1. OPIS NAPRAVE, TEHNOLOŠKEGA PROCESA IN OPREDELITEV PREDVIDENIH VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL** ..... 5

**2. OPIS ZNAČILNOSTI OBMOČJA** ..... 8

**2.1 Opis geoloških značilnosti** ..... 8

**2.2 Opis hidrogeoloških razmer** ..... 9

**2.3 Opis geomorfoloških in hidroloških značilnosti** ..... 17

**2.4 Opis obstoječih in predvidenih obremenitev na območju naprave in njenem vplivnem območju** ..... 20

**2.5 Prikaz varovanih in zavarovanih območij** ..... 25

**2.6 Hidrogeološki konceptualni model in predlog ciljne hidrogeološke cone** ..... 27

**3. PREDLOG LOKACIJ MERILNIH MEST IN MEST VZORČENJA** ..... 31

**3.1 Objekti za monitoring** ..... 31

**3.2 Obstoječi objekti za monitoring** ..... 32

**3.3 Zasnova monitoringa podzemnih vod** ..... 42

**3.4 Načrt preizkušanja ustreznosti mreže opazovalnih objektov** ..... 43

**4. POSNETEK NIČELNEGA STANJA** ..... 45

**4.1 Vzorčenje in meritve terenskih parametrov** ..... 45

**4.2 Nabor parametrov za posnetek ničelnega stanja** ..... 47

**5. PREDLOG PARAMETROV** ..... 50

**5.1 Določitev osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa** ..... 50

**5.2 Navodila za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode** ..... 59

**5.3 Pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov** ..... 60

**5.4 Vrednotenje analiz in vpliva ter določitev opozorilne spremembe osnovnih in indikativnih parametrov** ..... 60

**5.5 Poročilo o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode** ..... 66

**5.6 Povzetek programa z navodili za izvajanje** ..... 68

**6. GRAFIČNE PRILOGE** ..... 70

**7. VIRI** ..... 72

# UVOD

Za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje je Zavod za zdravstveno varstvo Maribor izdelal »Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za zaprto odlagališča Brstje«, št. 110-11/5217-12/4, z dne 20.12.2012 z vključenim Programom ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode, Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje, št. 110-11/5217-12/5, z dne 20.12.2012. Dokumenta s strani MOP – ARSO nista bila potrjena.

V juliju 2022 so Javne službe Ptuj d.o.o prejele dopis MOP »Poziv k predložitvi dokazov«, št. 35455-2/2022-2550-5 z dne 1.7.2022 (v nadaljevanju Poziv), v katerem naslovni organ poziva, da je potrebno predložiti Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode, ki vključuje tudi Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode ter se pri tem upošteva dejansko stanje.

Ta dokument je Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje (v nadaljevanju Program monitoringa), ki smo ga izdelali skladno s Pravilnikom o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 13/21 in 44/22 – ZVO-2), v nadaljevanju besedila Pravilnik za podzemne vode in Uredbo o odlagališčih odpadkov, (Ur.l. RS, št. 10/14, 54/15, 36/16, 37/18, 13/21 in 44/22 – ZVO-2), v nadaljevanju Uredba o odlagališčih odpadkov.

V decembru leta 2012 je bil izdelan dokument Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode - Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje (evidenčna oznaka 110-11/5217-12/5, v nadaljevanju Program ukrepov). Od leta 2012, ko je bil citirani dokument izdelan, je odlagališče zaprto. Odlagalno telo na zaprtem odlagališču Brstje je nespremenjeno od obdobja izdelave Programa ukrepov. Upravljalec odlagališča je izvajal le redno vzdrževanje s košenjem trave in čiščenjem ostale zarasti. Zaradi tega ostaja Program ukrepov enak, kot je bil že izdelan leta 2012 in ga prilagamo v prilogi. V pozivu v 3.točki ministrstvo poziva, da se Program ukrepov novelira in se vanj vključijo vrtine GAP-8, GAP-9 in GAP-10 in se upošteva dejansko stanje. Omenjene vrtine so bile izdelane v sklopu izvedbe Programa ukrepov. S tem je bil realiziran del zahtev iz Programa ukrepov. Ta se v ničemer ne spreminja, potrebno pa je nadaljevati z naslednjim predvidenim korakom, to je Oceno širjenja onesnaževal.

# 1. OPIS NAPRAVE, TEHNOLOŠKEGA PROCESA IN OPREDELITEV PREDVIDENIH VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL

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.

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, nato 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.

Dejansko območje odlagališča predstavlja celotna stara in opuščena gramoznica Brstje. Prostor se je zapolnjeval v več fazah in podfazah, ki so se med seboj razlikovale po načinu odlaganja in načinu zaščite pred negativnimi vplivi na okolje. Natančna geometrija in površina odloženih odpadkov ni znana, prav tako tudi nista natančno znana volumen in masa odloženih odpadkov. Iz analize površin in razpoložljive dokumentacije izhaja, da so bili odpadki v celotnem obdobju odlaganja odloženi na površini 6,30 ha. Natančno lahko potek odlaganja odpadkov na območju odlagališča Brstje rekonstruiramo le za najmlajši del odlagališča. Poizkus rekonstrukcije odlaganja na ostalih starejših odlagalnih poljih je podan v dokumentu: *Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode - Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje* – december 2012 (v nadaljevanju program ukrepov). V tem dokumentu je podan tudi obsežnejši pregled ostalih danosti odlagališča.

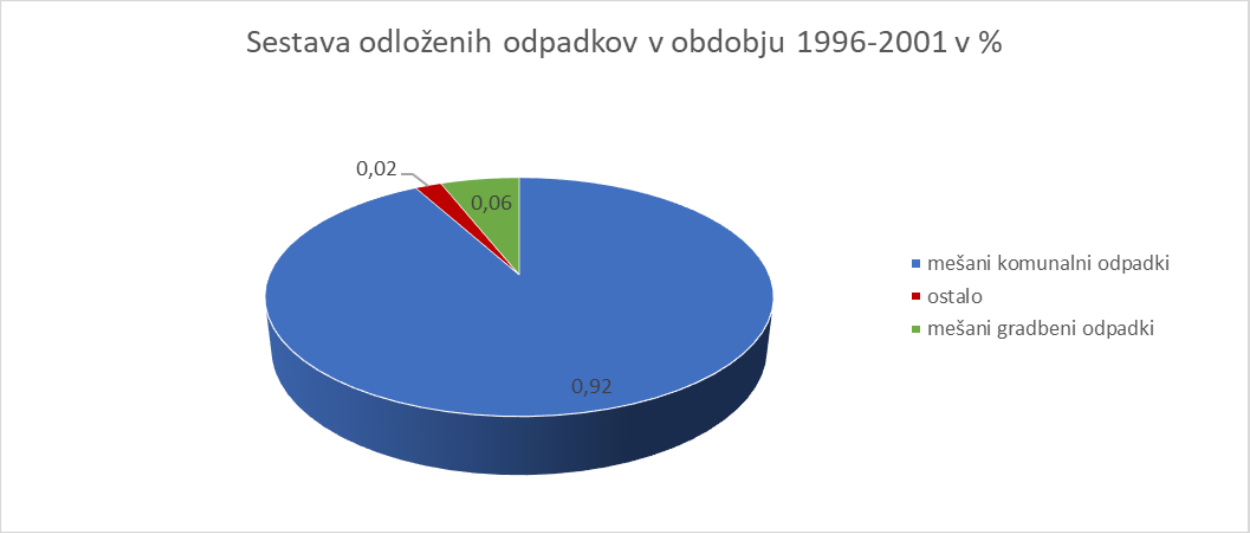
Najmlajši del odlagališča, na katerem je potekalo odlaganje v obdobju od 1996 do 2001, je skrajno južno odlagalno polje, katerega površina obsega 1,70 ha. To polje je razdeljeno na severno krilo s površino 0,92 ha in na južno krilo s površino 0,78 ha. Podatki o odloženih količinah odpadkov so na voljo le za to odlagalno polje, o količini odpadkov na ostalih poljih lahko le sklepamo in podamo le približno oceno. Na najmlajšem odlagalnem polju je bilo odloženih skupaj 66.818 t odpadkov.

Starejša odlagalna polja niso tesnjena. En del je nasajen z topolovimi gozdovi. Južno odlagalno polje je tesnjeno s PEHD folijo, na vrh katere je bil položen geotekstil in drenažna plat.

Zaradi vrste odloženih odpadkov na odlagališču Brstje je predvidena prisotnost onesnaževal, ki imajo svoj izvor v odpadkih iz gospodinjstev, industrije, kmetijstva in storitvenih dejavnostih. Na odlagališču nenevarnih odpadkov Brstje se je odlaganje začelo v sedemdesetih letih 20.stoletja, z odlaganjem pa se je zaključilo v

letu 2001. Glede na to, da gre pri odlagališču Brstje za odlagališče, ki je začelo obratovati že pred tem, ko je bil v Slovenijo v pravni red prenesen predpis, ki je urejal odlaganje odpadkov na odlagališčih (Pravilnik o odlaganju odpadkov na odlagališčih je bil sprejet v letu 2000) in glede na dejstvo, da večinski del odlagališča ni tesnjen (tesnjen je le južni del), lahko pričakujemo, da bo spekter onesnaževal, ki se lahko iz odpadkov izlužijo, širok. Zato smo za obratovalni monitoring v nadaljevanju predvideli celoten nabor indikativnih parametrov iz preglednice 1 priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov.

Dinamika odlaganja in sprejemanja odpadkov na odlagališču je glede na skope razpoložljive podatke podana v Programu ukrepov in predstavljena v spodnjih diagramih. V diagramu so podani le tisti odpadki, za katere smo od upravljalca dobili podatke o dobili deležu v sestavi.




**Slika 1a**: Sestava odloženih odpadkov v obdobju 1996-2001




**Slika 1b:** Količina odloženih odpadkov v obdobju 1996-2001

Na odlagališču je urejeno odplinjevanje in zbiranje ter odvajanje izcednih in padavinskih vod:

- **zajemanje in odvajanje odlagališčnih plinov**: na odlagališču je urejeno zajemanje, ni pa urejeno odvajanje odlagališčnih plinov.

- **zajemanje in odvajanje izcednih vod**: izcedne vode se v južnem polju odlagališča zbirajo preko drenažnega sistema, lociranega na dnu odlagališča, ki je priklopljen na kanalizacijo sistema CČN Ptuj. Iz prve alineje tretjega odstavka 2 člena Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08 in 44/22 – ZVO-2) sledi, da obratovalnega monitoringa izcedne vode na odlagališču Brstje ni potrebno izvajati.

- **zajemanje in odvajanje padavinskih vod**: padavinske vode se preko prekrivnega sloja vodijo v obrobni ponikovalni jarek. Padavinske vode se zajemajo v jarku, ki je speljan okoli vznožja zaprtega odlagališča.

- **zajemanje in odvajanje zalednih vod:** na odlagališču ni zalednih vod.

# 2. OPIS ZNAČILNOSTI OBMOČJA

## 2.1 Opis geoloških značilnosti

Geološke razmere na obravnavanem območju so interpretirane na podlagi terenskega kartiranja in analize arhivskega gradiva. Geološke razmere so prikazane na geoloških profilih in hidrogeološki karti v prilogah 1.4, 1.7. in 1.8.

V vplivnem območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje se nahajajo kvartarne in pliocenske plasti. 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.

***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.

***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.

***Umetna nasutja***

Na obravnavanem območju imamo tudi opraviti s številnimi umetnimi nasutji in lokalnimi premiki mas, kar je posledica izkopavanja v gramoznici v preteklosti ter ureditve odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje. Lastnosti teh sedimentov so zelo heterogene in lokalno zelo spremenljive.

***Tektonika***

Na podlagi opredelitve, ki je podana na Osnovni geološki karti list Maribor Leibniz, širše območje odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje v tektonskem smislu uvrstimo v tektonsko enoto pliokvartarne depresije z imenom Mariborska Ptujska depresija. To območje pripada geotektonski enoti Panonskega bazena, ki se razteza še severno in severovzhodno od obravnavane lokacije dalje.

Glede na bazo aktivnih prelomov v Sloveniji na južnem robu Dravskega polja, ki usmerja tudi tok reke Drave južno od območja odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje, potekajo segmenti Haloškega preloma, še nekoliko bolj proti jugu pa poteka Donački prelom. Severovzhodno od območja poteka Ljutomerski prelom, vsi od naštetih pa imajo prečno Dinarsko smer (smer NE - SW).

## 2.2 Opis hidrogeoloških razmer

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 tudi podatke pridobljene na podlagi vseh do sedaj izvedenih hidrogeoloških del. V nadaljevanju podajamo hidrogeološko karakterizacijo ožjega območja nenevarnih odpadkov Brstje in posameznih litoloških enot, ki so prikazane tudi na profilih v prilogah 1.7 in 1.8.

### 2.2.1 Pojavi podzemne vode

Hidrogeološke razmere so v veliki meri odvisne od litoloških razmer na območju. Območje odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje opredelimo kot zelo dobro prepustno.

Odlagališče se nahaja na območju pretežno prodnatih do peščenih sedimentov, v katerih je prisoten tok podzemne vode. 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.

Hidrogeološke razmere na območju interpretiramo z odprtim medzrnskim dobro prepustnim vodonosnikom

kvartarne starosti, ki se nahaja v zgornjem delu geološkega profila, pod njim pa so starejše zelo slabo prepustne plasti, ki predstavljajo hidrogeološko bariero ali spodnjo slabše prepustno mejo. Po interpretaciji v skladu s Pravilnikom o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18) gre za vodonosnik opredeljen kot »Prodnopeščeni zasip Drave – Aluvialni vodonosnik« (glej nadaljevanje v podpoglavju 2.2.2 Vodno telo). Smer vode v vodonosniku je od severozahoda proti jugovzhodu.

Iz razpoložljivih podatkov meritev nivojev v vrtinah lahko zaključimo, da nastopa povprečna gladina podzemne vode na koti od 217,19-217,28 m n.v. v vrtinah GAP-8/13 in Pokopališče na severnem delu območja do 216,06 m n.v. v vrtini GAP-10/13 na vzhodu območja in 216,59 m n.v. v vrtini V-3/2 na jugu območja. Glede na morfologijo terena in pozicijo opazovalnih vrtin se podzemna voda z upoštevanjem prej navedenih povprečnih gladin nahaja na globini okoli 9 m pod površjem.

### 2.2.2 Vodno telo

V skladu s Pravilnikom o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18) se območje odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje nahaja na območju vodnega telesa podzemne vode Dravska kotlina (št. 3012). Vodno telo podzemne vode Dravska kotlina se nahaja na območju povodja Donave.

Na območju vodnega telesa se nahajajo trije vodonosniki; prvi je opredeljen kot »Prodnopeščeni zasip Drave – Aluvialni vodonosnik«, drugi kot »Vodonosniki v terciarnih sedimentih« in tretji kot »Termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi«. S stališča obravnave vplivov odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje na podzemne vode je relevanten le zgornji vodonosnik, ki je opredeljen po predhodno citiranem pravilniku. Po IAH klasifikaciji se prvi vodonosnik uvršča v kategorijo »Medzrnski – Obširni in srednje do visoko izdatni vodonosniki« in je hidrodinamsko odprt vodonosnik.

Debelina nezasičenega območja je po citiranem pravilniku ocenjena za prvi vodonosnik na 12 m, navpična prepustnost na $6{,}8 \times 10^{-4}$ m/s in horizontalna prepustnost na $5 \times 10^{-3}$ m/s. Tudi to so ocene, ki veljajo le v regionalnem merilu, kakor izhaja iz nadaljevanja, je območje odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje hidrogeološko podrobneje opredeljeno.

### 2.2.3 Vodonosne strukture

Na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje imamo opravka z zveznim horizontom podzemne vode. Na podlagi hidrogeoloških analiz in interpretacij izhaja, da je opredeljen kot odprt, to je takšen, v katerem gladina podzemne vode niha prosto. Predstavlja ga dobro prepusten vodonosnik kvartarne starosti, ki se nahaja v zgornjem delu geološkega profila, starejše zelo slabo prepustne plasti pod njim pa s stališča

zgornjega kvartarnega vodonosnika predstavljajo hidrogeološko bariero ali spodnjo slabše prepustno mejo. V zelo omejeni obliki znotraj dobro prepustnega vodonosnika lahko zasledimo leče meljev in glin, ki ustvarjajo občasne viseče horizonte podzemne vode.

Na podlagi črpalnih poizkusov v vrtinah GAP-7, GAP-8/13, GAP-10/13 in GAP-11/22 je bil določen povprečni koeficient prepustnosti, ki znaša $8{,}61 \times 10^{-4}$ m/s.

### 2.2.4 Hidrogeološke lastnosti kamnin in sedimentov

Na območju odlagališča Brstje lahko 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.

#### *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 ocenjene prepustnosti gibljejo na intervalu od $5 \times 10^{-4}$ m/s do $5 \times 10^{-3}$ m/s. Na območju gramoznice Gajke je bil pred izgradnjo odlagalnih polj za potrebe CERO določen koeficient prepustnosti $1{,}4 \times 10^{-3}$ m/s. Na podlagi črpalnih poizkusov v vrtinah GAP-7, GAP-8/13, GAP-10/13 in GAP-11/22 pa je bil določen povprečni koeficient prepustnosti, ki znaša $8{,}61 \times 10^{-4}$ 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 1,0 do 3,0 m/dan. Amplitudo nihanja podzemne vode je moč oceniti iz podatkov nivojev podzemne vode v opazovalnih vodnjakih Agencije RS za okolje (ARSO, 2023) in v vrtinah, ki so bile vključene v obratovalni monitoring. V celotnem opazovanem obdobju se amplitude nihanja gladine podzemne vode nahajajo na intervalu od 1,14 do 4,22 m. V vrtini ARSO Ptuj (0721) je bil razpon nihanja med obdobjem 1982-2020 1,14 m, v vrtini Dornava (Do-2/09) med leti 2011-2020 3,20 m, v vrtini Dornava (0370) pa med leti 1981-2012 2,37 m. V vrtinah, ki so bile vključene v

obratovalni monitoring, je bil razpon nihanja v celotnem opazovalnem obdobju do vključno leta 2022 od 2,71-4,22 m s povprečjem 3,06 m.

Zaradi nepravilne predkvartarne podlage se spreminja debelina omočenega in neomočenega dela vodonosnika. V širšem območju odlagališča Brstje se neomočeni del vodonosnika nahaja na intervalu med 4 in 9 m, debelina omočenega sloja (v primeru raščenega terena) pa na intervalu od 2 do 4 m.

Na podlagi tega lahko ocenimo predvodnost ali transmisivnost vodonosnika na interval od $10^{-3}$ $m^2/s$ do $2x10^{-2}$ $m^2/s$. Z neposrednimi meritvamni poroznosti na območju vodonosnika v Brstju ne razpolagamo. Učinkovito poroznost vodonosnika ocenjujemo na interval od 0,2 do 0,4 s srednjo vrednostjo 0,3.

***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 meljastih plasti je ocenjena na $10^{-9}$ m/s. Prepustnost zbitih peskov je ocenjena na $10^{-7}$ m/s. Transmisivnosti prve plasti tako ocenjujemo na velikostni red $10^{-7}$ $m^2/s$ in druge na $10^{-6}$ $m^2/s$. Tudi v teh plasteh ne razpolagamo z meritvami poroznosti. Glede na naravo sedimentov učinkovito poroznost ocenjujemo na interval od 0,1 do 0,3 s srednjo vrednostjo 0,2.

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.

### 2.2.5 Opazovanja nivojev in smeri toka podzemne vode

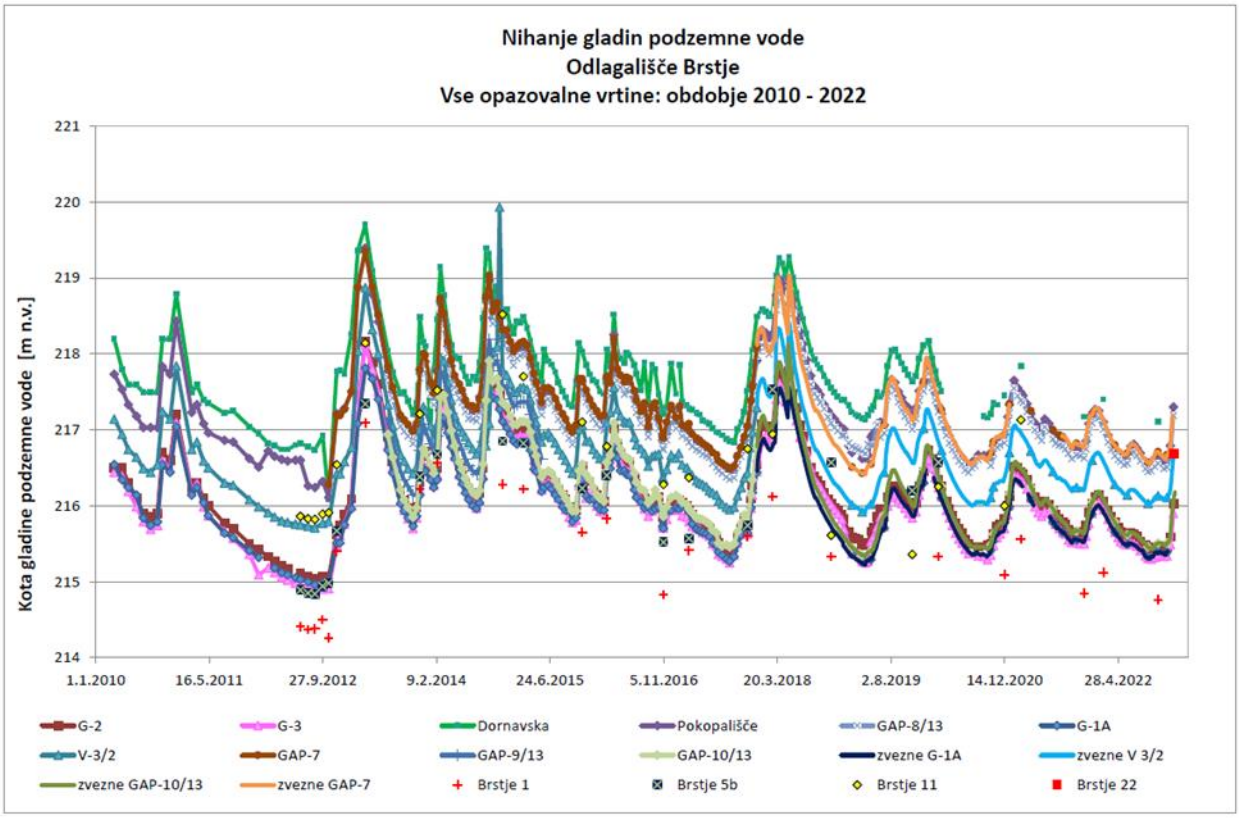
Za potrebe monitoringa kemijskega in količinskega stanja podzemne vode je bilo na območju odlagališča Brstje v preteklosti izvedenih več opazovalnih vrtin. Danes na območju odlagališča deluje 8 vrtin, ki so bile izdelane v letih 1993-2022, ostali opazovalni objekti pa so kopani vaški vodnjaki. Meritve količinskega stanja podzemne vode so se do sedaj izvajale na skupno 11 opazovalnih objektih, od tega na vseh 8 opazovalnih vrtinah: V-3/2, GAP-7, GAP-10/13, GAP-8/13, G-2, G-1a, G-3, Pokopališče ter na 3 vodnjakih: Dornavska, Brstje 1 ter Brstje 22. V preteklosti (do leta 2021) se je za meritve količinskega stanja uporabljalo tudi vodnjaka Brstje 5b in Brstje 11. Vodnjaka sta postala nedostopna, ker se nahajata na privatnem zemljišču. Na območju se je zato v letu 2022 za ta namen poiskal drug vodnjak in sicer Brstje 22, na katerem je izvajanje meritev mogoče. Meritve kemijskega stanja podzemne vode so se do sedaj izvajale na treh (3) opazovalnih vrtinah: V-3/2, GAP-7, GAP-10/13. V letu 2022 je bila izdelana nova opazovalna vrtina GAP-11/22, ki bo nadomestila opazovalno vrtino V-3/2.

Meritve gladin podzemne vode na območju odlagališča Brstje se izvajajo z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi (vrtine G-1a, V-3/2, GAP-7, GAP-10/13) in ročno z merilcem gladin podzemne vode v intervalu približno enkrat na 14 dni (G-2, G-3, GAP-8/13, Pokopališče) oziroma dvakrat na leto (Dornavska, Brstje 1, Brstje 22). Z meritvami v nizu, ki ga analiziramo, se je v šestih objektih začelo v letu 2010 (V-3/2, Dornavska, G-2, G-1a, G-3, Pokopališče), v štirih v letu 2012 (GAP-7, Brstje 1, Brstje 5b, Brstje 11), v dveh v letu 2013 (GAP-10/13, GAP-8/13) in v enem v letu 2022 (Brstje 22). Prikazani niz se konča konec leta 2022.

V programu monitoringa so torej zajete in obravnavane meritve do konca leta 2022. Nihanje gladin podzemne vode za opazovalno obdobje 2010-2022 je prikazano na sliki 2.

Največji razpon v nihanju gladine podzemne vode skozi celotno opazovalno obdobje je zabeležen v vrtini V-3/2 in znaša 4,22 m. Na opazovalni vrtini V-3/2 je bila izmerjena tudi najvišja kota gladine podzemne vode, ki znaša 219,93 m n.v. V vseh ostalih vrtinah se nihanje gladine podzemne vode giblje od 2,53 m do 3,61 m. Iz interpretacije posameznih meritev gladin podzemne vode in iz njihove medsebojne primerjave izhaja, da Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje leži na dobro prepustnih prodno peščeno meljastih sedimentih, znotraj katerega se nahajajo leče gline in melja z omejenim raztezanjem. S hidrodinamskega vidika je vodonosnik, na katerem leži odlagališče, opredeljen kot dobro prepusten odprt vodonosnik, v katerem gladina podzemne vode reagira v odvisnosti od padavin.

Nihanje gladine podzemne vode smo ponazorili tudi z osnovnimi opisnimi statistikami nihanja gladin podzemne vode v posameznih opazovalnih vrtinah, ki so podane v tabeli 1.




**Slika 2:** Nihanje gladin podzemne vode na vplivnem območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje – opazovalno obdobje od 2010 do 2022

**Tabela 1:** Opisne statistike nihanja gladin podzemne vode na opazovalnih vrtinah na vplivnem območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje za obdobje od leta 2010 do leta 2022

| | **Opazovalna vrtina** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **G-1a** | **G-2** | **G-3** | **V-3/2** | **GAP-7** | **GAP-8/13** | **GAP-10/13** |
| Minimum | 214,91 | 215,04 | 214,90 | 215,71 | 216,28 | 216,35 | 215,33 |
| Maksimum | 217,76 | 218,16 | 218,12 | 219,93 | 219,35 | 218,88 | 218,13 |
| Razpon | 2,85 | 3,12 | 3,22 | 4,22 | 3,07 | 2,53 | 2,80 |
| Povprečje | 215,89 | 216,18 | 216,05 | 216,59 | 217,14 | 217,19 | 216,06 |
| Obdobje, število | 2010-2022: 6860 | 2010-2022: 258 | 2010-2022: 260 | 2010-2022: 7491 | 2012-2022: 6501 | 2013-2022: 224 | 2013-2022: 7455 |
| | **Pokopališče** | **Dornavska** | **Brstje 1** | **Brstje 5B** | **Brstje 11** | **Brstje 22** | |
| Minimum | 216,11 | 216,09 | 214,26 | 214,84 | 215,36 | 216,69 | |
| Maksimum | 219,39 | 219,70 | 217,09 | 217,53 | 218,52 | 216,69 | |
| Razpon | 3,28 | 3,61 | 2,83 | 2,69 | 3,16 | | |
| Povprečje | 217,28 | 217,76 | 215,38 | 216,03 | 216,61 | 216,69 | |
| Obdobje, število | 2010-2022: 262 | 2010-2022: 205 | 2012-2022: 24 | 2012-2022: 20 | 2012-2022: 22 | 2022: 1 | |

Podzemna voda je prostorski pojav, katerega zgornjo površino lahko opišemo s ploskvijo, ki se razteza v prostoru. Nagnjenost te ploskve kaže na smer toka podzemne vode ter posredno tudi na to, s kakšno prepustnostjo in napajanjem imamo opraviti. Nepravilnosti v poteku ploskve kažejo na heterogenosti v vodonosniku.

Na podlagi izvedenih meritev nivojev podzemne vode lahko podamo karto gladin podzemne vode. V prilogi 1.5 in 1.6 sta prikazani karti gladin podzemne vode, ki sta bili izrisani na podlagi meritev gladine podzemne vode za nizko (21.10.2022) in visoko (22.2.2022) stanje. Karti podajata lego ploskve gladine podzemne vode v prostoru in predstavljata interpretacijo hidrogeoloških razmer v prostoru. Smer toka podzemne vode je vezana na smer regionalnega toka podzemne vode, ki je značilna za celotno Ptujsko polje. Generalna smer toka podzemne vode je od severozahoda proti jugovzhodu.

### 2.2.6 Hitrost in količina toka podzemne vode

Realno hitrost toka podzemne vode ocenimo po enačbi:

$$v_{real} = \frac{K \times i}{n_e}$$ kjer je:

$v_{real}$ .....realna hitrost podzemne vode
K .....koeficient prepustnosti
i .....gradient podzemne vode
$n_e$ .....efektivna poroznost

Povprečni koeficient prepustnosti vodonosnika v nizvodni smeri od odlagališča $8{,}6 \times 10^{-4}$ m/s je povzet po podatkih pridobljenih na podlagi hidravličnih poizkusov v opazovalnih vrtinah na območju odlagališča. Povprečni gradient 0,002 je izračunan iz karte gladine podzemne vode za leto 2022, efektivna ali učinkovita poroznost je ocenjena na 0,3.

Povprečno realno (učinkovito) hitrost toka podzemne vode v skladu z zgoraj podano enačbo v horizontalni in dolvodni smeri ocenjujemo na 0,5 m/dan. Zaradi interakcij med podzemno vodo in slabše prepustnimi sedimenti je ta hitrost zelo spremenljiva. Oceno realne hitrosti toka podzemne vode lahko izkoristimo tudi za oceno hitrosti gibanja morebitnih onesnaževal, ki bi se z območja odlagališča razširili v podzemno vodo. Potrebno je poudariti, da se večina onesnaževal giblje počasneje kot voda, pri tem govorimo o zadrževanju (retardaciji) in koeficientu zadrževanja (retardacije) onesnaževal. Zaradi tega predstavlja ocena hitrosti gibanja onesnaževal, ki jo pridobimo na podlagi ocene hitrosti gibanja podzemne vode, konzervativno oceno, saj se realna onesnaževala gibljejo počasneje.

Zgoraj podane ocene parametrov izkoristimo za oceno pretoka podzemne vode pod območjem odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje. Podane vrednosti predstavljajo grobo oceno. Pretok podzemne vode ocenimo prečno na območje, v smeri proti jugozahodu. V prečni smeri znaša širina območja 380 m. Povprečna debelina omočenega dela vodonosnika je ocenjena na 3 m. Po Darcyjevem zakonu znaša pretok podzemne vode pod odlagališčem 2,0 l/s.

### 2.2.7 Napajalna sposobnost in količinska obnovljivost podzemne vode

Napajalno sposobnost in količinsko obnovljivost podzemne vode na celotnem območju vodnega telesa podzemne vode Dravska kotlina lahko ocenimo s pomočjo vodonobilančnega modela GROWA-SI s katerim upravlja ARSO in katerega rezultati so prosto dostopni (ARSO, 2021). Glede na vodnobilančni model GROWA-SI je bila za vodno telo podzemne vode Dravska kotlina, določena količina obnovljive podzemne vode v obdobju 1991-2020 na 259 mm/leto ali 3,52 $m^3/s$, specifično napajanje (napajanje na enoto površine) na 8,2 $l/s/km^2$, indeks obdobnega (1991-2020) povprečja obnavljanja podzemne vode glede na povprečje obdobja 1981-2010 pa na 97. Splošno količinsko stanje vodnega telesa Dravska kotlina je bilo opredeljeno kot slabo. Vzrok za tako opredelitev je bila ocena preizkusa vpliva črpanja podzemne vode na vdore slane vode ali druge vode slabše kakovosti, ki je pokazala, da četrti pogoj preizkusa zaradi statistično značilnega trenda naraščanja indikativnih parametrov SEP (specifična električna prevodnost) in nitrata na merilnem mestu Skorba VG-3 ni izpolnjen (ARSO, 2021).

Na podlagi opazovanj nihanja gladine podzemne vode v opazovalnih vrtinah na območju odlagališča Brstje ni prisotnih statistično značilnih izrazitih pozitivnih ali negativnih trendov.

### 2.2.8 Značilnosti nezasičenega območja vodonosnika

Za nezasičeno območje vodonosnika na območju odlagališča Brstje je značilna povprečna globina med 9,0-9,2 m (ocena na podlagi vrtin GAP-7, V-3/2 in G-1a). Nihanje hidravličnih višin zabeleženih v opazovalnih vrtinah se giblje na intervalu med 2,85-4,22 m.

Za zgornji del nezasičene cone, ki jo predstavljajo tla, je na tem območju glede na podatke Pedološke karte v merilu 1:25.000 (Atlas okolja, 2023) značilna povprečna sestava v obliki distričnih rjavih tipičnih tal (80 %); pojavlja pa se tudi distričen in rjav ranker (20 %).

Efektivna poljska kapaciteta tal je uvrščena v 4. razred (Majhna) s srednjo vrednostjo na intervalu med 31-80 mm.

Odlagalna telesa se nahajajo na površini približno 5,64 ha, k temu je potrebno prišteti še površino 0,66 ha manipulativnih površin in območja bivše kompostarne, skupna površina tako znaša približno 6,30 ha. Najdaljša os, ki je približno vzporedna s smerjo toka podzemne vode preko celotnega območja, znaša 200 m. Značilnosti nezasičenega območja so razvidne iz priloženih hidrogeoloških profilov v prilogah 1.7 in 1.8 ter iz geoloških opisov v poglavju 2.1. Opis geoloških značilnosti.

Začetki odlaganja odpadkov na tem območju segajo v sedemdeseta leta 20. stoletja, kar pomeni, da je že okoli 50 let trajno spremenjeno. Na velikem delu je bila v preteklosti na tem območju gramoznica. Zaradi tega dejanskih – naravnih talnih profilov ni več mogoče določiti. Na podlagi tega podajamo povprečne pedološke značilnosti območja, ki sledijo iz citirane Pedološke karte (glej zgoraj).

## 2.3 Opis geomorfoloških in hidroloških značilnosti

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 zgrajen vadbeni poligon za voznike.

Odlagališče Brstje leži v dveh katastrskih občinah. V katastrski občini Rogoznica (388) in v katastrski občini Brstje (401).

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 nadmorske 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.

Glede na pokrovnost tal so za širše območje odlagališča značilne nenamakane njivske površine, ki se na razdalji 200-300 m zahodno in južno od odlagališča nadaljujejo v nesklenjene urbane površine.

