



**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](mailto:ivo@zzv-mb.si)  
ID za DDV: SI30447046 Številka transakcijskega računa: 01100-6030926630



DAT.:10-2006-PR06pobrežjeprogram1

**PROGRAM MONITORINGA PODZEMNIH VOD**  
**ZA ZAPRTO ODLAGALIŠČE NENEVARNIH ODPADKOV**  
**POBREŽJE**

Maribor, marec 2006

---

---

Naslov: Program monitoringa podzemnih vod za zaprto odlagališče  
nenevarnih odpadkov Pobrežje

Izvajalec: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor  
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA  
Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR  
Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630  
ID za DDV: SI30447046

Naročnik: SNAGA javno podjetje d.o.o.  
Nasipna 64  
2000 MARIBOR

Številka poročila: 10/359-06  
Delovni nalog: naročilnica št. R-358/2006 z dne 15.03.2006  
Šifra dejavnosti: 10 - odpadki

Številka pooblastila: MOP št. 35411-8/00  
Obseg pooblastila: izvajanje monitoringa onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi  
snovmi

Nosilec:

Sodelavci:

Podizvajalec: Geološki Zavod Slovenije  
Dimičeva 14, 1001 Ljubljana

Maribor,  
15.03.2006

TEHNOLOGIJE OKOLJA  
Vodja:

INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA  
Predstojnik:

## K A Z A L O

	Stran
<b>1 UVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>2 PROGRAM MONITORINGA PODZEMNIH VOD .....</b>	<b>5</b>
2.1 PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER IN TOKOVNE MREŽE PODZEMNIH VOD .....	5
2.1.1 Geomorfološke razmere na območju odlagališča .....	5
2.1.2 Geološke razmere na območju odlagališča .....	6
2.1.3 Tektonika .....	7
2.1.4 Hidrogeološke razmere in tokovne mreže podzemnih vod .....	7
2.2 POSNETEK NIČELNEGA STANJA PODZEMNIH VOD .....	13
2.2.1 Stanje podzemnih vod pred zaprtjem odlagališča .....	13
2.2.2 Stanje podzemnih vod po zaprtju odlagališča .....	16
2.3 CILJNE HIDROGEOLOŠKE CENE .....	21
2.4 ZNAČILNOSTI VIRA ONESNAŽEVANJA, KI SO POMEMBNE ZA ONESNAŽEVANJE PODZEMNIH VOD .....	21
2.4.1 Splošne značilnosti odlagališča: .....	21
2.4.2 Značilnosti vplivnega območja odlagališča .....	22
2.5 LOKACIJE TER OPIS IZDELAVE IN OPREME OPAZOVALNIH VRTIN .....	23
2.5.1 Stare opazovalne vrtime .....	23
2.5.2 Nove opazovalne vrtime .....	25
2.6 NAČRT PREISKUŠANJA USTREZNOSTI MREŽE OPAZOVALNIH VRTIN .....	32
2.7 DOLOČITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV, KI SO PREDMET MONITORINGA .....	33
2.7.1 Obseg izvedbe monitoringa .....	36
2.8 POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV .....	37
2.9 DOLOČITEV KRITERIJEV ZA VREDNOTENJE VPLIVA IN ČEZMERNEGA ONESNAŽENJA V PODZEMNI VODI NA ODLAGALIŠČU .....	38
<b>3 POVZETEK PROGRAMA .....</b>	<b>44</b>
<b>4 PRILOGE .....</b>	<b>45</b>

# 1 UVOD

Po naročilu javnega podjetja Snaga d.o.o. iz Maribora smo za zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje izdelali Program monitoringa podzemnih vod (v nadaljevanju Program monitoringa) v skladu z zahtevami iz Pravilnika o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi, Ur.list RS št.5/00 (v nadaljevanju Pravilnik o monitoringu onesnaženosti podzemnih vod) in v skladu z dodatnimi zahtevami MOP – ARSO, ki so nam bile posredovane v začetku leta 2005.

Sestavni del Programa monitoringa je »Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na odlagališču Pobrežje«, arh.št. K-II-30d/c-3/971-b, z dne 18.05.2004 (v nadaljevanju Hidrogeološko poročilo, priloga 4), ki ga je izdelal Geološki Zavod Slovenije. Hidrogeološko poročilo je na zahtevo MOP – ARSO pregledal hidrogeološki ekspert za obravnavano območje in izdelal strokovno oceno v dopisu »Potrditev hidrogeološkega poročila za izdelavo Programa monitoringa podzemnih voda«, št. 35467-5/2004, z dne 12.08.2004, v katerem je zahteval nekatera dopolnila k obstoječemu poročilu. Geološki zavod Slovenije je na osnovi recenzije izdelal poročilo z naslovom »Dopolnilno hidrogeološko poročilo o opravljenih raziskavah za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na zaprtem odlagališču komunalnih odpadkov Pobrežje« arh.št. J-II-30d/b7-1/254-a, z dne februar 2006 (v nadaljevanju Dopolnilno hidrogeološko poročilo, priloga 4), ki vključuje vse zahteve oz. dopolnila recenzenta iz prej omenjenega dopisa.

Na odlagališču Pobrežje so konec februarja 2004 prenehali z odlaganjem odpadkov, zato ima odlagališče Pobrežje od 01.03.2004 status zaprtega odlagališča. Po zaprtju odlagališča mora upravljalec zagotavljati izvajanje obratovalnega monitoringa v skladu s 46., 49. in 55. členom Pravilnika o odlaganju odpadkov, Ur. list RS št. 5/00 in 43/04 (v nadaljevanju Pravilnik o odlaganju odpadkov) za časovno obdobje najmanj 10 let.

## **2 PROGRAM MONITORINGA PODZEMNIH VOD**

### **2.1 PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER IN TOKOVNE MREŽE PODZEMNIH VOD**

Hidrogeološke razmere in tokovne mreže podzemnih vod so opisane v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 v točki 2 (Prikaz hidrogeoloških razmer in tokovne mreže podzemnih voda). V nadaljevanju navajamo točko 2 omenjenega poročila.

Prikaz hidrogeoloških razmer smo razdelili na tri podpoglavja. V prvem podpoglavju »Geomorfološke razmere« smo opisali reliefne značilnosti v okolici odlagališča. V drugem podpoglavju »Geološke razmere« smo opisali osnovne geološke informacije, ki nam pomagajo razumeti hidrogeološke razmere v vplivnem območju odlagališča. V podpoglavju »Hidrogeološke razmere« smo podali hidrogeološko klasifikacijo posameznih litoloških enot in podali interpretacijo smeri toka podzemne vode. Poglavje hidrogeološke razmere podaja tudi pregled ničelnega stanja hidrogeoloških pogojev na vplivnem območju odlagališča Pobrežje.

#### **2.1.1 Geomorfološke razmere na območju odlagališča**

Odlagališče komunalnih odpadkov Pobrežje leži na desnem bregu struge reke Drave v opuščnem delu gramoznice na najvišji dravski rečni terasi. Obdaja ga ravninski svet, ki je v veliki meri poseljen. Od struge reke Drave, ki je tudi edini površinski vodotok v bližini, je oddaljena okoli 600 metrov. Med odlagališčem in strugo reke je še vodni kanal HE Srednja Drava.



Slika 2.1.1.1.: Pogled na sanirani del odlagališča s tehniko in elektrarno

## 2.1.2 Geološke razmere na območju odlagališča

Geološke razmere na obravnavanem območju so interpretirane na podlagi terenskega ogleda in analize arhivskega gradiva, katerega seznam podajamo v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 v poglavju Viri in literatura. Geološke in hidrogeološke razmere smo predstavili tudi na interpretiranem geološkem profilu v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 na prilogi 3. Pri opisu geoloških razmer na odlagališču se v nadaljevanju naslanjamo na podani hidrogeološki profil.

Geološke razmere na območju odlagališča lahko smatramo za zelo enostavne.

- **aluvij**; sestavljajo ga sedimenti, ki jih je odložila reka Drava v svoji najvišji terasi. Med sedimenti prevladujejo slabo granulirani prodi, podrejeno so prisotni še prodi s primesmi meljev ter peski. Prodniki so predvsem iz metamorfnih kamnin in so veliki od nekaj centimetrov do nekaj decimetrov. Prodno peščene zemljine so odložene na neravno lapornato podlago, ki je na območju odlagališča med nadmorskimi višinami 230.5 in 233.0 m. Potek lapornate podlage pod odlagališčem je prikazan na v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 na hidrogeološki karti v prilogi 2,
- **miocen**; severno od odlagališča na levem bregu reke Drave se razprostirajo obronki Slovenskih goric, ki jih sestavljajo miocenske klastične kamnine. V kamninah prevladujejo laporovci, glinovci in meljevci, mestoma pa nastopajo tudi peščenjaki. Te kamnine zasledimo tudi v podlagi kvartarnega vodonosnika.

### 2.1.3 Tektonika

Obravnavano območje leži v Mariborsko – Ptujski pliokvartarni depresiji, ki je največja med pliokvartarnimi depresijami tega dela Slovenije. Na vzhodu je z Dravskim prelomom, ki poteka v bližini odlagališča, ločena od Mariborskega bloka, ki je del tektonske enote Slovenskih goric. Na zahodu pa depresija meji na Ribniško – Selniški tektonski jarek, Pohorsko tektonsko enoto in Konjiško depresijo. Posamezni terasni nivoji kažejo na neotektonsko aktivnost depresije in vpliv tektonike na sedimentacijo.

### 2.1.4 Hidrogeološke razmere in tokovne mreže podzemnih vod

Hidrogeološke razmere so v veliki meri odvisne od litoloških, manj pa od tektonskih razmer na območju. V nadaljevanju podajamo hidrogeološko karakterizacijo obravnavanega območja.

#### 2.1.4.1. Hidrogeološke lastnosti

Na obravnavanem območju je značilno menjavanje debelozrnatih tipov sedimentov, med katerimi močno prevladujejo prodi, zaradi česar so hidrogeološke lastnosti sedimentov v območju odlagališča komunalnih odpadkov Pobrežje dokaj homogene.

- **aluvij**; Sedimente na katerih leži odlagališče Pobrežje je v geološki preteklosti odložila reka Drava. V sestavi zasipa prevladujejo zelo dobro prepustni prodi. Kljub temu pa je lateralno in vertikalno zaslediti spremembe v sestavi sedimentov, kar vpliva tudi na hidrogeološke lastnosti. V aluvialnem zasipu imamo opraviti z obsežnim hidrodinamsko odprtim medzrnskim vodonosnikom, v katerem gladina podzemne vode niha v odvisnosti od napajanja. V pretežnem delu se vodonosnik napaja z območja Pohorja v manjši meri tudi iz padavin,
- **miocenske plasti**; Miocenske plasti predstavljajo podlago medzrnskem vodonosniku. Njihovo prepustnost ocenjujemo kot zelo nizko, pod  $10^{-9}$  m/s. Tako s praktičnega vidika podlago vodonosnika opredelimo kot neprepustno in
- **odpadki**; na obravnavanem območju odlagališča predstavljajo pomembno hidrogeološko enoto odpadki. Z natančnejšim potekom meje med spodaj ležečimi prodi in nad njimi odloženimi odpadki ne razpolagamo. Izkop gramoza iz izkoriščene gramozne jame, v kateri danes leži odlagališče, je segal do povprečne kote 245 m, lokalno pa tudi globlje. Arhivski podatki na območju opazovalnih vrtin serije PZ kažejo, da se odpadki nahajajo na intervalu globin od 14,7 do 17,3 m, kar ustreza intervalu nadmorskih višin med 241,09 in 243,68 m. Arhivski podatki o meritvah nivojev podzemne vode v opazovalni vrtini V4,

ki je tem opazovalnim vrtinam najbližje, pa kažejo, da se nivoji podzemne vode gibljejo na kotah med 241,4 in 243,2 m. To pa pomeni, da je spodnji del odpadkov odložen v območje nihanja nivojev podzemne vode in da je s podzemno vodo občasno tudi zalit.



Slika 2.1.4.1.1.: Prodni zasip reke Drave, ki tvori vodonosnik pod odlagališčem

Da imajo odpadki pomembno hidrogeološko vlogo, potrjuje tudi oblika gladine podzemne vode v območju odlagališča. Spremembe v obliki gladine podzemne vode kažejo na spremembe v hidrogeoloških lastnostih.

#### **2.1.4.2. Smer toka podzemne vode**

Na območju odlagališča Pobrežje so bile v preteklosti izvedene številne meritve nivojev podzemne vode. Na ta način imamo dokaj dober vpogled v dinamiko nihanja in smer toka podzemne vode glede na lego odlagališča v prostoru. Karta gladin podzemne vode je podana v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 v prilogi 2.

Generalna smer toka podzemne vode na območju odlagališča je v smeri od jugozahoda proti severovzhodu in je vezana na smer toka reke Drave, vendar pa se smer tega toka lokalno spreminja. Dosedanje meritve nivojev podzemne vode kažejo, da se smer toka podzemne vode spreminja tudi sezonsko, spreminjanje smeri toka podzemne vode bo potrebno potrditi na podlagi na novo vzpostavljene mreže in novega geodetskega posnetka. Karte gladin podzemne vode kažejo, da na smer toka podzemne vode vpliva tudi odlagališče zaradi drugačnih



hidrogeoloških lastnosti, kot jih ima okoliški sediment. Vzrok za to leži v dejstvu, da je del odpadkov odložen v podzemno vodo, hkrati pa se na območju odlagališča spremeni tudi infiltracija, saj je nad odpadki izvedena prekrivka, ki je slabše prepustna kot primarna tla v okolici odlagališča.

Na podlagi najnovejšega posnetka gladin podzemne vode, ki je izdelan tudi na podlagi novejšega geodetskega posnetka vseh vrtin, lahko ugotovimo, da ob vodnem stanju, ki je bilo posneto v mesecu septembru 2005 večji del podzemne vode z območja odlagališča odteka v smeri proti Zrkovcem, kjer podzemna voda napaja reko Dravo. Tok podzemne vode je dokaj monoton. Severno od odlagališča je viden izrazit odtok podzemne vode v smeri proti reki Dravi.

#### **2.1.4.3. Rezultati hidrogeološkega kartiranja**

Hidrogeološko kartiranje neposredne okolice odlagališča smo opravili 1.10.2003. Rezultati kartiranja so predstavljeni v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 na karti v prilogi 2.

Na hidrogeološki karti smo poleg vrtin označili tudi ostale vodne pojave, ki smo jih zasledili med kartiranjem in na katerih smo opravili meritve elektroprevodnosti ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) in pretoka ( $\text{l/s}$ ). Med hidrogeološkim kartiranjem so bile opravljene tudi meritve nivojev podzemne vode in prehodnosti vrtin. Rezultati teh meritev so podani v nadaljevanju.

Med hidrogeološkim kartiranjem so bili v zahodnem delu odlagališča zabeleženi štirje pojavi površinske vode v obliki večjih luž. Trije pojavi, ki leže v severnem delu so posledica tehnološkega procesa separacije gramoza. Ta voda ni v stiku s podzemno vodo, saj se vodne površine nahajajo na različnih višinah.

Največji pojav vode na zahodni strani pa po našem mnenju predstavlja izdanek podzemne vode (slika 2.1.4.3.1). Zaradi nedostopnosti meritev karakteristik vode nismo izvedli.



Slika 2.1.4.3.1.: Pogled proti območju separacije gramoznice Podlesnik

#### **2.1.4.4. Opredelitev vodonosnika**

Odlagališče Pobrežje je postavljeno na debelih prodnih delno peščenih kvartarnih plasteh. Te plasti predstavljajo del dobro prepustnega in izdatnega vodonosnika Dravskega polja, ki v slovenskem regionalnem merilu predstavlja enega največjih vodonosnikov.

S hidrodinamskega vidika vodonosnik, na katerem leži odlagališče opredelimo kot odprtega, to je takšnega, v katerem gladina podzemne vode niha prosto v odvisnosti od napajanja s strani padavin.

Severno in vzhodno mejo vodonosnika predstavlja struga reke Drave. Skozi to mejo se podzemna voda iz vodonosnika izceja. Zahodno napajalno mejo vodonosnika predstavlja Pohorje. Ta meja je dokaj oddaljena in na hidrogeološke razmere na območju odlagališča vpliva le posredno.

#### **2.1.4.5. Bilančne karakteristike vodonosnika**

Za območje odlagališča Pobrežje je bil v preteklosti izdelan tudi stacionarni hidravlični model toka podzemne vode (Blažeka in sodelavci, 1998), karakteristike toka podzemne vode pa so bile ocenjene tudi analitično (Masič, 1998). Na podlagi teh podatkov je moč podati osnovne bilančne karakteristike toka podzemne vode pod odlagališčem.

Hidravlični model toka podzemne vode (Blažeka in sodelavci, 1998) je zajel nekoliko širše območje: Na zahodu je segal do Nove vasi na vzhodu pa do Zrkovcev, na jugu je bil omejen pri

Tezmem in na severu z Goricami. Celoten pretok podzemne vode v modelu znaša 502 l/s.

Izračuni temeljijo na ocenah koeficienta prepustnosti in transmisivnosti. Črpalni poizkusi v območju odlagališča niso bili izvedeni. Pri modelnem izračunu so bile upoštevane horizontalne prepustnosti na intervalu med  $8 \times 10^{-3}$  do  $10^{-4}$  m/s, za vertikalne prepustnosti pa so avtorji privzeli 10 krat manjše vrednosti (Blažeka in sodelavci, 1998). Masič (1998) kot reprezentativno transmisivnost vodonosnika navaja vrednost  $7,4 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s ter koeficient prepustnosti  $2,4 \times 10^{-3}$  m/s (GP, GW) in  $1 \times 10^{-5}$  m/s (GFs). Isti avtor kot oceno efektivne poroznosti za prode navaja vrednost 0,45, menimo pa, da je ta vrednost previsoka in da znaša največ 0,3.

Masič (1998) navaja kot reprezentativen gradient podzemne vode razpon med 2,6 in 3,3 ‰.

Tako realno hitrost toka podzemne vode ocenimo po enačbi:

$$v_{\text{real}} = \frac{K \times i}{n_e}$$

kjer je:

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

Izračun predstavlja le zelo grobo oceno, saj so vrednosti, na katerih sloni rezultat ekspertne ocene in niso preverjene z meritvami na terenu. Pri oceni hitrosti toka podzemne vode izhajamo iz zgoraj podanih koeficientov prepustnosti in efektivne poroznosti.

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. Pri tem je potrebno poudariti, da se večina onesnaževal giblje počasneje kot voda, govorimo o retardaciji in retardacijskem koeficientu onesnaževala. Zaradi tega ocena hitrosti gibanja onesnaževala, ki jo pridobimo na podlagi ocene hitrosti gibanja podzemne vode, predstavlja konzervativno oceno, saj se realna onesnaževala gibljejo počasneje.

Rezultati izračuna so podani v tabeli 2.1.4.5.1.

Tabela 2.1.4.5.1.: Ocena hitrosti potovanja konzervativnega onesnaževala v podzemni vodi

	Hitrost	Smer toka
<b>Prod</b>	96 m/uro	vertikalna
<b>Prod</b>	7,6 m/dan	horizontalna

Podane povprečne ocene hitrosti toka podzemne vode kažejo, da imamo na območju odlagališča komunalnih odpadkov Pobrežje opraviti s hitrim tokom podzemne vode in da so hitrosti širjenja morebitnih onesnaževal, ki bi se sprostili z odlagališča, zelo visoke.

Računska sklepanja o visoki hitrosti podzemne vode potrjujejo tudi rezultati sledilnega poizkusa, ki je bil izveden v letu 1999 (Urbanc in sodelavci, 1999). Sledilni poizkus je bil izveden na skrajnem vzhodnem robu odlagališča, na območju opazovalnih vrtin Pz3/1, Pz3/2, Pz3/3 in V-4. Kot injekcijska vrtina je bila uporabljena vrtina Pz3/3 (v času izvajanja poizkusa označena kot S-0) Največja zabeležena hitrost podzemne vode je znašala 26,4 m/dan, povprečna hitrost med vrtinami pa je bila ocenjena na 14,0 m/dan.

Hitrosti širjenja sledila, ki jih je podal sledilni poizkus so zelo visoke, višje kot jih določimo iz povprečnih koeficientov. S sledilnim poizkusom določene hitrosti lahko smatramo za lokalne hitrosti, ki so posledica heterogenosti vodonosnika. Hkrati pa to pomeni, da so znotraj vodonosnika prisotne preferenčne poti, kjer so hitrosti toka podzemne vode večje, kot v preostalem delu vodonosnika.

Odsotnost slabo prepustnih plasti, odsotnost umetnih barier ter zelo dobra prepustnost matičnega sedimenta kažejo na to, da je vodonosnik na območju odlagališča pod neposrednim vplivom odloženih odpadkov in da se izcedne vode iz odpadkov zelo hitro precejajo direktno v podzemno vodo.

Hidravlični model toka podzemne vode (Blažeka in sodelavci, 1998) je zajel nekoliko širše območje: Na zahodu je segal do Nove vasi na vzhodu pa do Zrkovcev, na jugu je bil omejen pri Teznem in na severu z Goricami. V modelu, ki je bil izračunan v zastavljenih mejah znaša celoten pretok podzemne vode 502 l/s. Ker je območje modela mnogo širše od območja odlagališča je za oceno bilančnih karakteristik potrebno podati tudi druge karakteristike. Preprost analitični izračun pretoka podzemne vode pod odlagališčem, ob upoštevanju podatkov, ki jih podaja Masič (1998), pa nam poda pretok podzemne vode pod odlagališčem 12 l/s.

## **2.2 POSNETEK NIČELNEGA STANJA PODZEMNIH VOD**

Posnetka ničelnega stanja podzemnih vod v smislu 7. čl. Pravilnika o monitoringu onesnaženosti podzemnih vod ni na razpolago. Podatkov o kakovosti podzemnih vod tudi ni možno dobiti iz podatkov državnega monitoringa onesnaženosti podzemnih vod.

Odlagališče obratuje že od leta 1978. V času obratovanja odlagališča je bilo izdelanih več hidrogeoloških študij območja odlagališča. V letu 1994 je bilo na vplivnem območju odlagališča postavljenih deset piezometrov za hidrogeološki in kemijski nadzor podzemnih vod, nekaj let kasneje še dodatnih pet za hidrogeološke raziskave. V začetku leta 2005 pa so bile za potrebe izdelave Programa monitoringa izvrtane še tri vrtine.

### **2.2.1. Stanje podzemnih vod pred zaprtjem odlagališča**

Kvaliteta podzemnih vod je bila spremljana od leta 1994 naprej. Sprva so izvajali kontrolo kvalitete v podzemni vodi iz desetih piezometrov (V1 do V10), v letu 2002 in 2003 pa v podzemni vodi iz petih piezometrov (V2, V4, V5, V6 in V7). Lokacije piezometrov so prikazane v prilogi 2.

Tabelarično (tabela 2.2.1.1.) podajamo za vse piezometre (V1 do V8), v katerih se je v zadnjih letih izvajal monitoring, povprečne vrednosti parametrov analiziranih v podzemni vodi v zadnjih treh letih (2001, 2002 in 2003). Za prikaz nivoja onesnaženja smo povprečne vrednosti rezultatov meritev na posameznih merilnih mestih primerjali z zahtevami iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list RS št.100/05. V tabeli 2.2.1.1. so navedene mejne vrednosti iz omenjenega predpisa, poudarjeno so v tabeli izpisane povprečne vrednosti rezultatov, ki presegajo mejne vrednosti za podzemne vode.