Odlagališče je bilo aktivno od sedemdesetih let 20. stoletja dalje. Pred tem je bila na tem območju gramoznica. Staro odlagalno telo je tako odloženo v kotanjo, ko je bila eksploatacija gramoza končana. Prostor se je zapolnjeval v več fazah, ki so se med seboj razlikovale po načinu odlaganja in načinu zaščite pred negativnimi vplivi na okolje. Ocenjena celotna površina odlagališča Brstje znaša 6,30 ha, sestavljeno pa je iz štirih ali petih polj različne starosti: južno polje, zahodno polje, vzhodno polje, staro polje ter območje kompostarne. Vse to je razvidno iz dokumentacije v programu monitoringa in stanja na terenu. Na podlagi geodetskega posnetka iz leta 2012 ter projekta izvedenih del višina južnega odlagalnega polja, ki je najnovejše, postopoma upada v smeri proti jugu. Maksimalna višina odlagališča je 228,77 m n.v., kar je maksimalno 3 metre nad prvotno nadmorsko višino območja pred odlaganjem odpadkov in izkopavanjem v gramoznici. Severna brežina južnega odlagalnega polja ima naklon 1,5 % z vznožnimi brežinami v nagibu 1:4, južna pa 3 % v nagibu 1:2. Dno južnega odlagalnega polja je bilo izvedeno v bivši gramoznici na koti med 217,5-219 m n.v.

Digitalni ortofoto posnetek območja odlagališča z okolico prikazuje slika 3.




**Slika 3:** Digitalni ortofoto posnetek odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje in okolice v letih 2017-2019 (vir: Atlas okolja, 2022)

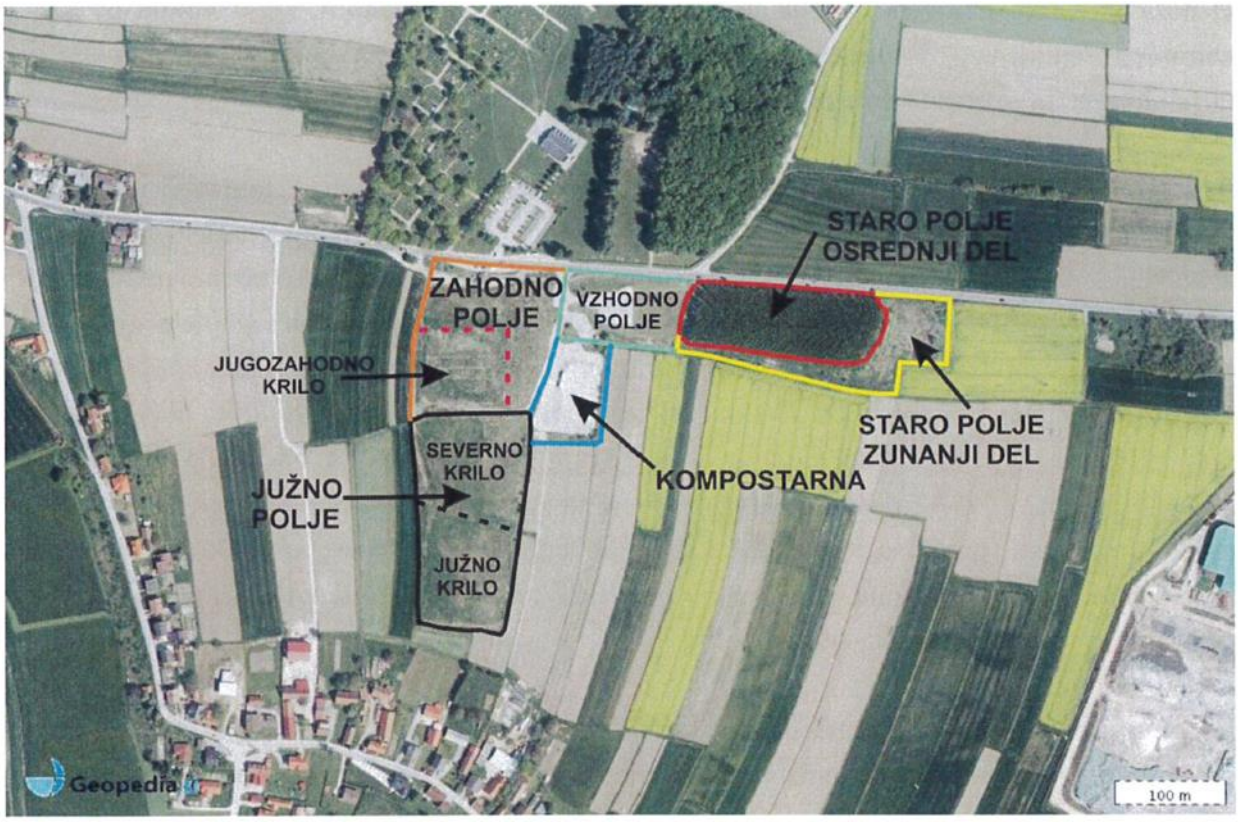
### Površinske vode v okolici

Širšo okolico odlagališča Brstje predstavlja ravnina, v neposredni okolici odlagališča površinskih vod ni. Severovzhodno od odlagališča se nahajajo posamezni melioracijski jarki. Najbližji površinski vodotok je potok Rogoznica, ki teče okoli 500 m zahodno od odlagališča, še dalje proti zahodu se nahaja akumulacijsko jezero HE Formin in struga reke Drave.

## 2.4 Opis obstoječih in predvidenih obremenitev na območju naprave in njenem vplivnem območju

### 2.4.1 Lokacije onesnaževal in transportne poti

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. Ocenjena celotna površina odlagališča Brstje znaša 6,30 ha, sestavljeno pa je iz štirih ali petih polj različne starosti: južno polje, zahodno polje, vzhodno polje, staro polje ter območje kompostarne. Shematski prikaz podaja Slika 4.




**Slika 4**: Shematski prikaz odlagalnih polj odlagališča Brstje

Starejša odlagalna polja predstavljajo odložene odpadke do leta 1992 v kotanjo nekdanje gramoznice brez zaščitnih ukrepov. Severni del odlagališča ob cesti Dornava - Rogoznica je sestavljen iz treh ali štirih polj. Površina zahodnega polja znaša 1,61 ha in površina vzhodnega polja znaša 0,66 ha. Znotraj zahodnega polja lahko na ortofoto 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 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.

V letu 1993 se je pričelo s sanacijo starega odlagalnega polja na vzhodni strani odlagalnega prostora. 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).

Ob zahodnem robu telesa zahodnega odlagalnega polja je izveden ponikovalni drenažni jarek, v katerega je speljanih pet drenažnih cevi premera 120 mm. Ocenjena dolžina teh cevi je 75 m. Sledi teh drenažnih cevi so ob primerni povečavi vidne na ortofoto 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 (tudi Plinjak 1). Zahodno odlagalno polje je prekrito s 0,25 m debelo plastjo humusa.

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. Najprej je bilo zapolnjeno južno krilo, nato pa severno krilo. Obe krili sta bili med zapolnjevanjem odlagališča z odpadki ločeni z delilnim nasipom, 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. Severno krilo je ograjeno z ograjo, ki se izteče v smeri južnega krila in ni zaključena.

Gradnja južnega odlagalnega polja je bila razdeljena na I. fazo in na II. fazo. Na dostopnem vzdolžnem profilu je II. faza razdeljena na sektorje, I. faza pa predstavlja območje starejšega zahodnega odlagalnega telesa, medtem ko je v tekstu projekta navedeno, da sta I. in II. faza vezani le na gradnjo celotnega južnega odlagalnega polja.

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. 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. Podatki o času odlaganja po posameznih sektorjih izvirajo iz ročne skice, ki jo je posredoval naročnik.

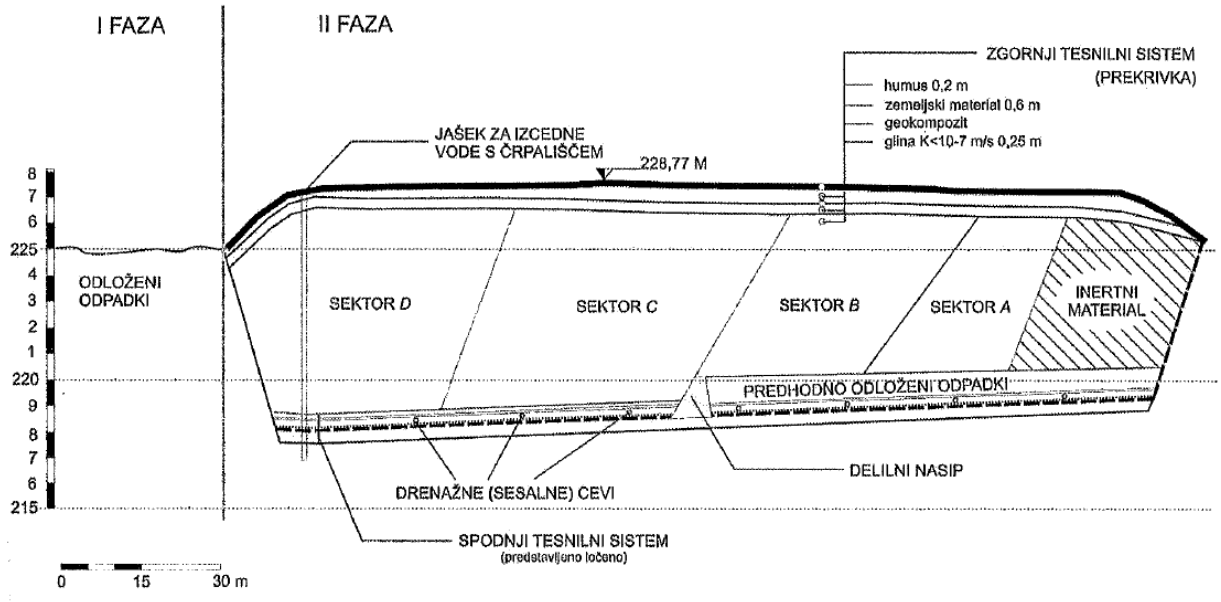
Iz razpoložljive dokumentacije izhaja, da so bili ti odpadki verjetno odloženi na skrajni severni del južnega odlagalnega polja, ali pa celo na vrh nekdanjega zahodnega odlagalnega polja. Polnjenje sektorja A in B je potekalo tako, da je bilo dno obeh sektorjev najprej zapolnjeno z odpadki do višine delilnega nasipa. Namen tega je bilo ščitenje spodnjega tesnilnega sistema. V sektorju A naj bi bilo zaradi sanacije južnega roba gramoznice najprej vgrajeno 15.000 $m^3$ inertnega materiala, vendar ni znano, ali je bil ta poseg izveden.

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.

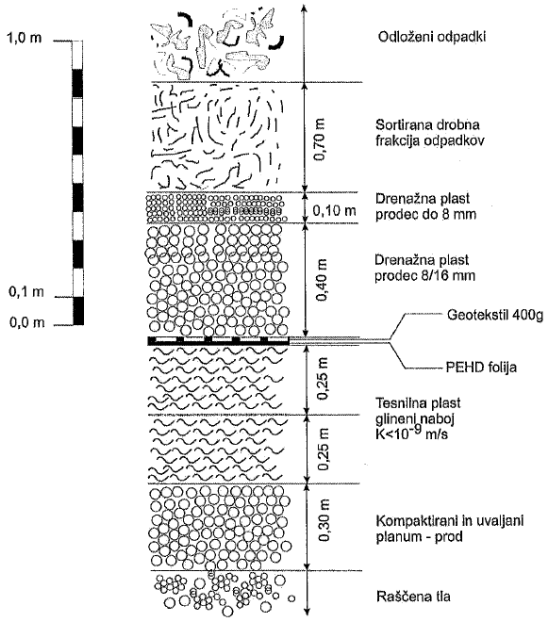
Prekrivka južnega odlagalnega telesa je izvedena tako, da je na izravnano podlago iz odpadkov položena glina debeline 0,25 m. Z geotehničnim poročilom in projektom je bila predvidena 0,30 m debela plast. S projektom je bil predviden prečni padec 3%. Na glino je namesto drenaže položen geokompozitni material.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

Odplinjevanje je izvedeno pasivno in urejeno s štirimi odplinjevalnimi jaški, 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 plinjaku, ki jim je tako omogočeno dreniranje. Po projektu so bili plinjaki izvedeni iz mrežaste cevi premera 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 posebej.

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.




**Slika 5**: Rekonstrukcija geometrije II. faze južnega odlagališča Brstje




**Slika 6**: Izvedba dna na južnem odlagalnem polju

Transportne poti onesnaževal do podzemne vode iz starih odlagalnih polj potekajo direktno iz telesa odlagališča do podzemne vode, saj odlagališče ni tesnjeno.

Transportne poti onesnaževal iz tesnjenega odlagalnega polja (južno polje) potekajo tako, da se izcedne vode 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. 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 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. Kakšna je tehnična izvedba priklopa iz jaška izcednih vod na cevovod, ni znano. 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. Od leta 2005 dalje naj izcednih vod ne bi bilo več. 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 desetletij, 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. 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 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.

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 gladinah podzemne vode odpadki tudi zaliti s podzemno vodo.

V Prilogi 1.12 je prikaz obstoječih virov onesnaževanja na predvidenem območju naprave in njenem vplivnem območju. V okolici naprave se severno nahaja pokopališče, v celotni okolici so prisotna kmetijska zemljišča, zahodno in jugovzhodno se nahaja območje poselitev. Nizvodno se nahaja CERO Gajke, ki je IED zavezanec. Najbližja SEVESO naprava v okolici je Talum Kidričevo od odlagališča oddaljen 9,4 km.

### 2.4.2 Lokacije morebitnih nenadzorovanih izpustov

Na odlagališču nenevarnih odpadkov Brstje se odpadki ne odlagajo več, zato do morebitnih nenadzorovanih izpustov, ki bi bili možni iz vozil, ni, razen pri vzdrževalnih in sanacijskih opravilih. V primeru, da pride do okvare katerega od vozil in posledično iztoka goriva, se bo iztočeno gorivo ujelo v drenažne cevi in tako ne bo prišlo v stik s podzemno vodo.

Potencialne vire onesnaževal predstavljajo tudi starejša odlagalna polja, kjer so odpadki odloženi neposredno v kotanjo nekdanje gramoznice brez zaščitnih ukrepov, drenažni jarki oz. cevi za zbiranje izcednih vod in jašek za zbiranje izcednih vod.

### 2.4.3 Drugi točkovni viri onesnaževanj

Vzhodno od odlagališča Brstje se nahaja CERO Gajke, s katerim upravlja podjetje Javne službe Ptuj d.o.o., ki je IED upravljavec.

V bližini in tudi na širšem območju ni SEVESO zavezancev, ki bi lahko povzročili dodatno onesnaževanje z onesnaževali, kot so onesnaževala, ki izvirajo iz odloženih odpadkov.

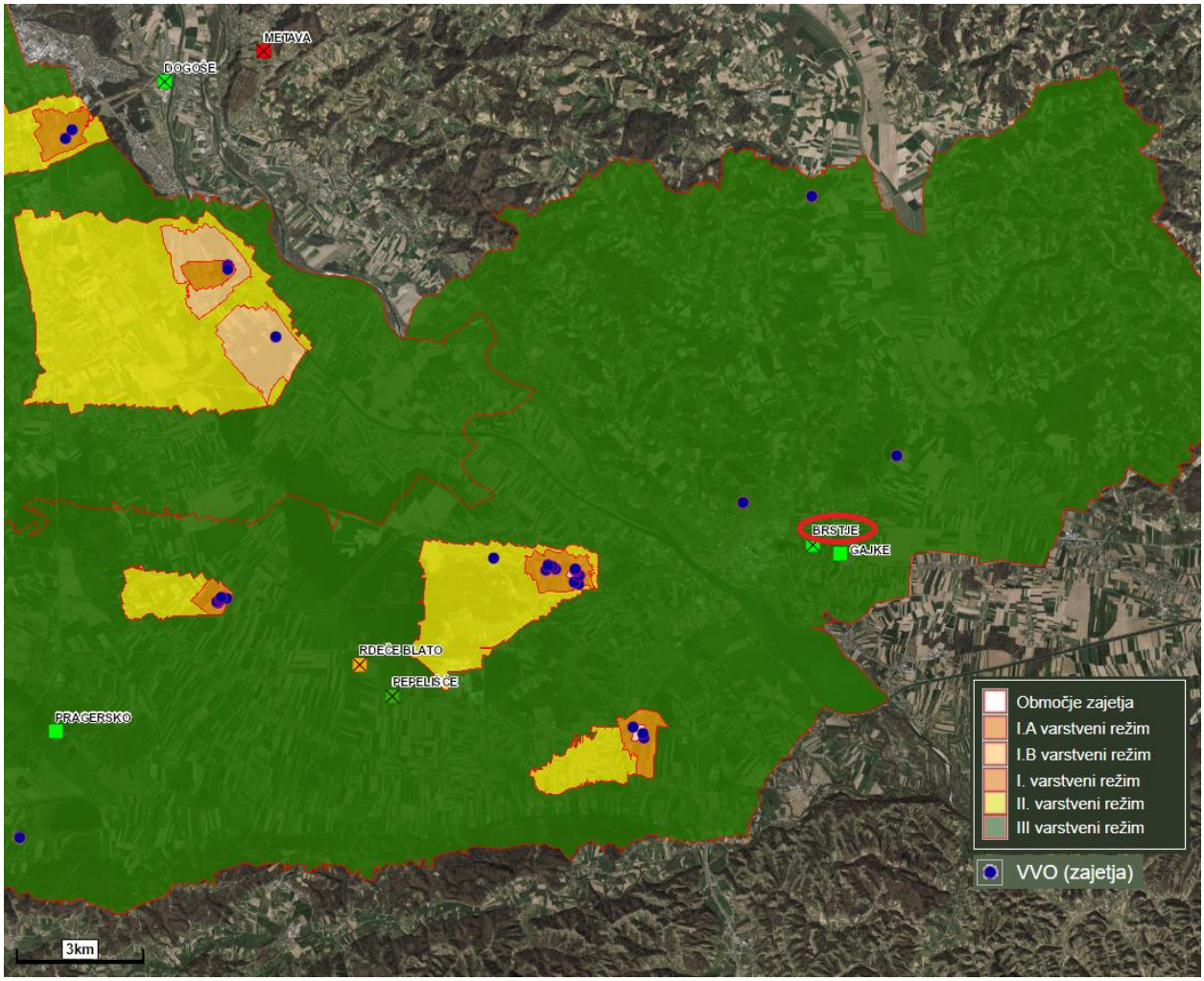
Zahodno od odlagališča se v mestu Ptuj med Rogoznico in Dravo nahaja več podjetij z iztoki odpadnih vod iz industrijskih naprav.

### 2.4.4 Razpršeni viri onesnaževanj iz kmetijstva, poselitve, prometa in drugo

Na širšem območju okoli odlagališča Brstje se nahaja potencialni razpršeni vir onesnaževanja iz kmetijstva na kmetijskih površinah. Na severni strani tik nad odlagališčem v smeri vzhod-zahod poteka lokalna cesta Dornova – Rogoznica – Ptuj. Nad cesto se nahaja pokopališče in nad njim železniška proga. Naselje Brstje, skozi katerega poteka tudi cesta, leži 200-300 m zahodno in južno od odlagališča. V širši okolici odlagališča se v smeri proti severovzhodu nahaja naselje Podvinci, v smeri proti zahodu pa mesto Ptuj. Drugih razpršenih virov, ki bi izvirali iz ostalih dejavnosti, na širšem območju okoli odlagališča Brstje ni pričakovati.

## 2.5 Prikaz varovanih in zavarovanih območij

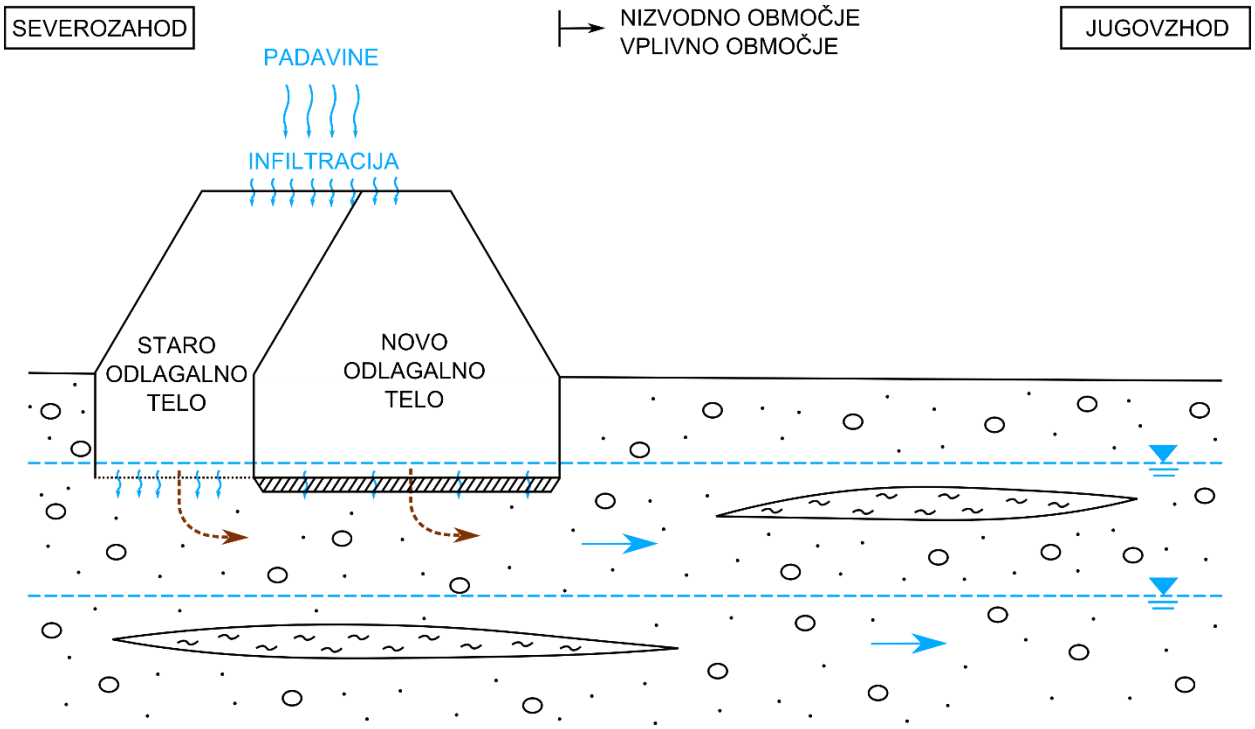
Odlagališče Brstje se nahaja na najširšem vodovarstvenem območju črpališč Dravskega in Ptujskega polja (Slika 7).




**Slika 7**: Lega odlagališča Brstje na vodovarstvenem območju (vir: ARSO, 2022)

## 2.6 Hidrogeološki konceptualni model in predlog ciljne hidrogeološke cone

### 2.6.1 Konceptualni model




**Slika 8:** Prikaz hidrogeološkega konceptualnega modela za območje odlagalnega telesa odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje (generični prikaz, ki stanje v naravi poenostavlja)

Podrobno so geološke in hidrogeološke razmere na območju odlagališča Brstje že obdelane v predhodnih poglavjih. Zato na tem mestu za potrebe konceptualnega modela podajamo kratek povzetek.

Odlagališče Brstje je sestavljeno iz več delov, ki potencialno vplivajo na podzemno vodo. Potencialni vplivi so možni iz odlagalnega telesa. Odlagalno telo razdelimo na dva dela. Na starejši del, kjer so odpadki odloženi neposredno na raščen teren in na nova odlagalna telesa, pod katerimi so izvedene inženirske bariere.

Odlagališče Brstje se nahaja na območju sedimentov, ki tvorijo zelo dobro prepusten odprt vodonosnik, v katerem podzemna voda niha prosto, v odvisnosti od napajanja. 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.

Zaradi hidrodinamsko odprtega tipa vodonosnika lahko pride do neposrednega vnosa onesnaževal v podzemno vodo na njegovem celotnem območju.

Regionalno prevladujoč tok podzemne vode je na Ptujskem polju od severozahoda proti jugovzhodu, ki mu ustreza tudi lokalni tok podzemne vode na območju odlagališča. Območje leži na najširšem vodovarstvenem območju črpališč Dravskega in Ptujskega polja. V okoliških naseljih je podeljenih tudi nekaj vodnih dovoljenj (datum stanja evidence vodne knjige: 22.9.2022), ki se nahajajo izven vodovarstvenih območij in se uporabljajo pretežno v namen pridobivanja toplote, namakanja in v tehnološke namene, ni pa jih za potrebe lastne individualne vodooskrbe.

Na območju odlagališča Brstje imamo znotraj vodonosnika opraviti s hidravličnimi višinami na intervalu kot od 214,26 do 219,93 m n.v.. Smer toka je od severozahoda proti jugovzhodu.

Povprečna prepustnost vodonosnika je ocenjena na $8{,}61 \times 10^{-4}$ m/s z učinkovito ali efektivno poroznostjo 0,3. Gradient podzemne vode je ocenjen na $2 \times 10^{-3}$. Maksimalna horizontalna realna hitrost toka podzemne vode je ocenjena na 0,5 m/dan.

### 2.6.2 Scenariji morebitnega onesnaženja

Kakor izhaja iz dosedanjih rezultatov obratovalnega monitoringa podzemne vode odlagalno telo odlagališča Brstje vpliva na podzemno vodo.

Potencialno onesnaženje vod iz območja odlagališča Brstje lahko pride s širjenjem onesnaženja preko podzemne vode.

Scenarije onesnaženja podzemne vode v skladu z zahtevami nadrejenega pravilnika razdelimo v tri skupine:

a) Normalni scenarij
b) Alternativni scenarij
c) Scenarij najslabše možnosti – črni scenarij

V nadaljevanju podajamo dogodke po posameznih scenarijih:

a) Normalni scenarij

Pri normalnem scenariju upoštevamo dejstvo, da je odlagalno telo sestavljeno iz starega in novega dela. V starem delu inženirske bariere niso bile izvedene, zato se onesnaževala iz odlagalnega telesa v delu, kjer so odpadki neposredno odloženi na raščen teren izcejajo v podzemno vodo. To predstavlja stalni vnos onesnaževal. Da do tega prihaja, potrjujejo dosedanji rezultati obratovalnega monitoringa podzemne vode.
Po normalnem scenariju postavimo, da inženirske bariere na območju novega odlagalnega polja delujejo, prav tako delujejo tudi vsi ukrepi za odvajanje in čiščenje izcednih vod.

Onesnaženje se širi s podzemno vodo.

b) Alternativni scenarij

Po alternativnem scenariju deluje le del inženirskih barier na območju novega odlagalnega telesa.

Onesnaženje se bo širilo s podzemno vodo z območja starega odlagalnega telesa in v manjši meri iz novih odlagalnih polj.

c) Scenarij najslabše možnosti – črni scenarij

Po scenariju najslabše možnosti odpovedo vsi inženirski ukrepi za preprečevanje izcejanja izcednih vod iz območja odlagališča in za njihovo čiščenje. Stanje odpovedi barier je trajno. Do odpovedi lahko pride zaradi požara kjerkoli na odlagališču ali drugih vzrokov, kot so pojavi večjih nestabilnosti brežin povzročeni s potresom ali ekstremno visokimi padavinami.

Onesnaženje se bo širilo s podzemno vodo z območja starega odlagalnega telesa in v manjši meri iz novih odlagalnih polj.

### 2.6.3 Ciljna hidrogeološka cona

Definicijo ciljne hidrogeološke cone podaja Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode, ki določa načela obratovalnega monitoringa podzemne vode tudi za vse druge potencialne vire onesnaževanja podzemne vode. Po tem pravilniku je ciljna hidrogeološka cona »prostorsko opredeljeni del kamnine ali sedimenta, v katerem zaradi posrednega vnosa ali morebitnega odtekanja ali izpuščanja ali uhajanja onesnaževal iz naprave lahko pride do onesnaženja podzemne vode in v katerem se ugotavlja vpliv morebitnega onesnaževanja 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. Po Zakonu o vodah (Ur. l. RS 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20 - 7. člen) je vodonosnik »plast ali več plasti kamenin 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«. Pri tem upoštevamo definicijo vodonosnika, ki izhaja iz Zakona o vodah.
Kot ciljno hidrogeološko cono monitoringa opazovanja podzemne vode predlagamo peščeno prodnati aluvialni nanos reke Drave, na katerem 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. Ciljno hidrogeološko cono prikazuje karta v prilogi 1.10.

V kolikor pride do onesnaženja podzemne vode v ciljni hidrogeološki coni, se bo poslabšalo kemijsko stanje vodonosnika. Po razpoložljivih podatkih neposrednega vpliva na vire pitne vode ne bo.

# 3. PREDLOG LOKACIJ MERILNIH MEST IN MEST VZORČENJA

## 3.1 Objekti za monitoring

V sistemu obratovalnega monitoringa podzemne vode se nahaja 11 objektov dveh tipov. Prvi tip so opazovalne vrtine (8), ki opredeljujejo merilna mesta obratovalnega monitoringa podzemne vode, drugi tip pa so kopani vaški vodnjaki (3). Meritve količinskega stanja podzemne vode se izvajajo z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi in ročno.

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 obratovalnega monitoringa podzemne vode odlagališča Brstje.

Vrtina z oznako Pokopališče je bila izdelana leta 1993 (prvotno poimenovana V-5). Vrtine z oznakami G-1a, G-2 in G-3 so bile izdelane leta 2001. Leta 2009 je bila izdelana vrtina V-3/2, ki je nadomestila starejšo vrtino V-3/1 na tej lokaciji. Vrtina z oznako GAP-7 je bila izdelana leta 2012, vrtini GAP-8/13 in GAP-10/13 pa leta 2013. V letu 2022 je bila izdelana vrtina GAP-11/22, ki predstavlja nadomestno vrtino za vrtino V-3/2.

Zaradi potreb po izrisu kart gladin podzemne vode je potrebno izvesti občasne meritve v kopanih vodnjakih na v Brstju. V preteklosti so se meritve izvajale na vodnjakih označenih kot: Dornavska, Brstje 1, Brstje 5B, Brstje 11, Brstje 15, Brstje 19, Brstje 22 in Brstje 23 (številka vodnjaka označuje hišno številko hiše na dvorišču katere se nahaja vodnjak). Dostop do vodnjakov se skozi leta spreminja, ker so le-ti na privatnih zemljiščih. Dostop do njih je odvisen od dovoljenj in od gospodarskih aktivnosti na dvoriščih.

V času priprav predloga programa obratovalnega monitoringa so za meritve dostopni vodnjaki: Dornavska, Brstje 1 in Brstje 22. Vodnjaka Brstje 5b in Brstje 11, v katerih so se v preteklosti opravljale meritve količinskega stanja, sta v letu 2021 postala nedostopna. Ta dva vodnjaka sta se v letu 2022 nadomestila z meritvami v vodnjaku Brstje 22. Iz evidenc izhaja, da so prisotni še vodnjaki Brstje 15, Brstje 19 in Brstje 23, na katerih pa do sedaj ni bilo mogoče izvesti meritev. Na kartah ohranjamo prikaz vseh vodnjakov, zaradi čitanja starejših meritev in zaradi morebitnih meritev v prihodnosti.

Glede na smer toka podzemne vode in glede na lego odlagališča v prostoru se v gorvodni smeri od odlagališča nahajajo opazovalne vrtine GAP-7, GAP-8/13 in Pokopališče ter vodnjaki Dornavska in Brstje 1. Vrtine V-3/2, GAP-10/13, G-2, G-1a, G-3, GAP-11/22 in se nahajajo v dolvodni smeri. Vodnjak Brstje 22 leži bočno glede na odlagališče.

## 3.2 Obstoječi objekti za monitoring

Osnovne značilnosti opazovalnih vrtin v mreži obratovalnega monitoringa podzemne vode so podane v tabeli 2. Lokacije opazovalnih vrtin so prikazane na karti v prilogi 1.3. Pregled informacij o obstoječih vrtinah ter njihovi tehnični in litološki popisi sledijo v nadaljevanju. Grafično so litološki popisi vrtin prikazani v prilogi 1.9.

**Tabela 2:** Seznam opazovalnih objektov na območju odlagališča Brstje in njihove osnovne značilnosti

| Opazovalna vrtina | Lega | GKX | GKY | n | e | Kota tal [m] | Kota ustja [m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V-3/2 | dolvodno | 142347,90 | 569890,00 | 142831,73 | 569521,10 | 225,44 | 225,44 |
| GAP-7 | podzemne - ničelna | 142427,32 | 569641,91 | 142911,16 | 569273,01 | 225,86 | 226,01 |
| GAP-10/13 | dolvodno | 142467,94 | 570248,60 | 142951,76 | 569879,70 | 224,66 | 225,19 |
| Dornavska | gorvodno | 142682,82 | 569402,22 | 143166,67 | 569033,33 | 136,19 | 227,19 |
| GAP-8/13 | gorvodno | 142605,90 | 569848,81 | 143089,73 | 569479,91 | 225,69 | 226,14 |
| G-2 | dolvodno | 142358,13 | 570347,41 | 142841,95 | 569978,50 | 224,68 | 224,50 |
| G-1a | dolvodno | 142181,23 | 570295,49 | 142665,05 | 569926,58 | 225,11 | 224,84 |
| G-3 | dolvodno | 142460,46 | 570470,89 | 142944,27 | 570101,98 | 224,43 | 224,29 |
| Pokopališče | gorvodno | 142609,55 | 569777,51 | 143093,39 | 569408,62 | 190,53 | 226,03 |
| Brstje 1 | gorvodno | 142514,00 | 569396,00 | 142998,00 | 569027,00 | 148,00 | 224,00 |
| Brstje 22 | bočno | 142012,43 | 569883,61 | 142496,27 | 569514,70 | 225,73 | 225,88 |
| GAP-11/22 | dolvodno | 142395,62 | 569896,74 | 142395,62 | 569896,74 | 224,97 | 225,45 |

### 3.2.1 Opis obstoječih objektov za monitoring

V nadaljevanju je podan opis posameznih opazovalnih vrtin.

***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 geotehnično 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).

Popis 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 |

Vrtina G-1a je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***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 geotehnično 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).

Popis 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 |

Popis jedra:

| | |
|---|---|
| 10,6 – 12,0 | slabo granulirana prodno peščena meljna do prodno peščena zemljina, sive barve |
| 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 |

Vrtina G-2 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***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 geotehnično 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).

Popis 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 |

Vrtina G-3 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***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 garnituro 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.

| Popis 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 |

Vrtina V-3/2 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje količinskega stanja podzemne vode, zaradi dotrajanosti pa ni primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa kemijskega stanja podzemne vode. Zato je bila izvedena nova vrtin GAP-11/22, ki je za izvajanje obratovalnega monitoringa kemijskega stanja podzemne vode nadomestila V-3/2.

### *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. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v gorvodni smeri.

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.

Popis 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 |

Vrtina Pokopališče je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

### *Opazovalna vrtina GAP-7*

Vrtina GAP-7 je bila izdelana leta 2012 in leži zahodno od odlagališča Brstje. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v gorvodni smeri.

Vrtina je bila vrtana 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. Do globine 8,70 m so vgrajene polne cevi, od globine 8,70 m do 11,70 m filterske cevi (odprtine rež 1,0 mm) in od globine 11,70 m do 13,70 m polne cevi. 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.

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 |

Vrtina GAP-7 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega in kemijskega stanja podzemne vode.

Hidravlični parametri vrtine in ocena izdatnosti vrtine izhajajo iz črpalnega poizkusa v vrtini, v okviru katerega je bil določen koeficient prepustnosti $1{,}25 \times 10^{-5}$ m/s. Črpalni poskus na vrtini GAP-7/12 je potekal dne 6.7.2012, med katerim je bila največja črpana količina 1,66 l/s. Koeficient prepustnosti je bil izračunan na podlagi obdelave potkov dviga gladine po črpanju po metodi Theisa. Vrtino na podlagi dosedanjega delovanja in vzorčenja obravnavamo kot aktivirano.