Tabela: 2.2.1.1: Pregled povprečnih vrednosti parametrov podzemnih vod na odlagališču nenevarnih odpadkov Pobrežje v letih 2001 do 2003

Parameter	Izražen kot	Enota	vertina V1	vertina V2	vertina V3*	vertina V4	vertina V5	vertina V6	vertina V7	vertina V8*	Mejne vrednosti za podzemne vode (1)
pH			7,25	6,9	7,2	7,2	7,0	7,28	7,2	7,5	
Elektroprevodnost		μS/cm	875	850	820	740	970	650	690	560	-
Redoks potencial		mV	-	275	-	230	260	180	260	-	-
Kisik	O <sub>2</sub>	mg/l	5,5	2,2	-	0,5	1,1	1,0	1,4	-	-
Raztopljene snovi		mg/l	605	510	520	420	550	390	430	360	-
Skupni organski ogljik - TOC	C	mg/l	1,9	2,5	1,6	2,8	6,8	2,7	1,7	1,8	-
Adsorbirani organski halogeni - AOX	Cl	μg/l	33	154	-	-	63	10	-	-	-
Amonij	NH <sub>4</sub>	mg/l	<0,01	0,02	<0,01	4,7	2,8	2,1	0,05	0,01	0,2
Nitrati	NO <sub>3</sub>	mg/l	46	32	36	16	4,1	14	23	24	50
Sulfati	SO <sub>4</sub>	mg/l	45	33	54	42	61	41	42	19	-
Kloridi	Cl	mg/l	46	32	36	35	54	28	21	17	-
Nitriti	NO <sub>2</sub>	mg/l	0,008	0,036	<0,007	0,011	0,07	0,24	0,01	0,01	-
Kalcij	K	mg/l	130	117	106	105	98	91	110	72	-
Magnezij	Mg	mg/l	24	21	22	22	23	19	24	16	-
Natrij	Na	mg/l	17	20	18	22	46	19	18	11	-
Kalij	K	mg/l	1,7	2,0	2	4,8	6,4	3,4	5,4	1,8	10
Hidrogenkarbonati	HCO <sub>3</sub>	mg/l	340	340	260	300	390	280	310	230	-
Bor	B	μg/l	280	150	180	220	320	150	160	100	-

Parameter	Izražen kot	Enota	vertina V1	vertina V2	vertina V3*	vertina V4	vertina V5	vertina V6	vertina V7	vertina V8*	Mejne vrednosti za podzemne vode (1)
<b>Kovine</b>											
- baker	Cu	µg/l	4	1,3	-	-	2,8	2	-	-	-
- cink	Zn	µg/l	57	10	-	-	18	<10	-	-	-
- krom	Cr	µg/l	<1	4	-	-	1,8	<1	-	-	30
- nikelj	Ni	µg/l	2,1	76	-	-	38	3,5	-	-	-
<b>Pesticidi</b>		µg/l	0,27	0,15	-	-	<b>2,31</b>	0,45	-		0,5
- desetilatrazin		µg/l	<b>0,11</b>	0,07	-	-	0,06	<b>0,1</b>	-	-	0,1
- atrazin		µg/l	<b>0,16</b>	0,08	-	-	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>	-	-	0,1
- prometrin			<0,03	<0,03	-		0,04	0,05		-	0,1
- MCPP		µg/l	<0,02	<0,02	-	-	<b>1,9</b>	<b>0,17</b>	-	-	0,1
- 2,4 DP		µg/l	<0,02	<0,02	-	-	<b>0,19</b>	<0,02	-	-	0,1
<b>Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH</b>			6,1	1,4	-	-	0,8	2	-	-	10
-1,1-dikloroetan		µg/l	3,3	1	-	-	<0,05	<2	-	-	-
- 1,1,2,2-tetrakloroetan		µg/l	1	0,4	-	-	0,8	<b>2</b>	-	-	2,0
- 1,1,2-trikloroeten		µg/l	1,8	<0,4	-	-	<0,4	<1	-	-	2,0

vrednosti, ki presegajo mejne vrednosti iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list RS št. 100/05, so označene s poudarjenim tiskom.

\* v podzemni vodi iz piezometrov V3 in V8 (pri vseh parametrih) ter v V1 in V6 (pri indikativnih parametrih) so bile v obdobju 2001 do 2003

izvedene le ene meritve, zato navajamo v tabeli rezultate te meritve in ne povprečnih vrednosti

1) Uredba o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list Rs št. 100/05

Na področju odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje so do konca leta 2003 bile zaznavne spremembe v kvaliteti podzemnih vod, ki so posledica vpliva odlagališča:

- kakovost podzemnih vod **pred odlagališčem** (piezometra V1 in V2) kaže na vpliv bližine stanovanjskega naselja z vrtovi in njivami. Posledica so povišane koncentracije nitratov in pesticidov, ki se uporabljajo v kmetijske namene in
- vpliv odlagališča na kvaliteto podzemnih vod **za odlagališčem** je zaznaven predvsem na severnem robu odlagališča v smeri toka podzemnih vod (piezometra V5 in V6), kar se kaže v povišanih vrednostih nekaterih osnovnih parametrov (elektroprevodnost, celotni organski ogljik – TOC, osnovni kationi in anioni) in nekaterih indikativnih parametrov (pesticidi). V vzorcih vod na odtoku podzemnih vod iz odlagališča na vzhodnem delu (piezometer V4) je vpliv manj zaznaven. Vpliv se še kaže predvsem v povišanih koncentracijah amonija. Na odtoku podzemnih vod v smeri proti Dravi (piezometer V7) je vpliv odlagališča manj zaznaven.

## **2.2.2. Stanje podzemnih vod po zaprtju odlagališča**

Vzorčenje in meritve terenskih parametrov smo v začetku izvajanja monitoringa v letu 2004 izvedli v podzemni vodi iz naslednjih vrtin:

- **V2** – gorvodni piezometer, ki je lociran jugozahodno pred odlagališčem v smeri dotoka podzemnih vod,
- **V6** – dolvodni piezometer, ki je lociran na severnem robu odlagališča v smeri odtoka podzemnih vod in
- **V7** – dolvodni piezometer, ki je lociran severovzhodno za odlagališčem v smeri odtoka podzemnih vod.

Lokacije merilnih mest so prikazane na sliki v prilogi 2.

Na merilnih mestih smo izvedli predčrpanje vode iz opazovalne vrtine v količini treh vodnih stolpcev z mobilno potopno črpalko, terenske meritve nivoja vode, globine vrtine, temperature vode, pH, elektroprevodnosti, redoks potenciala in koncentracije kisika ter vzorčenje podzemnih vod s pripravo vzorca.

Podatki o vzorčenju podzemnih vod, ki smo ga izvedli v letu 2004, so zbrani v tabeli 2.2.2.1.



Tabela 2.2.2.1.: Podatki o vzorčenju podzemnih vod na zaprtem odlagališču Pobrežje

Merilno mesto	V2		V6		V7	
<b>Datum vzorčenja</b>	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04
<b>Način vzorčenja</b>	mobilna črpalka	mobilna črpalka	mobilna črpalka	mobilna črpalka	mobilna črpalka	-
<b>Videz vzorca vode</b>	brez barve, bistra	brez barve, bistra	svetlo rjava, rahlo motna	rdečerjava, rahlo motna	svetlo rjava, rahlo motna	-
<b>Čas predčrpanja (min)</b>	20	15	20	15	20	-
<b>Volumen predčrpane vode (l)</b>	80	60	80	60	80	-
<b>Lab. št. vzorca</b>	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933	-

Opombe:

- v decembru 2004 ni bilo izvedljivo vzorčenje podzemne vode iz vrtine V7, ker vrtina zaradi gradbenih del ni bila dostopna

V vzorcih podzemnih vod smo opravili analize v obsegu parametrov:

- osnovni parametri (motnost, barva, skupni organski ogljik - TOC, adsorbirani organski halogeni - AOX amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati, bor),
- indikativni parametri (nitriti, fluoridi, sulfidi, cianidi, kovine (Al, Sb, As, Cu, Ba, Be, B, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Cr<sup>6+</sup>, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V, Hg), mineralna olja, fenolne snovi, lahkoahlapni klorirani ogljikovodiki – LKCH, lahkoahlapni aromatski ogljikovodiki – BTX, poliklorirani bifenili - PCB, policiklični aromatski ogljikovodiki - PAH, pesticidi (organoklorni, triazinski, organofosforni, acetamidi, derivati fenoksiocetne kisline), estri ftalne in fosforne kisline, identifikacija organskih spojin – SCAN).

Rezultati analiz so zbrani v prilogi 3, pregledno pa v tabeli 2.2.2.2. V omenjeni tabeli so zbrani le rezultati parametrov, katerih koncentracije so večje od meje določljivosti.

Tabela 2.2.2.2.: Rezultati analiz v podzemni vodi na območju odlagališča Pobrežje v letu 2004

Parameter	Enota	Izražen kot	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER	Mejne vrednosti za podzemne vode iz uredbe 1)
			V2		V6		V7	
			Datum	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933	
<b>TERENSKÉ MERITVE</b>								
Temperatura zraka	oC		16	<0	16	<0	16	-
Temperatura vode	oC		14,7	8,5	15,3	12,1	13,4	-
Videz			bistra	bistra	svetlo rjava	rdečerjava	svetlo rjava	-
pH			7	6,9	7,5	7,3	7,2	-
Elektroprevodnost	uS/cm		790	710	600	660	842	-
Redoks potencial	mV		155	420	245	410	255	-
Kisik	mg/l	O <sub>2</sub>	0,8	0,9	1,3	2,4	1,2	-
Nasičenost s kisikom	%		9	7	13	25	12	-
Nivo vode	m		14,05	16,07	16,36	18,2	14,18	-
Globina vrtine	m		21,94	21,91	25,59	25,62	24,5	-
<b>OSNOVNI PARAMETRI</b>								
Motnost	NTU		1	<1	2	1	2	-
Raztopljene snovi	mg/l		480	470	380	440	510	-
Skupni organski ogljik - TOC	mg/l	C	8,1	2,6	7,6	3,7	8,7	-
Adsorbirani organski halogeni - AOX	ug/l	Cl	<10	12	<10	<10	<10	-
Amonij	mg/l	NH <sub>4</sub>	0,01	0,03	<0,01	<b>0,35</b>	0,01	0,2
Natrij	mg/l	Na	12	11	15	17	26	-
Kalij	mg/l	K	2	0,9	2	2	4,9	10
Kalcij	mg/l	Ca	100	110	-	89	83	-
Magnezij	mg/l	Mg	15	14	22	17	25	-
Železo	mg/l	Fe	0,32	<0,1	<0,1	0,29	<0,1	-
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO <sub>3</sub>	430	380	290	300	410	-
Nitrati	mg/l	NO <sub>3</sub>	26,5	22,5	23,4	25,2	19,4	50
Sulfati	mg/l	SO <sub>4</sub>	27	26	32	35	34	-
Kloridi	mg/l	Cl	21	18	26	33	47	-
Bor	ug/l	B	79	58	110	110	200	-
<b>INDIKATIVNI PARAMETRI</b>								
Nitriti	mg/l	NO <sub>2</sub>	0,049	0,013	0,016	0,007	0,01	-
Kovine								-
Baker	ug/l	Cu	3	1	1	2	3	-
Barij	ug/l	Ba	61	40	40	48	60	-

		Izražen	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER	Mejne vrednosti za podzemne vode iz uredbe 1)
Parameter	Enota	kot	V2		V6		V7	
		Datum	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04	
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933	
Cink	ug/l	Zn	14	<10	<10	<10	<10	-
Kobalt	ug/l	Co	8	<1	2	<1	2	-
Krom (skupno)	ug/l	Cr	3	11	2	2	3	30
Mangan	ug/l	Mn	21	8	3	99	4	-
Molibden	ug/l	Mo	6,2	<1	1,3	<1	1	-
Nikelj	ug/l	Ni	43	3,1	8,6	3,9	11	-
Svinec	ug/l	Pb	4	<1	<1	<1	<1	-
Titan	ug/l	Ti	2	2	1	1	1	-
Vanadij	ug/l	V	5	1,2	3	1,2	3,4	-
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH		Cl	<1	<1	2,4	3,5	<1	10
1,1,2,2-tetrakloroeten	ug/l		<0,3	<0,3	1,6	<b>2,6</b>	0,5	2,0
1,1,2-trikloroeten	ug/l		<0,3	<0,4	0,8	0,9	<0,4	2,0
Pesticidi (skupno)	ug/l		0,05	<0,05	0,17	0,25	<b>0,93</b>	0,5
Desetil-atrazin	ug/l		<0,05	<0,05	0,06	0,07	<0,05	0,1
Atrazin	ug/l		0,05	<0,05	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	0,09	0,1
MCP	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<b>0,75</b>	0,1
Bentazon	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,09	0,1
Estri ftalne in fosforne kisline								
Tributilfosfat	ug/l		<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,012	-
Tris(kloroetil)fosfat	ug/l		<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,008	-
Tris(kloropropil)fosfat	ug/l		0,04	<0,005	0,033	0,041	0,27	-

poudarjeno so zapisane vrednosti, ki presegajo mejno vrednost iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode

1) Uredba o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list RS št. 100/05

Rezultate opravljenih meritev smo primerjali z mejnimi vrednostmi iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list RS št.100/05 in med seboj. Iz rezultatov opravljenih analiz v podzemni vodi iz vrtin na območju odlagališča Pobrežje sledi:

- **vrtina V-2:** vrtina je locirana jugozahodno pred odlagališčem v smeri toka podzemnih vod; izmerjene vrednosti ne presegajo mejnih vrednosti za podzemne vode iz uredbe,
- **vrtina V-6:** vrtina je locirana na severnem robu odlagališča v dolvodni smeri toka podzemnih vod; mejne vrednosti za podzemne vode presegajo parametri amonij, in topilo tetrakloroeten v decemberskem odvzemu in pesticid atrazin v septemberskem in

decemberskem odvzemu. Detektirali smo še pesticida desetil – atrazin in MCPP,

- **vertina V-7:** vrtina je locirana severovzhodno za odlagališčem v smeri odtoka podzemnih vod; v podzemni vodi iz vrtine V-7 smo opravili en odvzem v letu 2004; mejno vrednost presega pesticid MCPP in parameter skupni pesticidi; detektirali pa smo še druge pesticide (atrazin, bentazon) in topila (tetrakloroeten).

### **Rezultati identifikacije organskih spojin**

V vzorcih vod iz piezometrov V2, V6 in V7 odvzetih v septembru in decembru 2004 smo izvedli identifikacijo organskih spojin v kislem metilenkloridnem ekstraktu vzorcev na sklopu GC/MS. Rezultati identifikacije so v prilogi 3. Povzemamo glavne ugotovitve identifikacije organskih spojin:

- na nobenem od piezometrov V2, V6 in V7 nismo detektirali spojin, ki bi bile značilne za vpliv odlagališča na podtalnico,
- razlik v vrsti detektiranih spojin med gorvodnim piezometrom V2 in dolvodnima piezometroma V6 in V7 ni, kar ponazarja, da je podtalnica obremenjena že na dotoku. Tipična detektirana spojina je atrazin, ki ga redno detektiramo na vseh treh piezometrih. Podobno je s skvalenom, ki je odraz fekalnega onesnaževanja podtalnice. Od drugih detektiranih spojin so tu zaznani še splošno prisotni ftalati.

Na osnovi rezultatov identifikacije organskih spojin zaenkrat ne predlagamo v Programu monitoringa dodatnih parametrov.

### **Komentar k rezultatom meritev v podzemni vodi iz območja odlagališča Pobrežje:**

Zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje **vpliva** na kakovost podzemnih vod, ki odtekajo iz odlagališča.

Vpliv odlagališča je zaznaven v podzemni vodi iz dolvodnih piezometrov, čeprav že na odlagališče priteka podzemna voda v kateri je zaznavno onesnaženje, ki se odraža predvsem pri osnovnih parametrih. V dolvodni piezometrih je vpliv odlagališča izražen predvsem pri pesticidih (detektirali smo atrazin, desetil-atrazin, MCPP in bentazon) in pri topilih (detektirali smo tetrakloroeten in trikloroeten). Sicer je pri parametrih, ki niso omejeni z mejnimi vrednostmi, vpliv zaznati predvsem pri osnovnih parametrih.

## 2.3 CILJNE HIDROGEOLOŠKE CONE

Kot ciljno hidrogeološko cono lahko interpretiramo vodonosnike, ki leže v dolvodni smeri od odlagališča. Po zakonu o vodah (UR.LRS 67/2002 7.člen) je vodonosnik: "...plast ali več plasti kamnin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal in dovolj velike poroznosti in prepustnosti, ki omogočata znatnejši tok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode".

Na podlagi tega lahko kot ciljno hidrogeološko enoto opredelimo:

- **prodnati aluvialni vodonosnik reke Drave, na katerem je postavljeno odlagališče.**

Z monitoringom se zasleduje vpliv na podzemno vodo v generalni smeri proti severovzhodu do kanala Srednja Drava.

## 2.4 ZNAČILNOSTI VIRA ONESNAŽEVANJA, KI SO POMEMBNE ZA ONESNAŽEVANJE PODZEMNIH VOD

### 2.4.1. Splošne značilnosti odlagališča:

Odlagališče komunalnih odpadkov Pobrežje leži na desnem bregu struge reke Drave, na SV delu Maribora, v opuščenem delu nekdanje gramoznice Gradis, ki je približno 600 metrov oddaljena od struge reke Drave. Z odpadki je zapolnjen celoten razpoložljiv volumen odlagališča. Odlagališče se nahaja vzhodno od blokovskih naselij na Pobrežju, južno od naselja Zrkovci in severno od Prelogov. Celotno območje okoli odlagališča je gosto poseljeno, razen vzhodno območje, kjer se nahajajo travniki in polja. Odlagališčno dno in boki niso tesnjeni, velikost odlagališča je 28 ha. Odpadki so odloženi do globin na intervalu med 15 in 25 m. Odlagališče leži na prodnem zasipu, pod katerim se nahaja podzemna voda v dobro prepustnem hidrodinamsko odprtem vodonosniku.

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

- **zajemanje in odvajanje odlagališčnih plinov:** urejeno je prisilno zajemanje odlagališčnih plinov iz telesa odlagališča. Odlagališčni plin zbirajo s pomočjo plinske črpalke preko vertikalnih odplinjakov in horizontalno vkopanih perforiranih cevi ter ga po izločitvi kondenza vodijo na sežig. Leta 2001 je bila zgrajena mala plinska elektrarna

na odlagališču v kateri se plin izkorišča za pridobivanje električne energije. Del proizvedene električne energije porabijo na odlagališču, del pa oddajo v elektroenergetsko omrežje.

- **zajemanje in odvajanje izcednih vod:** zbiranje in čiščenje izcednih vod ni urejeno. Izcedne vode iz odlagališča se ne zbirajo temveč prosto odteka v podzemno vodo.
- **zajemanje in odvajanje padavinskih vod:** zbiranje in odvajanje padavinskih vod je urejeno s stranskimi kanaletami, kamor odteka padavinske vode s pobočja rekultivacijske plasti nad odlagališčem.

Konec februarja 2004 so odlagališče zapolnili in prenehali z odlaganjem odpadkov na odlagališču Pobrežje. Ocenjen volumen odloženih odpadkov znaša cca 3,315.000 m<sup>3</sup>.

#### 2.4.2. Značilnosti vplivnega območja odlagališča

**Območje podzemnih voda pred odlagališčem:** zaledje prispevnega področja podzemnih vod v ničelni vrtini je naseljeno področje stanovanjskih hiš z vrtovi in njivami, zato so v podzemni vodi pred odlagališčem povišane koncentracije nekaterih anorganskih parametrov (amonij, nitrati) in nekaterih organskih parametrov (TOC, pesticidi).

**Območje podzemnih vod za odlagališčem:** zaradi odlaganja komunalnih odpadkov so v podzemni vodi za odlagališčem možne povečane koncentracije osnovnih parametrov kot posledica razgradnje in izluževanja odpadkov: elektroprevodnost, amonij, sulfati, kloridi, hidrogenkarbonati, sulfidi ter celotni organski ogljik – TOC, adsorbljivi organsko vezani halogeni – AOX in organske kisline.

Na odlagališču nenevarnih odpadkov so poleg komunalnih odpadkov odlagali tudi nenevarne industrijske odpadke iz različnih virov, ki lahko povzročajo izluževanje nekaterih specifičnih snovi v podzemno vodo in s tem povišane koncentracije indikativnih parametrov kot so kovine, mineralna olja, cianidi, sulfiti, fenoli, lahkohlapni klorirani in aromatski ogljikovodiki, poliklorirani bifenili - PCB, policiklični aromatski ogljikovodiki – PAO, estri fosforne in ftalne kisline itd. Na odlagališču so odlagali tudi odpadke, ki lahko vsebujejo različne biocide in fitofarmacevtska sredstva, zato lahko v podzemni vodi pričakujemo povišane koncentracije nekaterih pesticidov.

Morebitno prisotnost vrste drugih organskih spojin, specifičnih za to odlagališče, je poleg omenjenih ciljanih analiz potrebno določiti še z metodo identifikacije organskih spojin.

## **2.5 LOKACIJE TER OPIS IZDELAVE IN OPREME OPAZOVALNIH VRTIN**

Lokacije ter opis izdelave in opreme opazovalnih vrtin so opisane v Hidrogeološkem poročilu, prologa 4 v točki 4 (Lokacija ter opis izdelave in opreme opazovalnih vrtin) in v Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4. V nadaljevanju navajamo točko 4 Hidrogeološkega poročila in Dopolnilno hidrogeološko poročilo.

### **2.5.1. Stare opazovalne vrtine**

Na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje je bilo v preteklosti izdelanih petnajst opazovalnih vrtin. Na podlagi pregleda arhivskega gradiva in terenskih meritev podajamo kratek pregled stanja vrtin. V vseh vrtinah smo opravili meritve nivoja podzemne vode, prehodnost vrtine ter višino ustja od tal. Ob tem smo popisali še opremo opazovalne vrtine in ocenili njeno stanje oziroma uporabnost. Preverili smo tudi premer ustja in cevitev v posameznih opazovalnih vrtinah.

#### **2.5.1.1. Tehnični podatki o opazovalnih vrtinah**

Opazovalne vrtine so bile izdelane v več časovnih obdobjih, kar ima za posledico, da so oprema in materiali dokaj različni. Opazovalne vrtine se med seboj razlikujejo tudi v načinu zaščite ustja.

V območju odlagališča se nahajajo opazovalne vrtine s klasično zaščito ustja z železnim pokrovom in obešanko ter opazovalne vrtine, ki imajo robustno zaščito ustja. Robustna zaščita je sestavljena iz betonske cevi, ki je zapolnjena z betonom in dodatno uvodno kolono s premerom 340 mm s prirobo. Vse to ščiti in pokriva osnovno uvodno kolono premera 113 mm, ki je pokrita z OTT-ovo kapo. Premere ustij vrtin in cevitev ter materiale, iz katerih so izdelane opazovalne vrtine, podajamo v tabeli 2.5.1.1.1..

Tabela 2.5.1.1.1.: Materiali in premeri ustij in cevitev vseh opazovalnih vrtin na območju odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje

Opazovalna vrtina	Premer ustja [mm]	Material na ustju	Premer cevitve [mm]	Material cevitve
<b>V-1</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>V-2</b>	113, 340	Robustna zaščita ustja	80	Železna cevitev
<b>V-3</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>V-4</b>	113, 340	Robustna zaščita ustja	80	Železna cevitev
<b>V-5</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>V-6</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>V-7</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>V-8</b>	113	Železen pokrov	80	Železna cevitev
<b>IEIPPO1</b>	113, 340	Robustna zaščita ustja	100	PVC DN 100 – vodnjaške cevi
<b>IEIPPO2</b>	113, 340	Robustna zaščita ustja	100	PVC DN 100 – vodnjaške cevi
<b>Pz3/1</b>	128	Železen pokrov	90	PVC
<b>Pz3/2</b>	128	Železen pokrov	90	PVC
<b>Pz3/3</b>	128	Železen pokrov	90	PVC

Filtrske cevi opazovalnih vrtin so perforirane na celotni dolžini, kjer segajo v podzemno vodo. Natančnih dolžin filtrov ni mogoče podati.

V vsaki od še obstoječih opazovalnih vrtin smo izmerili tudi prehodnost in višino ustja nad terenom. Podatki o prehodnosti so podani v tabeli 2.5.1.1.2.



Tabela 2.5.1.1.2.: Prehodnost vrtin in nadmorska višina ustij opazovalnih vrtin

Opazovalna vrtna	Prehodnost [m]	Nadmorska višina ustja [m]
V-1	25,8	258,82
V-2	21,85	257,97
V-3	27,48	257,37
V-4	27,94	257,60
V-5	25,96	258,69
V-6	25,73	259,63
V-7	24,55	256,47
V-8	9,45	249,05
IEIPPO1	26,03	260,35
IEIPPO2	26,58	257,53
Pz3/1	26,48	258,75
Pz3/2	28	258,55
Pz3/3	27,35	258,69

V opazovalnih vrtinah V-2 in V-4 so vgrajeni avtomatski elektronski limnigrafi, ki beležijo nihanje gladine podzemne vode.

## 2.5.2. Nove opazovalne vrtine

Na območju zaprtega odlagališča Pobrežje je upravljalec v mesecu marcu 2005 izvrtil dodatne tri vrtine (V-11, V-12 in V-13). Vrtalna dela je opravilo podjetje Geodrill d.o.o. iz Maribora, vrtanje pa je vodil vrtalni mojster Kmetec. Vrtine so bile zvrtnane z metodo ODEX, na komprimiran zrak. V okviru vrtalnih del je Geološki zavod Slovenije sodelovali pri vrtanju, cevitvi in čiščenju novih opazovalnih vrtin.

Nove opazovalne vrtine so bile predlagane kot nadomestne vrtine in sicer V-11 namesto uničene V-10 in V-12 namesto uničene V-9, predvsem pa zaradi boljše interpretacije gladine podzemne vode v prostoru.

### 2.5.2.1. Lokacije ter opis izdelave in opreme opazovalnih vrtin

Opazovalni vrtini V-12 in V-13 sta bili zvrtnani na lokacijah določenih z osnovnim hidrogeološkim poročilom:

- opazovalna vrtina V-12 se nahaja ob kanalu Zlatoličje, severno od odlagališča in nadomešča uničeno vrtino V-9,
- opazovalna vrtina V-13 se nahaja na jugovzhodnem robu odlagališča, na zunanji strani jarka, tik ob gozdu, na zunanji strani odlagališča in
- lokacija vrtnice V-11 je bila prilagojena dejanskim razmeram na terenu. Zaradi lastništva parcele smo vrtino V-11 locirali bolj zahodno, oziroma gorvodno, to je na jugozahodnem robu najmlajšega dela odlagališča, ki je bilo leta 2004 še odprto, tik pred vrtanjem pa zaprto, pokrito s prekrivko ter opremljeno z odplinjevalnimi jaški.

V okviru del smo izvedli tudi geodetske meritve ustij vrtin. Meritve je izvedlo podjetje Geoid d.o.o. iz Ljubljane z GPS tehniko, ki zagotavlja max. napako do 2 cm. Karte gladin podzemne vode so izrisane na podlagi teh novih podatkov.