Pri vzorčenju za ugotavljanje kemijskega stanja podzemne vode se najprej izvede predčrpanje podzemne vode s pretokom najmanj 4 L/min v količini vsaj treh volumnov. Na podlagi rezultatov meritev gladine podzemne vode pred vzorčenjem ugotavljamo, da je bila gladina podzemne vode v zadnjih letih zmeraj v območju nad filtrsko cevjo ali v zgornjem delu filtrske cevi. Posledično črpalko pri vzorčenju potopimo 1-2 m v filtrsko cev. Odvzem vzorcev se izvede s količinami, ki jih zahtevajo posamezni postopki priprave vzorca. Predčrpanje in vzorčenje vode je potrebno izvesti v skladu s standardom SIST ISO 5667-11:2010.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***Opazovalna vrtina GAP-8/13***

Vrtina GAP-8/13 je bila izdelana leta 2013 in leži severno od odlagališča Brstje. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v gorvodni smeri.

Vrtina je bila vrtana z vrtalno garnituro FRASTE ML. Izvrtana je bila z jedrniki 146 mm, 131 mm in 116 mm. Ko je vrtina dosegla končno globino 16 m, je bila zacevljena s plastičnimi cevmi PVC DN 100 zunanjega premera Φ 114 mm in notranjega premera Φ 102 mm. Do globine 7,00 m so vgrajene polne cevi, od globine 7,00 m do 13,00 m filtrske cevi (odprtine rež 1,0 mm) in od globine 13,00 m do 16,00 m polne cevi. 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 bare) in z najmanjšo možno količino zraka. Do konca aktivacije je bila voda iz vrtine še vedno 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 pa je na plastično cevitev nasajena kovinska piezometrična kapa, ki je nato zacementirana v betonsko cev.

Popis jedra:

| | |
|---|---|
| 0,0 m – 0,2 m | humus |
| 0,2 m – 1,2 m | nasip (grušč, opeka, melj) |
| 1,2 m – 1,5 m | melj s prodniki |
| 1,5 m – 2,0 m | melj |
| 2,0 m – 7,3 m | prod s peskom in meljem |
| 7,3 m – 7,5 m | zbit peščen prod |
| 7,5 m – 11,0 m | peščen prod |
| 11,0 m – 11,2 m | zaglinjen prod |
| 11,2 m – 12,0 m | zameljen peščen prod (oker) |
| 12,0 m – 12,6 m | meljast pesek |
| 12,6 m – 13,4 m | melj s posameznimi prodniki |
| 13,4 m – 14,5 m | prod z glino |
| 14,5 m – 14,8 m | melj (zbit) |
| 14,8 m – 15 m | pesek s prodom in meljem |
| 15 m – 16 m | siv preperel lapor |

Vrtina GAP-8/13 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega stanja podzemne vode.

Hidravlični parametri vrtine in ocena izdatnosti vrtine izhajajo iz črpalnega poizkusa v vrtini, v okviru katerega je bil določen povprečen koeficient prepustnosti $2{,}26 \times 10^{-7}$ m/s. Črpalni poskus na vrtini GAP-8/13 je potekal dne 12.8.2013, med katerim je bila največja črpana količina 2,5 l/s. Koeficient prepustnosti je bil izračunan na podlagi obdelave podatkov dviga gladine po črpanju po metodi Theisa. Vrtino na podlagi dosedanjega

delovanja in vzorčenja obravnavamo kot aktivirano.
Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***Opazovalna vrtina GAP-10/13***

Vrtina GAP-10/13 je bila izdelana leta 2013 in leži vzhodno od odlagališča Brstje. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri od odlagališča Brstje.

Vrtina je bila vrtana z vrtalno garnituro FRASTE ML. Izvrtana je bila z jedrniki 146 mm, 131 mm in 116 mm. Ko je vrtina dosegla končno globino 15 m, je bila zacevljena s plastičnimi cevmi PVC DN 100 zunanjega premera Φ 114 mm in notranjega premera Φ 102 mm. Do globine 9,00 m so vgrajene polne cevi, od globine 9,00 m do 12,00 m filtrske cevi (odprtine rež 1,0 mm) in od globine 12,00 m do 15,00 m polne cevi. 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 bare) 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 pa je na plastično cevitev nasajena kovinska piezometrična kapa, ki je nato zacementirana v betonsko cev.

Popis jedra:

| | |
|---|---|
| 0,0 m – 0,4 m | humus |
| 0,4 m – 1,0 m | peščen melj s posameznimi prodniki |
| 1,0 m – 12,3 m | prod s peskom |
| 12,3 m – 13,1m | peščen melj (oker) |
| 13,1 m – 13,7 m | siv peščen prod |
| 13,7 m – 14,6 m | preperel lapor |
| 14,6 m – 15,0 m | siva glina z organskimi ostanki |

Vrtina GAP-10/13 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega in kemijskega stanja podzemne vode.

Hidravlični parametri vrtine in ocena izdatnosti vrtine izhajajo iz črpalnega poizkusa v vrtini, v okviru katerega je bil koeficient prepustnosti ocenjen na $1{,}0 \times 10^{-3}$ m/s. Črpalni poskus na vrtini GAP-10/13 je potekal dne

12.8.2013, med katerim je bila največja črpana količina 2,66 l/s. Vrtino na podlagi dosedanjega delovanja in vzorčenja obravnavamo kot aktivirano.

Pri vzorčenju za ugotavljanje kemijskega stanja podzemne vode se najprej izvede predčrpanje podzemne vode s pretokom najmanj 4 L/min v količini vsaj treh volumnov. Na podlagi rezultatov meritev gladine podzemne vode pred vzorčenjem ugotavljamo, da je bila gladina podzemne vode v zadnjih letih zmeraj v območju nad filtrsko cevjo ali v zgornjem delu filtrske cevi. Posledično črpalko pri vzorčenju potopimo 1-2 m v filtrsko cev. Odvzem vzorcev se izvede s količinami, ki jih zahtevajo posamezni postopki priprave vzorca. Predčrpanje in vzorčenje vode je potrebno izvesti v skladu s standardom SIST ISO 5667-11:2010.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

***Opazovalna vrtina GAP-11/22***

Vrtina GAP-11/22 je bila izvrtana med 11. in 15.11.2022 vzhodno od odlagališča Brstje. Glede na medsebojni odnos med odlagališčem in tokom podzemne vode se opazovalna vrtina nahaja v dolvodni smeri. Vrtina predstavlja nadomestno vrtino za opazovalno vrtino V-3/2.

Vrtina je bila izvedena z vrtalno garnituro Commacio 205. Izvrtana je bila z jedrniki 219 mm, 146 mm, 131 mm in 116 mm. Prve 3,0 m je vrtina vrtana s premerom 219 mm in cevljena z cementirano jekleno uvodno kolono premera 168,3 mm. Po končanem strjevanju cementa se je vrtanje nadaljevalo do končne globine 13 m. Po končanem vrtanju je bila vrtina cevljena s plastičnimi cevmi PVC DN 100 zunanjega premera Φ 114 mm in notranjega premera Φ 102 mm. Do globine 8,00 m so vgrajene polne cevi, od globine 8,00 m do 11,00 m filterske cevi in od globine 1,00 m do 13,00 m polne cevi. 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 bare) 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 500 mm, ki je zakopana v zemljo in z zunanje in notranje strani zaščitena z betonsko oblogo. Na notranji strani betonske cevi pa je na plastično cevitev nasajena kovinska piezometrična kapa, ki je nato zacementirana v betonsko cev.

Popis jedra:

| | |
|---|---|
| 0,0 m – 0,6 m | humus |
| 0,6 m – 0,9 m | zaglinjen melj s peskom in meljem |

| | |
|---|---|
| 0,9 m – 1,6 m | meljast prod s peskom |
| 1,6 m – 4,3 m | prod s peskom in meljem |
| 4,3 m – 4,4 m | glinast prod s peskom in meljem |
| 4,4 m – 8,9 m | peščen prod z malo melja |
| 8,9 m – 9,0 m | peščen prod z glino |
| 9,0 m – 11,3 m | prod s peskom |
| 11,3 m – 11,5 m | peščena glina (oker) |
| 11,5 m – 11,7 m | organski ostanki (črno) |
| 11,7 m – 12,0 m | temno siva glina z organskimi ostanki |
| 12,0 m – 13,0 m | temno siva glina (preperina kameninske osnove) |

Vrtina GAP-11/22 je namenjena izvajanju obratovalnega monitoringa količinskega in kemijskega stanja podzemne vode.

Hidravlični parametri vrtine in ocena izdatnosti vrtine izhajajo iz črpalnega poizkusa v vrtini, v okviru katerega je bil določen koeficient prepustnosti $2{,}43 \times 10^{-3}$ m/s. Črpalni poskus na vrtini GAP-11/22 je potekal dne 7.12.2022, med katerim je bila največja črpana količina 2,6 l/s. Vrtino na podlagi dosedanjega delovanja in vzorčenja obravnavamo kot aktivirano.

Pri vzorčenju za ugotavljanje kemijskega stanja podzemne vode se najprej izvede predčrpanje podzemne vode s pretokom najmanj 4 L/min v količini vsaj treh volumnov. Ker je bila vrtina izvedena šele konec leta 2022 v tej vrtini še ni daljšega niza podatkov o odnosu med gladino podzemne vode in filterskimi cevmi, zato naj se natančno lego črpalke za vzorčenje določi sproti. Domnevamo, da bo gladina podzemne vode v območju nad filtrsko cevjo, zato pri vzorčenju potopimo črpalko 1-2 m v filtrsko cev. Odvzem vzorcev se izvede s količinami, ki jih zahtevajo posamezni postopki priprave vzorca. Predčrpanje in vzorčenje vode je potrebno izvesti v skladu s standardom SIST ISO 5667-11:2010.

Ugotavljamo, da je merilno mesto primerno za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode. Potrebno je skladno z zahtevo v Pravilniku za podzemne vode urediti dostop do vrtine, da bo lahko vzorčevalec prišel z avtom čimbližje k merilnemu mestu.

**Osnovne geometrijske značilnosti opazovalnih vrtin, ki so namenjene izvajanju monitoringa kemijskega stanja**

**Tabela 3 :** Osnovne geometrijske značilnosti opazovalnih vrtin

| Vrtina | Enota | GAP-7 | GAP-10/13 | GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|
| **Prepustnost** | [m/s] | $1{,}25\times10^{-5}$ | $1{,}0\times10^{-3}$ | $2{,}43\times10^{-3}$ |
| **Kota ustja** | [m] | 226,01 | 225,19 | 225,45 |
| **Kota tal** | [m] | 225,86 | 224,66 | 224,97 |
| **Gladina *** | [m] | 217,14 | 216,06 | 216,03 |
| **Globina *** | [m] | 8,87 | 9,13 | 9,42 |
| **Razpon nihanja gladin*** | [m] | 3,07 | 2,80 | n.p. |
| **Premer cevi** | [mm] | 100 | 100 | 100 |
| **Globina zacevljenosti vrtine** | [m] | 13,70 | 15,00 | 13,00 |
| **Prehodnost vrtine** | [m] | 13,67 | 14,99 | 13,31 |
| **Prostornina *** | [L] | 37,70 | 46,02 | 30,55 |
| **Pretok prečrpavanja** | [L/min] | 5 | 5 | 5 |
| **Izčrpana omočena prostornina** | | 3x | 3x | 3x |
| **Celotna izčrpana prostornina *** | [L] | 113 | 138 | 92 |
| **Čas za celotno prečrpavanje *** | [min] | 23 | 28 | 18 |

*Parameter se nanaša na povprečne vrednosti, izračunane iz vseh razpoložljivih podatkov. Pred vsakim vzorčenjem se izračuna za vsako vrtino posebej glede na vodostaj v času vzorčenja

## 3.3 Zasnova monitoringa podzemnih vod

V mreži za izvajanje obratovalnega monitoringa podzemne vode je skupno 12 opazovalnih vrtin in vodnjakov. V sistemu monitoringa so vrtine, ki so namenjene monitoringu kemijskega stanja in količinskega stanja podzemne vode. Izvajanje monitoringa količinskega stanja podzemne vode (meritve gladin podzemne vode) se opravlja na vseh obstoječih vrtinah, od tega se na treh (3) vrtinah izvaja tudi meritve kemijskega stanja podzemne vode.

Meritve količinskega stanja podzemne vode se izvajajo na naslednjih objektih:

- GAP-7, GAP-10/13, Dornavska, GAP-8/13, G-2, G-1a, G-3, Pokopališče, Brstje 1, Brstje 22 in GAP-11/22.
- Na opazovalnih vrtinah G-1a, V-3/2, GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 se meritve količinskega stanja podzemne vode izvajajo z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi, na opazovalnih vrtinah G-2, G-3,

Pokopališče, GAP-8/13 se meritve količinskega stanja izvajajo z ročnimi meritvami enkrat na 14 dni, na vodnjakih Dornavska, Brstje 1, Brstje 22 se meritve količinskega stanja izvajajo z ročnimi meritvami dvakrat na leto.

- Na vrtini V-3/2 se meritve gladin podzemne vode izvajajo še eno (1) leto po potrditvi programa. Te meritve se izvajajo z namenom, da se ugotovi primerljivost nihanja z novo opazovalno vrtino GAP-11/22.

Kot dolvodne se opredelijo opazovalne vrtine V-3/2, GAP-10/13, G-2, G-1a, G-3 in GAP-11/22, kot gorvodne pa vrtine GAP-7, GAP-8/13 in Pokopališče ter vodnjaka Dornavska in Brstje 1. Vodnjak Brstje 22 se opredeli kot bočnega.

V kolikor kateri od vodnjakov postane nedostopen, je na območju, kjer se vodnjak nahaja, potrebno poiskati drug vodnjak, kjer bo izvajanje meritev mogoče. Meritve v vodnjakih so namenjene le izrisu kart gladin podzemne vode.

Meritve kemijskega stanja podzemne vode se izvajajo na naslednjih vrtinah:

- gorvodna (ničelna) vrtina GAP-7,
- dolvodne vrtine GAP-10/13 in GAP-11/22.

Kemijsko stanje podzemne vode naj se opazuje v obsegu, kot je določeno v kemijskem delu Programa monitoringa. V vseh vrtinah je črpanje podzemne vode za potrebe ugotavljanja kemijskega stanja podzemne vode možno v skladu s standardi in sprejetimi načeli.

## 3.4 Načrt preizkušanja ustreznosti mreže opazovalnih objektov

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 kabinetnih interpretacij opravljenih meritev.

Na koncu vsakega koledarskega leta se rezultate meritev v vrtinah hidrogeološko interpretira. Hidrogeološka interpretacija mora obsegati tako meritve količinskega kot meritve kemijskega stanja.

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. Čiščenje v kopanih vodnjakih na območju vasi Brstje ni potrebno.
Na podlagi meritev gladin podzemne vode in na podlagi preverjanja prehodnosti ter reaktivacije se enkrat

letno ugotavlja, ali gladine podzemne vode v opazovalnih objektih nihajo ali ne. Opazovalni objekti so ustrezni, v kolikor so zabeležena nihanja gladin podzemne vode.

Enkrat letno se izvede analiza trendov opazovanj in medsebojna primerjava meritev v posameznih opazovalnih objektih. Interpretira in analizira se morebitne trende nihanja gladin podzemne vode (naraščanje ali upadanje). Pridobljene podatke o meritvah gladin podzemne vode je potrebno enkrat letno hidrogeološko interpretirati.

Vsako leto se izvede presoja o ustreznosti obstoječih opazovalnih objektov. V kolikor eden od obstoječih opazovalnih objektov odpove ali je uničen, je potrebno izvesti novega.
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.

V primeru, da se spremeni mreža za monitoring, je potrebno, skladno z zahtevami 5. člena Pravilnika za podzemne vode, pripraviti novelacijo programa.

# 4. POSNETEK NIČELNEGA STANJA

4. točka Priloge Pravilnika za podzemne vode določa, da je potrebno v posnetku ničelnega stanja ob upoštevanju hidrogeoloških razmer iz druge alineje točke 2.2. Priloge Pravilnika za podzemne vode, podati podatke o izmerjenih vsebnostih onesnaževal v podzemni vodi, ki so vse referenčne vrednosti onesnaževal v podzemni vodi za nadaljnje vzorčenje in vrednotenje vpliva.

Posnetek ničelnega stanja podzemne vode vključuje vsebine, zahtevane v 4. točki Priloge Pravilnika za podzemne vode.

## 4.1 Vzorčenje in meritve terenskih parametrov

V februarju 2023 smo izvedli posnetek ničelnega stanja v vodi iz treh vrtin.

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

- **vrtina GAP-7**– gorvodna vrtina;
- **vrtina GAP-10/13** – dolvodna vrtina;
- **vrtina GAP-11/22**– dolvodna vrtina;

Lokacije navedenih vrtin so prikazane v prilogi 1.3. Programa monitoringa.

Vzorčenje smo izvedli skladno s standardom SIST ISO 5667-11:2010.

Pred pričetkom prečrpavanja podzemne vode smo na merilih mestih izmerili gladino podzemne vode in prehodnost vrtine, nato smo iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 prečrpali podzemno vodo v količini treh omočenih volumnov s pretokom iz tabele 4. Ves čas prečrpavanja podzemne vode smo v pretočni celici merili terenske parametre: temperaturo vode, pH, elektroprevodnost, vsebnost kisika in redoks potencial. Motnost smo merili s turbidimetrom. Po prečrpavanju smo ponovno izmerili gladino podzemne vode in terenske parametre. Med merjenjem navedenih terenskih parametrov smo izvedeli tudi meritev temperature zraka v okolici vzorčnega mesta, na višini 1,5 m od tal in zapisali stanje vremena. Pri videzu in barvi vzorca podzemne vode smo uporabili senzorično analizo vode (skladno s standardom ONORM M 6620:2012).
Podzemno vodo smo vzorčili v embalažo, skladno z zahtevami standardov, vzorce smo glede na zahteve standardov prefiltrirali in stabilizirali. Vzorčenje smo zaključili s ponovno izmero gladine podzemne vode.

Konzerviranje, ravnanje z vzorci, prevoz in shranjevanje smo izvedli skladno z Navodilom za delo »Konzerviranje vzorcev in priprave embalaže«, ND-COZ-060, ki temelji na standardu ISO 5667-3:2018.

Vzorce smo transportirali v hladilniku avtomobila. Max in min temperaturo transporta smo odčitali iz elektronskega termometra, nameščenega v avtomobilu in jo zapisali v zapisnik o vzorčenju, upoštevajoč ISO 5667-3:2018 zahteva transport pri temperaturi 5+/-3 $^{o}$C. Vzorci so bili do začetka analiz hlajeni in hranjeni v hladilni komori (ISO 5667-3:2018 zahteva shranjevanje pri temperaturi 3+/-2 $^{o}$C).

Podatki o vzorčenju podzemnih vod, ki smo ga izvedli v februarju 2023, so zbrani v spodnji tabeli.

**Tabela 4:** Podatki o vzorčenju podzemnih vod na odlagališču Brstje

| **Merilno mesto** | **Vrtina GAP-7** | **Vrtina GAP-10/13** | **Vrtina GAP-11/22** |
|---|---|---|---|
| **Datum in čas vzorčenja** | 2.2.2023 8:50 | 2.2.2023 11:25 | 2.2.2023 10:20 |
| **Način vzorčenja** | mobilna črpalka MP-1 | mobilna črpalka MP-1 | mobilna črpalka MP-1 |
| **Videz vzorca podzemne vode** | brez barve, usedlina ni prisotna, ni moten, brez vonja | brez barve, usedlina ni prisotna, ni moten, brez vonja | brez barve, usedlina ni prisotna, ni moten, brez vonja |
| **Čas predčrpanja (min)** | 31 | 35 | 28 |
| **Pretok predčrpavanja (l/min)** | 5 | 5 | 5 |
| **Količina predčrpane vode (l)** | 155 | 175 | 140 |
| **Količina odvzetega vzorca (l)** | 14,947 | 14,947 | 14,947 |
| **Globina potopljene črpalke (m)** | 9,90 | 10,00 | 9,00 |
| **Gladina podzemne vode (pred predčrpanjem) (m)** | 7,36 | 7,77 | 7,56 |
| **Gladina podzemne vode pred vzorčenjem (m)** | 7,36 | 7,78 | 7,56 |
| **Gladina podzemne vode po vzorčenju (m)** | 7,36 | 7,78 | 7,56 |
| **Prehodnost vrtine (m)** | 13,69 | 15,01 | 13,36 |
| ***Višina vodnega stolpca (m)** | 6,33 | 7,24 | 5,80 |
| **Št. vzorca** | **23/9027** | **23/9028** | **23/9029** |

Opomba: *Višina vodnega stolpca je izračunana iz gladin, ki so bile izmerjene pred predčrpanjem.

Vzorčevalec: Aleksander Kozel

## 4.2 Nabor parametrov za posnetek ničelnega stanja

V nabor parametrov za posnetek ničelnega stanja smo vključili vse terenske meritve skladno s Pravilnikom za podzemne vode, vse osnovne in indikativne prametre, ki izhajajo iz preglednice 1 Priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov. Ker se monitoring izcednih vod ne izvaja, dodatnih parametrov iz monitoringa izcednih vod ne vključujemo. Na območju odlagališča Brstje ni površinskih vod, zato dodatnih parametrov iz monitoringa površinskih vod ne vključujemo.

Parametrov, ki bi izhajali iz monitoringa izcednih ali površnikih vod v posnetek ničelnega stanja nismo vključili, ker se omenjena monitoringa na odlagališču Brstje ne izvajata. V posnetek ničelnega stanja smo vključili še kemijske analize endokrinih spojin, ftalatov in fosfatov, ki so do sedaj bili vključeni v rednem naboru parametrov za analizo in so bili tudi detektirani. Prav tako smo vključili še identifikacijo organskih spojin.

**Tabela 5:** Obseg parametrov podzemnih vod za posnetek ničelnega stanja na odlagališču Brstje

| **Vrsta vode** | **podzemne vode** |
|---|---|
| **Merilno mesto** | Vrtine GAP-7, GAP-10/13, GAP-11/22 |
| **Terenske meritve** | temperatura zraka, temperatura vode, pH-vrednost, električna prevodnost (20ºC), vsebnost kisika (kisik, nasičenost s kisikom), redoks potencial, motnost, barva, gladina podzemne vode (pred predčrpanjem), gladina podzemne vode pred vzorčenjem, gladina podzemne vode po vzorčenju, prehodnost vrtine, celotna količina predčrpane vode, količina odvzetega vzorca |
| **Analize - osnovni parametri** | celotni organski ogljik - TOC, adsorbljivi organski halogeni - AOX, amonij, Na, K, Ca, Mg, Fe, hidrogenkarbonati, nitrat, sulfat, klorid, fosfat-orto, bor |
| **Analize-indikativni parametri** | nitrit, fluorid, celotni cianid, sulfid raztopljeni, brom, kovine (Al, Sb, As, Cu, Ba, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, $Cr^{6+}$, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Te, Ti, V, Hg), indeks mineralnih olj, fenolni indeks, epiklorohidrin, lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki-LKCH (triklorometan (kloroform), tribromometan (bromoform), bromodiklorometan, dibromoklorometan, diklorometan, tetraklorometan, 1,1-dikloroeten, cis-1,2-dikloroeten in trans-1,2-dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, 1,1-dikloroetan, 1,2-dikloroetan, 1,1,1-trikloroetan, 1,1,2-trikloroetan, 1,1,2,2-tetrakloroetan, difluoroklorometan, triklorfluorometan ter vsota vseh naštetih); lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX (benzen, etilbenzen , toluen, m,p-ksilen, o-ksilen in vsota m,p,o-ksilenov ter vsota vseh naštetih BTX); poliklorirani bifenili-PCB (vsota PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180, PCB-194), policiklični aromatski ogljikovodiki-PAH (fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, indeno(1,2,3-cd)piren in benzo(ghi)perilen (seštevek teh parametrov je vsota PAH) ter |

| Vrsta vode | podzemne vode |
|---|---|
| | acenaften, acenaftilen, antracen, benzo(a)antracen, dibenzo(a,h)antracen, fenantren, fluoren, krizen, naftalen, piren), pesticidi (acetoklor, alaklor, atrazin, atrazin-desetil, atrazin-desizopropil, azinfos-etil, azinfos-metil, bentazon, bromacil, bromoksinil, cianazin, diazinon, dikamba, dimetenamid, heksazinon, joksinil, klorfenvinfos, malation, MCPA, MCPB, MCPP, metalaksil, metazaklor, metolaklor, mevinfos, N,N-dietil-m-toluamid, pendimetalin, prometrin, propazin, sebutilazin, sekbumeton, silvex, simazin, terbumeton, terbutilazin, terbutrin, triadimefon, 2,4-DB, 2,4-D, 2,4-DP, 2,4,5-T, 2,6-diklorobenzamid, buturon, diuron, fluometuron, imidakloprid, izoproturon, klorbromuron, klorotoluron, linuron, metamitron, metobromuron, metoksuron, metribuzin, monolinuron, monuron, neburon, aldrin, alfa-endosulfan, alfa-HCH, beta-endosulfan, beta-HCH, cis-heptaklorepoksid, cis-klordan, delta-HCH, dieldrin, endrin, gama-HCH (lindan), heksaklorobenzen, heptaklor, izodrin, mireks, o,p-DDD, o,p-DDE, o,p-DDT, o,p-metoksiklor, p,p-DDD, p,p-DDE, p,p-DDT, p,p-metoksiklor, trans-heptaklorepoksid, trans-klordan ter vsota pesticidov, ki zajema vse zgoraj naštete pesticide), bisfenol A, 4-n-nonilfenol, 4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol, benzilbutilftalat, di-(2-etilheksil)-ftalat, dibutilftalat, dietilftalat, tributilfosfat, trikloroetilfosfat, trikloropropilfosfat, identifikacija organskih spojin-SCAN |

Rezultati analiz so zbrani v prilogi 2.1.

Glede na rezultate analiz v februarju 2023 je na vrtini GAP-7 presežen standard kakovosti za bentazon. Na vrtini GAP-10/13 so preseženi standardi kakovosti za nitrat, vsoto pesticidov, pesticid MCPP, N,N-dietil-m-toluamid in prometrin. Na vrtini GAP-11/22 pa so preseženi standardi kakovosti za vsoto pesticidov, bentazon, MCPP, N,N-dietil-m-toluamid, prometrin in 2,4-DP. Vrednosti pragov niso presežene (Uredba o stanju podzemnih voda, Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12, 66/16 in 44/22 – ZVO-2).

V vzorcih podzemnih vod iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22, odvzetih februarja 2023, smo izvedli identifikacijo organskih spojin v kislem metilenkloridnem ekstraktu vzorcev na sklopu GC/MS.
Rezultati identifikacije organskih spojin so zbrani v prilogi 2.1.

Podatki o parametrih, enotah, uporabljenih analiznih metodah in uporabljeni opremi za odvzem vzorcev in kemijske analize parametrov podzemne vode, merilna negotovost MN, LOQ, podatek o akreditaciji/validaciji metode, podatek, vezan na 9. člen Pravilnika za podzemne vode so zbrani v nadaljevanju v Prilogi 2.2.

Nabor parametrov stanja podzemnih voda, ki jih predlagamo za obratovalnega monitoringa odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje je v poglavju 5.1.

Navodila za izvajanje obratovalnega monitoringa so v poglavju 5.2.

Pogostost meritev terenskih, osnovnih, indikativnih in dodatnih indikativnih parametrov je v poglavju 5.3.

# 5. PREDLOG PARAMETROV

## 5.1 Določitev osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa

Četrti odstavek 7. člena Pravilnika za podzemne vode določa, da obratovalni monitoring stanja podzemne vode vključuje monitoring osnovnih in indikativnih parametrov podzemne vode.

Glede na to, da gre pri odlagališču Brstje za odlagališče, ki je začelo obratovati že pred tem, ko je bil v Slovenijo v pravni red prenesen predpis, ki je urejal odlaganje odpadkov na odlagališčih (Pravilnik o odlaganju odpadkov na odlagališčih je bil sprejet v letu 2000) in glede na dejstvo, da večinski del odlagališča ni tesnjen (tesnjen je le južni del), lahko pričakujemo, da bo spekter onesnaževal, ki se lahko iz odloženih odpadkov (iz izcedne vode ali izlužka odpadkov), širok. Zato smo za obratovalni monitoring v nadaljevanju predvideli celoten nabor indikativnih parametrov iz preglednice 1 priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov, ki ga podajamo v tabeli 6. Pri določitvi predlaganih parametrov smo upoštevali tudi rezultate obratovalnega monitoringa podzemne vode za obdobje 2017-2022.

V naboru parametrov za obratovalni monitoring stanja podzemne vode smo vključili Identifikacijo organskih spojin. V primeru, da se v podzemni vodi z omenjeno metodo ugotovi prisotnost spojin, ki jih v monitoringu ne merimo in ugotovimo, da bi lahko imele prisotne spojine vir v odloženih odpadkih, je potrebno novelirati nabor zahtevanih parametrov in detektirane spojine vključiti v meritve.

Na osnovi pregleda rezultatov SCAN posnetkov kemijskega stanja podzemne vode na področju odlagališča za obdobje 2017-2022 ugotavljamo, da smo na dolvodnih merilnih mestih pogosto detekirali N-butilbenzensulfonamid (ki se uporablja kot plastifikator), karbamazepin (farmacevtik) in propifenazon (farmacevtik). Za navedene parametre ocenjujemo, da imajo najverjetneje izvor v odloženih odpadkih, zato predlagamo, da se njihova prisotnost v prihodnje v monitoringu kvantitativno spremlja. Prav tako so bili pogosto detektirani ftalati, fosfati in pesticidi, ki smo jih uvrstili v nabor za monitoring.

Parametrom smo določili trende koncentracij za obdobje 2017-2022 (razvidno iz tabele 7). Parametrom, ki so bili izmerjeni le v sklopu referenčnih meritev, trendov nismo določili, saj je bilo premalo podatkov za določitev trenda.

Za primerjavo podajamo tudi informacijo o preseženi opozorilni spremembi na vsaj eni dolvodni vrtini v obravnavanem obdobju (2017-2022).

**Tabela 6:** Predlagan nabor parametrov obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode za odlagališče Brstje

| **Vrsta vode** | **podzemne vode** |
|---|---|
| **Merilno mesto** | **Vrtine GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22** |
| **Terenski parametri** skladno s 1., 2., 3., 4., 5. in 6. točko, prvega odstavka, 4. člena Pravilnika za podzemne vode in skladno z 18. točko, 3. člena Pravilnika za podzemne vode | temperatura zraka, temperatura vode, pH-vrednost, električna prevodnost (20ºC), kisik, nasičenost s kisikom, redoks potencial, motnost, barva, gladina podzemne vode (pred predčrpanjem), gladina podzemne vode pred vzorčenjem, gladina podzemne vode po vzorčenju, prehodnost vrtine, celotna količina predčrpane vode, količina odvzetega vzorca |
| **Osnovni parametri** skladno z drugo alinejo, 14. točke, 3. člena Pravilnika za podzemne vode | celotni organski ogljik - TOC, adsorbljivi organski halogeni - AOX, Na, K, Ca, Mg, Fe, amonij, nitrat, hidrogenkarbonati, sulfat, klorid, fosfat-orto, bor |
| **Indikativni parametri,** določeni na osnovi seznama onesnaževal iz preglednice 1, Priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov in na osnovi rezultatov pridobljenih v obdobju 2017-2022 (glej tabelo 7) | nitrit,<br>fluorid,<br>sulfid raztopljeni,<br>celotni cianid,<br>brom,<br>kovine (Al, Sb, As, Cu, Ba, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Cr6+, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V, Hg),<br>indeks mineralnih olj,<br>fenolni indeks,<br>epiklorohidrin,<br>lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki – LKCH (triklorometan-kloroform, diklorometan, tetraklorometan, cis-1,2-dikloroeten, trikloroeten, tetrakloroeten, 1,2-dikloroetan, 1,1,1-trikloroetan ter vsota vseh naštetih),<br>lahkohlapni aromatski ogljikovodiki BTX (benzen, etilbenzen, toluen, ksileni (vsota -o, -m, -p), m,p-ksilen, o-ksilen) ter vsota vseh naštetih)),<br>policiklični aromatski ogljikovodiki – PAH (fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, indeno(1,2,3-cd)piren in benzo(ghi)perilen (ter vsota vseh naštetih)<br>poliklorirani bifenili – PCB (vsota PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180, PCB-194),<br>pesticidi (alaklor, terbutilazin, dimetenamid, klorotoluron, metolaklor, atrazin, atrazin-desetil, atrazin-desizopropil, simazin, prometrin, propazin, bentazon, MCPP, N,N-dietil-m-toluamid, 2,4 – DP in izoproturon ter vsota pesticidov, ki zajema vse zgoraj naštete pesticide),<br>bisfenol A, 4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol, |

| Vrsta vode | podzemne vode |
|---|---|
| | benzil butil ftalat, di-(2-etilheksil)-ftalat, dibutil ftalat, dietil ftalat,<br>tributilfosfat, trikloropropilfosfat,<br>propifenazon, karbamazepin,<br>N-butilbenzsulfonamid,<br>identifikacija organskih spojin |

V spodnji tabeli podajamo za indikativne parametre utemeljitve njihove vključitve v obratovalni monitoring stanja podzemne vode.