Na podlagi novih meritev so bile izrisane tudi karte in geološki profili, ki se nahajajo v Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4 v prilogah.

#### **2.5.2.2. Spremljava vrtanja, cevitve in čiščenje vrtin**

##### **Vrtina V-11:**

Vrtina V-11 je bila zvrtna dne 08.03.05 do globine 31.5 m, z metodo ODEX in sicer z rotacijskim kladivom premera 125 mm in obložno kolono premera 153 mm. Med vrtanjem smo opazovali naslednjo litološko sestavo:

0.00 – 1.00	humus
1.00 – 30.00	siv prod s peskom
30.00 – 31.50	siv laporovec

Vrtina V-11 je bila zacevljena z vodnjaškimi cevmi PVC DN100 (slot 0.5 mm) do globine 31.20 m. Do globine 20.20 m je zacevljena s cevmi brez filtrov, med 20.20 m do 29.20 m s filtri (slot 0.5 mm). Med 29.20 in 31.20 m je vgrajen usedalnik s čepom na dnu. Po opravljeni cevitvi smo izmerili gladino podzemne vode 18.35 m pod koto tal.

Po cevitvi je bila vrtina V-11 očiščena z metodo AIRLIFT ob uporabi kompresorja v trajanju 3 ur. Cev za izpihovanje zraka smo večkrat pomikali gor-dol na območju filtrov, ter večkrat prekinjali dovod zraka. Pri vsakem ponovnem startu smo povzročili močnejše hidravlične udare in s tem dosegli učinkovitejše čiščenje. Po vsaki prekinitvi smo opazovali iznos drobne peščene frakcije, po nekaj minutah neprekinjenega čiščenja pa se je voda počasi zbistrla.

### **Vrtina V-12:**

Vrtina V-12 je bila zvrtna dne 23.03.05 do globine 16.5 m, z metodo ODEX in sicer z rotacijskim kladivom premera 125 mm in obložno kolono premera 153 mm. Med vrtnjem smo opazovali naslednjo litološko sestavo:

0.00 – 1.00	nasip
1.00 – 3.00	siv pesek
3.00 – 15.00	pesek s prodom
15.00 – 16.50	siv laporovec

Vrtina V-12 je bila zacevljena z vodnjaškimi cevmi PVC DN100 (slot 0.5 mm) do globine 16.50 m. Do globine 5.00 m je zacevljena s cevmi brez filtrov, med 5.00 m do 14.00 m s filtri (slot 0.5 mm). Med 14.00 in 16.00 m je vgrajen usedalnik s čepom na dnu. Po opravljeni cevitvi smo izmerili gladino podzemne vode 5.80 m pod koto tal.

Po cevitvi je bila vrtina V-11 očiščena z metodo AIRLIFT ob uporabi kompresorja v trajanju 3 ur. Cev za izpihovanje zraka smo večkrat pomikali gor-dol na območju filtrov, ter večkrat prekinjali dovod zraka. Pri vsakem ponovnem startu smo povzročili močnejše hidravlične udare in s tem dosegli učinkovitejše čiščenje. Po vsaki prekinitvi smo opazovali iznos drobne peščene frakcije, po nekaj minutah neprekinjenega čiščenja pa se je voda počasi zbistrla.

### **Vrtina V-13:**

Vrtina V-13 je bila izvrtana dne 04.03.05 do globine 28.5 m, z metodo ODEX in sicer z rotacijskim kladivom premera 125 mm in obložno kolono premera 153 mm. Med vrtnjem smo opazovali naslednjo litološko sestavo:

0.00 – 1.00	nasip
1.00 – 27.50	siv prod s peskom in meljem
27.50 – 28.50	siv laporovec

Vrtina V-13 je bila zacevljena z vodnjaškimi cevmi PVC DN100 (slot 0.5 mm) do globine 28.50. Do globine 15.25 m je zacevljena s cevmi brez filtrov, med 15.25 m do 27.25 m s filtri (slot 0.5 mm). Med 27.25 in 28.25 m je vgrajen usedalnik s čepom na dnu. Po opravljeni cevitvi smo izmerili gladino podzemne vode 15.37 m pod koto tal.

Po cevitvi je bila vrtina V-13 očiščena z metodo AIRLIFT ob uporabi kompresorja v trajanju 3 ur. Cev za izpihovanje zraka smo večkrat pomikali gor-dol na območju filtrov, ter večkrat prekinjali dovod zraka. Pri vsakem ponovnem startu smo povzročili močnejše hidravlične udare in s tem dosegli učinkovitejše čiščenje. Po vsaki prekinitvi smo opazovali iznos drobne peščene frakcije, po nekaj minutah neprekinjenega čiščenja pa se je voda počasi zbistrla.

### 2.5.2.3. Oprema novih opazovalnih vrtin:

V tabeli 2.5.2.3.1. je opisana oprema ustij in cevitve novih opazovalnih vrtin.

Tabela 2.5.2.3.1.: Oprema ustij in cevitve novih opazovalnih vrtin

Opazovalna vrtina	Premjer Fe ustja [mm]	Material na ustju	Premjer cevitve [mm]	Slot filtrov [mm]	Material cevitve
V-11	100	Fe + betonska	100	0.5	PVC DN100
V-12	100	Fe + betonska	100	0.5	PVC DN100
V-13	100	Fe + betonska	100	0.5	PVC DN100

### 2.5.2.4. Potek hidravličnih poizkusov na novih opazovalnih vrtinah

Na podlagi predvidene visoke izdatnosti in relativno visoke hidravlične prepustnosti aluvialnega vodonosnika smo se odločili za določitev lastnosti vodonosnika s črpalnimi poizkusi. V nadaljevanju podajamo opis opreme in samih črpalnih poizkusov. Potek črpalnih poizkusov je viden tudi v Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4 na prilogi 7.

Črpalne poizkuse smo opravili s 4" Grundfos črpalko. Potek črpalnih testov smo spremljali preko 2.5 barske tlačne sonde, meritve pa smo beležili z elektronskim limnigrafom Elprolog na 5 sekund.

V opazovalni vrtini V-11 smo črpali enkrat v trajanju 15 minut. Črpali smo 5.34 l/s in pri tem dosegli znižanje gladine podzemne vode 7 cm. Po prekinitvi črpanja smo izmerili še dvig gladine podzemne vode. Meritev elektroprevodnosti in temperature izčrpane vode je pokazala: 846  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 12.7 °C.

V opazovalni vrtini V-12 smo črpali enkrat v trajanju 20 minut. Črpali smo 5.10 l/s in pri tem dosegli znižanje gladine podzemne vode za 10 cm. Po prekinitvi črpanja smo izmerili še dvig

gladine podzemne vode. Meritev elektroprevodnosti in temperature izčrpane vode je pokazala: 525  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 13.2  $^{\circ}\text{C}$  na začetku črpanja ter 518  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 12.4  $^{\circ}\text{C}$  na koncu črpanja.

V opazovalni vrtini V-13 smo črpali enkrat v trajanju 20 minut. Črpali smo 5.19 l/s in pri tem dosegli znižanje gladine podzemne vode za 22 cm. Po prekinitvi črpanja smo izmerili še dvig gladine podzemne vode. Meritev elektroprevodnosti in temperature izčrpane vode je pokazala: 1521  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 13.3  $^{\circ}\text{C}$  na začetku črpanja ter 1334  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 13.1  $^{\circ}\text{C}$  na koncu črpanja.

#### **2.5.2.5. Obdelava hidravličnih poizkusov**

Opravljenе črpalne poizkuse smo obdelali po metodah Jacoba, Theisa ter Krasnopolskega. Več metod je pri obdelavi črpalnih poizkusov smiselno uporabljati za preverjanje odvisnosti rezultata od izbrane metode obdelave. Za omenjene metode obdelave morajo biti izpolnjeni določeni pogoji, ki so podani v nadaljevanju:

1. vodonosnik je zaprt,
2. vodonosnik aproksimiramo kot neskončnega,
3. vodonosnik je v vplivnem območju impulznega poizkusa homogen, izotropen in enakomerne debeline,
4. pred poizkusom je v vplivnem območju impulznega poizkusa piezometrična gladina horizontalna,
5. črpalni poizkus je izveden pri konstantni količini črpanja
6. vodnjak zajema celotno debelino vodonosnika (popolni vodnjak – tok vode proti vodnjaku je horizontalen)
7. vodo, odstranjeno iz vskladiščenja, izčrpavamo sočasno z zniževanjem gladine podzemne vode
8. premer vodnjaka je majhen, zato lahko vskladiščenje v vodnjaku zanemarimo

Nekatere metode pa veljajo ob določenih nadaljnjih predpostavkah, ki so opisane pri posameznih metodah.

V Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4 so predstavljene izbrane metode, v tabeli 2.5.2.5.1. pa rezultati opravljenih črpalnih poizkusov.

Tabela 2.5.2.5.1.: Rezultati opravljenih črpalnih poizkusov v novih opazovalnih piezometrih

Vrtina	K <sub>Krasnopolski</sub>	K <sub>Jacob</sub>	K <sub>Theis</sub>	K <sub>srednja</sub>
V-11	1.91E-03	5.59E-03	1.58E-03	<b>2,56E-03</b>
V-12	1.13E-03	4.67E-03	1.58E-03	<b>2,03E-03</b>
V-13	4.66E-04	3.27E-04	6.54E-04	<b>4,64E-04</b>

### 2.5.2.6. Gladina podzemne vode in kote podlage

Na podlagi popisa jeder novih in tudi starih piezometrov smo določili kote podlage, ki je pomembna pri preučevanju toka podzemne vode skozi vodonosnik. Prav tako smo na podlagi meritev v piezometrih na zaprtem odlagališču ter drugih piezometrov na severnem delu Dravskega polja določili gladino podzemne vode v širši okolici zaprtega odlagališča. Tako gladina podzemne vode kot tudi podlaga sta prikazani v Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4 na karti v prilogi 3. V tabeli 2.5.2.6.1. so prikazane koordinate vrtin ter izmerjene gladine podzemne vode v septembru leta 2005 in določene kote podlage.

Tabela 2.5.2.6.1.: Koordinate vrtin v širši okolici odlagališča in kote podlage ter gladin podzemne vode v mesecu septembru 2005

Oznaka piezometra	Koordinate			Kota ustja	GPV - septembru 2005	Kota podlage
	Y	X	Z			
V-1	552876,76	155924,83	258,72	258,74	243,96	231,44
V-2	552705,79	156036,7	257,87	258,1	244,38	232,52
V-3	553216	156111	257,27	257,37	243,03	230,42
V-4	553295,9	156306,23	257,5	257,64	242,69	230,59
V-5	552841	156482	258,59	258,66	243,96	232,84
V-6	553034	156409	259,09	259,49	242,87	233,1
V-7	553423	156503	256,37	255,99	242,35	231,66
V-8	553465	156639	248,95	249,05	242,27	230,05
V-13	553098,56	155967,78	258,08	258,81	243,27	230,58
V-12	553018,31	156719,01	248,61	249,93	243,06	233,61
V-11	552532,38	156272,72	262,62	263,46	244,71	232,62
IEIPPO1	553012,86	156168,78	260	259,63	243,6	232,5
IEIPPO2	553704,62	156407,94	257,08	256,91	242,1	

Tabela 2.5.2.6.2.: Koordinate kopanih vodnjakov v katerih so bile izvedene meritve nivojev podzemne vode

Kopani vodnjaki	Koordinate			Kota ustja	GPV - september 2005
	Y	X	Z		
<b>SDI-58</b>	552613,4	156769,9	248,25	248,45	243,17
<b>GZ-7</b>	550448,6	155832,1	256,31	256,81	251,85
<b>OV-45</b>	553105	155025	254,68	255,51	244,74
<b>GZ-8</b>	551487,7	154835	271,47	272,50	253,5
<b>GZ-6</b>	551018,4	154227,8	273,05	273,65	258,24
<b>SDI-66</b>	551452,5	156844,5	262,09	262,39	247,96
<b>GZ-9</b>	553270,1	153848,6	266,07	266,62	248,03
<b>SDI-63</b>	551881	157251,4	263,62	264,02	246,74
<b>OV-46</b>	552942	155600	256,17	256,17	244

Karta gladin podzemne vode je podana v Dopolnilnem hidrogeološkem poročilu, priloga 4 kot priloga 3. Zaradi preglednosti in števila oleat, ki so podane na karti, kvartarni zasip ni pobarvan modro, tako kot zahtevajo standardi IAH.

Na podlagi najnovejšega posnetka gladin podzemne vode lahko ugotovimo, da ob vodnem stanju, ki je bilo posneto v mesecu septembru 2005 podzemna voda z območja odlagališča odteka v smeri proti Zrkovcem, kjer podzemna voda napaja reko Dravo. Tok podzemne vode je dokaj monoton. Severno od odlagališča je viden izrazit odtok podzemne vode v smeri proti reki Dravi.

#### 2.5.2.7. Določitev lege opazovalnih vrtin glede na tok podzemne vode

Glede na smer toka podzemne vode in glede na lego odlagališča v prostoru se v gorvodni smeri od odlagališča nahajajo naslednje opazovalne vrtine:

- V-1, V-2 in V-11.

V dolvodni smeri se nahajajo vrtine:

- opazovalne vrtine neposredno na robu odlagalnega telesa : V-3, V-4, V-5, V-6, V-13, Pz3/1, Pz3/2, Pz3/3,
- opazovalne vrtine v večji ali manjši meri oddaljene od odlagalnega telesa: V-7, V-8, V-12, in IEIPPO2.

Opazovalna vrtina IEIPPO1 se nahaja znotraj telesa odlagališča.

## **2.6 NAČRT PREISKUŠANJA USTREZNOSTI MREŽE OPAZOVALNIH VRTIN**

Načrt preiskovanja ustreznosti mreže opazovalnih vrtin je opisan v Hidrogeološkem poročilu, priloga 4 v točki 5 (Načrt preiskovanja ustreznosti opazovalne mreže). V nadaljevanju navajamo točko 5 omenjenega poročila.

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

### **Terenska dela in meritve:**

- v podzemni vodi iz opazovalnih vrtin V-2 in V-4 se izvajajo zvezne meritve nivojev podzemne vode. Meritve se izvajajo z avtomatskim elektronskim limnigrafom,
- v intervalu na 1 mesec se redno izvajajo meritve nivojev podzemne vode na naslednjih opazovalnih mestih: V-1, V-3, V-5, V-6, V-7, V-8, V-11, V-12 in V-13 IEIPPO1 ter IEIPPO2,
- v podzemni vodi iz opazovalne vrtine V-2 se izvajajo meritve kemijskega stanja podzemne vode za potrebe ugotavljanja stanja podzemne vode v gorvodni smeri od odlagališča. Na opazovalnih vrtinah V-6 in V-7 se izvajajo meritve kemijskega stanja podzemne vode za potrebe določitve vpliva odlagališča na podzemno vodo v dolvodni smeri,
- na opazovalnih vrtinah V-4 in V-5 se izvajajo kontrolne meritve kemijskega stanja podzemne vode v omejenem obsegu enkrat letno in v celotnem obsegu enkrat na tri leta,
- na opazovalnih vrtinah V-1, V-3, V-11, V-13 in IEIPPO2 se izvajajo kontrolne meritve kemijskega stanja podzemne vode v celotnem obsegu enkrat na tri leta,
- v obdobju enkrat na 6 mesecev se preveri prehodnost vrtin (prehodnost se preverja z utežjo),
- v obdobju enkrat v letu se izvede reaktivacija opazovalnih objektov v katerih se izvaja vzorčenje podzemne vode v celotnem obsegu z air–liftom. Na ostalih opazovalnih vrtinah se aktivacija z air – liftom izvaja enkrat na pet let.

### **Interpretacije in preverjanja:**

- na podlagi meritev nivojev podzemne vode in na podlagi preverjanja prehodnosti ter reaktivacije se ugotavlja ali nivoji podzemne vode v opazovanih objektih nihanje ali ne. Opazovani objekti so ustrezni, v kolikor so zabeležena nihanja nivojev podzemne vode.



Preverjanje se izvede enkrat letno, na koncu opazovalnega obdobja, dolgega eno leto,

- izvede se analiza trendov opazovanj in medsebojna primerjava meritev v posameznih opazovalnih objektih. Interpretira in analizira se morebitne trende nihanja podzemne vode (naraščanje ali upadanje). Preverjanje se izvede enkrat letno, na koncu opazovalnega obdobja, dolgega eno leto,
- pridobljene podatke o meritvah nivojev podzemne vode je potrebno enkrat letno hidrogeološko interpretirati,
- v obdobju enkrat na tri leta se izvede presoja o ustreznosti obstoječih opazovalnih objektov,
- v kolikor opazovani objekt odpove ali je uničen, je potrebno izvesti novega.

## **2.7 DOLOČITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV, KI SO PREDMET MONITORINGA**

Nabor osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa in jih je potrebno meriti in analizirati v podzemni vodi na zaprtem odlagališču Pobrežje, je izdelan v skladu z zahtevami iz Pravilnika o monitoringu onesnaženosti podzemnih vod in v skladu z dodatnimi zahtevami MOP– ARSO, ki so nam bile posredovane v začetku leta 2005.

### **Določitev osnovnih in indikativnih parametrov, ki so predmet monitoringa:**

- v vrtinah V-2, V-6 in V-7 se izvajajo meritve terenskih parametrov in analize osnovnih parametrov v podzemni vodi v obsegu parametrov iz tabel 2.7.1. in 2.7.2. ter šestih izbranih indikativnih parametrov iz tabele 2.7.4 dvakrat letno,
- v podzemni vodi iz piezometrov V-4 in V-5 se izvajajo meritve terenskih parametrov in osnovnih parametrov iz tabel 2.7.1. in 2.7.2. enkrat letno in
- v podzemni vodi iz vrtin V-1, V-3, V-4, V-5, V-11, V-13 in IEPPO2 se izvajajo meritve terenskih parametrov in analize osnovnih parametrov v podzemni vodi v obsegu parametrov iz tabel 2.7.1. in 2.7.2. ter šestih izbranih indikativnih parametrov iz tabele 2.7.4 enkrat na tri leta.

Šest indikativnih parametrov iz tabele 2.7.3. smo izbrali na osnovi rezultatov analiz stanja po zaprtju odlagališča in vključujejo vse detektirane indikativne parametre ničelnega stanja. K naboru indikativnih parametrov je za vsako naslednje opazovalno obdobje enega leta potrebno dodati tudi parametre, ki jih bo morebiti pokazala identifikacija organskih spojin.

Monitoring se v takšnem obsegu izvaja nadaljnjih pet let, vsako šesto leto se opravi kontrolna analiza v podzemni vodi iz piezometrov V-2, V-6 in V-7 v celotnem obsegu parametrov iz tabel 2.7.1., 2.7.2. in 2.7.3.

Tabela 2.7.1.: Terenske meritve podzemnih vod

Parameter	Enota	Izražen kot
Temperatura zraka	°C	
Temperatura vode	°C	
pH		
Elektroprevodnost	uS/cm	
Kisik	mg/l	O <sub>2</sub>
Redoks potencial	mV	
Nivo vode	m	
Prehodnost vrtine	m	

Nivo vode in prehodnost vrtine izmerimo pred pričetkom izčrpavanja podzemne vode, preostale terenske meritve (temperatura vode, pH, elektroprevodnost, kisik in redoks potencial) izvedemo po predčrpanju in vzpostavitvi izokinetičnega stanja (konstantna elektroprevodnost) v vrtini.

Pred pričetkom vzorčenja iz vrtine z mobilno potopno črpalko izčrpamo količino vsaj treh vodnih stolpcev podzemne vode. Ko je podzemna voda izčrpana in vzpostavljeno izokinetično stanje v vrtini, lahko pričnemo z vzorčenjem. Podzemne vode vzorčimo v ustrezno embalažo. Glede na analiziran parameter podzemno vodo filtriramo in ustrezno stabiliziramo. Vzorce nato v ohlajenem stanju čim prej dostavimo v laboratorij za analizo.

Tabela 2.7.2.: Osnovni parametri podzemnih vod

Parameter	Enota	Izražen kot
Barva	m <sup>-1</sup>	
Motnost	NTU	
Skupni organski ogljik – TOC	mg/l	C
Adsorbiljivi organski halogeni –AOX	µg/l	Cl
Amonij	mg/l	NH <sub>4</sub>
Natrij	mg/l	Na
Kalij	mg/l	K
Kalcij	mg/l	Ca
Magnezij	mg/l	Mg
Železo	mg/l	Fe
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO <sub>3</sub>
Nitrati	mg/l	NO <sub>3</sub>
Sulfati	mg/l	SO <sub>4</sub>
Kloridi	mg/l	Cl
Ortofosfati	mg/l	PO <sub>4</sub>
Bor	mg/l	B

Tabela 2.7.3.: Indikativni parametri podzemnih vod za analize referenčnega stanja in kontrolne analize

Parameter	Enota	Izražen kot
Nitriti	mg/l	NO <sub>2</sub>
Fluoridi	mg/l	F
Sulfidi	mg/l	S
Bromidi	mg/l	Br
Cianidi	mg/l	CN
Kovine (Al, Sb, As, Cu, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Cr6+, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V, Hg)	µg/l	
Mineralna olja	mg/l	
Fenolne snovi	µg/l	
Pentaklorofenol	µg/l	
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH	µg/l	
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki - BTX	µg/l	
Triklorobenzeni	µg/l	

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

Tabela 2.7.4.: Izbrani indikativni parametri podzemnih vod za zaprto odlagališče Pobrežje

Zap.št	Parameter	Enota	Izražen kot
1.	Sulfidi	mg/l	S
2.	Kovine (Al, Sb, As, Cu, Be, Zn, Cd, Co, Sn, Cr, Mn, Mo, Ni, Se, Ag, Pb, Tl, Ti, Te, V)	µg/l	
3.	Mineralna olja	µg/l	
4.	Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki – LKHC in lahkohlapni aromatski ogljikovodiki - BTX	µg/l	
5.	Pesticidi (organofosforni, triazinski, acetamidi, derivati fenoksiocetne kisline oz. GC/MSD posnetek v nevtralnem in kislem mediju)	µg/l	
6.	Identifikacija organskih spojin z vrednotenjem estrov ftalne kisline		

K naboru indikativnih parametrov je za naslednje opazovalno obdobje enega leta potrebno dodati tudi parametre, ki jih bo morebiti pokazala identifikacija organskih spojin in so značilni za odlagališče Pobrežje.

### 2.7.1 Obseg izvedbe monitoringa

Monitoring podzemnih vod se izvaja na podlagi načrta oz. obsega izvedbe monitoringa podzemnih voda, kot je zahtevano v 4. členu Pravilnika o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi in mora obsegati:

- merjenje gladine podzemne vode in prehodnosti opazovalne vrtine,
- predčrpanje vode iz opazovalne vrtine (z mobilno potopno črpalko v količini vsaj treh

vodnih stolpcev podzemne vode),

- merjenje temperature zraka ter meritve temperature vode, elektroprevodnosti, pH vrednosti, vsebnosti kisika, motnosti in redoks potenciala na lokaciji opazovalne vrtine (terenske meritve se izvedejo v podzemni vodi, ko je vzpostavljeno izokinetično stanje),
- vzorčenje podzemnih vod in priprava vzorca,
- analiza vzorca podzemne vode in
- izdelava poročila o opravljenih meritvah in analizah.

## **2.8 POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV**

V podzemni vodi iz vrtin na zaprtem odlagališču Pobrežje je pogostost meritev osnovnih in indikativnih parametrov naslednja:

- monitoring podzemnih vod se v podzemni vodi iz vrtin V-2, V-6 in V-7 izvaja dvakrat letno v obsegu: terenske meritve (tabela 2.7.1.), osnovni parametri (tabela 2.7.2.) in indikativni parametri (tabela 2.7.4); v podzemni vodi iz vrtin V-4 in V-5 se monitoring izvaja enkrat letno v obsegu terenske meritve (tabela 2.7.1.) in osnovni parametri (tabela 2.7.2.); v podzemni vodi iz vrtin V-1, V-3, V-4, V-5, V-11, V-13 in IEPP02 se monitoring izvaja vsake tri leta v obsegu terenske meritve (tabela 2.7.1.), osnovni parametri (tabela 2.7.2.) in indikativni parametri (tabela 2.7.4). Vzorčenje se izvede praviloma v pomladanskem in jesenskem času oz. ob različnih vodostajih podzemnih vod,
- vsakih šest let se dvakrat v letu izvedejo kontrolne meritve v podzemni vodi iz vrtin V-2, V-6 in V-7 v celotnem obsegu iz tabel 2.7.1., 2.7.2. in 2.7.3.,
- meritve nivojev se v podzemni vodi iz vrtin V-2 in V-4 izvajajo z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi, v vrtinah V-1, V-3, V-5, V-6, V-7, V-8, V-11, V-12 in V-13 IEIPPO1 ter IEIPPO2, paročno v intervalu na 1 mesec. Meritve izvaja upravljalec odlagališča in rezultate vpisuje v knjigo meritev gladine podzemnih vod in na poseben obrazec, ki ga upravljalec odlagališča prejme od izvajalca monitoringa.