**Tabela 7:** Utemeljitev vključitve indikativnih parametrov v obratovalni monitoring stanja podzemne vode

| **Parameter (stolpec 1)** | **Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2)** | **Trendi 2017-2022 (stolpec 3)** | **Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4)** |
|---|---|---|---|
| Nitrit | DA | 8 | DA |
| Fluorid | DA | 9 | NE |
| Sulfid raztopljeni | DA | 9 | NE |
| Celotni cianid | DA | 9 | NE |
| Brom | DA[10] | 8 | 1) |
| Aluminij | DA | 8 | NE |
| Antimon | DA | 8 | DA |
| Arzen | DA | 8 | NE |
| Baker | DA | 8 | DA |
| Barij | DA | 8 | DA |
| Berilij | DA | 8 | NE |
| Cink | DA | 8 | NE |
| Kadmij | DA | 8 | NE |
| Kobalt | DA | 8 | NE |
| Kositer | DA | 8 | NE |
| Krom | DA | 8 | NE |
| Krom (VI) | DA | 9 | NE |
| Mangan | DA | 8 | NE |
| Molibden | DA | 8 | NE |
| Nikelj | DA | 8 | DA |

| Parameter (stolpec 1) | Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2) | Trendi 2017-2022 (stolpec 3) | Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4) |
|---|---|---|---|
| Selen | DA | 8 | DA |
| Srebro | DA | 8 | NE |
| Svinec | DA | 8 | NE |
| Talij | DA | 8 | NE |
| Telur | DA | 8 | NE |
| Titan | DA | 8 | NE |
| Vanadij | DA | 9 | NE |
| Živo srebro | DA | 9 | NE |
| Indeks mineralnih olj | DA | 9 | NE |
| Fenolni indeks | DA | 9 | NE |
| Epiklorohidrin | DA | 9 | NE |
| Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki - LKCH (vsota) | DA | 8 | NE |
| Bromodiklorometan | NE | 8 | 1) |
| Cis-1,2-Dikloroeten | DA | 8 | DA |
| Dibromoklorometan | NE | 8 | 1) |
| Diklorometan | DA | 8 | NE |
| Tetraklorometan | DA | 8 | NE |
| Trans-1,2-dikloroeten | NE | 8 | 1) |
| Tribromometan (bromoform) | NE | 8 | 1) |
| Triklorometan (kloroform) | DA | 8 | NE |
| 1,1-Dikloroetan | NE | 8 | 1) |
| 1,1-Dikloroeten | NE | 8 | 1) |
| 1,1,1-Trikloroetan | DA | 8 | NE |
| 1,1,2-Trikloroetan | NE | 8 | 1) |
| Trikloroeten (trikloroetilen) | DA | 8 | NE |
| 1,1,2,2-Tetrakloroetan | NE | 8 | 1) |
| Tetrakloroeten (tetrakloroetilen) | DA | 8 | NE |
| 1,2-Dikloroetan | DA | 8 | NE |
| Difluoroklorometan | NE | 9 | 1) |
| Triklorfluorometan | NE | 9 | 1) |

| Parameter (stolpec 1) | Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2) | Trendi 2017-2022 (stolpec 3) | Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4) |
|---|---|---|---|
| Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki - BTX (vsota) | DA | 9 | NE |
| Benzen | DA[3] | 9 | 1) |
| Etilbenzen | DA[3] | 9 | 1) |
| Toluen | DA[3] | 9 | 1) |
| Ksileni (vsota -o,-m,-p) | DA[3] | 9 | 1) |
| m,p- Ksilen | DA[3] | 9 | 1) |
| o-Ksilen | DA[3] | 9 | 1) |
| Poliklorirani bifenili - PCB (vsota-7 Ballschm.) | DA | 9 | NE |
| PCB-28 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-52 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-101 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-138 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-153 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-180 | DA[3] | 9 | 1) |
| PCB-194 | DA[3] | 9 | 1) |
| Policiklični aromatski ogljikovodiki - PAH (vsota) | DA | 9 | NE |
| Acenaften | NE | 9 | 1) |
| Acenaftilen | NE | 9 | 1) |
| Antracen | NE | 9 | 1) |
| Benzo(a)antracen | NE | 9 | 1) |
| Benzo(a)piren | DA[3] | 9 | 1) |
| Benzo(b)fluoranten | DA[3] | 9 | 1) |
| Benzo(ghi)perilen | DA[3] | 9 | 1) |
| Benzo(k)fluoranten | DA[3] | 9 | 1) |
| Dibenzo(a,h)antracen | NE | 9 | 1) |
| Fenantren | NE | 9 | 1) |
| Fluoranten | DA[3] | 9 | 1) |
| Fluoren | NE | 9 | 1) |

| Parameter (stolpec 1) | Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2) | Trendi 2017-2022 (stolpec 3) | Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4) |
|---|---|---|---|
| Indeno(1,2,3-c,d)piren | DA[3] | 9 | 1) |
| Krizen | NE | 9 | 1) |
| Naftalen | NE | 9 | 1) |
| Piren | NE | 9 | 1) |
| Pesticidi (vsota) | DA | 8 | DA |
| Acetoklor | NE | 8 | NE |
| Alaklor | DA | 8 | NE |
| Atrazin | DA | 8 | NE |
| Atrazin, Desetil- | DA | 8 | DA |
| Atrazin, Desizopropil- | DA | 8 | NE |
| Azinfos-etil | NE | 8 | NE |
| Azinfos-metil | NE | 8 | NE |
| Bentazon | DA [10] | +(V-3/2) | DA |
| Bromacil | NE | 8 | NE |
| Bromoksinil | NE | 8 | NE |
| Cianazin | NE | 8 | NE |
| Diazinon | NE | 8 | NE |
| Dikamba | NE | 8 | NE |
| Dimetenamid | DA | 8 | NE |
| Heksazinon | NE | 8 | NE |
| Joksinil | NE | 8 | NE |
| Klorfenvinfos | NE | 8 | NE |
| Malation | NE | 8 | NE |
| MCPA | NE | 8 | NE |
| MCPB | NE | 8 | NE |
| MCPP | DA [10] | 8 | DA |
| Metalaksil | NE | 8 | NE |
| Metazaklor | NE | 8 | NE |
| Metolaklor | DA | 8 | DA |
| Mevinfos | NE | 8 | NE |
| N,N-dietil-m-toluamid | DA [10] | 8 | DA |

| Parameter (stolpec 1) | Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2) | Trendi 2017-2022 (stolpec 3) | Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4) |
|---|---|---|---|
| Pendimetalin | NE | 8 | NE |
| Prometrin | DA | 8 | DA |
| Propazin | DA | 8 | NE |
| Sebutilazin | NE | 8 | NE |
| Sekbumeton | NE | 8 | NE |
| Silvex | NE | 8 | NE |
| Simazin | DA | 8 | NE |
| Terbumeton | NE | 8 | NE |
| Terbutilazin | DA | 8 | DA |
| Terbutrin | NE | 8 | NE |
| Triadimefon | NE | 8 | NE |
| 2,4 - DB | NE | 8 | NE |
| 2,4-D | NE | 8 | NE |
| 2,4-DP | DA [10] | 8 | DA |
| 2,4,5-T | NE | 8 | NE |
| 2,6-Diklorobenzamid | NE | 8 | NE |
| Buturon | NE | 8 | NE |
| Diuron | NE | 8 | NE |
| Fluometuron | NE | 8 | NE |
| Imidakloprid | NE | 8 | NE |
| Izoproturon | DA [10] | 8 | DA |
| Klorbromuron | NE | 8 | NE |
| Klorotoluron | DA | 8 | DA |
| Linuron | NE | 8 | NE |
| Metamitron | NE | 8 | NE |
| Metobromuron | NE | 8 | NE |
| Metoksuron | NE | 8 | NE |
| Metribuzin | NE | 8 | NE |
| Monolinuron | NE | 8 | NE |
| Monuron | NE | 8 | NE |
| Neburon | NE | 8 | NE |

| Parameter (stolpec 1) | Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2) | Trendi 2017-2022 (stolpec 3) | Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4) |
|---|---|---|---|
| alfa-HCH | NE | 9 | NE |
| beta-HCH | NE | 9 | NE |
| gama-HCH (Lindan) | NE | 9 | NE |
| delta-HCH | NE | 9 | NE |
| Heksaklorobenzen (HCB) | NE | 9 | NE |
| Heptaklor | NE | 9 | NE |
| Aldrin | NE | 9 | NE |
| Dieldrin | NE | 9 | NE |
| Endrin | NE | 9 | NE |
| Izodrin | NE | 9 | NE |
| o,p-DDE | NE | 9 | NE |
| p,p-DDE | NE | 9 | NE |
| o,p-DDD | NE | 9 | NE |
| p,p-DDD | NE | 9 | NE |
| o,p-DDT | NE | 9 | NE |
| p,p-DDT | NE | 9 | NE |
| alfa-endosulfan | NE | 9 | NE |
| beta-endosulfan | NE | 9 | NE |
| cis-Klordan | NE | 9 | NE |
| trans-Klordan | NE | 9 | NE |
| cis-Heptaklorepoksid | NE | 9 | NE |
| trans-Heptaklorepoksid | NE | 9 | NE |
| o,p-Metoksiklor | NE | 9 | NE |
| p,p-Metoksiklor | NE | 9 | NE |
| Mireks | NE | 9 | NE |
| Bisfenol A | DA [10] | 8 | 1) |
| 4-n-Nonilfenol | NE | 8 | 1) |
| 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol | DA [10] | 8 | 1) |
| Benzil butil ftalat | DA [10] | 8 | 1) |
| Di-(2-etilheksil)-ftalat | DA [10] | 8 | 1) |
| Dibutil ftalat | DA [10] | 8 | 1) |

| **Parameter (stolpec 1)** | **Vključitev v redni obratovalni monitoring stanja podzemne vode DA/NE (stolpec 2)** | **Trendi 2017-2022 (stolpec 3)** | **Presežena opozorilna sprememba na GAP-10 ali V-3/2 v obdobju 2017-2022 (stolpec 4)** |
|---|---|---|---|
| Dietil ftalat | DA [10] | 8 | 1) |
| Tributilfosfat | DA [10] | 9 | 1) |
| Trikloroetilfosfat | NE | 9 | 1) |
| Trikloropropilfosfat | DA [10] | 9 | 1) |
| Identifikacija organskih spojin (GC/MS) | DA [7] (N-butilbenzsulfonamid, propifenazon in karbamazepin) | / | 1) |

1) Opozorilne spremembe za parametre, pri katerih v Uredbi o odlagališčih odpadkov ni zapisane meje zaznavanja, nismo izračunavali.

3) Parameter predlagan v nabor za nadaljevanje monitoringa, ker je sestavni del parametra vsote

7) Na osnovi pregleda rezultatov SCAN posnetkov v obdobju 2017-2022 spremljanja kemijskega stanja podzemne vode na področju odlagališča predlagamo, da se njihova prisotnost v prihodnje v monitoringu spremlja.

8) Ni trenda (ni naraščajoče, ne padajoče)

9) Premalo podatkov za določitev trenda (le referenčna meritev).

10) Dodani parameter ima vrednost enako ali višjo LOQ metode in ni zapisan v preglednici 1, priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov.

## 5.2 Navodila za izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode

1. **Meritve gladin podzemne vode in meritve prehodnosti vrtin** izvedemo v vrtinah GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22. Gladino podzemne vode in prehodnost vrtine izmerimo pred pričetkom prečrpavanja podzemne vode, nato merimo gladino podzemne vode ves čas črpanja, pred vzorčenjem in po vzorčenju. Spremljava meritve gladin podzemne vode med črpanjem je potrebna zaradi kontrole dotoka sveže vode v vrtino. Z ozirom na padanje gladin podzemne vode reguliramo hitrost črpanja.

   V skladu z zahtevami in na način zapisan v hidrogeološkem delu tega programa je potrebno v vrtinah GAP-7, GAP-10/13, GAP-11/22, GAP-8/13, G-2, G-1a, Pokopališče in V-3/2 (meritve na tej vrtini se izvajajo še eno leto po potrditvi programa za namen primerljivosti podatkov) ter v vodnjakih Dornavska, Brstje 1 in Brstje 22 meriti količinsko stanje podzemne vode.
2. **Prečrpavanje vode iz opazovalne vrtine** je potrebno izvesti skladno z zahtevo, zapisano v hidrogeološkem delu programa in sicer za vrtine GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 v skladu s standardom SIST ISO 5667-11:2010. Zabeležimo količino prečrpavanje vode. Po prečrpavanju (pred vzorčenjem) je potrebno ponovno izmeriti gladino podzemne vode.
3. **Meritve terenskih parametrov**: meritve terenskih parametrov v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22: 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, redoksi sonda). Meritev motnosti izvedemo s turbidimetrom. Med merjenjem navedenih terenskih parametrov izvedemo tudi meritev temperature zraka v okolici vzorčnega mesta, na višini 1,5 m od tal in stanje vremena. Pri videzu vzorca podzemne vode uporabimo senzorično analizo vode.
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 vod iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22. Podzemne vode vzorčimo v ustrezno embalažo. Glede na analiziran parameter podzemno vodo po potrebi filtriramo in ustrezno stabiliziramo, kot to zahtevajo merilne metode. Zabeležimo količino odvzetega vzorca. Po vzorčenju ponovno izmerimo gladino podzemne vode. Vzorce nato v ohlajenem stanju čim prej dostavimo v laboratorij v analizo.
5. **Analiza vzorca podzemnih vod**; v laboratoriju opravimo analize odvzetih vzorcev podzemnih vod iz točke 4, na nabor naveden v poglavju 5.1 tega programa. Za analize vzorcev na vsebnost parametrov se uporabljajo analizne metode, vključno z laboratorijskimi, terenskimi in on-line metodami, ki so validirane in dokumentirane v skladu s standardom SIST EN ISO/IEC 17025 ali drugim enakovrednim mednarodno priznanim standardom in izpolnjujejo zahteve iz 5., 6., 7., 8., 9. in 10. odstavka 9. člena Pravilnika za podzemne vode.
6. **Izdelava poročila o opravljenih meritvah in analizah**; za vsak odvzem vzorcev in opravljene analize podzemnih vod (praviloma dvakrat letno) izdelamo poročilo o opravljenih meritvah in analizah.

7. **Vrednotenje analiz in vpliva iz 10. člena Pravilnika za podzemne vode ter letno poročilo o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode iz 11.člena Pravilnika za podzemne vode: v** poglavju 5.4. so podrobno navedene opozorilne spremembe za parametre, ki so predmet monitoringa. Vrednotenje analiz in vpliva izvedemo v Poročilu o obratovalnem monitoringu po postopku iz poglavja 5.4. Vsebino Poročila o obratovalnem monitoringu navajamo v poglavju 5.5.

## 5.3 Pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov

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

1. dvakrat v letu v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 v obsegu iz tabele 6 (terenski parametri, osnovni parametri in indikativni parametri).

## 5.4 Vrednotenje analiz in vpliva ter določitev opozorilne spremembe osnovnih in indikativnih parametrov

10. člen Pravilnika za podzemne vode predpisuje pravila vrednotenja spremembe vsebnosti parametrov obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

Sprememba vsebnosti posameznega parametra se izračuna za vsako meritev posameznega parametra v podzemni vodi, ki je vključen v obratovalni monitoring stanja podzemne vode, kot razmerje med izmerjeno spremembo vrednosti koncentracije posameznega parametra in vrednostjo koncentracije istega parametra v podzemni vodi, v kateri ni zaznanih posledic zaradi odlaganja odpadkov na odlagališčih, in sicer po naslednji enačbi:

$$\Delta = 100 \times (CN1 - CN2) / CN2,$$

pri čemer je:
– Δ: sprememba vsebnosti posameznega parametra,
– CN1: vrednost koncentracije posameznega parametra, izmerjena na območju odtoka podzemne vode z območja odlagališča (vrtine GAP-10/13 GAP-11/22),
– CN2: povprečna vrednost koncentracije posameznega parametra, izmerjena na območju dotoka podzemne vode na območje odlagališča (vrtina GAP-7) ali v okviru posnetka ničelnega stanja podzemne

vode, pri čemer je povprečna vrednost koncentracije posameznega parametra izračunana kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na opazovalni vrtini v zadnjih petih letih, če teh za to obdobje ni, pa kot povprečje rezultatov meritev koncentracij posameznega parametra, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

Pri izračunu se ob upoštevanju merilne negotovosti:
– rezultat analize opredeli kot polovica vrednosti meje zaznavnosti za ta parameter, določene v tabeli 8, kadar je izmerjena koncentracija parametra pod mejo zaznavnosti iz tabele 8 in
– za parametre, ki so skupna vsota dane skupine snovi, vključno z ustreznimi metaboliti, produkti razgradnje in reakcijskimi produkti, pri izračunu te vrednosti izmerjene koncentracije posameznih snovi, ki so nižje od meje zaznavnosti za posamezno snov iz tabele 8 in opredelijo kot nič.

Pri odlaganju odpadkov na odlagališčih se poleg spremembe vsebnosti posameznega parametra določi tudi opozorilna sprememba za vsak posamezen parameter obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode v skladu s točko 6, priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov. Opozorilne spremembe posameznih parametrov so določene v tabeli 8.

Opozorilna sprememba za posamezni parameter je:
– enaka vrednosti A iz tabele 8, če za posamezni parameter vrednost CN2 ni več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega parametra iz tabele 8, ki se nanaša na opozorilne spremembe A in B,
– enaka vrednosti B iz tabele 8, če je za posamezni parameter vrednost CN2 5-krat večja ali več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega parametra iz tabele 8, ki se nanaša na opozorilne spremembe A in B.

Če je izračunana opozorilna sprememba posameznega parametra manjša od meje zaznavnosti koncentracije tega parametra iz tabele 8, se za opozorilno spremembo upošteva vrednost, ki je enaka meji zaznavnosti koncentracije tega parametra iz tabele 8, ki se nanaša na opozorilne spremembe A in B.

V programu monitoringa se opozorilna sprememba posameznega parametra določi za vsak parameter, vključen v obratovalni monitoring stanja podzemne vode in se izračuna kot opozorilna vrednost razmerja med izmerjeno spremembo vrednosti koncentracije posameznega parametra in vrednostjo koncentracije istega parametra v podzemni vodi, v kateri ni zaznanih posledic zaradi odlaganja odpadkov na odlagališčih, in sicer po enačbi iz tretjega odstavka 10 člena Pravilnika za podzemne vode.

Opozorilne spremembe smo določili za vse parametre obratovalnega monitoringa za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje v skladu s točko 6., priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov in jih navajamo v tabeli 8.

**Tabela 8:** Opozorilne spremembe parametrov obratovalnega monitoringa odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje

| Parameter | Enota | Izražen kot | Meja zaznavnosti | 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 |
| Nitrat | mg/l | $NO_3$ | 1 | +100 | +50 |
| Sulfat | mg/l | $SO_4$ | 1 | +500 | +1000 |
| Klorid | mg/l | Cl | 1 | +500 | +1000 |
| Fosfat-orto | mg/l | $PO_4$ | 0,05 | +100 | +50 |
| Bor | mg/l | B | 0,02 | +100 | +50 |
| **INDIKATIVNI PARAMETRI** | | | | | |
| Nitrit | mg/l | $NO_2$ | 0,01 | +200 | +100 |
| Fluorid | mg/l | F | 0,1 | +200 | +100 |
| Sulfid raztopljeni | mg/l | S | 0,05 | +200 | +100 |
| Celotni cianid | µg/l | CN | 5 | +200 | +100 |
| Brom | mg/l | Br | 0,01 | +300 | +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 |

| Parameter | Enota | Izražen kot | Meja zaznavnosti | Opozorilna sprememba (%) A | Opozorilna sprememba (%) B |
|---|---|---|---|---|---|
| Kadmij | µg/l | Cd | 0,1 | +300 | +100 |
| 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 |
| Indeks mineralnih olj | µg/ | - | 5 | +100 | +50 |
| Fenolni indeks | µg/l | - | 1 | +300 | +100 |
| Epiklorohidrin | µg/l | - | 1 | +200 | +200 |
| Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki – LKCH (1) | µg/l | - | 2,0 | +200 | +100 |
| Diklorometan | µg/l | - | 0,5 | +100 | +100 |
| Tetraklorometan | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| Triklorometan (kloroform) | µg/l | - | 0,3 | +100 | +100 |
| 1,1,1 - Trikloroetan | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| 1,2 - Dikloroetan | µg/l | - | 0,5 | +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 (2) | µg/l | - | 1 | +200 | +100 |
| Poliklorirani bifenili – PCB (3) | µg/l | - | 0,02 | +300 | +100 |

| Parameter | Enota | Izražen kot | Meja zaznavnosti | Opozorilna sprememba (%) A | Opozorilna sprememba (%) B |
|---|---|---|---|---|---|
| Policiklični aromatski ogljikovodiki – PAH (4) | µg/l | - | 0,01 | +200 | +100 |
| Pesticidi (5) | µg/l | - | 0,05 | +200 | +100 |
| Alaklor 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Terbutilazin 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Dimetenamid 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Klorotoluron | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Metolaklor | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Atrazin | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Atrazin-desetil | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Atrazin-desizopropil 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Simazin 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Prometrin | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Propazin 6) | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Bentazon | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| MCPP | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| N,N-dietil-m-toluamid | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| 2,4 -DP | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Izoproturon | µg/l | - | 0,03 | +100 | +100 |
| Bisfenol A | µg/l | - | 0,025 | +100 | +100 |
| 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol | µg/l | - | 0,01 | +100 | +100 |
| Benzil butil ftalat | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| Di-(2-etilheksil)-ftalat | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| Dibutil ftalat | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| Dietil ftalat | µg/l | - | 0,1 | +100 | +100 |
| Tributilfosfat | µg/l | - | 0,01 | +100 | +100 |
| Trikloropropilfosfat | µg/l | - | 0,01 | +100 | +100 |
| Karbamazepin | µg/l | - | 0,004 | +100 | +100 |
| Propifenazon | µg/l | - | 0,004 | +100 | +100 |
| N-butilbenzsulfonamid | mg/l | - | 10 | +100 | +100 |

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.

1) Vsota lahkohlapnih alifatskih halogeniranih ogljikovodikov.
2) Vsota benzena, toluena, ksilena in alkilbenzenov (orto, meta, para)
3) Vsota polikloriranih bifenilov - PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB.138, PCB-153, PCB-180, PCB-194
4) 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.
5) Vsota pesticidov in njihovih metabolitov (vsota vsebuje vse merjene pesticide).
6) Dodani pesticidi skladno s 6. točko, opombo 4, priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov, ki podaja obvezen nabor pesticidov
7) Za posamezni parameter organskih spojin, ki v tabeli niso navedene, velja opozorilna sprememba A:+100 in B:+100, za posamezni parameter anorganskih spojin pa A:+300 in B:+100. Kot mejo zaznavnosti upoštevamo LOQ metode.

Vpliv odlagališča odpadkov na kvaliteto podzemne vode opredeljuje točka 6.1, Priloge 8 Uredbe o odlagališčih odpadkov

Odlagališče ne vpliva na kakovost podzemne vode, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi manjša od opozorilne spremembe, določene v programu obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode za to onesnaževalo.

Odlagališče ima **vpliv** na kakovost podzemne vode, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi enaka ali večja od opozorilne spremembe, določene v programu obratovalnega monitoringa za to onesnaževalo.

V primeru čezmernega obremenjevanja okolja, kot je določeno v tretjem odstavku 47. člena Uredbe o odlagališčih odpadkov, mora upravljavec skladno z drugim odstavkom 47. člena te uredbe predvideti ukrepe v poročilu o obratovalnem monitoringu iz sedmega odstavka 46. člena te uredbe in predhodno izvesti vsaj analizo razpoložljivih podatkov o onesnaženosti podzemne vode, upoštevajoč podatke o obremenitvah odpadnih voda in površinskih voda, urejenosti odlagališča, ustreznosti oziroma primernosti merilnih mest upoštevajoč vremenske, hidrološke in hidrogeološke razmere v času izvajanja vzorčenja in kemijskih meritev.

## 5.5 Poročilo o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode

V skladu s 11. členom Pravilnika za podzemne vode mora izvajalec obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode za vsako koledarsko leto izvajanja obratovalnega monitoringa izdelati poročilo o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode. Poročilo se pripravi na obrazcu, ki ga pripravi ministrstvo.

Poročilo mora vsebovati podatke o:

- izvajalcu obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode,
- podizvajalcih, če so ti vključeni v izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode,
- zavezancu in njegovi dejavnosti,
- merilnih mestih oz. mestih vzorčenja za izvajanje obratovalnega monitoringa, vključno s strokovnimi utemeljitvami in obrazložitvami,
- rezultatih meritev iz 1., 2., 4., 5. in 6. točke prvega odstavka 4. člena Pravilnika za podzemne vode, vključno z opisom izvedbe teh meritev,
- vrsti meritev in obsegu parametrov iz 7. člena Pravilnika za podzemne vode, ki so vključeni v obratovalni monitoring stanja podzemne vode, pri čemer je treba dodati strokovno obrazložitev kateri osnovni parameter iz druge alineje 14. točke 3. člena Pravilnika za podzemne vode je bil določen kot indikativni parameter,
- pogostosti in času vzorčenja,
- načinu in uporabljenih metodah vzorčenja,
- uporabljeni opremi za vzorčenje,
- uporabljenih analiznih metodah in merilni opremi ter merilni negotovosti in meji določljivosti uporabljenih analiznih metod,
- rezultatih vsake posamezne meritve na vsakem od merilnih mest na dotoku podzemne vode na območje naprave ali odlagališča in na vsakem od merilnih mest na odtoku podzemne vode z območja naprave ali odlagališča,
- vrednotenju, pri čemer je treba za odlagališča odpadkov dodati tudi vrednotenje sprememb vsebnosti parametrov v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za te parametre,
- ugotovitvah o stanju podzemne vode z oceno trenda slabšanja ali izboljševanja stanja podzemne vode, vključno s prikazom prostorske porazdelitve parametrov iz 7. člena Pravilnika za podzemne vode, ki so vključeni v obratovalni monitoring stanja podzemne vode, znotraj ciljne hidrogeološke cone, in
- kontaktnih osebah izvajalca obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode in podizvajalcev, če so bili ti vključeni v izvajanje obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode, odgovornih za pripravo posameznih vsebin poročila,

- ugotovitve iz 13. točke tretjega odstavka 11.člena pravilnika za podzemne vode morajo poleg ocene trenda slabšanja ali izboljševanja stanja podzemne vode vključevati tudi s kemijskega in hidrogeološkega vidika pripravljeno strokovno obrazložitev vrednotenja iz prejšnjega člena o vplivu na stanje podzemne vode, morebitnih pomanjkljivosti in negotovosti, ki so povezane s podatki o podzemni vodi ter s pripravo poročila, in izvedenih ukrepih, če so bili ti izvedeni, in o njihovih učinkih na stanje podzemne vode.

Poročilo mora poleg zgoraj naštetih podatkov vsebovati tudi:

- podatke o pretoku črpanja,
- opis izvedbe in opreme vsakega merilnega mesta oziroma mesta vzorčenja, če gre za prvo poročilo po izvedbi novega merilnega mesta,
- podatke o posnetku ničelnega stanja podzemne vode, če gre za prvo poročilo, izdelano v skladu s Pravilnikom za podzemne vode,
- ugotovitve in podatke o rednem vzdrževanju vsakega merilnega mesta,
- podatke o preveritvah delovanja avtomatskih merilnikov iz 8. člena Pravilnika za podzemne vode,
- ugotovitve o preveritvi ustreznosti vsakega merilnega mesta,
- ugotovitve o potrebah po čiščenju posameznega merilnega mesta,
- ugotovitve o potrebah po sanaciji merilnega mesta, vključno z opisom ugotovljenih poškodb ali dotrajanosti, in
- strokovno utemeljitev in obrazložitev morebitnega predloga nadomestnega merilnega mesta glede na ugotovitve iz prejšnje točke ali dodatnih merilnih mest iz šestega odstavka 5. člena Pravilnika za podzemne vode.

Poročilo zavezanec v elektronski obliki pošlje ministrstvu, pristojnemu za okolje najpozneje do 31. marca tekočega leta za preteklo koledarsko leto izvajanja obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode.

Zavezanec mora poročila hraniti ves čas obratovanja naprave. Če je zavezancu izdana odločba za izvedbo ukrepov ob prenehanju obratovanja naprave, hrani poročila do dokončanja izvedbe teh ukrepov.

## 5.6 Povzetek programa z navodili za izvajanje

V nadaljevanju povzemamo navodila za izvajanje Programa monitoringa za odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje.

## Hidrogeološki del

Kot dolvodne se opredelijo opazovalne vrtine V-3/2, GAP-10/13, G-2, G-1a, G-3 in GAP-11/22, kot gorvodne pa vrtine GAP-7, GAP-8/13 in Pokopališče ter vodnjaka Dornavska in Brstje 1. Vodnjak Brstje 22 se opredeli kot bočnega.

Meritve kemijskega stanja podzemne vode se izvajajo na naslednjih vrtinah:

- gorvodna (ničelna) vrtina GAP-7,
- dolvodne vrtine GAP-10/13 in GAP-11/22.

Meritve količinskega stanja podzemne vode se izvajajo na naslednjih objektih:

- GAP-7, GAP-10/13, Dornavska, GAP-8/13, G-2, G-1a, G-3, Pokopališče, Brstje 1, Brstje 22 in GAP-11/22.
- Na opazovalnih vrtinah G-1a, V-3/2, GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 se meritve količinskega stanja podzemne vode izvajajo z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi, na opazovalnih vrtinah G-2, G-3, Pokopališče, GAP-8/13 se meritve količinskega stanja izvajajo z ročnimi meritvami enkrat na 14 dni, na vodnjakih Dornavska, Brstje 1, Brstje 22 se meritve količinskega stanja izvajajo z ročnimi meritvami dvakrat na leto.
- Na vrtini V-3/2 se meritve gladin podzemne vode izvajajo še eno (1) leto po potrditvi programa. Te meritve se izvajajo z namenom, da se ugotovi primerljivost nihanja z novo opazovalno vrtino GAP-11/22.

Presojo ustreznosti opazovalnih objektov poda hidrogeolog v letnem poročilu.

## Kemijski del

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

1. dvakrat v letu v podzemni vodi iz vrtin GAP-7, GAP-10/13 in GAP-11/22 v obsegu iz tabele 6 (terenski parametri, osnovni parametri in indikativni parametri).

Upravljavec naprave je dolžan vrtine vzdrževati in voditi evidenco o morebitnih posegih in poškodbah na njih.

# 6. GRAFIČNE PRILOGE

## PRILOGE 1 – HIDROGEOLOŠKI DEL

Priloga 1.1: Pregledna situacija obravnavanega območja (M 1:25.000) (1 stran)

Priloga 1.2: Legenda (1 stran)

Priloga 1.3: Pregledna karta odlagališča (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.4: Hidrogeološka karta (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.5: Karta gladin podzemne vode – nizko stanje (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.6: Karta gladin podzemne vode – visoko stanje (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.7.: Hidrogeološki profil 1 (M 1:2.500/100) (1 stran)

Priloga 1.8.: Hidrogeološki profil 2 (M 1:1.000/200) (1 stran)

Priloga 1.9.: Litološki in hidrogeološki popisi vrtin (9 strani)

Priloga 1.10.: Ciljna hidrogeološka cona (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.11.: Vplivno območje naprave ( M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.12.: Obstoječi viri onesnaževanja na predvidenem območju naprave in njenem vplivnem območju (M 1:5000) (1 stran)

## PRILOGE 2 – KEMIJSKI DEL

Priloga 2.1. Rezultati posnetka ničelnega stanja in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje v letu 2022 (21 strani)

Priloga 2.2. Podatki o parametrih, enotah, uporabljenih analiznih metodah in uporabljeni opremi za odvzem vzorcev in kemijske analize parametrov podzemne vode, merilna negotovost MN, LOQ, podatek o akreditaciji/validaciji metode, podatek, vezan na 9.člen Pravilnika za podzemne vode (16 strani)

## PRILOGA 3 – PROGRAM UKREPOV V PRIMERU PRESEGANJA OPOZORILNE SPREMEMBE PARAMETROV PODZEMNE VODE

(55 strani)

# 7. VIRI

Agencija RS za okolje (ARSO), 2022 in 2023, portal Atlas okolja. Dostopno na svetovnem spletu: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

Agencija RS za okolje (ARSO), 2023, Arhiv hidroloških podatkov. Dostopno na svetovnem spletu: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/

Agencija RS za okolje (ARSO), 2021, Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji. Dostopno na svetovnem spletu: https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/hidro/watercycle/text/sl/publications/monographs/Kolicinsko_stanje_podzemnih_voda_v_Sloveniji_OSNOVE_ZA_NUV_2022_2027.pdf

Atanackov, J., Jamšek Rupnik, P., Jež, J., Celarc, B., Novak, M., Milanič, B., Markelj, A., Bavec, M., Kastelic, V. 2021: Database of active faults in Slovenia: compiling a new active fault database at the junction between the Alps, the Dinarides and the Pannonian Basin tectonic domains. Front. Earth Sci., 9, doi: 10.3389/feart.2021.604388

Ivanuša-Šket, H., Brenčič, M., Torkar, A. Noveliran program obratovalnega monitoringa podzemnih voda za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje. Maribor: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja, 2012.

Placer, L. 2008. Osnove tektonske razčlenitve Slovenije. Geologija, 51/2, str. 205 - 217.

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

Žnidarčič, M. in Mioč, P., 1987: Osnovna geološka karta 1:100 000 – Tolmač in karta lista Maribor in Leibnitz. Zvezni geološki zavod Jugoslavije. Beograd, 60 str.

## PRILOGE 1 – HIDROGEOLOŠKI DEL

Priloga 1.1: Pregledna situacija obravnavanega območja (M 1:25.000) (1 stran)

Priloga 1.2: Legenda (1 stran)

Priloga 1.3: Pregledna karta odlagališča (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.4: Hidrogeološka karta (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.5: Karta gladin podzemne vode – nizko stanje (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.6: Karta gladin podzemne vode – visoko stanje (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.7.: Hidrogeološki profil 1 (M 1:2.500/100) (1 stran)

Priloga 1.8.: Hidrogeološki profil 2 (M 1:1.000/200) (1 stran)

Priloga 1.9.: Litološki in hidrogeološki popisi vrtin (9 strani)

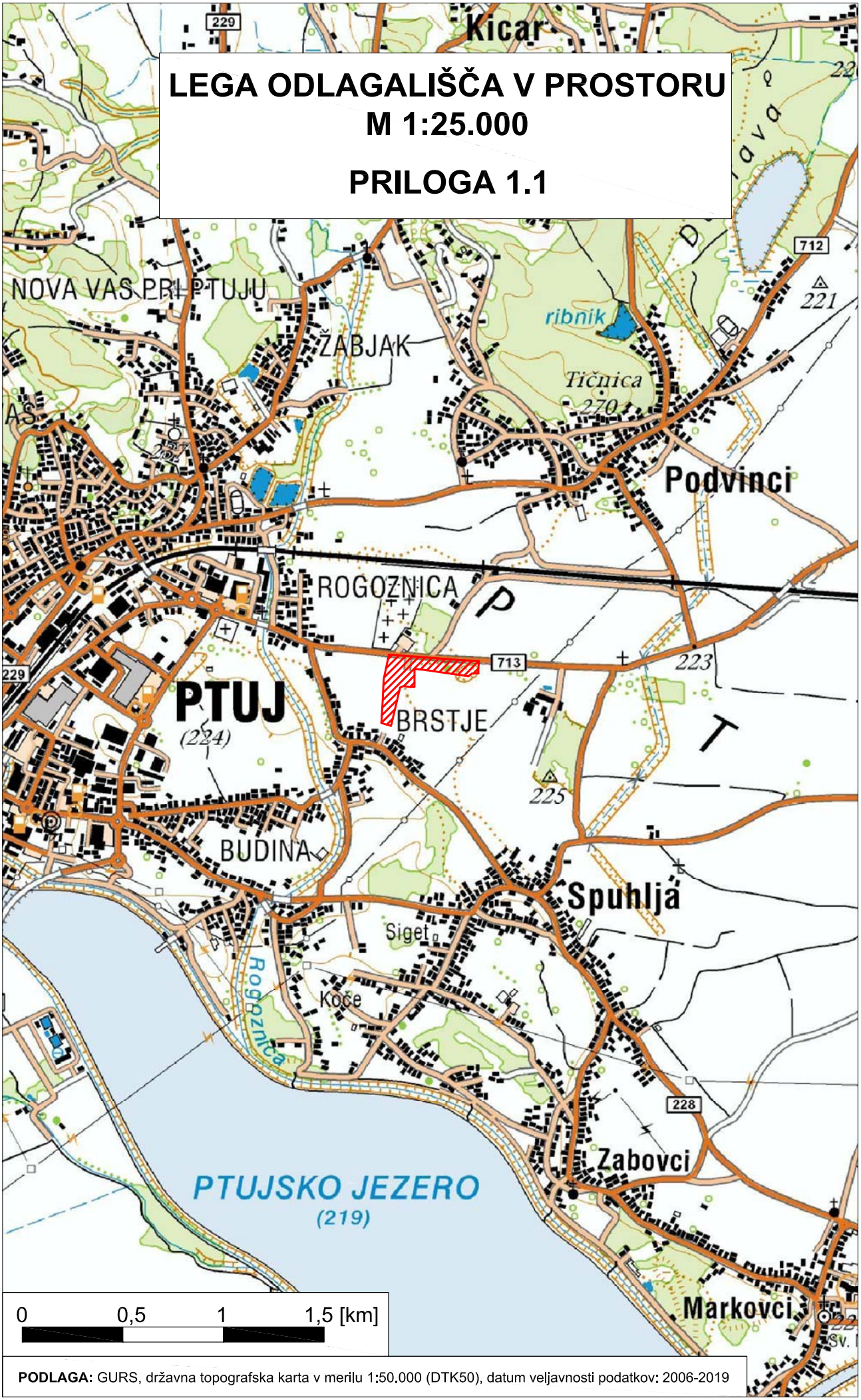
Priloga 1.10.: Ciljna hidrogeološka cona (M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.11.: Vplivno območje naprave ( M 1:5.000) (1 stran)

Priloga 1.12.: Obstoječi viri onesnaževanja na predvidenem območju naprave in njenem vplivnem območju (M 1:5.000) (1 stran)

# LEGA ODLAGALIŠČA V PROSTORU
# M 1:25.000

# PRILOGA 1.1




**PODLAGA:** GURS, državna topografska karta v merilu 1:50.000 (DTK50), datum veljavnosti podatkov: 2006-2019

# LEGENDA

| | |
|---|---|
| GAP-7 | opazovalne vrtine odlagališča Brstje namenjene določanju kemijskega in količinskega stanja podzemne vode |
| V-4 | opazovalne vrtine odlagališča Gajke |
| Brstje 11 | vodnjaki namenjeni meritvam GPV 2-krat letno |
| *Brstje 15* | vodnjaki na katerih se meritve ne izvajajo |
| GAP-8/13 | opazovalne vrtine odlagališča Brstje namenjene določanju količinskega stanja podzemne vode |
| C——D | profil |
| | odlagalno polje Brstje |
| | odlagalno polje Gajke |
| | ciljna hidrogeološka cona |
| | vplivno območje naprave |
| 215 | hidroizohipse |
| 215,63 | meritev, ki pri izrisu karte gladin podzemne vode ni bila uporabljena |
| | smer toka podzemne vode |
| V-3/2 | vrtina |

## LEGENDA K HIDROGEOLOŠKIM PROFILOM

| | | |
|---|---|---|
| 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 |

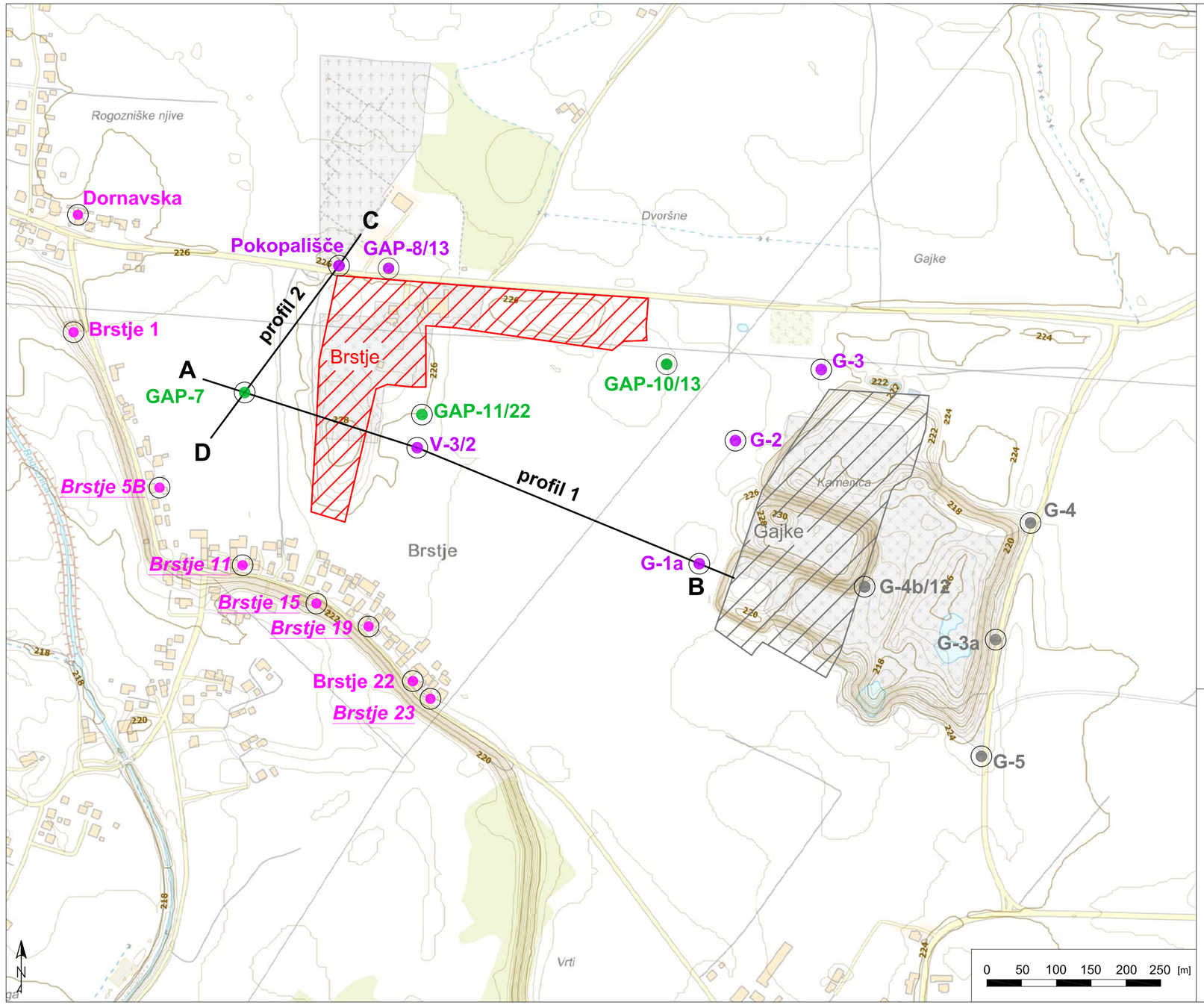
## LEGENDA K PRILOGI 1.12

| |
|---|
| obremenitve iz kmetijske proizvodnje |
| obremenitve iz urbane aglomeracije |
| pokopališče |
| odlagališča |
| obremenitve iz prometa |

## LEGENDA K HIDROGEOLOŠKI KARTI

| starost | litološka enota | šrafura | geološki opis | hidrogeološki opis |
|---|---|---|---|---|
| Q Kvartar | t | | sedimenti rečnih teras reke Drave: prevladujejo prodi in deloma peski, znotraj katerih lahko zasledimo leče meljev in glin | dobro prepusten odprt vodonosnik, koeficienti prepustnosti so na razponu med $5*10^{-3}$ in $5*10^{-4}$ m/s |

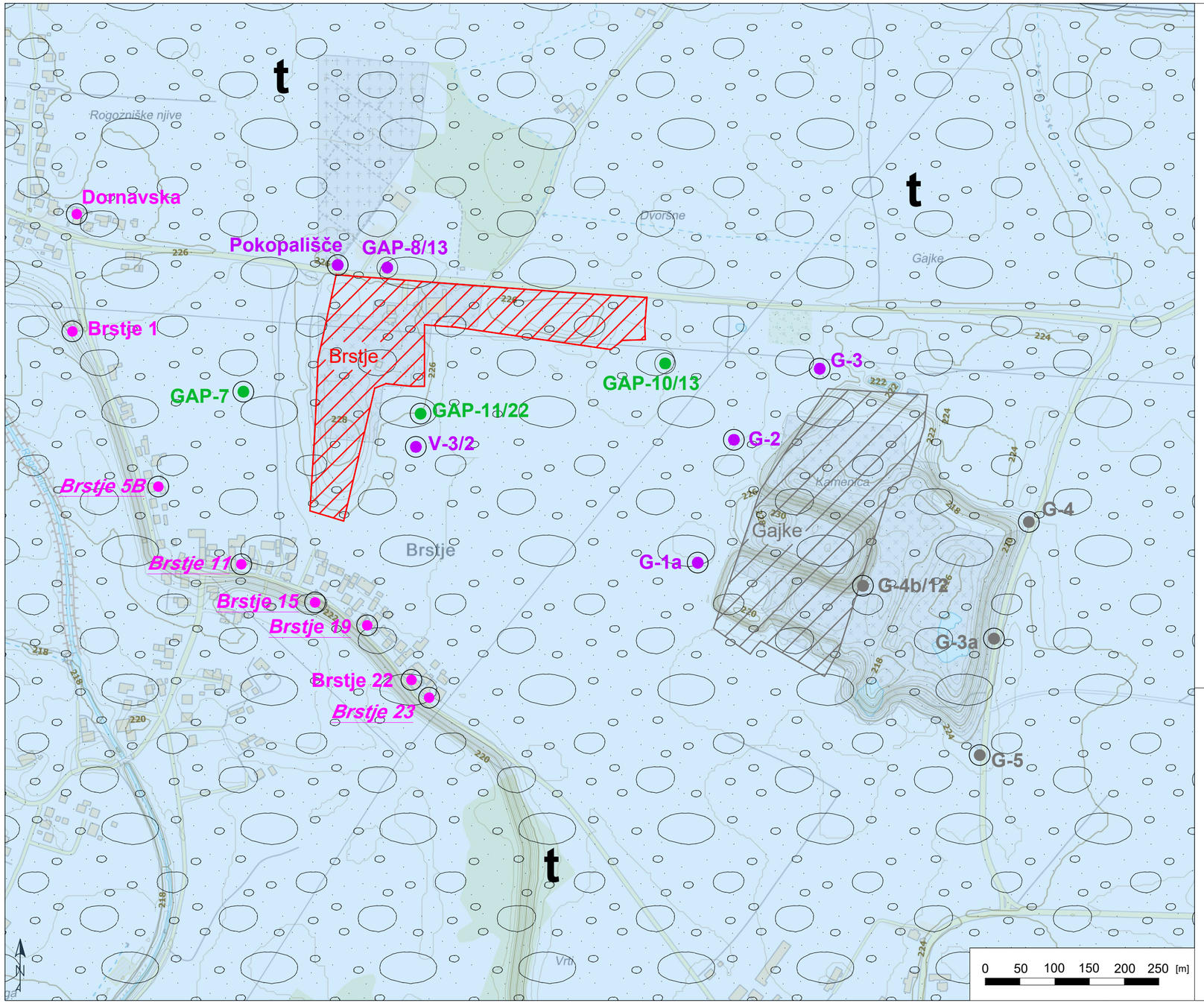
| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. | |
| Univerza v Ljubljani | NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA Oddelek za geologijo | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Legenda | |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: | | Priloga: 1.2 |




# PREGLEDNA KARTA ODLAGALIŠČA

Merilo: 1:5.000

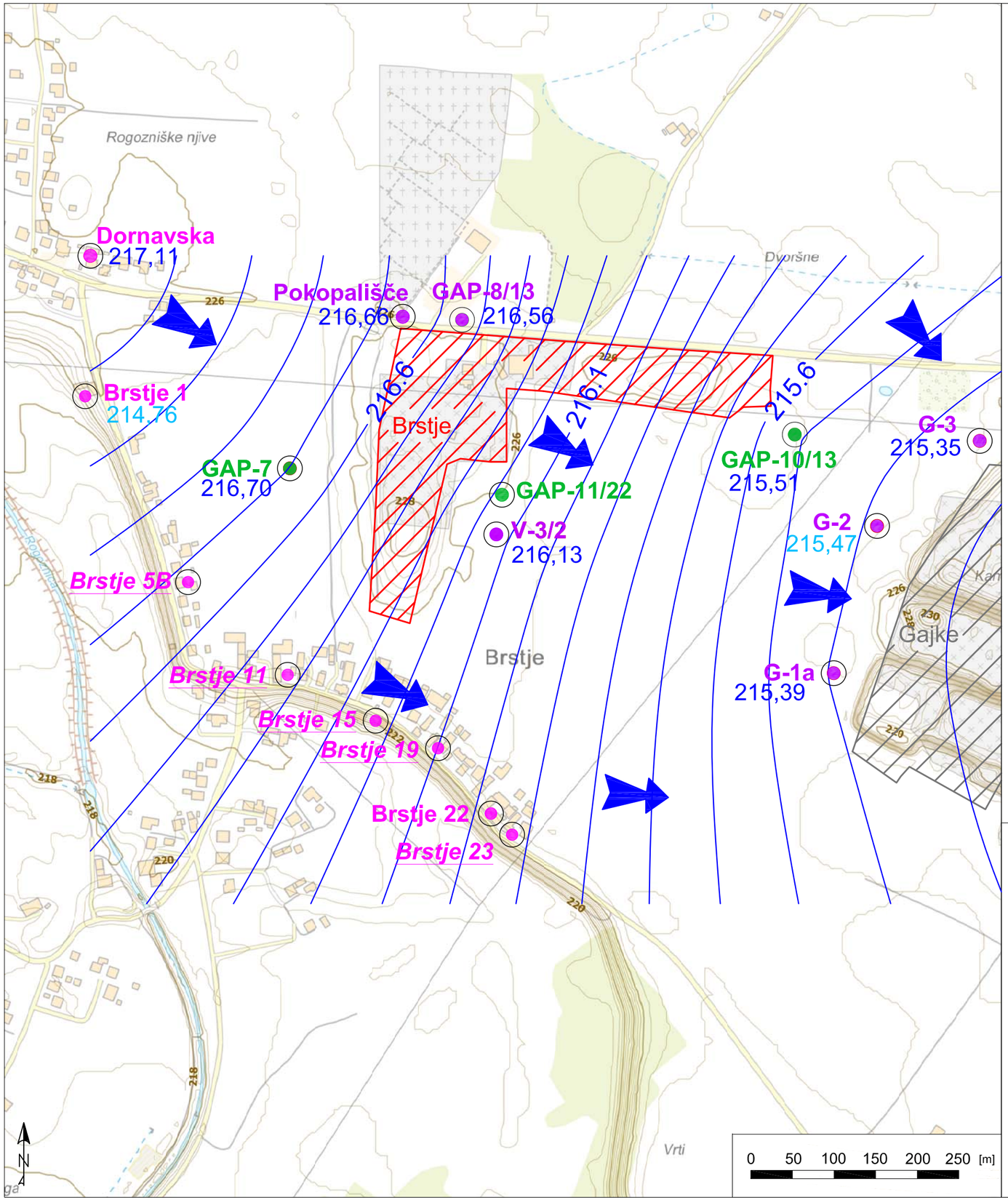
| | | |
|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. |
| | NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA<br>Oddelek za geologijo | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Pregledna karta odlagališča |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2009-2019)<br>izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | Priloga: 1.3 |




# HIDROGEOLOŠKA KARTA

Merilo: 1:5.000

| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. | |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA**<br>**Oddelek za geologijo** | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Hidrogeološka karta | |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2009-2019)<br>izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | | Priloga: 1.4 |



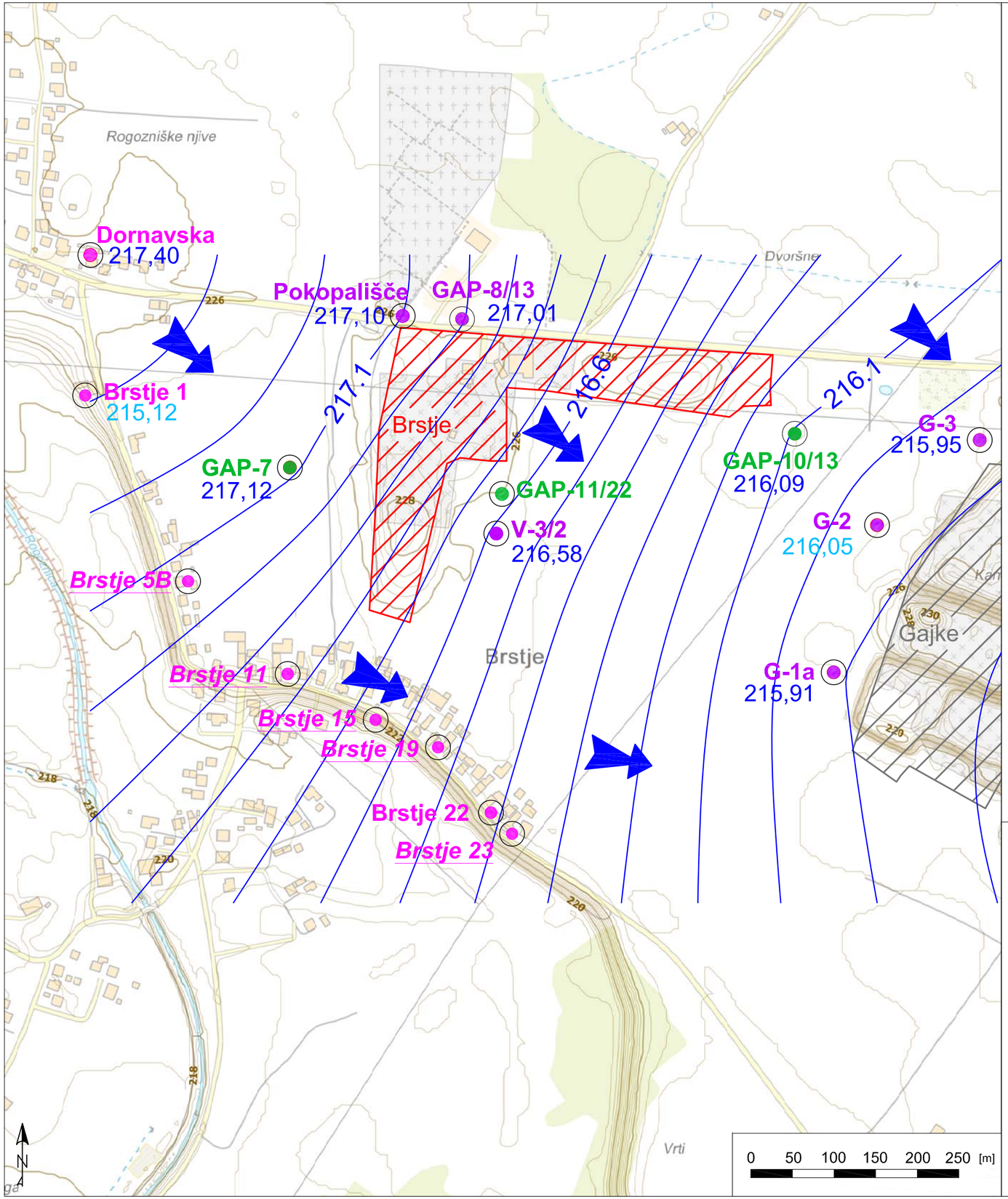

# KARTA GLADINE PODZEMNE VODE - NIZKO STANJE NA DAN 21.10.2022

Merilo: 1:5.000

| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo** | | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | | Vrsta načrta: Karta gladine podzemne vode - nizko stanje na dan 21.10.2022 |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2002-2019) izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | | Priloga: 1.5 |

# KARTA GLADINE PODZEMNE VODE - VISOKO STANJE NA DAN 22.2.2022

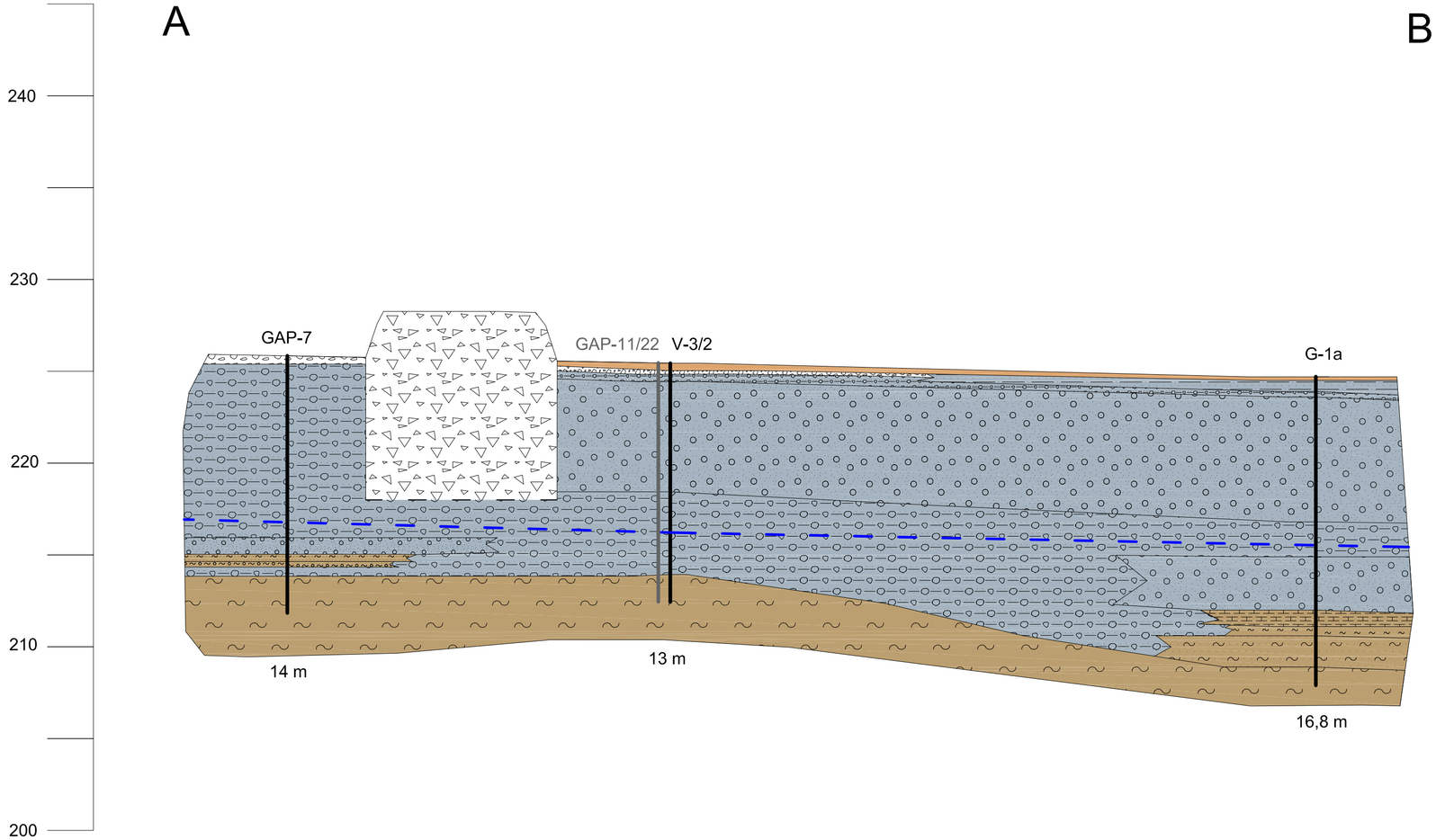
Merilo: 1:5.000




| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo** | | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | | Vrsta načrta: Karta gladine podzemne vode - visoko stanje na dan 22.2.2022 |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2002-2019) izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | | Priloga: 1.6 |

A

B



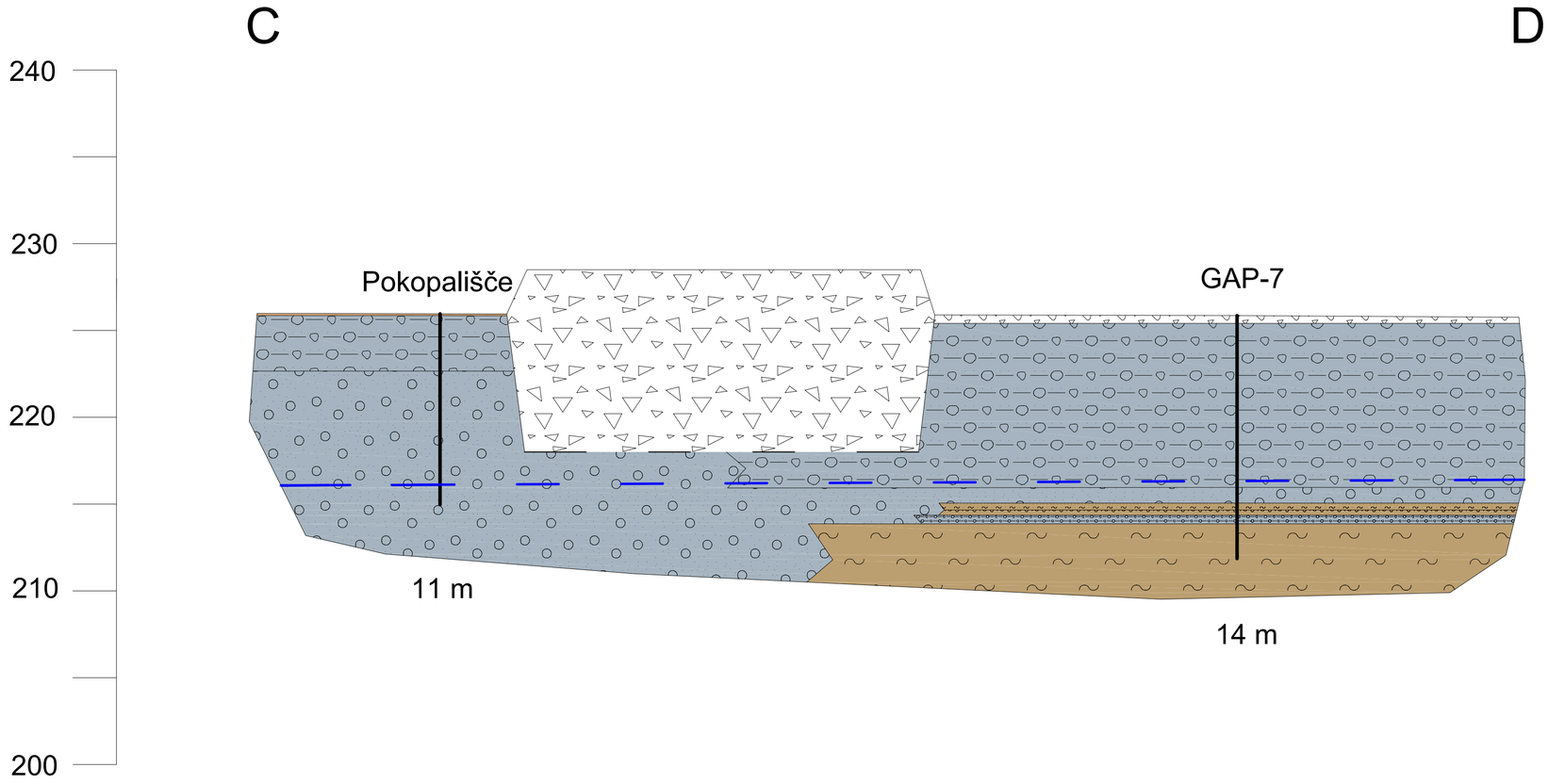

# HIDROGEOLOŠKI PROFIL 1

Merilo: 1:2.500/200

| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. | |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA**<br>**Oddelek za geologijo** | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Hidrogeološki profil 1 | |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:2.500/200 | | Priloga: 1.7 |

# HIDROGEOLOŠKI PROFIL 2

Merilo: 1:1.000/200




| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo** | | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | | Vrsta načrta: Hidrogeološki profil 2 |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:1.000/200 | | Priloga: 1.8 |

# LITOLOŠKI IN HIDROGEOLOŠKI POPISI VRTIN

# PRILOGA 1.9

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= **569890,00** | Y= **142347,90** | Priloga: 1.9.1 |
| Kota terena<br>Z= **225,44** | Kota ustja vrtine<br>Z= **225,44** | 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | cevitev (mm) |
| | | 0,1 | humus | Q | |
| | | 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: 1.9.2

Kota terena
Z= **225,96**

Kota ustja vrtine
Z= **226,32**

Merilo : 1:100

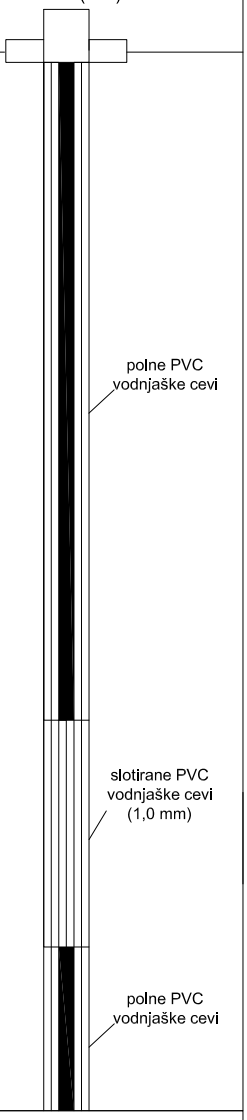
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

# Opazovalna vrtina GAP-7

Leto izdelave vrtine : 2012

| litološki stolpec in HG značilnosti | profil vrtine (mm) | globina vrtanja (m) | LITOLOŠKI OPIS | starost |
|---|---|---|---|---|
| | | 0,45 | nasip; prod s peskom in meljem | |
| | | 1,15 | zaglinjen melj s posameznimi prodniki | Pl |
| | | 9,0 | prod s peskom in meljem | Pl |
| | | 9,9 | droben prod s peskom in meljem, rjave barve | Pl |
| | | 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 |

PREREZ VRTINE




| | | |
|---|---|---|
| X= **569641,91** | Y= **142427,32** | Priloga: 1.9.3 |
| 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: 1.9.4 |
| Kota terena<br>Z= **224,70** | Kota ustja vrtine<br>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: 1.9.5 |
| Kota terena<br>Z= **224,28** | Kota ustja vrtine<br>Z= **224,38** | Merilo : 1:100 |

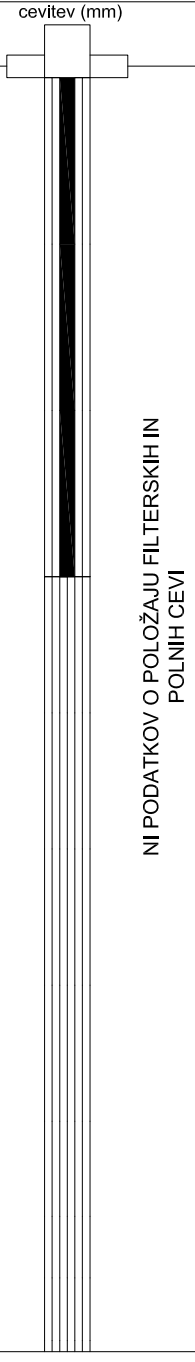
Odlagališče nevarnih odpadkov Brstje

# 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

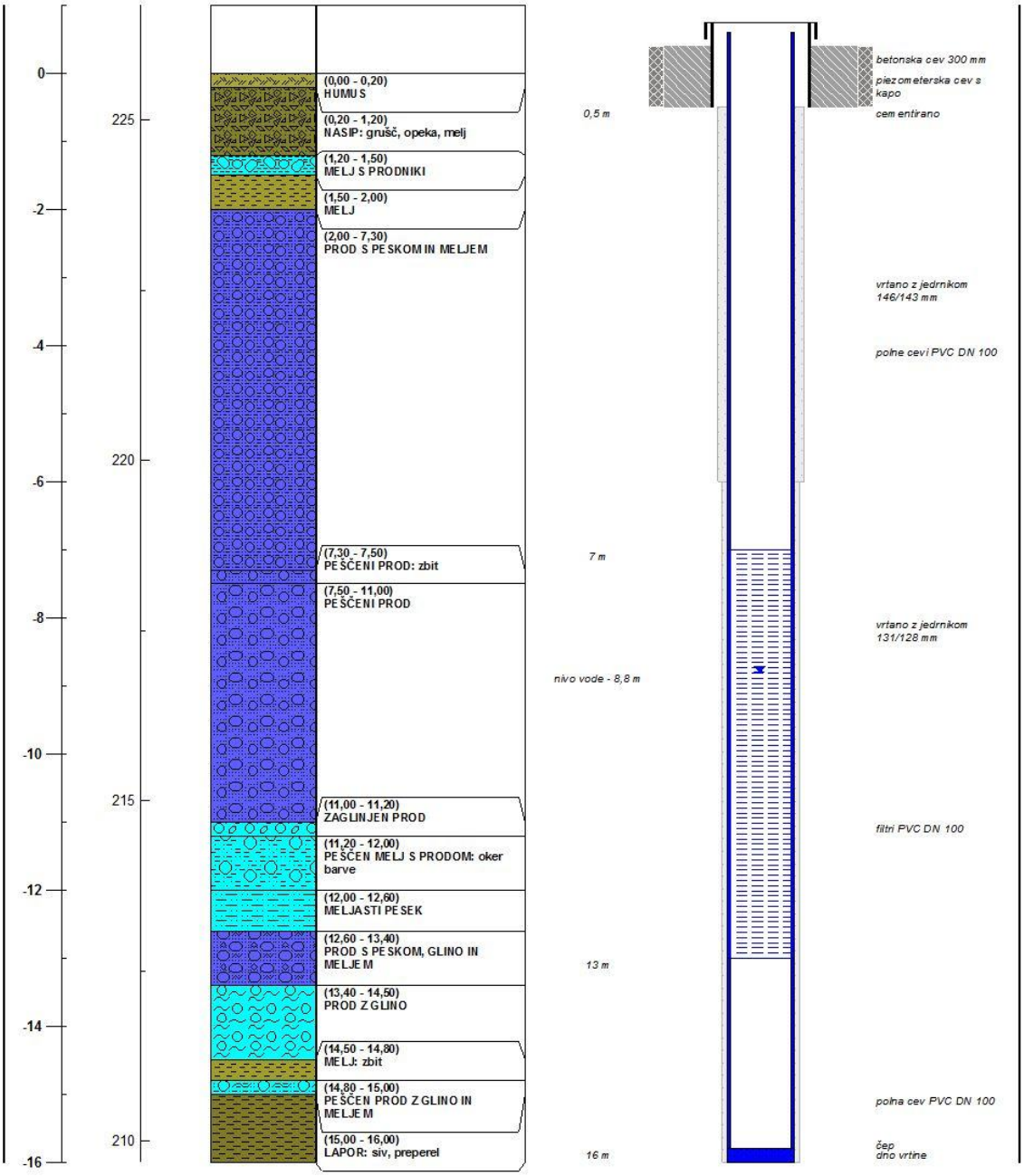



| | | |
|---|---|---|
| X= **570470,763** | Y= **142460,416** | Priloga: 1.9.6 |
| Kota terena<br>Z= **224,23** | Kota ustja vrtine<br>Z= **224,38** | Merilo : 1:100 |

# LITOLOŠKI POPIS IN TEHNIČNI PROFIL VRTINE

| Ime: | Mesto: | Tip vrtine: | Način vrtanja: | Datum: | X= 142605,904 |
|---|---|---|---|---|---|
| GAP-8/13 | Ptuj | Raziskovalno piezometrična | Jedrovanje | julij 2013 | Y= 569848,805 |
| | | | | GPVS= 8,8 m | Z= 225,688 Kota terena |
| | | | | Parc.št.: 574/2 K.O.: 388 ROGOZNICA | Z= 226,137 Ustje vrtine |

| Globina | Kota | Litologija | Litološki opis | Globine | Konstrukcija vrtine | Tehnični podatki |
|---|---|---|---|---|---|---|