## 2.9 DOLOČITEV KRITERIJEV ZA VREDNOTENJE VPLIVA IN ČEZMERNEGA ONESNAŽENJA V PODZEMNI VODI NA ODLAGALIŠČU

Vpliv odlagališča odpadkov na kvaliteto podzemne vode spremljamo na osnovi rezultatov terenskih meritev in analiz osnovnih in indikativnih parametrov v toku podzemne vode pred in za odlagališčem. Iz primerjave rezultatov analiz na dotoku in odtoku podzemnih vod ugotavljamo morebitno spremembo kvalitete podzemne vode, ki jo povzroča odlagališče in jo izračunamo kot spremembo parametra (d). Sprememba osnovnega ali indikativnega parametra (d) je enaka:

$$d (\%) = 100 \times (C1 - C2) / C2,$$

kjer je :

d.....sprememba parametra (%)

C1.....povprečna vrednost parametra za opazovalno vrtino (dolvodno od odlagališča), na kateri so izmerjene največje povprečne vrednosti parametra (mg/l, µg/l) in

C2.....povprečna vrednost parametra za opazovalno vrtino (ničelno vrtino), na kateri so izmerjene najmanjše povprečne vrednosti parametra (mg/l, µg/l).

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

Odlagališče ima **vpliv** na podzemno vodo, če sprememba vsaj enega osnovnega ali indikativnega parametra presega opozorilno spremembo iz tabele 2.9.1 za ta parameter.

Za vsak parameter, kjer je presežena opozorilna sprememba parametra, je potrebno primerjati povprečno vrednost parametra v odtoku podzemne vode z mejnimi vrednostmi za podzemne vode, določenimi v tabeli 2.9.1., če je za ta parameter mejna vrednost določena. Za parametre brez mejnih vrednosti, označenih v tabeli 2.9.1. z oznako (3) oz. (4), se izdela ocena tveganja v primeru, če povprečna vrednost parametra v odtoku podzemne vode za faktor 10 oz 100 presega petkratnik meje določanja povečan za opozorilno spremembo stolpca tabele 2.9.1. za ta parameter. Mejne vrednosti v stolpcu »mejne vrednosti za podzemne vode« iz tabele 2.9.1. so določene ob upoštevanju mejnih vrednosti iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode, Ur.

list RS št.100/05. Z oznako \* so označene mejne vrednosti, ki se razlikujejo od mejnih vrednosti v omenjeni uredbi.

Odlagališče **čezmerno onesnažuje** podzemno vodo, če

- vsaj polovica rezultatov analiz ali povprečna vrednost rezultatov analiz v petletnem obdobju na odtoku podzemne vode presega mejno vrednost za ta parameter (velja za parametre, ki so omejeni z mejno vrednostjo) ali
- povprečna vrednost parametra v odtoku podzemne vode za faktor 10 oz. 100 presega petkratnik meje določanja povečan za opozorilno spremembo parametra A (velja za parametre, ki niso omejeni z mejno vrednostjo) in izdelana ocena tveganja kaže, da je preseganje čezmerno.

V primeru, da ni razpoložljivih rezultatov analiz za petletno obdobje, se šteje ugotovitev čezmerne onesnaženosti za informativno. V tem primeru mora upravljalec odlagališča skupno z izvajalcem monitoringa, bodisi s preverjanjem tehnologije in izvedbe odlagališča ali dodatnimi raziskavami hidrogeologije in kakovosti podzemnih vod, preverjati razloge za čezmerno onesnaženost podzemnih vod. Za naslednje opazovalno obdobje je potrebna dopolnitev programa monitoringa podzemnih vod, izsledke pa je potrebno navesti v letnem poročilu o monitoringu podzemnih vod.

V tabeli 2.9.1. so zbrane opozorilne spremembe, mejne vrednosti za podzemno vodo in mejne vrednosti za oceno tveganja za parametre podzemnih vod za odlagališča nenevarnih odpadkov.

Tabela 2.9.1: Opozorilne spremembe, mejne vrednosti za podzemno vodo in mejne vrednosti za oceno tveganja na odlagališčih nenevarnih odpadkov

Parameter	Enota	Izražen kot	Meja določanja (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Mejne vrednosti za podzemne vode (2)	Mejne vrednosti za oceno tveganja (5)
<b>OSNOVNI PARAMETRI</b>							
TOC	mg/l	C	0,5	+100	+50	- <sup>(3)</sup>	50
AOX	µg/l	Cl	2	+100	+50	- <sup>(3)</sup>	200
Amonij	mg/l	NH <sub>4</sub>	0,01	+200	+100	0,2	-
Natrij	mg/l	Na	1	+100	+50	-	-
Kalij	mg/l	K	1	+100	+50	-*	-
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 <sub>3</sub>	3	+100	+50	-	-
Nitrati	mg/l	NO <sub>3</sub>	1	+100	+50	50	-
Sulfati	mg/l	SO <sub>4</sub>	1	+100	+50	-	-
Kloridi	mg/l	Cl	1	+100	+50	-	-
Ortofosfati	mg/l	PO <sub>4</sub>	0,05	+100	+50	0,2	-
Bor	mg/l	B	0,02	+100	+50	- <sup>(4)</sup>	20
<b>INDIKATIVNI PARAMETRI</b>							
Nitriti	mg/l	NO <sub>2</sub>	0,01	+200	+100	- <sup>(3)</sup>	1,5
Fluoridi	mg/l	F	0,1	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	150
Cianidi	µg/l	CN	5	+200	+100	- <sup>(3)</sup>	750
Bromidi	µg/l	Br	0,01	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	15
Sulfidi	mg/l	S	0,05	+200	+100	- <sup>(3)</sup>	7,5
<b>Kovine</b>							
Aluminij	µg/l	Al	1	+300	+150	- <sup>(4)</sup>	2000
Antimon	µg/l	Sb	0,2	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	400
Arzen	µg/l	As	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
Baker	µg/l	Cu	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
Barij	µg/l	Ba	10	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	20000
Berilij	µg/l	Be	0,2	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	400
Cink	µg/l	Zn	5	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	10000



Parameter	Enota	Izražen kot	Meja določanja (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Mejne vrednosti za podzemne vode (2)	Mejne vrednosti za oceno tveganja (5)
<b>Kadmij</b>	µg/l	Cd	0,1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	200
<b>Kobalt</b>	µg/l	Co	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Kositer</b>	µg/l	Sn	2	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	4000
<b>Krom (skupno)</b>	µg/l	Cr	1	+300	+100	30	-
<b>Krom (6+)</b>	µg/l	Cr <sup>6+</sup>	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Mangan</b>	mg/l	Mn	0,2	+300	+150	-	-
<b>Molibden</b>	µg/l	Mo	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Nikelj</b>	µg/l	Ni	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Selen</b>	µg/l	Se	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Srebro</b>	µg/l	Ag	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Svinec</b>	µg/l	Pb	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Talij</b>	µg/l	Tl	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Titan</b>	µg/l	Ti	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Telur</b>	µg/l	Te	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Vanadij</b>	µg/l	V	1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Živo srebro</b>	µg/l	Hg	0,1	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	100
<b>Mineralna olja</b>	µg/l		5	+100	+50	10	-
<b>Fenolne snovi</b>	µg/l		1	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	2000
<b>Pentaklorfenol</b>	µg/l		0,01	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	15
<b>Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki – LKCH (6)</b>	µg/l		0,5	+200	+100	10	-
<b>Diklorometan</b>	µg/l		0,1	+100	+100	2	-
<b>Tetraklorometan</b>	µg/l		0,1	+100	+100	2	-
<b>1,2 - Dikloroetan</b>	µg/l		0,5	+100	+100	3	-
<b>1,1 - Dikloroeten</b>	µg/l		0,5	+100	+100	2	-
<b>Trikloroeten</b>	µg/l		0,2	+100	+100	2	-
<b>Tetrakloroeten</b>	µg/l		0,1	+100	+100	2	-
<b>Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki – BTX (7)</b>	µg/l		1	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	1500
<b>Triklorobenzeni</b>	µg/l		0,3	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	450
<b>Poliklorirani bifenili – PCB (8)</b>	µg/l		0,02	+300	+100	- <sup>(4)</sup>	40

Parameter	Enota	Izražen kot	Meja določanja (1)	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Mejne vrednosti za podzemne vode (2)	Mejne vrednosti za oceno tveganja (5)
<b>Policiklični aromatski ogljikovodiki – PAH (9)</b>	µg/l		0,01	+200	+100	- <sup>(4)</sup>	15
<b>Pesticidi (10)</b>	µg/l		0,05	+200	+100	0,5	-
pesticid ali njihov relevantni razgradni produkt	µg/l		0,05	+100	+100	0,1	-
<b>Organokositrove spojine</b>							
monobutilkositrove sp.	µg/l		0,05	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	50
dibutilkositrove spojine	µg/l		0,05	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	50
tributilkositrove spojine	µg/l		0,05	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	50
difenilkositrove spojine	µg/l		0,05	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	50
trifenilkositrove spojine	µg/l		0,05	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	50
<b>Estri ftalne in fosforne kisline</b>							
dietilftalat	µg/l		0,1	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	100
dibutilftalat			0,1	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	100
dietilheksilftalat			0,2	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	200
benzilbutilftalat			0,1	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	100
tributilfosfat			0,005	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	5
tris(kloroetil)fosfat			0,005	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	5
tris(kloropropil)fosfat			0,005	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	5
<b>Endokrine substance</b>							
4-nonilfenol	µg/l		0,01	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	10
4-tert-oktilfenol	µg/l		0,005	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	5
bisfenol	µg/l		0,005	+100	+100	- <sup>(4)</sup>	5

1) meja določanja je spodnja meja kvantifikacije za parameter

A opozorilna sprememba velja za rezultate, katerih vrednost je manjša kot petkratnik meje določanja

B opozorilna sprememba velja za rezultate, katerih vrednost je večja kot petkratnik meje določanja

2) z oznako \* je označena vrednost, ki se razlikuje od mejnih vrednosti iz Uredbe o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. list RS št.100/05

3) za parametre, ki niso omejeni z mejno vrednostjo, se izdelava ocena tveganja, če povprečna vrednost parametra v odtoku podzemne vode za faktor 10 presega petkratnik meje določanja povečan za opozorilno spremembo parametra A

4) za parametre, ki niso omejeni z mejno vrednostjo, se izdelava ocena tveganja, če povprečna vrednost parametra v odtoku podzemne vode za faktor 100 presega petkratnik meje določanja povečan za opozorilno spremembo parametra A

- 5) preseganje mejne vrednosti parametrov v podzemni vodi iz dolvodne vrtine zahteva izdelavo ocene tveganja
  - 6) vsota lahkih kloriranih ogljikovodikov. Za parametre, ki v tabeli niso navedeni velja opozorilna sprememba A: +100 in B: +100
  - 7) vsota benzena, toluena, ksilena in alkil benzenov
  - 8) vsota polikloriranih bifenilov - PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180, PCB-194
  - 9) 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 seštevke, 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
  - 10) vsota pesticidov in njihovih metabolitov (organoklorni, triazinski, organofosforni, derivati fenoksi očetne kisline, acetamidi in fenil urea).  
Mejna vrednost za posamezen pesticid ali njihov relevantni razgradni produkt je 0,1 µg/l, opozorilna sprememba pa A: +100 in B: +100.
- Ob upoštevanju kriterijev vrednotenja iz tega Programa, izvajalec monitoringa ovrednoti morebitne identificirane spojine, ko iz rezultatov identifikacije nedvoumno ugotovi, da je pojavljanje teh spojin za obravnavano odlagališče značilno.

#### Opombe:

- za parametre, ki so v vrtini pred odlagališčem višji kot v vrtini za odlagališčem, se spremembe parametrov ne izračunavajo,
- za parametre, ki v ničelni vrtini presegajo mejno vrednost za podzemne vode, se ne šteje, da je prišlo do čezmernega onesnaženja podzemne vode zaradi vpliva odlagališča in parametri ne bodo obdelani po kriterijih navedenih v Pravilniku o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi, Ur. list RS št.5/00, oziroma v tabeli 2.9.1. Preseganje opozorilnih sprememb ali mejnih vrednosti je lahko posledica onesnaženosti podzemne vode pred odlagališčem zaradi bližine kmetijskih zemljišč, bližine drugih odlagališč odpadkov, bližine industrijskih objektov ali sestave tal. Izvajalec monitoringa v letnem poročilu navede odstopajoče parametre,
- za parametre, ki v dolvodni vrtini presegajo mejno vrednost, ne povzročajo pa vpliva odlagališča na podzemne vode (primeri z majhnim prirastkom koncentracije in s koncentracijo okoli mejne vrednosti), se ne šteje, da je prišlo do čezmernega vpliva odlagališča in parametri ne bodo obdelani po kriterijih navedenih v Pravilniku o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda z nevarnimi snovmi, Ur. list RS št.5/00, oziroma v tabeli 2.9.1.