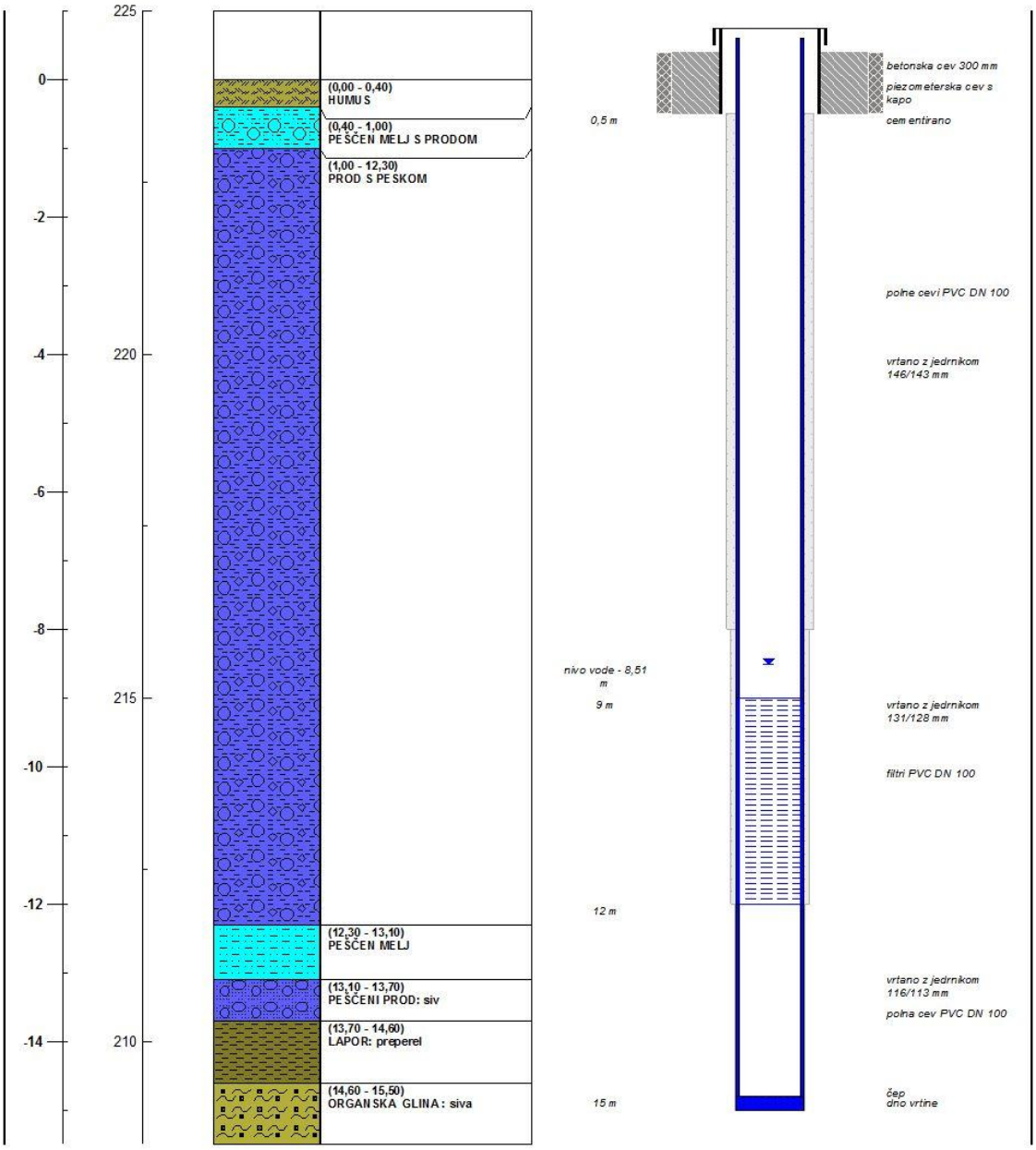



| Lokacija: GAP-8/13 | Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o. | Merilo: 1:60 |
|---|---|---|
| Poročilo: HG poročilo o izdelavi vrtin | | |
| Naročnik: Mestna občina Ptuj | | Priloga: 1.9.7 |

# LITOLOŠKI POPIS IN TEHNIČNI PROFIL VRTINE

| Ime: | Mesto: | Tip vrtine: | Način vrtanja: | Datum: | X= 142467,935 |
|---|---|---|---|---|---|
| GAP-10/13 | Ptuj | Raziskovalno piezometrična | Jedrovanje | julij 2013 | Y= 570248,598 |
| | | | | GPVS= 8,51 m | Z= 224,661 Kota terena |
| | | | | Parc.št.: 189 K.O.: 401 BRSTJE | Z= 225,189 Ustje vrtine |

| Globina | Kota | Litologija | Litološki opis | Globine | Konstrukcija vrtine | Tehnični podatki |
|---|---|---|---|---|---|---|

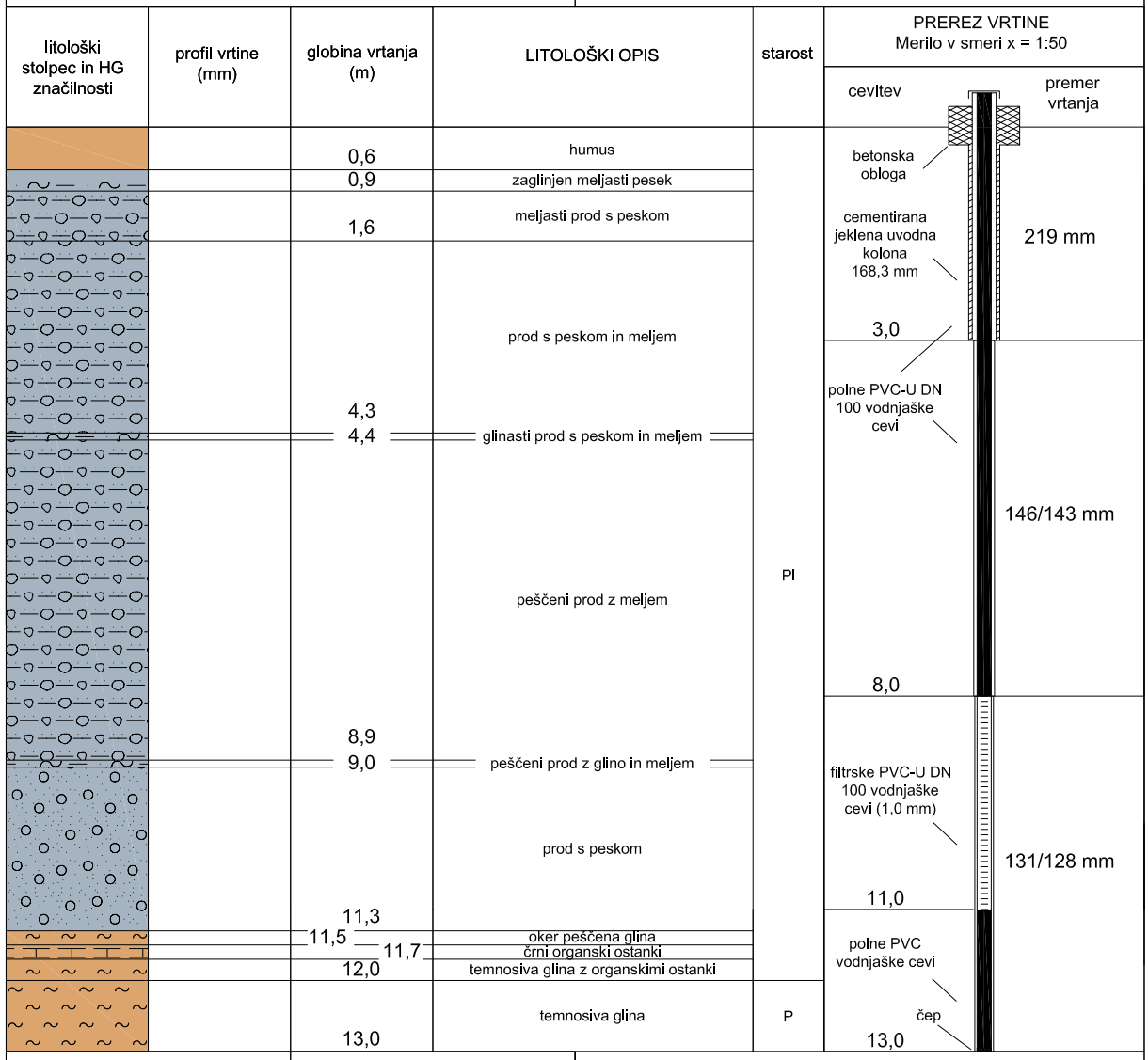



| Lokacija: GAP-10/13 | Izvajalec vrtanja: ROVS d.o.o. | Merilo: 1:60 |
|---|---|---|
| Poročilo: HG poročilo o izdelavi vrtin | | |
| Naročnik: Mestna občina Ptuj | | Priloga: 1.9.8 |

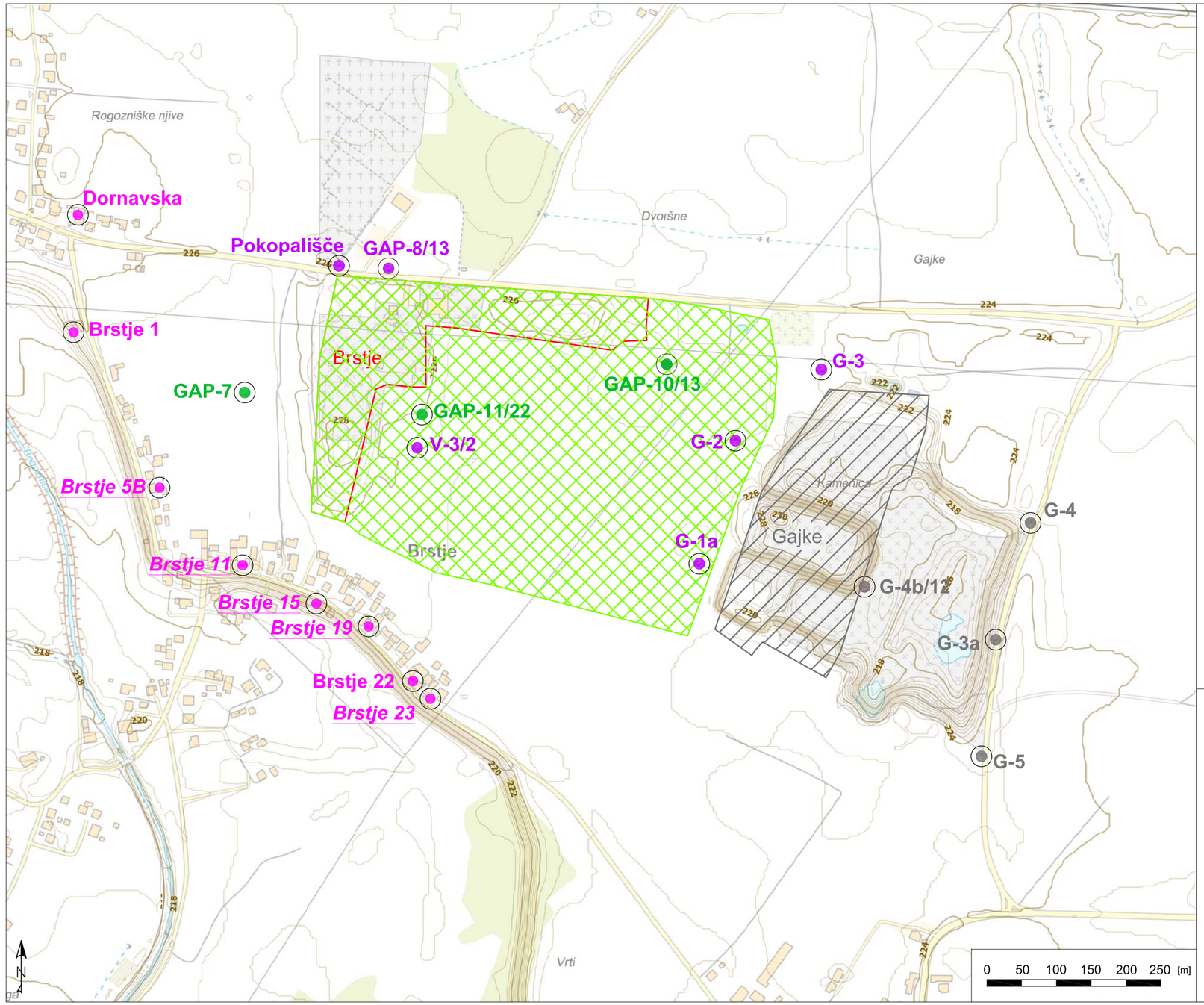
Odlagališče nenevarnih odpadkov Brstje

# Opazovalna vrtina GAP-11/22

Leto izdelave vrtine : 2022



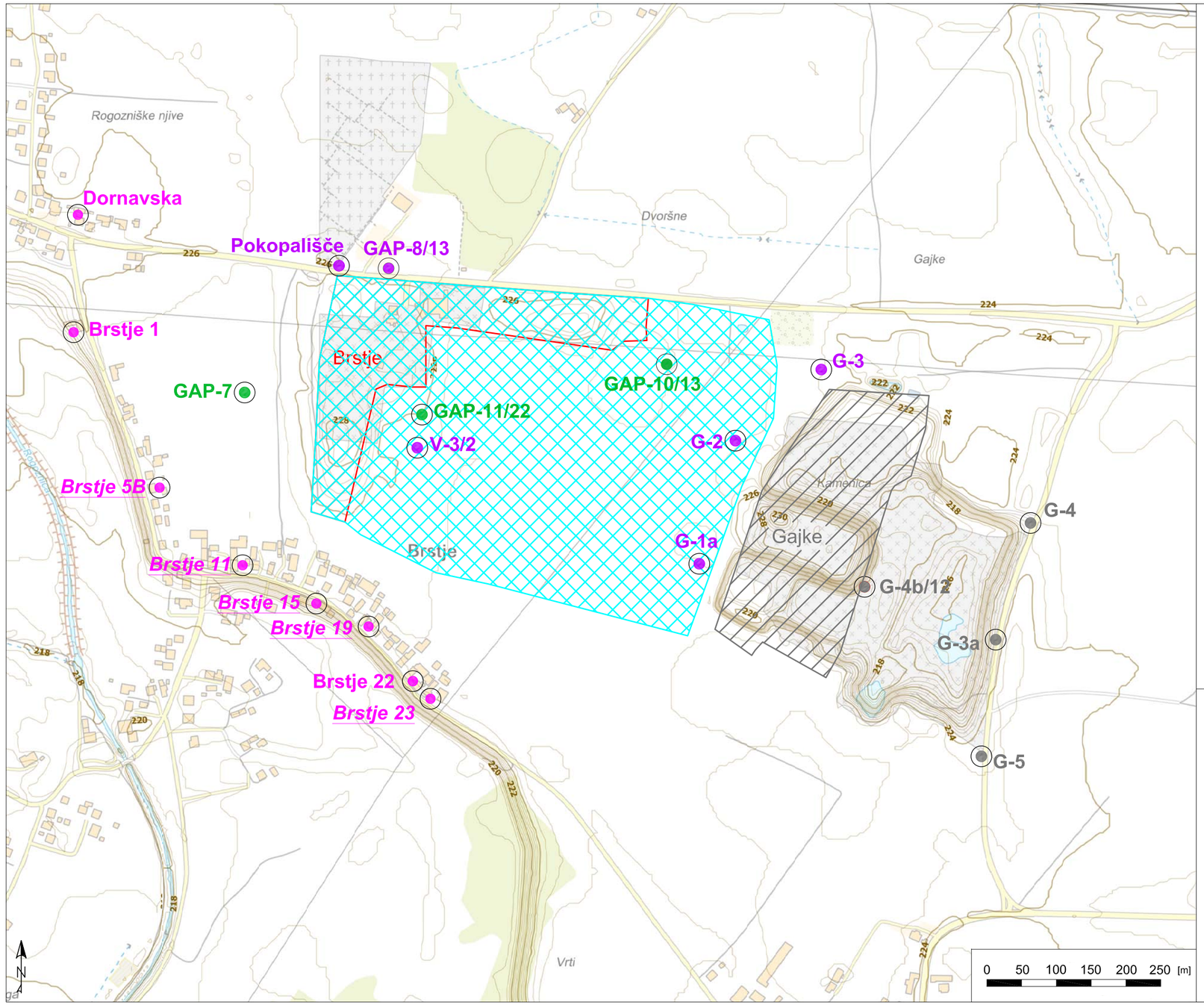

| | | |
|---|---|---|
| X= **569896,74** | Y= **142395,62** | Priloga: 1.9.9 |
| Kota terena<br>Z= **224,97** | Kota ustja vrtine<br>Z= **225,45** | Merilo : 1:100 |




# CILJNA HIDROGEOLOŠKA CONA

Merilo: 1:5.000

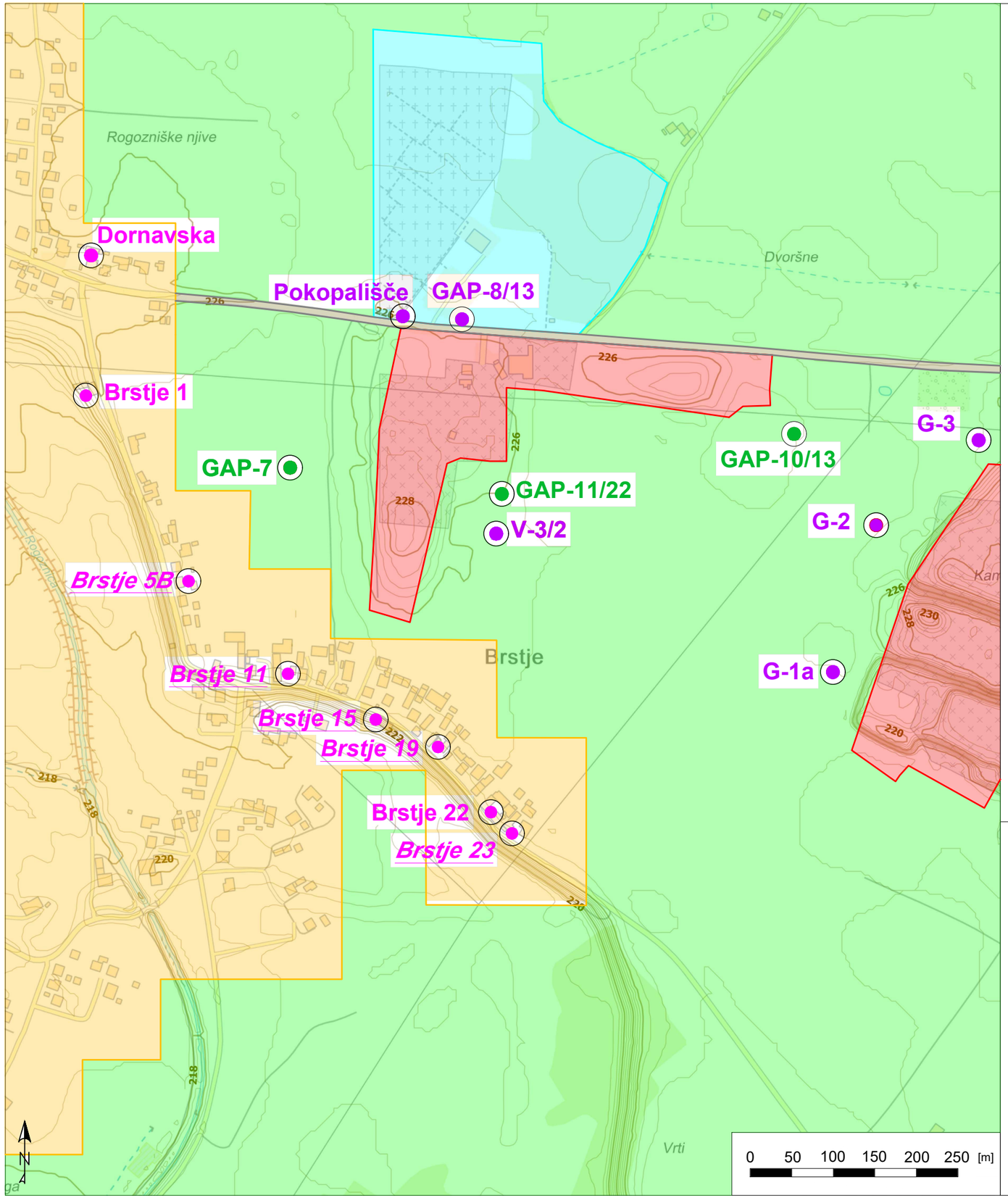
| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. | |
| | NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA<br>Oddelek za geologijo | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Ciljna hidrogeološka cona | |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2009-2019)<br>izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | List: | Priloga: 1.10 |




# VPLIVNO OBMOČJE NAPRAVE

Merilo: 1:5.000

| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano<br>Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. | |
| Univerza v Ljubljani | NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA<br>Oddelek za geologijo | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | Vrsta načrta: Vplivno območje naprave | |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2009-2019)<br>izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | List: | Priloga: 1.11 |




# OBSTOJEČI VIRI ONESNAŽEVANJA NA PREDVIDENEM OBMOČJU NAPRAVE IN NJENEM VPLIVNEM OBMOČJU

Merilo: 1:5.000

| | | | |
|---|---|---|---|
| Naročnik: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla | | | Investitor: Javne službe Ptuj d.o.o. |
| Univerza v Ljubljani | **NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA** **Oddelek za geologijo** | | Elaborat: Predlog programa obratovalnega monitoringa stanja podzemne vode 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. Ines Vidmar, mag.inž.geol. | | Vrsta načrta: Obstoječi viri onesnaževanja na predvidenem območju naprave in njenem vplivnem območju |
| Sodelavka: | asist. Mateja Jelovčan, mag.inž.geol. | | |
| Podlaga: | GURS, DTM5 (2002-2019) izohipse izdelane na podlagi DMV5 (2007-2016) | | |
| Datum: april 2023 | Merilo: 1:5.000 | | Priloga: 1.12 |

## PRILOGE 2 – KEMIJSKI DEL

Priloga 2.1: Rezultati posnetka ničelnega stanja in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje v letu 2023 (21 strani)

Priloga 2.2: Podatki o parametrih, enotah, uporabljenih analiznih metodah in uporabljeni opremi za odvzem vzorcev in kemijske analize parametrov podzemne vode, merilna negotovost MN, LOQ, podatek o akreditaciji/validaciji metode, podatek, vezan na 9.člen Pravilnika za podzemne vode (16 strani)

## Priloga 2.1: Rezultati posnetka ničelnega stanja in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Brstje v letu 2023

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| **TERENSKI PARAMETRI** | | | | | |
| Temperatura zraka | - | °C | 2,5 | 3 | 3 |
| Temperatura vode | - | °C | 14,9 | 14,5 | 14,2 |
| pH | - | | 7,2 | 6,8 | 7 |
| Električna prevodnost (20°C) | - | µS/cm | 763 | 1170 | 1050 |
| Redoks potencial | - | mV | 350 | 360 | 380 |
| Kisik | O2 | mg/L | 8,77 | <1 | <1 |
| Nasičenost s kisikom | O2 | % | 88,1 | <10 | <10 |
| Motnost (meritev na terenu) | - | NTU | 0,9 | 1 | 1,3 |
| Barva | - | - | brezbarvna | brezbarvna | brezbarvna |
| Gladina podzemne vode | - | m | 7,36 | 7,77 | 7,56 |
| Gladina podzemne vode pred vzorčenjem | - | m | 7,36 | 7,78 | 7,56 |
| Gladina podzemne vode po vzorčenju | - | m | 7,36 | 7,78 | 7,56 |
| Prehodnost vrtine | - | m | 13,69 | 15,01 | 13,36 |
| **OSNOVNI PARAMETRI** | | | | | |
| Celotni organski ogljik - TOC | C | mg/L | 0,8 | 2,5 | 5,2 |
| Adsorbljivi organski halogeni (AOX) | Cl | µg/L | 7,4 | 12 | 17 |
| Amonij | NH4 | mg/L | <0,013 | 3,3 | 17 |
| Natrij | Na | mg/L | 16 | 17 | 33 |
| Kalij | K | mg/L | 4,1 | 16 | 22 |
| Kalcij | Ca | mg/L | 120 | 190 | 130 |
| Magnezij | Mg | mg/L | 21 | 33 | 25 |
| Železo | Fe | mg/L | 0,016 | 0,011 | 0,012 |
| Hidrogenkarbonati | HCO3 | mg/L | 460 | 630 | 640 |
| Nitrat | NO3 | mg/L | 36 | 75 | 16 |
| Sulfat | SO4 | mg/L | 29 | 40 | 16 |
| Klorid | Cl | mg/L | 27 | 29 | 47 |
| Fosfat-orto | PO4 | mg/L | 0,19 | 0,26 | 0,11 |
| Bor | B | mg/L | 0,047 | 0,23 | 0,17 |
| **INDIKATIVNI PARAMETRI** | | | | | |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| Nitrit | NO2 | mg/L | <0,007 | 0,11 | <0,007 |
| Fluorid | F | mg/L | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Celotni cianid | CN | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Sulfid raztopljeni | S2- | mg/L | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Brom | Br | mg/L | 0,038 | 0,076 | 0,17 |
| Aluminij | Al | µg/L | <10 | <10 | <10 |
| Antimon | Sb | µg/L | <0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Arzen | As | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Baker | Cu | µg/L | <1 | 2,9 | 8 |
| Barij | Ba | µg/L | 34 | 90 | 120 |
| Berilij | Be | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Cink | Zn | µg/L | <3 | <3 | <3 |
| Kadmij | Cd | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Kobalt | Co | µg/L | 0,27 | 0,37 | 1,2 |
| Kositer | Sn | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Krom | Cr | µg/L | 1,4 | <1 | 2,4 |
| Krom (VI) | Cr6+ | µg/L | <10 | <10 | <10 |
| Mangan | Mn | µg/L | 4,3 | 3,1 | 130 |
| Molibden | Mo | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Nikelj | Ni | µg/L | 1,1 | 2,3 | 6,7 |
| Selen | Se | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Srebro | Ag | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Svinec | Pb | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Talij | Tl | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Telur | Te | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Titan | Ti | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Vanadij | V | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Živo srebro | Hg | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Indeks mineralnih olj | - | µg/L | <5 | <5 | <5 |
| Fenolni indeks | - | µg/L | <10 | <10 | <10 |
| Epiklorohidrin | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (vsota) | - | µg/L | <2 | <2 | <2 |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| Bromodiklorometan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| cis-1,2-Dikloroeten | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Dibromoklorometan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Diklorometan | - | µg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| Tetraklorometan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Trans-1,2-dikloroeten | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| Tribromometan (bromoform) | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Triklorometan (kloroform) | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 1,1-Dikloroetan | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 1,1-Dikloroeten | - | µg/L | <0,5 | <0,5 | <0,5 |
| 1,1,1-Trikloroetan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| 1,1,2-Trikloroetan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Trikloroeten (trikloroetilen) | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| 1,1,2,2-Tetrakloroetan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Tetrakloroeten (tetrakloroetilen) | - | µg/L | 0,27 | <0,1 | 0,1 |
| 1,2-Dikloroetan | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Difluoroklorometan | - | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Triklorfluorometan | - | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX) | - | µg/L | <1 | <1 | <1 |
| Benzen | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Etilbenzen | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Toluen | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Ksileni (vsota -o,-m,-p) | - | µg/L | <0,6 | <0,6 | <0,6 |
| m,p- Ksilen | - | µg/L | <0,4 | <0,4 | <0,4 |
| o-Ksilen | - | µg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| PCB (vsota-7 Ballschm.) | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-28 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-52 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-101 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-138 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-153 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-180 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| PCB-194 | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| Policiklični aromatski ogljikovodiki PAH (vsota) | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Acenaften | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Acenaftilen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Antracen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Benzo(a)antracen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Benzo(a)piren | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Benzo(b)fluoranten | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Benzo(ghi)perilen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Benzo(k)fluoranten | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Dibenzo(a,h)antracen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Fenantren | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Fluoranten | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Fluoren | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Indeno(1,2,3-c,d)piren | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Krizen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Naftalen | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Piren | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Pesticidi (vsota) | - | µg/L | 0,215 | 0,634 | 4,178 |
| Acetoklor | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Alaklor | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Atrazin | - | µg/L | 0,035 | 0,033 | 0,051 |
| Atrazin, Desetil- | - | µg/L | 0,02 | <0,01 | <0,01 |
| Atrazin, Desizopropil- | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Azinfos-etil | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Azinfos-metil | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Bentazon | - | µg/L | 0,12 | 0,089 | 1,3 |
| Bromacil | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Bromoksinil | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Cianazin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Diazinon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Dikamba | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Dimetenamid | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Heksazinon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| Joksinil | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Klorfenvinfos | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Malation | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| MCPA | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| MCPB | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| MCPP | - | µg/L | 0,02 | 0,11 | 1,4 |
| Metalaksil | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Metazaklor | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Metolaklor | - | µg/L | 0,02 | <0,01 | <0,01 |
| Mevinfos | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| N,N-dietil-m-toluamid | - | µg/L | <0,01 | 0,2 | 0,86 |
| Pendimetalin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Prometrin | - | µg/L | <0,01 | 0,18 | 0,32 |
| Propazin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Sebutilazin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Sekbumeton | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Silvex | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| Simazin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Terbumeton | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Terbutilazin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Terbutrin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Triadimefon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 2,4 - DB | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| 2,4-D | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| 2,4-DP | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | 0,12 |
| 2,4,5-T | - | µg/L | <0,020 | <0,020 | <0,020 |
| 2,6-Diklorobenzamid | - | µg/L | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Buturon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Diuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Fluometuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Imidakloprid | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Izoproturon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | 0,076 |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| Klorbromuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Klorotoluron | - | µg/L | <0,01 | 0,022 | 0,051 |
| Linuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Metamitron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Metobromuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Metoksuron | - | µg/L | <0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Metribuzin | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Monolinuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Monuron | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Neburon | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| alfa-HCH | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| beta-HCH | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| gama-HCH (Lindan) | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| delta-HCH | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Heksaklorobenzen (HCB) | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Heptaklor | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| Aldrin | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| Dieldrin | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Endrin | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Izodrin | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| o,p-DDE | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| p,p-DDE | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| o,p-DDD | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| p,p-DDD | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| o,p-DDT | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| p,p-DDT | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| alfa-endosulfan | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| beta-endosulfan | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| cis-Klordan | - | µg/L | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| trans-Klordan | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| cis-Heptaklorepoksid | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| trans-Heptaklorepoksid | - | µg/L | <0,003 | <0,003 | <0,003 |
| o,p-Metoksiklor | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |

| Vzorec | Izražen kot | Enota | Vrtina GAP-7 | Vrtina GAP-10/13 | Vrtina GAP-11/22 |
|---|---|---|---|---|---|
| Datum odvzema | | | 02.02.23 | 2.02.2023 | 2.02.2023 |
| Parameter | | | 2023/9027 | 2023/9028 | 2023/9029 |
| p,p-Metoksiklor | - | µg/L | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Mireks | - | µg/L | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Bisfenol A | - | µg/L | <0,025 | <0,025 | 1,1 |
| 4-n-Nonilfenol | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | 0,01 |
| Benzil butil ftalat | - | µg/L | 0,14 | 0,63 | 0,47 |
| Di-(2-etilheksil)-ftalat | - | µg/L | <0,1 | 0,27 | 0,36 |
| Dibutil ftalat | - | µg/L | <0,1 | 0,12 | 0,11 |
| Dietil ftalat | - | µg/L | <0,1 | <0,1 | 0,18 |
| Tributilfosfat | - | µg/L | <0,01 | 0,02 | 0,1 |
| Trikloroetilfosfat | - | µg/L | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Trikloropropilfosfat | - | µg/L | <0,01 | 0,14 | 0,11 |
| Identifikacija organskih spojin (GC/MS) | - | - | priloga | priloga | priloga |

Opomba: Znak < pomeni, da je rezultat podan pod LOQ.

## Identifikacija organskih spojin – SCAN

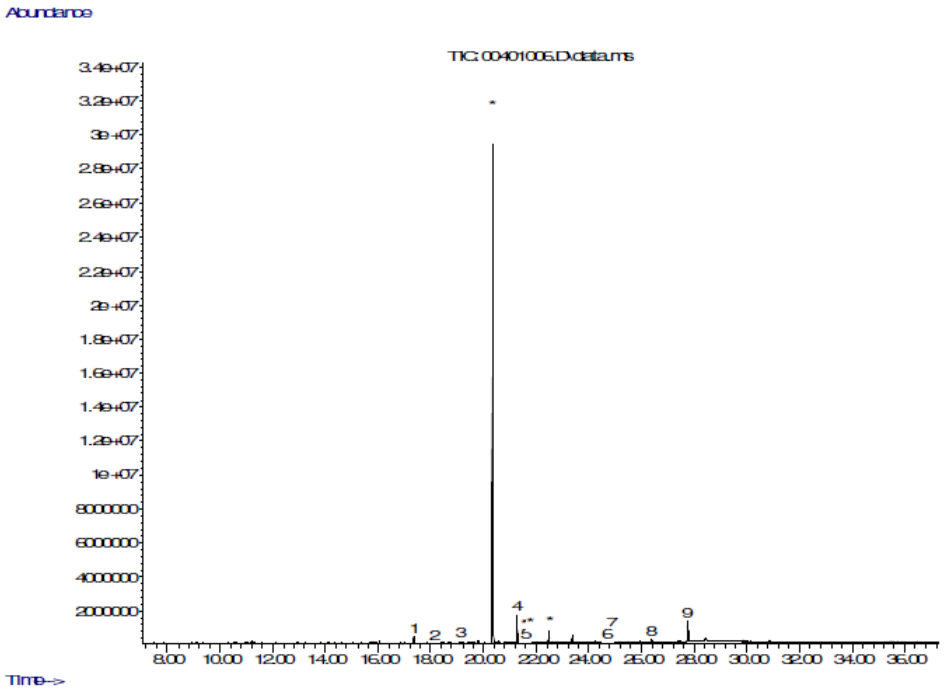
**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si

23-009027
stran 1 od 2

### IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM

**Ime vzorca:** Podzemna voda – **Vrtina GAP-7**
**Laboratorijska številka:** 23-009027
**Analitik:** Ladislav Kučan, Arnela Kuzma, Eva Korunič
**Datum analize:** **14.2.-17.2.2023**
**Priprava:** Ekstrakcija tekoče/tekoče z diklorometanom v nevtralnem
**Vnos vzorca:** 1µL/100µL/1L




celotni ionski kromatogram

| zap. št | ret. čas | najverjetnejša identifikacija | CAS |
|---|---|---|---|
| 1 | 17,3 | dietil ftalat | 84-66-2 |
| 2 | 18,1 | desetilatrazin | 6190-65-4 |
| 3 | 19,1 | atrazin | 1912-24-9 |
| 4 | 21,3 | interni standard DBP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| 5 | 21,6 | metolaklor | 51218-45-2 |
| 6 | 24,7 | neidentificirani metaboliti metolaklora | |
| 7 | 24,8 | benzil butil ftalat | 85-68-7 |

NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si



| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | 26,4 | di(2-etilheksil) ftalat | 117-81-7 |
| 9 | 27,8 | interni standard DOP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| * | | sistemski vrh | |

**KOMENTAR:**

Vzorec vode ekstrahiramo z diklorometanom in analiziramo na sklopu plinska kromatografija v povezavi z masno selektivnim detektorjem (GC/MSD). Masne spektre zaznanih vrhov primerjamo s spektri iz standardne knjižnice masnih spektrov NIST 08 ter WILEY 10N14 ali pa podajamo lastno interpretacijo masnega spektra.

V ekstraktu smo identificirali spojine navedene v zgornji tabeli. Identificirani pesticidi so značileni za podzemne vode z intenzivno kmetijsko pridelavo. Spojine označene z * in nižje so del ozadja analitskega postopka ali interference sistema.

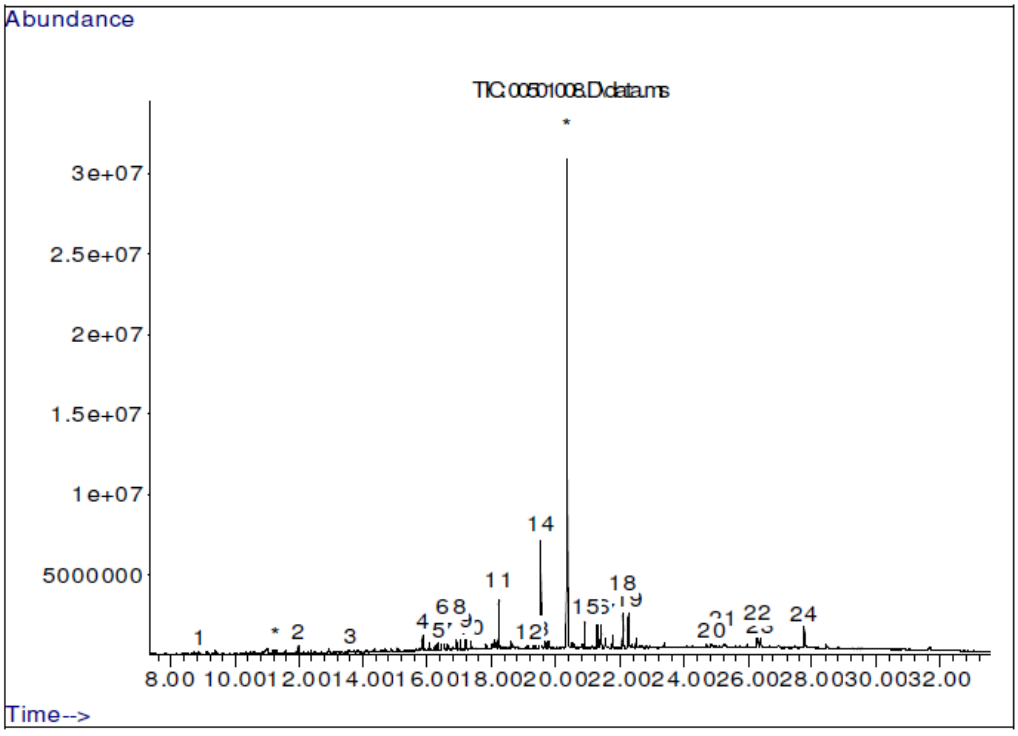
**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si



## IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM

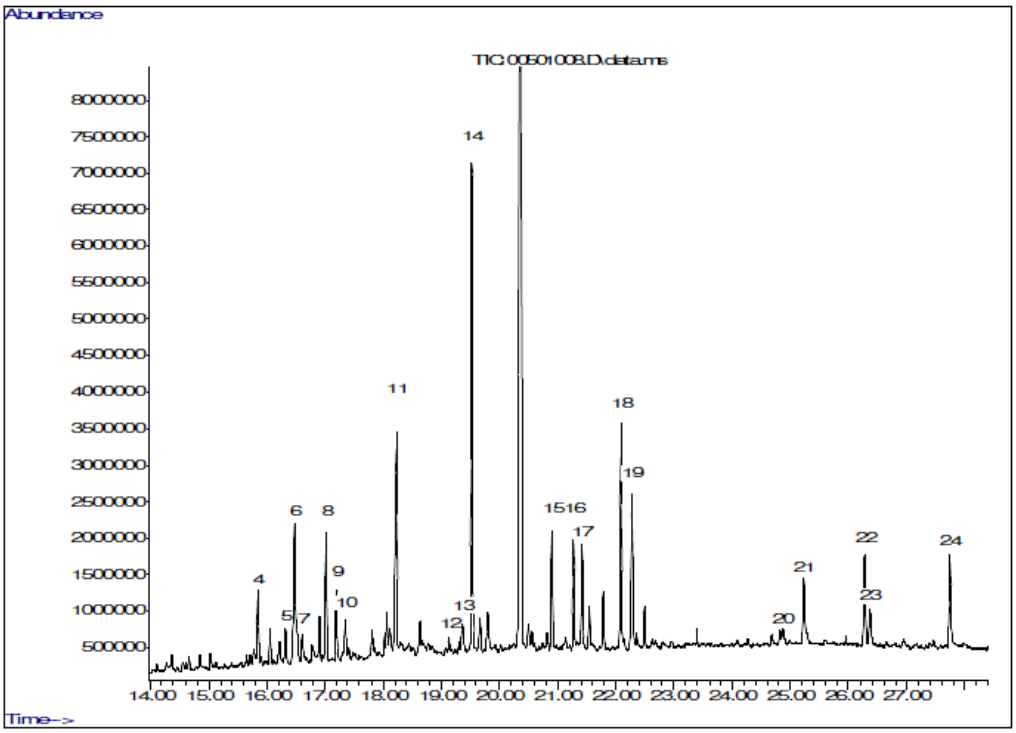
**Ime vzorca:** Podzemna voda – **Vrtina GAP-10/13**
**Laboratorijska številka:** 23-009028
**Analitik:** Ladislav Kučan, Arnela Kuzma, Eva Korunič
**Datum analize:** **14.02.-17.02.2023**
**Priprava:** Ekstrakcija tekoče/tekoče z diklorometanom v nevtralnem
**Vnos vzorca:** 1µL/100µL/1L




celotni ionski kromatogram

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si





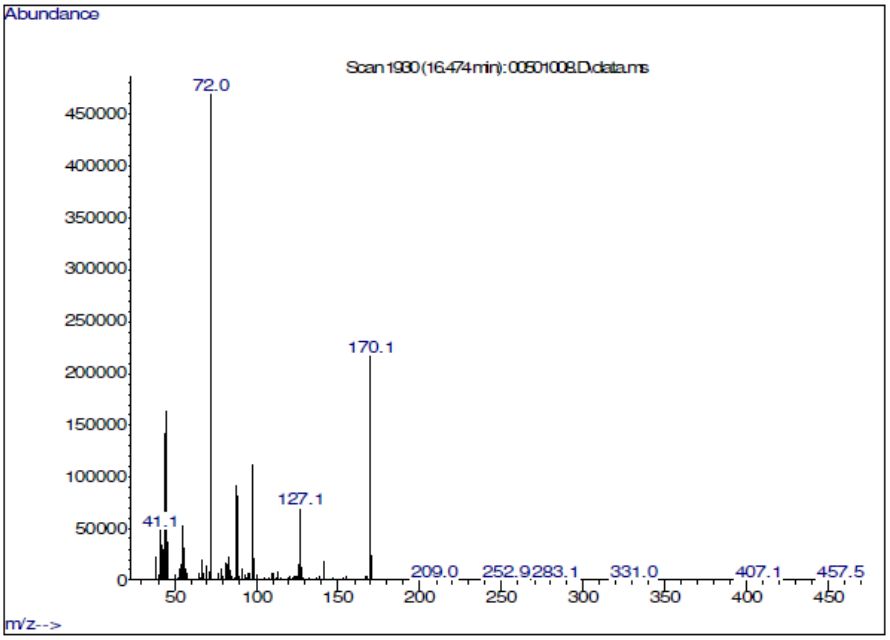

izsek iz celotnega ionskega kromatograma

| zap. št | ret. čas | najverjetnejša identifikacija | CAS |
|---|---|---|---|
| 1 | 8,8 | izocianatocikloheksan | 3173-53-3 |
| 2 | 11,9 | triizopropilfosfat | 513-02-0 |
| 3 | 13,5 | 2-metil-benzotiazol | 120-75-2 |
| 4 | 15,8 | 2,6-bis(1,1-dimetiletil)-2,5-cikloheksadien-1,4-dion | 719-22-2 |
| 5 | 16,3 | tributil fosfat | 126-73-8 |
| 6 | 16,5 | neidentificirana spojina 1 | |
| 7 | 16,6 | neidentificirana spojina 2 | |
| 8 | 17,0 | neidentificirana spojina 3 | |
| 9 | 17,2 | dietiltoluamid | 134-62-3 |
| 10 | 17,4 | dietil ftalat | 84-66-2 |
| 11 | 18,2 | 2(3H)-benzotiazolon | 934-34-9 |
| 12 | 19,1 | atrazin | 1912-24-9 |
| 13 | 19,4 | deskloro metolaklor | 126605-22-9 |
| 14 | 19,5 | N-butilbenzsulfonamid | 3622-84-2 |
| 15 | 20,9 | prometrin | 7287-19-6 |
| 16 | 21,3 | interni standard DBP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| 17 | 21,4 | propifenazon | 479-92-5 |
| 18 | 22,1 | benzensulfonanilid | 1678-25-7 |

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si



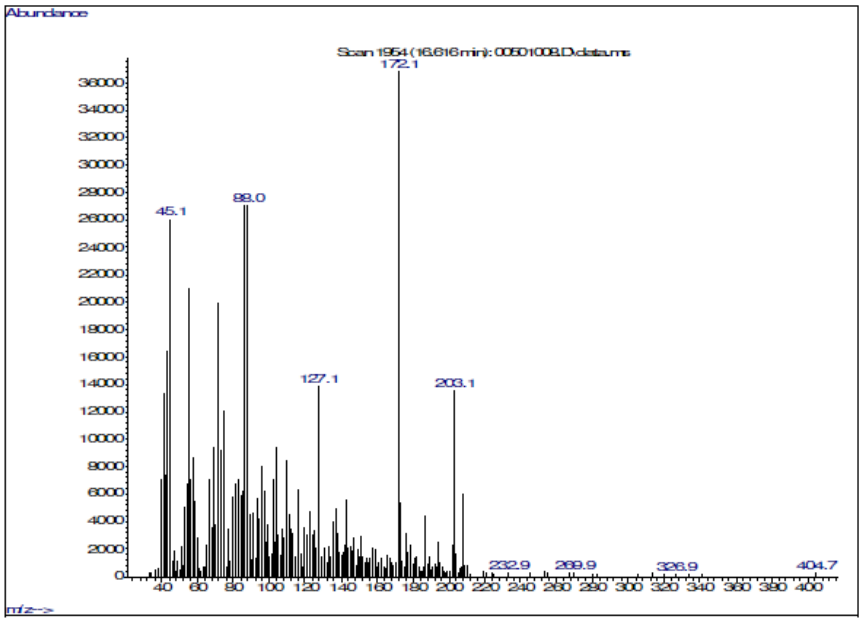
| | | | |
|---|---|---|---|
| 19 | 22,3 | 1,3-dicikloheksilurea | 2387-23-7 |
| 20 | 24,8 | benzil butil ftalat | 85-68-7 |
| 21 | 25,2 | tebukonazol | 107534-96-3 |
| 22 | 26,3 | neidentificirana spojina 4 | |
| 23 | 26,4 | di(2-etilheksil) ftalat | 117-81-7 |
| 24 | 27,8 | interni standard DOP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| * | | sistemski vrh | |



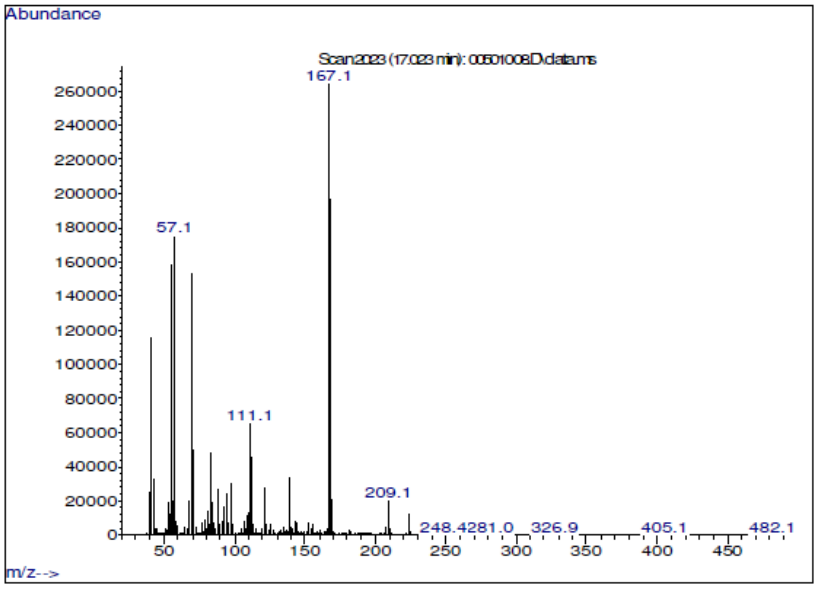

neidentificirana spojina 1

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbdka@nlzoh.si





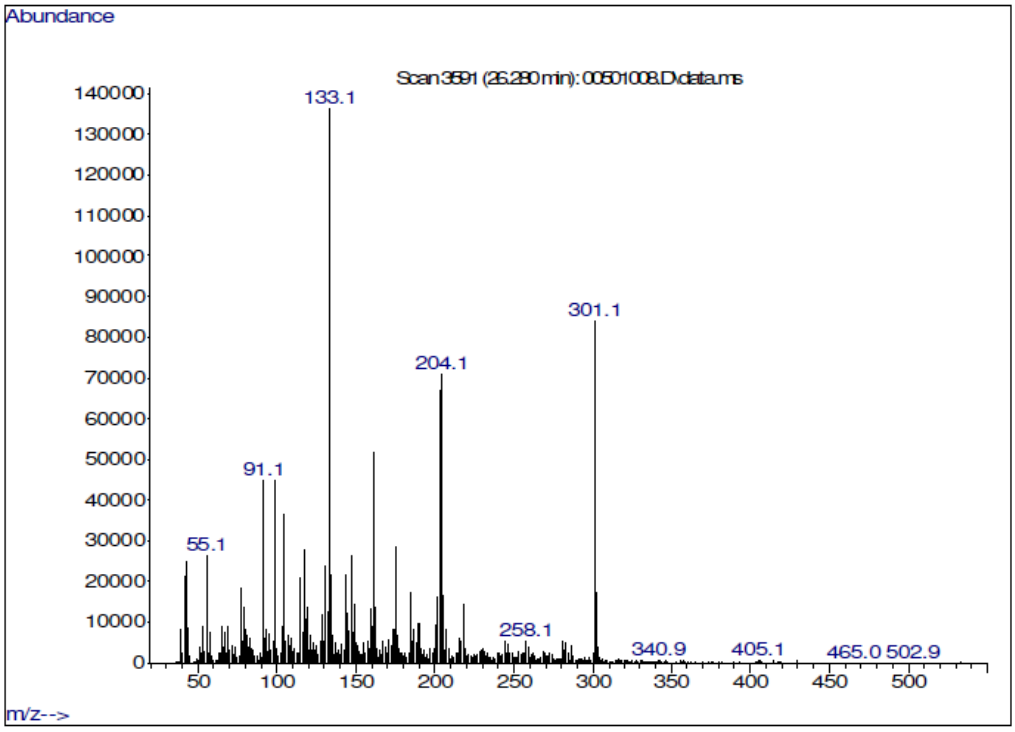

neidentificirana spojina 2




neidentificirana spojina 3

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si






neidentificirana spojina 4

**KOMENTAR:**

Vzorec vode ekstrahiramo z diklorometanom in analiziramo na sklopu plinska kromatografija v povezavi z masno selektivnim detektorjem (GC/MSD). Masne spektre zaznanih vrhov primerjamo s spektri iz standardne knjižnice masnih spektrov NIST 08 ter WILEY 10N14 ali pa podajamo lastno interpretacijo masnega spektra.

V ekstraktu smo identificirali spojine navedene v zgornji tabeli. Štiri spojine so neidentificirane, njihovi spektri so priloženi. Identificirane spojine so značilne za podzemne vode obremenjene z deponijskimi vodami. Spojine označene z * in nižje so del ozadja analitskega postopka ali interference sistema. Zraven celotnega ionskega kromatograma smo priložili tudi izsek iz celotnega ionskega kromatograma, da se bolje vidijo vse spojine.

NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev

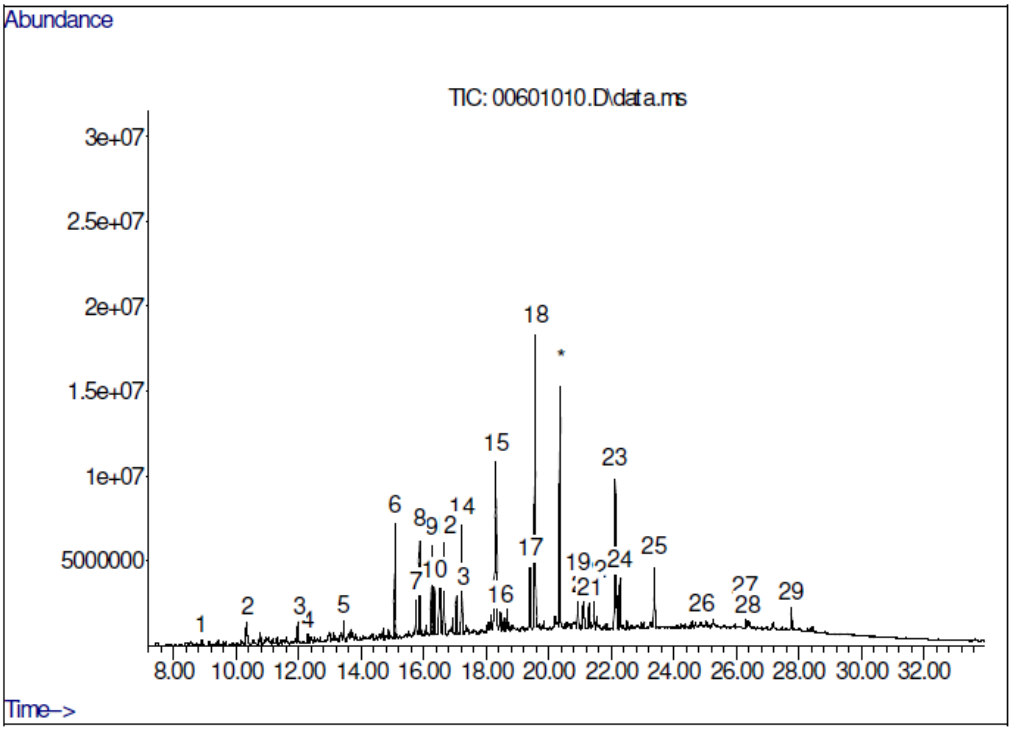
**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si

23-009029
stran 1 od 7

## IDENTIFIKACIJA ORGANSKIH SPOJIN

S PLINSKO KROMATOGRAFIJO Z MASNO SELEKTIVNIM DETEKTORJEM

| | |
|---|---|
| **Ime vzorca:** | Podzemna voda – **Vrtina GAP-11/22** |
| **Laboratorijska številka:** | 23-009029 |
| **Analitik:** | Ladislav Kučan, Arnela Kuzma, Eva Korunič |
| **Datum analize:** | **14.02.-17.02.2023** |
| **Priprava:** | Ekstrakcija tekoče/tekoče z diklorometanom v nevtralnem |
| **Vnos vzorca:** | 1µL/100µL/1L |

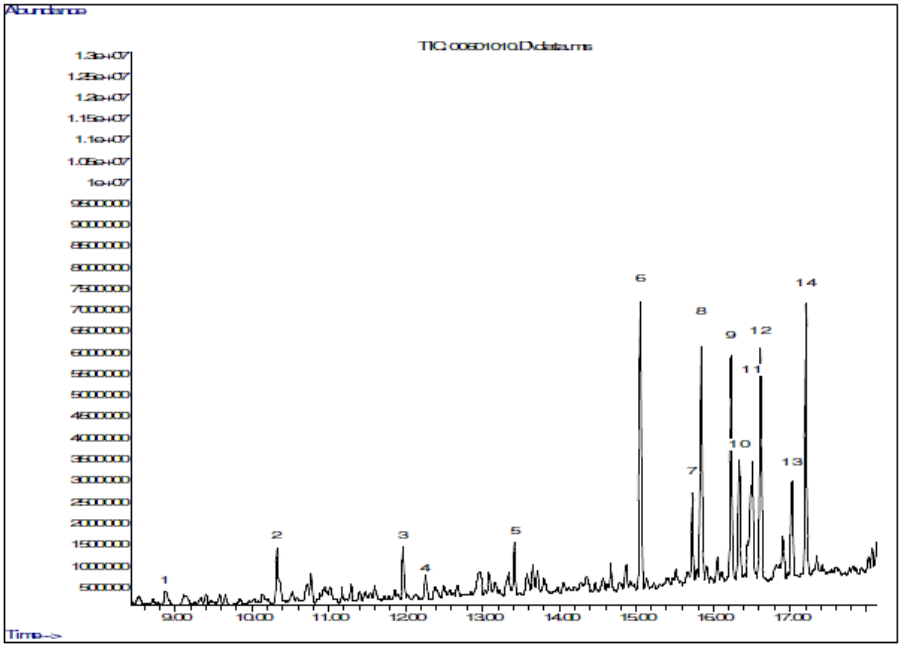



celotni ionski kromatogram

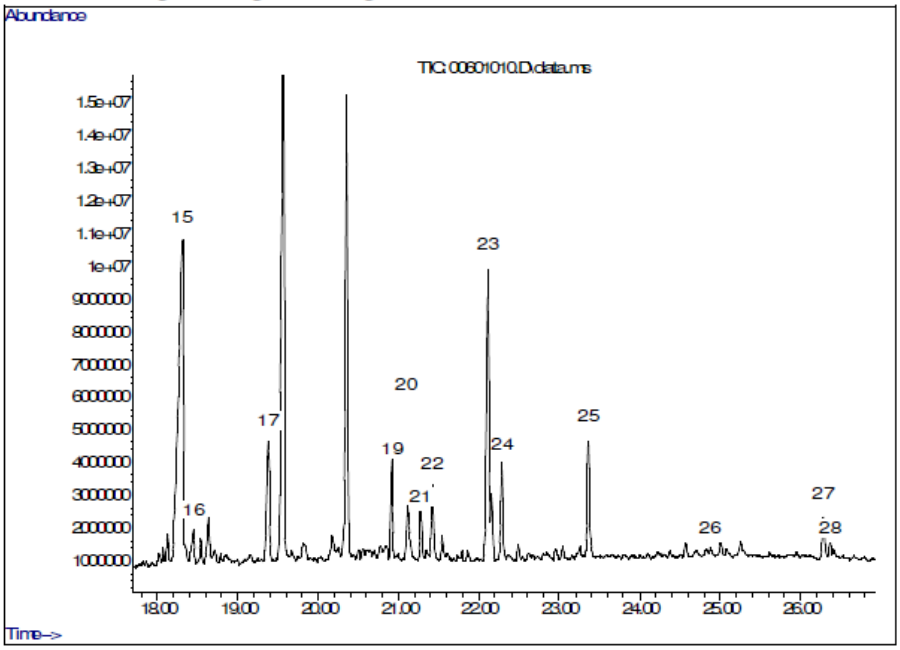
NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si






izsek iz celotnega ionskega kromatograma 1




izsek iz celotnega ionskega kromatograma 2

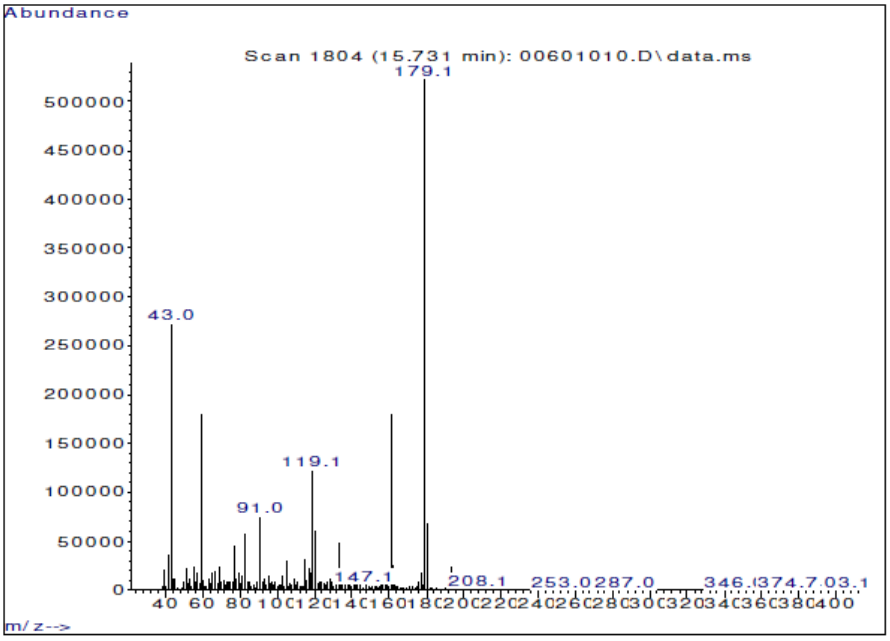
**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si



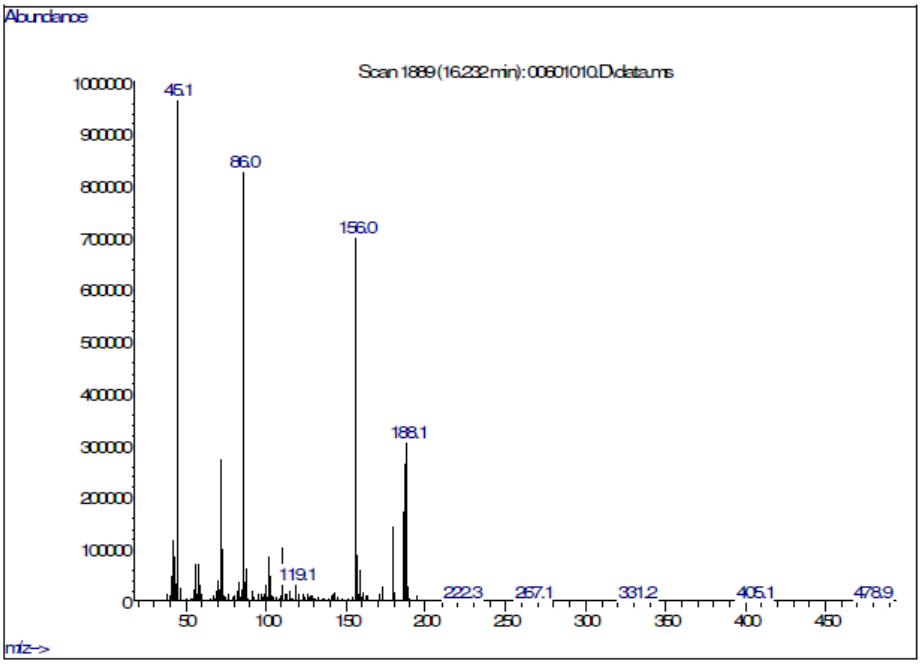
| zap. št | ret. čas | najverjetnejša identifikacija | CAS |
|---|---|---|---|
| 1 | 8,8 | izocianatocikloheksan | 3173-53-3 |
| 2 | 10,3 | 2-fenil-2-propanol | 617-94-7 |
| 3 | 11,9 | triizopropilfosfat | 513-02-0 |
| 4 | 12,3 | 2,4,8,10-tetraoksapiro[5.5]undekan | 126-54-5 |
| 5 | 13,4 | m-tert-buzil-fenol | 585-34-2 |
| 6 | 15,0 | 2,4,7,9-tetrametil-5-decin-4,7-diol | 126-86-3 |
| 7 | 15,7 | neidentificirana spojina 1 | |
| 8 | 15,8 | 2,6-bis(1,1-dimetiletil)-2,5-cikloheksadien-1,4-dion | 719-22-2 |
| 9 | 16,2 | neidentificirana spojina 2 | |
| 10 | 16,3 | tributil fosfat | 126-73-8 |
| 11 | 16,5 | neidentificirana spojina 3 | |
| 12 | 16,6 | neidentificirana spojina 4 | |
| 13 | 17,0 | neidentificirana spojina 5 | |
| 14 | 17,2 | dietiltoluamid | 134-62-3 |
| 15 | 18,2 | 2(3H)-benzotiazolon | 934-34-9 |
| 16 | 18,4 | 1,1'-(1-metil-1,3-propandiil)bis benzen | 1520-44-1 |
| 17 | 19,4 | deskloro metolaklor | 26605-22-9 |
| 18 | 19,5 | N-butilbenzsulfonamid | 3622-84-2 |
| 19 | 20,9 | prometrin | 7287-19-6 |
| 20 | 21,1 | neidentificirana spojina 6 | |
| 21 | 21,3 | interni standard DBP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| 22 | 21,4 | propifenazon | 479-92-5 |
| 23 | 22,1 | benzensulfonanilid | 1678-25-7 |
| 24 | 22,3 | 1,3-dicikloheksilurea | 2387-23-7 |
| 25 | 23,4 | bisfenol A | 80-05-7 |
| 26 | 24,8 | benzil butil ftalat | 85-68-7 |
| 27 | 26,3 | neidentificirana spojina 7 | |
| 28 | 26,4 | di(2-etilheksil) ftalat | 117-81-7 |
| 29 | 27,8 | interni standard DOP-d4 (**0,1 µg/L**) | |
| * | | sistemski vrh | |

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si





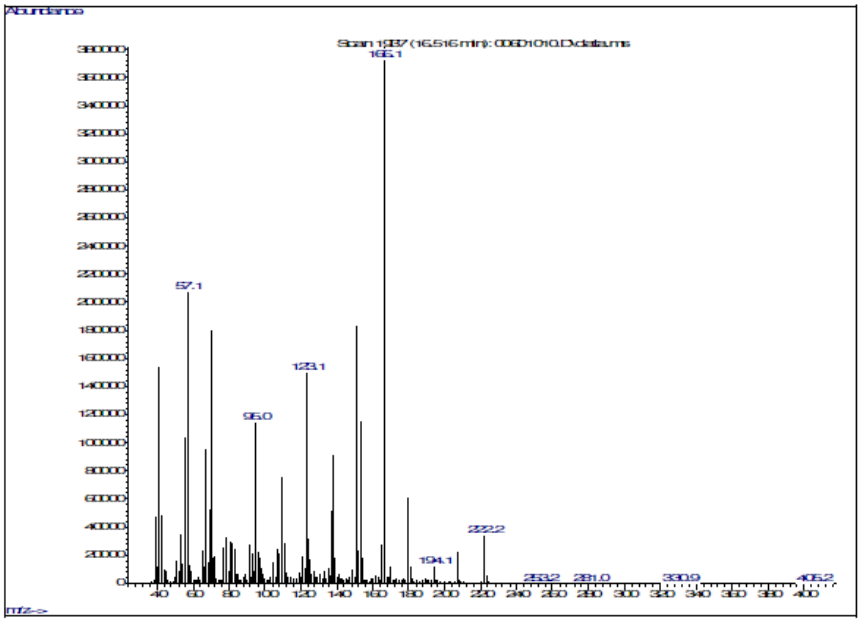

neidentificirana spojina 1



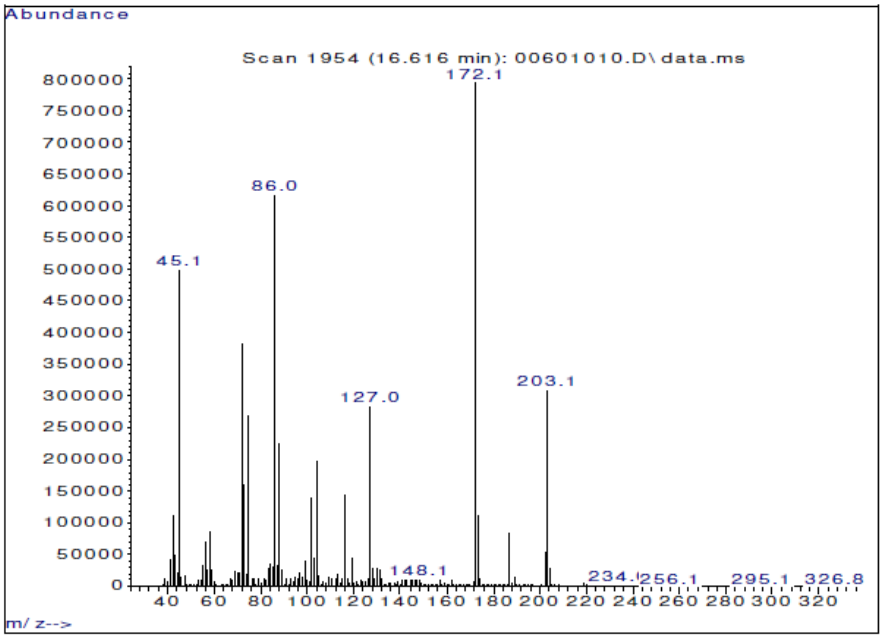

neidentificirana spojina 2

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbocka@nlzoh.si





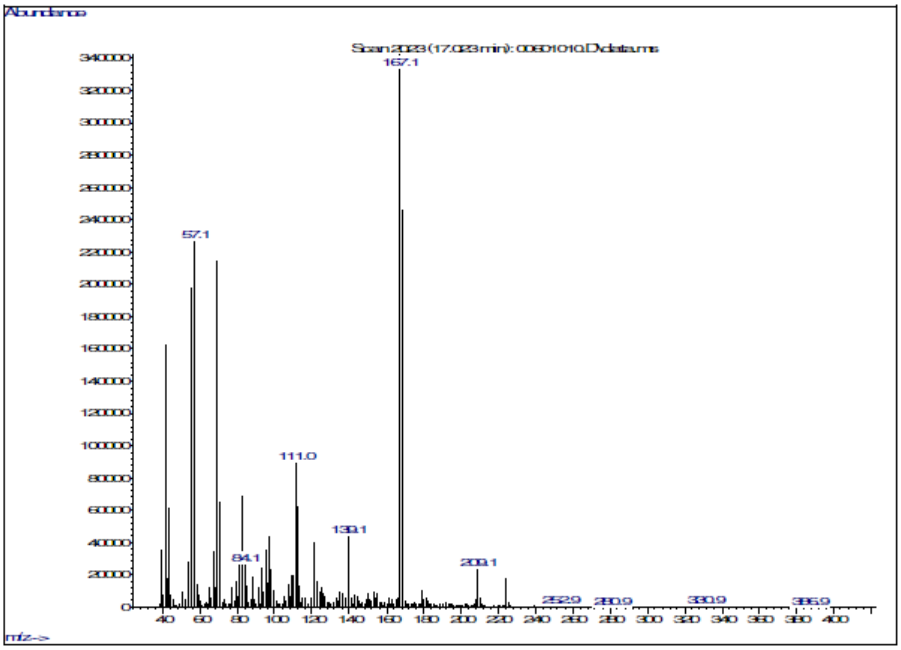

neidentificirana spojina 3



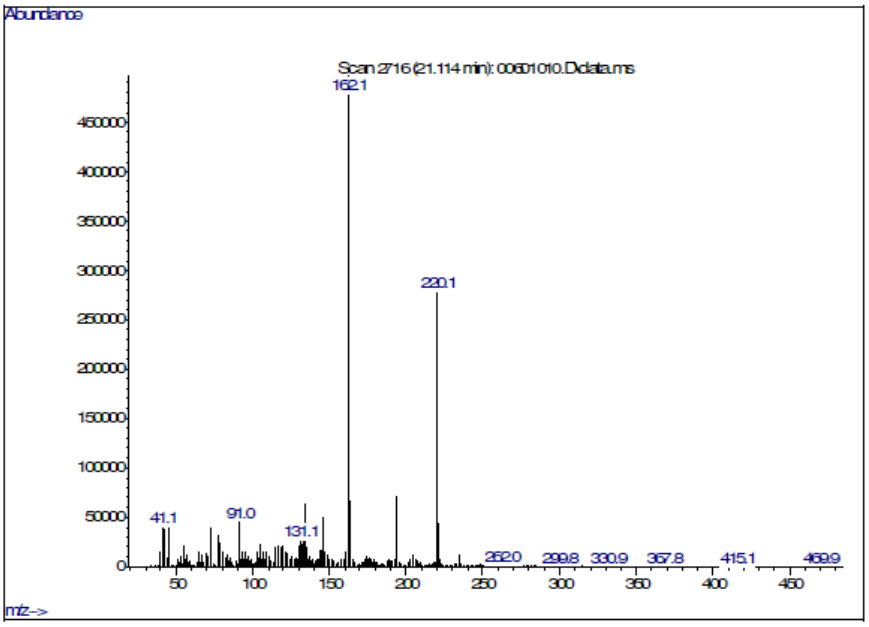

neidentificirana spojina 4

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si





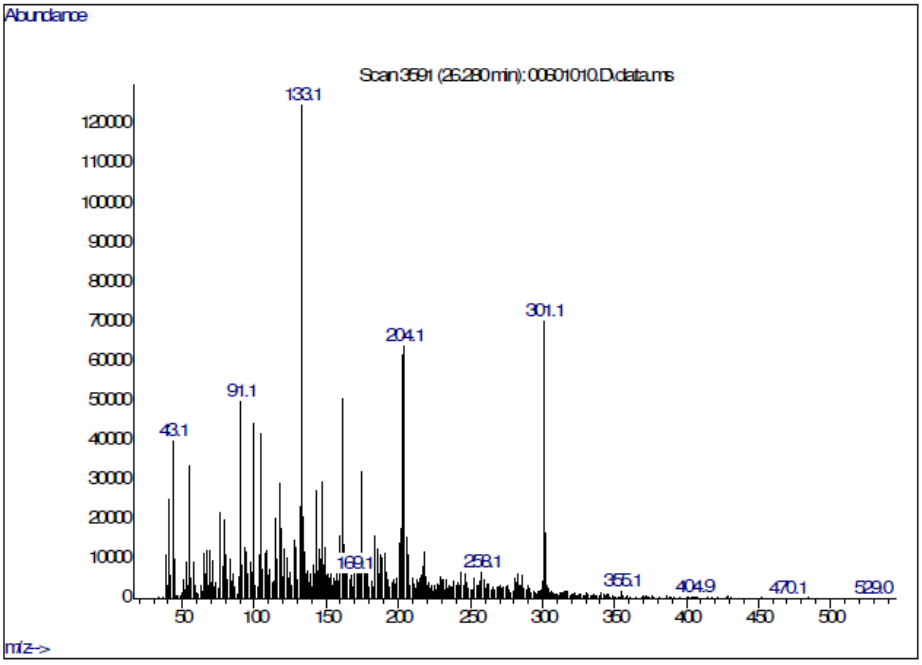

neidentificirana spojina 5




neidentificirana spojina 6

**NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO**
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor
CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor
Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor, T: (02) 45 00 170, F: (02) 45 00 227, E: mbcka@nlzoh.si






neidentificirana spojina 7

**KOMENTAR:**

Vzorec vode ekstrahiramo z diklorometanom in analiziramo na sklopu plinska kromatografija v povezavi z masno selektivnim detektorjem (GC/MSD). Masne spektre zaznanih vrhov primerjamo s spektri iz standardne knjižnice masnih spektrov NIST 08 ter WILEY 10N14 ali pa podajamo lastno interpretacijo masnega spektra.

V ekstraktu smo identificirali spojine navedene v zgornji tabeli. Sedem spojin je neidentificiranih, njihovi spektri so priloženi. Identificirane spojine so značilne za podzemne vode obremenjene z deponijskimi vodami. Spojine označene z * in nižje so del ozadja analitskega postopka ali interference sistema. Zraven celotnega ionskega kromatograma smo priložili tudi 2 izseka celotnega ionskega kromatogram, da se bolje vidijo vse spojine.

NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev

**Priloga 2.2: Podatki o parametrih, enotah, uporabljenih analiznih metodah in uporabljeni opremi (za odvzem vzorcev in kemijske analize parametrov podzemne vode), merilni negotovosti MN, LOQ, podatek o akreditaciji/validaciji metode, podatek, vezan na 9.člen Pravilnika za podzemne vode**

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **VZORČENJE** | | | | | | | |
| Način odvzema | - | SIST ISO 5667-11:2010 | Črpalni sistem Grundfos MP-1 do 60 m | - | - | A | Vzorčenje |
| **TERENSKE MERITVE** | | | | | | | |
| Temperatura zraka | °C | SIST DIN 38404-4:2000 | WTW Multimeter 3630 | - | - | V | Terenske meritve |
| Temperatura vode | °C | SIST DIN 38404-4:2000 | WTW Multimeter 3630 | ±0,3 st.C | - | A | Terenske meritve |
| pH | | SIST EN ISO 10523: 2012 | WTW Multimeter 3630 | ±0,12 pH | 2 | A | Terenske meritve |
| Električna prevodnost (20°C) | µS/cm | SIST EN 27888:1998 | WTW Multimeter 3630 | 2 % | 2 | A | Terenske meritve |
| Redoks potencial | mV | SIST DIN 38404-6: 2000 | WTW Multimeter 3630 | 18 % | - | V | Terenske meritve |
| Kisik | mg/L O2 | ISO 17289.:2014 | WTW Multimeter 3630 | 10 % | 1 | A | Terenske meritve |
| Nasičenost s kisikom | % O2 | ISO 17289.:2014 | WTW Multimeter 3630 | 10 % | 10 | V | Terenske meritve |
| Motnost (meritev na terenu) | NTU | SIST EN ISO 7027 - 1: 2017 | Turbidimeter 430 IR | 1) | 0,1 | V | Terenske meritve |
| Barva | - | ONORM M 6620: 2012 | Steklenica iz prozornega stekla, brezbarvna, gladke stene posode,s stolpcem vode v posodi širine vsaj 5 cm | - | - | V | Terenske meritve |
| Gladina podzemne vode | m | Interna metoda, izračun | Merilec nivoja vode 100 m | - | - | V | Terenske meritve |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gladina podzemne vode pred vzorčenjem | m | Interna metoda, izračun | Merilec nivoja vode 100 m | - | - | V | Terenske meritve |
| Gladina podzemne vode po vzorčenju | m | Interna metoda, izračun | Merilec nivoja vode 100 m | - | - | V | Terenske meritve |
| Prehodnost vrtine | m | Interna metoda, izračun | Merilec nivoja vode 100 m | - | - | V | Terenske meritve |
| **OSNOVNI PARAMETRI** | | | | | | | |
| Celotni organski ogljik - TOC | mg/L C | ISO 8245: 1999 | TOC L | 11 % | 0,5 | A | * |
| Adsorbljivi organski halogeni (AOX) | µg/L Cl | SIST EN ISO 9562: 2005 | AOX analizator, XPLORER | 2) | 6 | A | 6.odstavek |
| Amonij | mg/L NH4 | ISO 11732: 2005 | Avtomatski analizator flowsys CFA | 3) | 0,013 | A | 5.odstavek |
| Natrij | mg/L Na | EN ISO 14911: 1999 | Dionex DX 120 | 10 % | 1 | A | 5.odstavek |
| Kalij | mg/L K | EN ISO 14911: 1999 | Dionex DX 120 | 13 % | 0,2 | A | * |
| Kalcij | mg/L Ca | EN ISO 14911: 1999 | Dionex DX 120 | 10 % | 2 | A | * |
| Magnezij | mg/L Mg | EN ISO 14911: 1999 | Dionex DX 120 | 19 % | 1 | A | * |
| Železo | mg/L Fe | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 12 % | 0,010 | A | 5.odstavek |
| Hidrogenkarbonati | mg/L HCO3 | EN ISO 9963-1: 1995 | Multimeter | 4) | 6 | A | * |
| Nitrat | mg/L NO3 | ISO 10304-1: 2007 | Dionex ICS 1000 + AS40 | 15 % | 0,9 | A | 5.odstavek |
| Sulfat | mg/L SO4 | ISO 10304-1: 2007 | Dionex ICS 1000 + AS40 | 12 % | 1 | A | 5.ostavek |
| Klorid | mg/L Cl | ISO 10304-1: 2007 | Dionex ICS 1000 + AS40 | 11 % | 0,5 | A | 5.ostavek |
| Fosfat-orto | mg/L PO4 | ISO 15681-2: 2018 | Avtomatski analizator flowsys CFA | 5) | 0,031 | A | * |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bor | µg/L B | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 14 % | 10 | A | 5.odstavek |
| **INDIKATIVNI PARAMETRI** | | | | | | | |
| Nitrit | mg/L NO3 | ISO 13395: 1996 | Avtomatski analizator flowsys CFA | 13 % | 0,007 | A | 5.ostavek |
| Fluorid | mg/L F | ISO 10359-1: 1992 | Namizni pH/Ion meter | 19 % | 0,10 | A | 5.ostavek |
| Celotni cianid | µg/L CN | SIST EN ISO 14403-2:2013 | Avtomatski analizator flowsys CFA | 15 % | 0,2 | V | 5.odstavek |
| Sulfid raztopljeni | mg/L S2- | ISO 10530: 2002 | Spektrofotometer | 20 % | 0,05 | A | * |
| Brom | mg/L Br | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 16% | 0,01 | V | 9.odstavek |
| Aluminij | µg/L Al | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 14 % | 10 | A | 5.odstavek |
| Antimon | µg/L Sb | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 6) | 0,2 | A | 5.odstavek |
| Arzen | µg/L As | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 13 % | 1,0 | A | 5.odstavek |
| Baker | µg/L Cu | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 8 % | 1,0 | A | 5.odstavek |
| Barij | µg/L Ba | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 7 % | 10 | A | * |
| Berilij | µg/L Be | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 11 % | 0,10 | A | * |
| Cink | µg/L Zn | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 15 % | 3 | A | 6.odstavek |
| Kadmij | µg/L K | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 12 % | 0,10 | A | 5.odstavek |
| Kobalt | µg/L Co | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 9 % | 0,05 | A | 6.odstavek |
| Kositer | µg/L Sn | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 16 % | 1,0 | A | * |
| Krom | µg/L Cr | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 14 % | 1,0 | A | 5.odstavek |
| Krom (VI) | mg/L Cr6+ | ISO 11083: 1994 | Spektrofotometer | 7) | 0,01 | A | * |
| Mangan | µg/L Mn | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 6 % | 1,0 | A | 5. odstavek |
| Molibden | µg/L Mo | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 8 % | 1 | A | 6.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nikelj | µg/L Ni | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 10 % | 1 | A | 5.odstavek |
| Selen | µg/L Se | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 14 % | 1 | A | 5.odstavek |
| Srebro | µg/L Ag | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 9 % | 1 | A | * |
| Svinec | µg/L Pb | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 7 % | 1 | A | 5.odstavek |
| Talij | µg/L Tl | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 8) | 1 | V | 9.odstavek |
| Telur | µg/L Te | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 9) | 1 | V | 9.odstavek |
| Titan | µg/L Ti | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 10) | 1 | V | 9.odstavek |
| Vanadij | µg/L V | ISO 17294-2: 2016 | PERKIN ELMER Nexion 2000 | 13 % | 1 | A | * |
| Živo srebro | µg/L Hg | SIST EN ISO 12846: 2012, brez poglavja 6 | Perkin Elmer - FIMS 400 Mercury analysis system | 14 % | 0,1 | A | 5.odstavek |
| Indeks mineralnih olj | mg/L | EN ISO 9377-2: 2000 | AT 6890N - FID ( OIA69 ) | 11) | 0,005 | A | 6.odstavek |
| Fenolni indeks | µg/L | ISO 14402, poglavje 4: 1999 | Avtomatski analizator flowsys CFA | 12) | 10 | A | * |
| Epiklorohidrin | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | V | 8.odstavek |
| Lahkohlapni alifatski halogenirani ogljikovodiki (vsota) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006, izračun | - | 2 | V | 5.odstavek |
| Bromodiklorometan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| cis-1,2-Dikloroeten | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,1 | A | * |
| Dibromoklorometan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diklorometan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,5 | A | 5.odstavek |
| Tetraklorometan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | 5.odstavek |
| Trans-1,2-dikloroeten | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,1 | A | * |
| Tribromometan (bromoform) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| Triklorometan (kloroform) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,1 | A | 6.odstavek |
| 1,1-Dikloroetan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,1 | A | * |
| 1,1-Dikloroeten | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,5 | A | 5.odstavek |
| 1,1,1-Trikloroetan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| 1,1,2-Trikloroetan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| Trikloroeten (trikloroetilen) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,1 | A | 5.odstavek |
| 1,1,2,2-Tetrakloroetan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | V | 9.odstavek |
| Tetrakloroeten (tetrakloroetilen) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 | 30 % | 0,1 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PT/GC/MSD OIA006 | | | | |
| 1,2-Dikloroetan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | 5.odstavek |
| Difluorokloro metan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 1 | V | 9.odstavek |
| Triklorfluorometan | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 1 | V | 9.odstavek |
| Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006, izračun | - | 1 | V | 9.odstavek |
| Benzen | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | 5.odstavek |
| Etilbenzen | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| Toluen | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | 6.odstavek |
| Ksileni (vsota -o,-m,-p) | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006, izračun | 30% | 0,6 | V | 6.odstavek |
| m,p- Ksilen | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,4 | A | * |
| o-Ksilen | µg/L | EN ISO 15680: 2003 | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 8890 PT/GC/MSD OIA006 | 30 % | 0,2 | A | * |
| PCB (vsota-7 Ballschm.) | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N, izračun | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-28 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PCB-52 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-101 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-138 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-153 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-180 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| PCB-194 | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 6. odstavek |
| Policiklični aromatski ogljikovodiki PAH (vsota) | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973, izračun | - | 0,004 | A | 5.odstavek |
| Acenaften | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 28 % | 0,004 | A | * |
| Acenaftilen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 28 % | 0,004 | A | * |
| Antracen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 25 % | 0,004 | A | 6.odstavek |
| Benzo(a)antracen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 25 % | 0,004 | A | * |
| Benzo(a)piren | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 14 % | 0,004 | A | 8.odstavek |
| Benzo(b)fluoranten | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 21 % | 0,004 | A | * |
| Benzo(ghi)perilen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT | 16 % | 0,004 | A | * |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 6890N/5973 | | | | |
| Benzo(k)fluoranten | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 21 % | 0,004 | A | * |
| Dibenzo(a,h)antracen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 16 % | 0,004 | A | * |
| Fenantren | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 21 % | 0,004 | A | * |
| Fluoranten | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 20 % | 0,002 | A | 6.odstavek |
| Fluoren | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 25 % | 0,004 | A | * |
| Indeno(1,2,3-c,d)piren | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 15 % | 0,004 | A | * |
| Krizen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 22 % | 0,004 | A | * |
| Naftalen | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 30 % | 0,004 | V | 6.odstavek |
| Piren | µg/L | SIST ISO 28540:2012, modif. | AGILENT TECHNOLOGIES - AT 6890N/5973 | 19 % | 0,004 | A | * |
| Pesticidi (vsota) | µg/L | Izračun | - | - | 0,02 | V | 5.odstavek |
| Acetoklor | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS | 30 % | 0,01 | V | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (API4000) | | | | |
| Alaklor | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Atrazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Atrazin, Desetil- | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Atrazin, Desizopropil- | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Azinfos-etil | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Azinfos-metil | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Bentazon | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Bromacil | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Bromoksinil | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Cianazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Diazinon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dikamba | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Dimetenamid | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Heksazinon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 35 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Joksinil | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Klorfenvinfos | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Malation | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| MCPA | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| MCPB | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| MCPP | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Metalaksil | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Metazaklor | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Metolaklor | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (API4000) | | | | |
| Mevinfos | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| N,N-dietil-m-toluamid | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | V | 5.odstavek |
| Pendimetalin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Prometrin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Propazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Sebutilazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Sekbumeton | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | V | 5.odstavek |
| Silvex | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Simazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Terbumeton | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Terbutilazin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Terbutrin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 30 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Triadimefon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| 2,4 - DB | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| 2,4-D | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| 2,4-DP | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| 2,4,5-T | µg/L | DIN 38407-35 modif.: 2010 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| 2,6-Diklorobenzamid | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | V | 5.odstavek |
| Buturon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Diuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Fluometuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | V | 5.odstavek |
| Imidakloprid | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Izoproturon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (API4000) | | | | |
| Klorbromuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Klorotoluron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Linuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Metamitron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Metobromuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Metoksuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,02 | A | 5.odstavek |
| Metribuzin | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 20 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Monolinuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Monuron | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| Neburon | µg/L | EN ISO 11369 modif.: 1997 | SPARK symbiosis environ - LC/MS/MS (API4000) | 25 % | 0,01 | A | 5.odstavek |
| alfa-HCH | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,002 | A | 5.odstavek |
| beta-HCH | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| gama-HCH (Lindan) | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| delta-HCH | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| Heksaklorobenzen (HCB) | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,002 | A | 5.odstavek |
| Heptaklor | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| Aldrin | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| Dieldrin | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| Endrin | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |
| Izodrin | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| o,p-DDE | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| p,p-DDE | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| o,p-DDD | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |
| p,p-DDD | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| o,p-DDT | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |
| p,p-DDT | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |
| alfa-endosulfan | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| beta-endosulfan | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| cis-Klordan | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,002 | A | 5.odstavek |
| trans-Klordan | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| cis-Heptaklorepoksid | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| trans-Heptaklorepoksid | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,003 | A | 5.odstavek |
| o,p-Metoksiklor | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p,p-Metoksiklor | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,005 | A | 5.odstavek |
| Mireks | µg/L | ISO 6468:1996 modif. | Plinski kromatograf AT 6890N | 20 % | 0,004 | A | 5.odstavek |
| Bisfenol A | µg/L | ISO 18857-2: 2012, modif. | Plinski kromatograf na ionsko past PolarisQ GC MS/MS | 20 % | 0,025 | V | 6.odstavek |
| 4-n-Nonilfenol | µg/L | ISO 18857-2: 2012, modif. | Plinski kromatograf na ionsko past PolarisQ GC MS/MS | 20 % | 0,01 | V | 6.odstavek |
| 4-(1,1,3,3-Tetrametilbutil)fenol | µg/L | ISO 18857-2: 2012, modif. | Plinski kromatograf na ionsko past PolarisQ GC MS/MS | 20 % | 0,01 | V | 6.odstavek |
| Benzil butil ftalat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,1 | A | * |
| Di-(2-etilheksil)-ftalat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,1 | A | 6.odstavek |
| Dibutil ftalat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,1 | A | 6.odstavek |
| Dietil ftalat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,1 | A | * |
| Tributilfosfat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,01 | A | * |
| Trikloroetilfosfat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,01 | A | * |
| Trikloropropilfosfat | µg/L | SIST EN ISO 18856:2005; modif. | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | 25 % | 0,01 | A | * |

| Parameter | Enota / Izražen kot | Uporabljena analizna metoda | Uporabljena oprema | MN | LOQ | A/V | 9. člen Pravilnika za podzemne vode (5., 6., 8,. 9. in 10. odstavek) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Identifikacija organskih spojin (GC/MS) | - | SM 6410B: 2005 | AT 6890N/5973 inert/MPS2 ( OIA08 ) | - | - | V | 10.odstavek |

*Pravilnik za podzemne vode ne omogoča razvrstitve v odstavke (uvrstitev v 9.odstavek 9.člena Pravilnika ni mogoča, ker je parameter akreditiran).

Izvajalec analiz vseh zapisanih parametrov je Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano.

1) Motnost – MN po območjih [0,1-20 NTU]=25%; [20-1000 NTU]=10%

2) AOX – MN po območjih: [6-10µg/l]=24%; [11-300µg/l]=17%

3) Amonij – MN po območjih: [0,013-0,026 mg/l]=16,04%; [0,0261-0,258 mg/l]=11,04%; [0,2581-2,28 mg/l]=11,90%.

4) Hidrogenkarbonati – MN po območjih: [6-10mg/l]=16,98%; [10,1-100mg/l]=12,16%, [100,1-800mg/l]=9,42%, [801-1800mg/l]=10,34%.

5) Fosfat-orto – MN po območjih: [0,031-0,092 mg/l]=11,02%; [0,0921-0,92 mg/l]=11,06%; [0,921-30,66 mg/l]=9,98%

6) Antimon – MN po območjih: [0,2-1,0 µg/l]=15%; [1,0-100µg/l]=10%

7) Krom $^{6+}$ – MN po območjih: [10-10 µg/l]=18,34%; [11-50µg/l]=5,80%, [51-250 µg/l]=5,82%, [251-500 µg/l]=5,90%.

8) Talij – MN po območjih: [1-10µg/l]=15%; [10-100µg/l]=10%;

9) Telur – MN po območjih: [1-10µg/l]=20%; [10-100µg/l]=15%;

10) Titan – MN po območjih: [1-10µg/l]=30%; [10-1000µg/l]=15%;

11) Indeks mineralnih olj (celotni ogljikovodiki, mineralna olja) – MN po območjih: [0,003-0,02mg/l]=30%; [0,02-10000mg/l]=20%.

12) Fenolni indeks – MN po območjih: [5-10µg/l]=24,14%; [11-50µg/l]=24,68%; [51-300µg/l]=23,66%; [301-7000µg/l]=23,54%

## PRILOGA 3 – PROGRAM UKREPOV V PRIMERU PRESEGANJA OPOZORILNE SPREMEMBE PARAMETROV PODZEMNE VODE

(55 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<br>INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA<br>Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR<br>Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630<br>ID za DDV: SI30447046 |
| Naročnik: | JAVNE SLUŽBE PTUJ<br>Ulica Heroja Lacka 3<br>2250 PTUJ |
| Evidenčna oznaka: | 110-11/5217-12 / 5 |
| Delovni nalog: | e-mail naročilo g. Rajko Kaučič z dne 03.09.2012 in<br>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.<br>Naravoslovnotehniška fakulteta,<br>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.

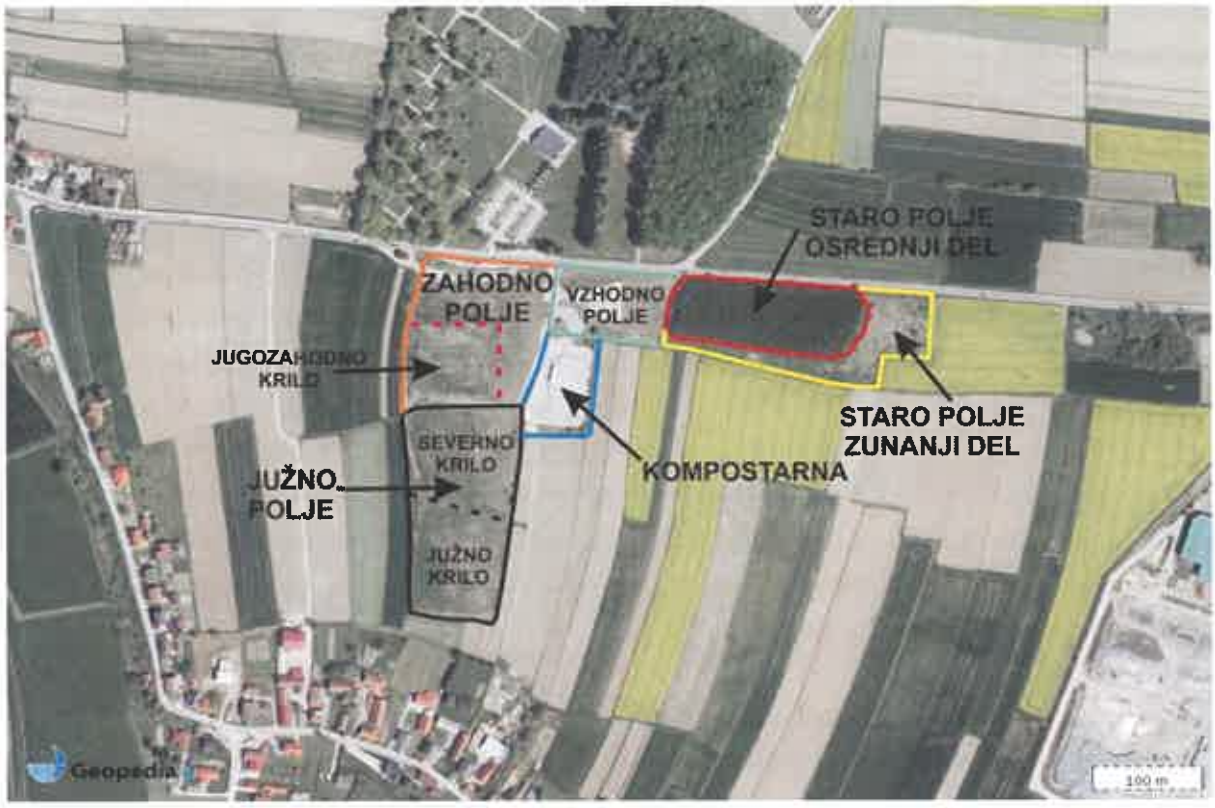
[8] Na dostopnem vzolžnem profilu je II. faza razdeljena na sektorje (glej Slika 6 spodaj), I faza pa predstavlja območje starejšega zahodnega odlagalnega telesa, med tem ko je v tekstu projekta (Murovec, 1994) navedeno, da sta I. in II. faza vezani le na gradnjo celotnega južnega odlagalnega polja.
[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

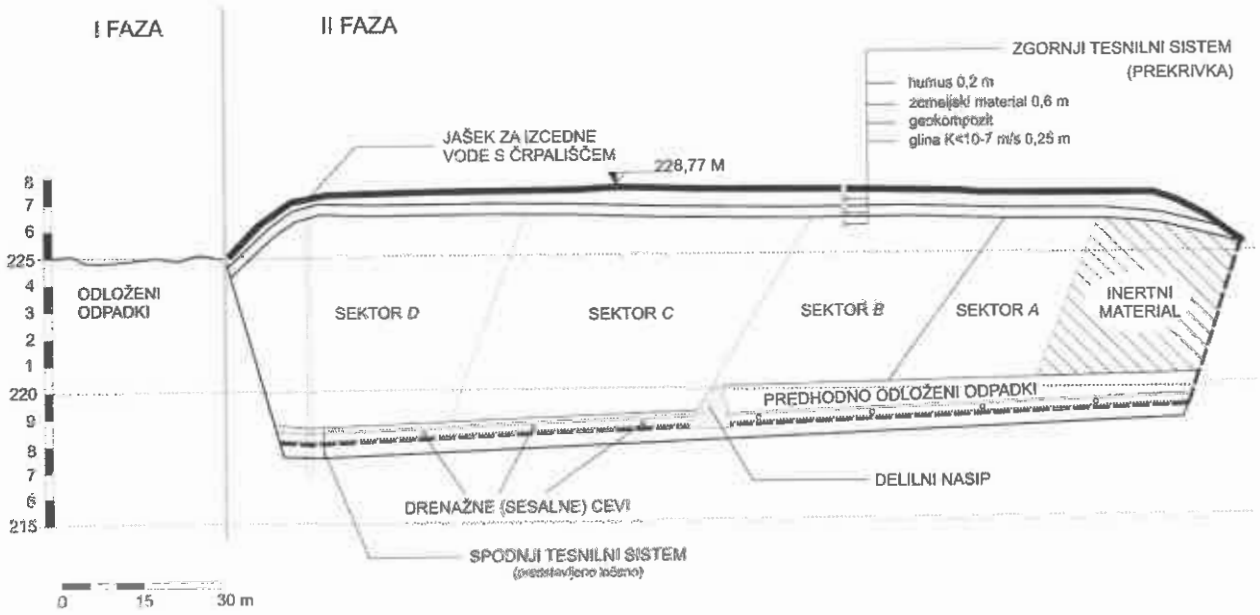
### 3.2.2 Južno odlagalno polje

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).



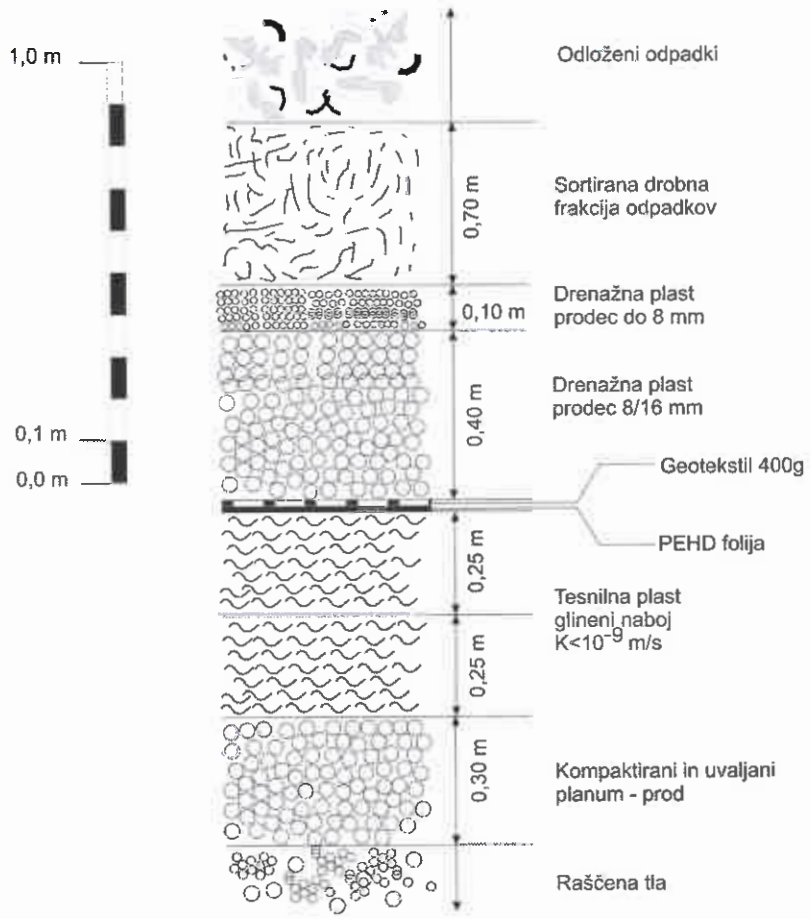

**Slika 6.** Rekonstrukcija geometrije II faze južnega odlagalnega polja odlagališča Brstje

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.

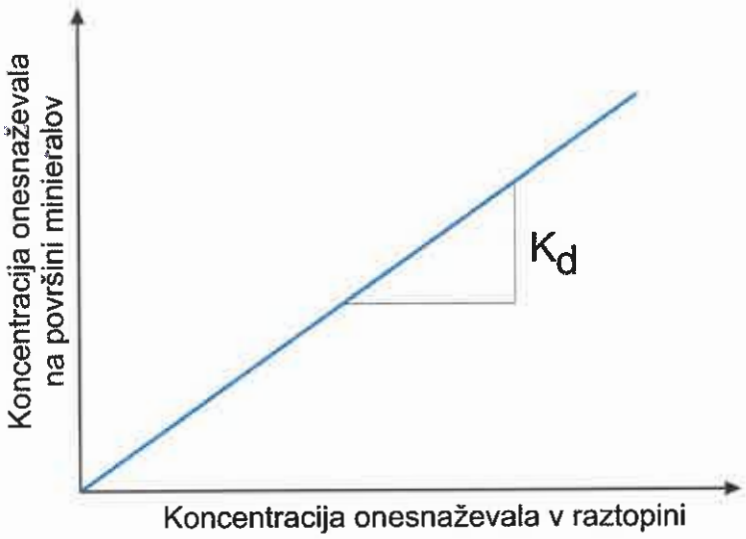
Sorbcija upočasnjuje tok onesnaževala. Govorimo o zadrževanju ali retardaciji. Opredelimo jo kot

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

kjer je:

$R$ – retardacijski ali zadrževalni koeficient,
$v_r$ – realna hitrost toka podzemne vode,
$v_c$ – hitrost premikanja fronte onesnaževala,
$\rho_d$ – 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 $\rho_d$ 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.

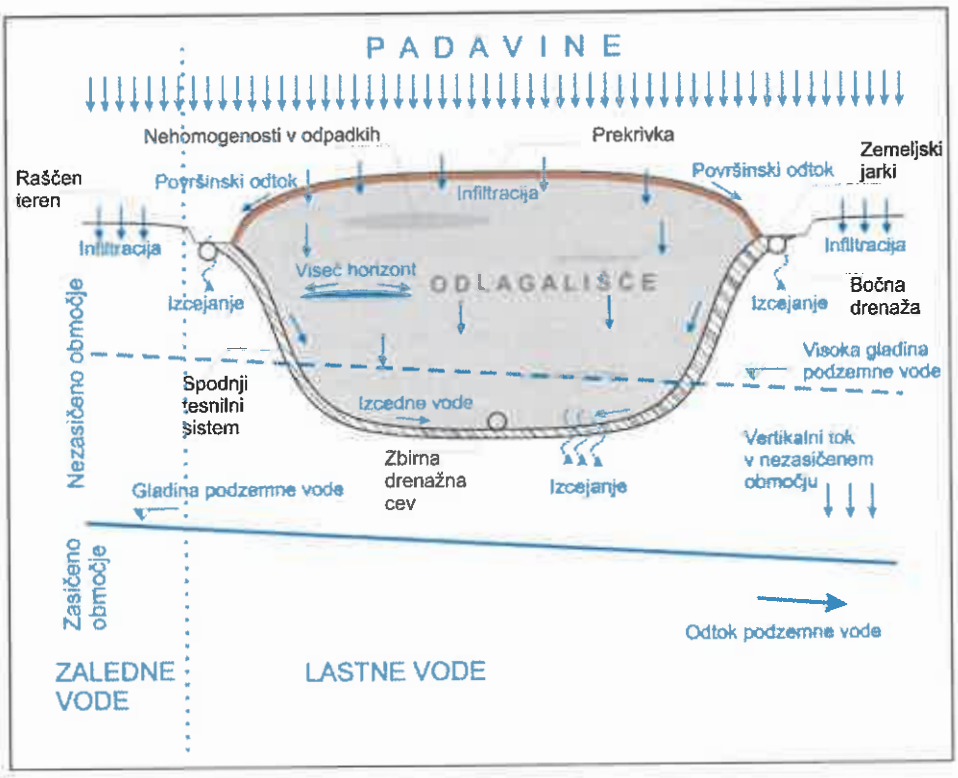
Pojma padavinske vode in odpadne vode sta definirana posredno, preko besedila v posameznih členih.

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.

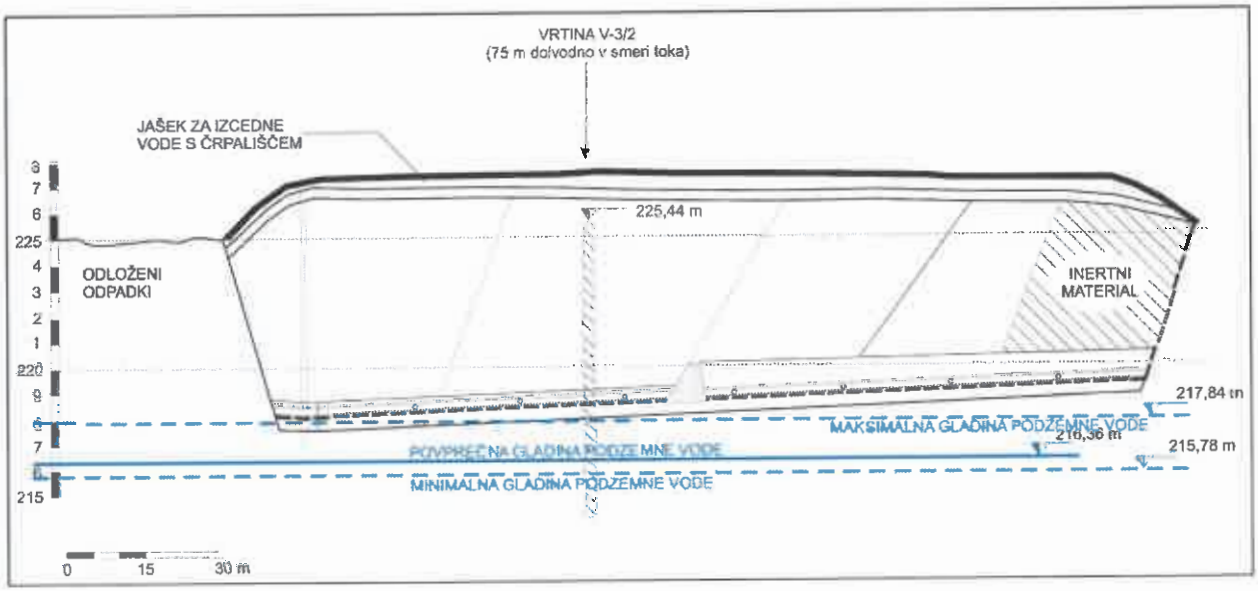
Na odlagališču Brstje v skladu s konceptualnim modelom, ki smo ga podali zgoraj (Slika 12), kot lastne vode opredelimo podzemne vode pod odlagalnimi telesi in vse vode, ki se precedijo skozi odlagalna telesa.

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

**območju odlagališča Brstje izhaja, da je spodnji del odlagalnih teles občasno zalit s podzemno vodo. 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.