V skladu s Pravilnikom o monitoringu onesnaženosti podzemnih voda, je potrebno v okviru izvedbe monitoringa podzemnih vod izdelati poročilo o opravljenih meritvah in analizah za vsak odvzem podzemnih vod ter letno poročilo za koledarsko leto. Letno poročilo za koledarsko leto mora vsebovati izračun spremembe parametrov in vrednotenje spremembe parametrov glede na opozorilne spremembe.

### 3 POVZETEK PROGRAMA

Program monitoringa podzemnih vod za **zaprto** odlagališče nenevarnih odpadkov Pobrežje obsega naslednje sklope:

- izvajanje monitoringa podzemnih vod v časovnem obdobju vsaj 10 let,
- monitoring podzemnih vod se izvaja redno na treh piezometrih V-2, V-6 in V-7 in občasno na piezometrih V-4 in V-5 ter V-1, V-3, V-11, V-13 in IEIPPO2,
- vzorčenje podzemnih vod, meritve terenskih parametrov in analize osnovnih ter indikativnih parametrov iz tabel 2.7.1., 2.7.2. in 2.7.3. se izvajajo dvakrat letno v piezometrih V-2, V-6 in V-7 ter enkrat v treh letih kontrolno v piezometrih V-1, V-3, V-4, V-5, V-11, V-13, IEIPPO2; v piezometrih V-4 in V-5 se enkrat letno opravijo kontrolne meritve terenskih parametrov in analize osnovnih parametrov iz tabel 2.7.1. in 2.7.2.,
- meritve gladine podzemnih vod se izvajajo enkrat mesečno v piezometrih V-1, V-3, V-5, V-6, V-7, V-8, IEIPPO1 in IEIPPO2; v piezometrih V-2 in V-4 se izvajajo zvezne meritve nivojev podzemne vode z avtomatskim elektronskim limnigrafom; meritve izvaja upravljalec odlagališča po zaprtju in rezultate vpisuje v knjigo meritev podzemnih vod in na poseben obrazec, ki ga upravljalec odlagališča prejme od izvajalca monitoringa; podatke o meritvah nivojev podzemnih vod obdela hidrogeolog v poročilu o hidrogeološki interpretaciji nivojev podzemnih vod, ki je integralni del letnega poročila o monitoringu podzemnih vod,
- prehodnost vrtin se preveri dvakrat letno,
- reaktivacija vrtin, na katerih se izvaja monitoring, se izvede enkrat letno,
- oceno meritev in analiz podzemnih vod izdela izvajalec monitoringa v letnem poročilu o monitoringu podzemnih vod v skladu s kriteriji določenimi v Programu monitoringa in Pravilnikom o monitoringu onesnaženosti podzemnih vod.

Obveznosti upravljalca odlagališča so naslednje:

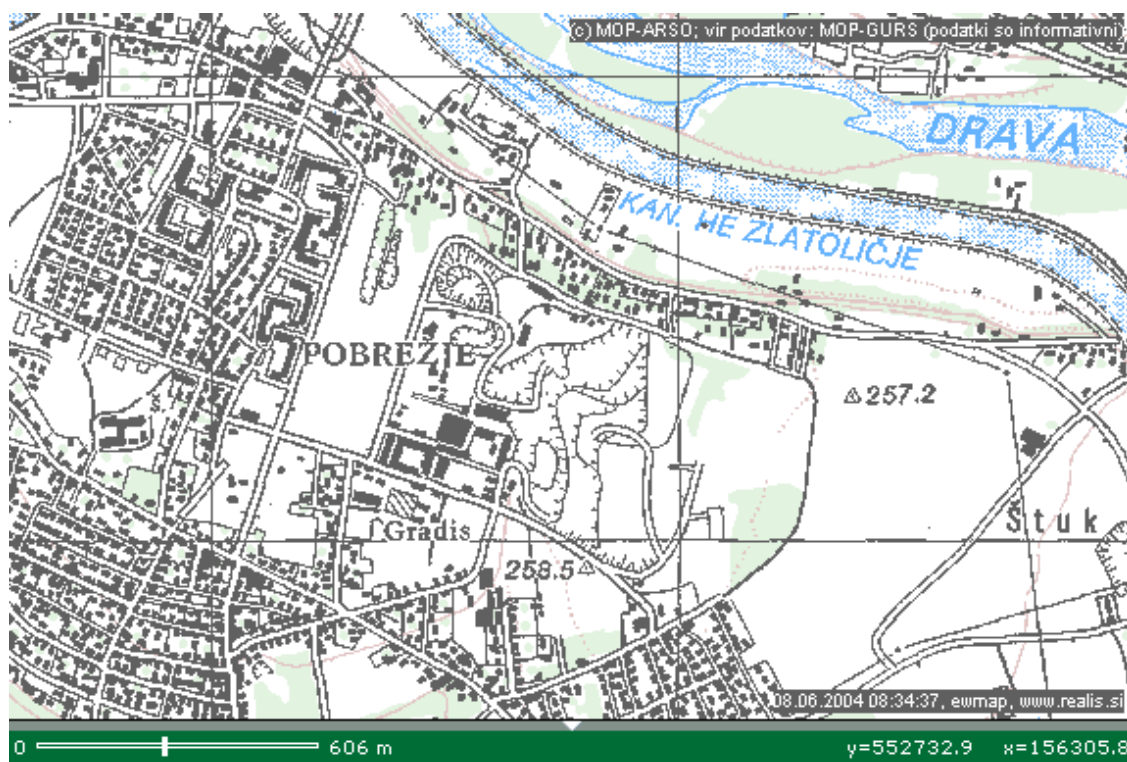
- izvajanje meritev gladin podzemnih vod,
- vodenje knjige meritev nivojev podzemne vode in
- izvedba reaktivacije vrtin, v katerih se izvaja monitoring (1 krat letno),
- vodenje evidence o drugih posegih na opazovalnih vrtinah in o morebitnih poškodbah.

## **4 PRILOGE**

- Priloga 1: Geografska karta in letalski posnetek okolice odlagališča Pobrežje
- Priloga 2: Lokacije piezometrov na območju zaprtega odlagališča Pobrežje
- Priloga 3: Rezultati meritev in rezultati identifikacije organskih spojin – SCAN v podzemni vodi na območju zaprtega odlagališča Pobrežje
- Priloga 4: Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na odlagališču Pobrežje in Dopolnilno hidrogeološko poročilo o opravljenih preiskavah za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na zaprtem odlagališču komunalnih odpadkov Pobrežje

## **PRILOGA 1**

### **Geografska karta in letalski posnetek okolice odlagališča Pobrežje** (1 stran)



Slika 1.1.: Geografska karta za območje odlagališča Pobrežje



Slika 1.2.: Letalski posnetek odlagališča Pobrežje

## **PRILOGA 2**

### **Lokacije piezometrov na zaprtem območju odlagališča Pobrežje**

(1 stran)



**PRILOGA 3:** Rezultati meritev in rezultati identifikacije organskih spojin - SCAN v podzemni vodi na območju odlagališča Pobrežje v letu 2004

		Izražen	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
Parameter	Enota	kot	V2		V6		V7
		Datum	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
TERENSKÉ MERITVE							
Temperatura zraka	oC		16	<0	16	<0	16
Temperatura vode	oC		14,7	8,5	15,3	12,1	13,4
Videz			bistra	bistra	svetlo rjava	rdečerjava	svetlo rjava
pH			7	6,9	7,5	7,3	7,2
Elektroprevodnost	uS/cm		790	710	600	660	842
Redoks potencial	mV		155	420	245	410	255
Kisik	mg/l	O <sub>2</sub>	0,8	0,9	1,3	2,4	1,2
Nasičenost s kisikom	%		9	7	13	25	12
Nivo vode	m		14,05	16,07	16,36	18,2	14,18
Globina vrtine	m		21,94	21,91	25,59	25,62	24,5
OSNOVNI PARAMETRI							
Barva	m-1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Motnost	NTU		1	<1	2	1	2
Raztopljene snovi	mg/l		480	470	380	440	510
Skupni organski ogljik - TOC	mg/l	C	8,1	2,6	7,6	3,7	8,7
Adsorbirani organski halogeni - AOX	ug/l	Cl	<10	12	<10	<10	<10
Amonij	mg/l	NH <sub>4</sub>	0,01	0,03	<0,01	0,35	0,01
Natrij	mg/l	Na	12	11	15	17	26
Kalij	mg/l	K	2	0,9	2	2	4,9
Kalcij	mg/l	Ca	100	110	-	89	83
Magnezij	mg/l	Mg	15	14	22	17	25
Železo	mg/l	Fe	0,32	<0,1	<0,1	0,29	<0,1
Hidrogenkarbonati	mg/l	HCO <sub>3</sub>	430	380	290	300	410
Nitrati	mg/l	NO <sub>3</sub>	26,5	22,5	23,4	25,2	19,4
Sulfati	mg/l	SO <sub>4</sub>	27	26	32	35	34
Kloridi	mg/l	Cl	21	18	26	33	47
Ortofosfati	mg/l	PO <sub>4</sub>	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Bor	ug/l	B	79	58	110	110	200
INDIKATIVNI PARAMETRI							
Nitriti	mg/l	NO <sub>2</sub>	0,049	0,013	0,016	0,007	0,01
Fluoridi	mg/l	F	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Parameter	Enota	Izražen kot	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
			V2		V6		V7
			30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
			04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
Cianidi (skupno)	ug/l	CN	<5	<5	<5	<5	<5
Sulfidi	mg/l	S	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Kovine							
Aluminij	ug/l	Al	<10	<10	<10	<10	<10
Antimon	ug/l	Sb	<1	<1	<1	<1	<1
Arzen	ug/l	As	<2	<2	<2	<2	<2
Baker	ug/l	Cu	3	1	1	2	3
Barij	ug/l	Ba	61	40	40	48	60
Berilij	ug/l	Be	<1	<1	<1	<1	<1
Cink	ug/l	Zn	14	<10	<10	<10	<10
Kadmij	ug/l	Cd	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Kobalt	ug/l	Co	8	<1	2	<1	2
Kositer	ug/l	Sn	<1	<1	<1	<1	<1
Krom (skupno)	ug/l	Cr	3	11	2	2	3
Krom 6+	ug/l	Cr <sup>6+</sup>	<5	<5	<5	<5	<5
Mangan	ug/l	Mn	21	8	3	99	4
Molibden	ug/l	Mo	6,2	<1	1,3	<1	1
Nikelj	ug/l	Ni	43	3,1	8,6	3,9	11
Selen	ug/l	Se	<2	<2	<2	<2	<2
Srebro	ug/l	Ag	<1	<1	<1	<1	<1
Svinec	ug/l	Pb	4	<1	<1	<1	<1
Talij	ug/l	Tl	<1	<1	<1	<1	<1
Titan	ug/l	Ti	2	2	1	1	1
Telur	ug/l	Te	<1	<1	<1	<1	<1
Vanadij	ug/l	V	5	1,2	3	1,2	3,4
Živo srebro	ug/l	Hg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mineralna olja	ug/l		<5	<5	<5	<5	<5
Fenoli	ug/l		<6	<1	<6	<1	<6
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH		Cl					
Triklorometan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Tribromometan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Bromdiklorometan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Dibromklorometan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Tetraklorometan	ug/l		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-dikloroetan	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Parameter	Enota	Izražen kot	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
			V2		V6		V7
			30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
			Datum				
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
1,2-dikloroetan	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dikloroeten	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-dikloroeten	ug/l		<1	<1	<1	<1	<1
1,1,2,2-tetrakloroeten	ug/l		<0,3	<0,3	1,6	2,6	0,5
1,1,2-trikloroeten	ug/l		<0,3	<0,4	0,8	0,9	<0,4
1,1,1-trikloroetan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
1,1,2-trikloroetan	ug/l		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
1,1,2,2,-tetrakloroetan	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Heksaklorobutadien	ug/l		<1	<1	<1	<1	<1
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki - BTX							
Benzen	ug/l		<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Toluen	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ksilen	ug/l		<1	<1	<1	<1	<1
Meziten	ug/l		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Prosti stiren	ug/l		<1	<1	<1	<1	<1
Poliklorirani bifenili - PCB	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Policiklični aromatski ogljikovodiki - PAO							
Naftalen	ug/l		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Acenaftilen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Acenaften	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fluoren	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fenantren	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Antracen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fluoranten	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Piren	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Benzo(a)antracen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Krizen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
* Benzo(b)fluoranten	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
* Benzo(k)fluoranten	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Benzo(a)piren	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
* Indeno(1,2,3-cd)piren	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Dibenzo(a,h)antracen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
* Benzo(ghi)perilen	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Pesticidi (skupno)	ug/l		0,05	<0,05	0,17	0,25	0,09
alfa-HCH	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Parameter	Enota	Izražen kot	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
			V2		V6		V7
			30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
			Datum				
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
beta-HCH	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
gama-HCH (lindan)	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Heksaklorbenzen	ug/l		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Heptaklor	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Heptaklorepoksid	ug/l		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aldrin	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Endrin	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Dieldrin	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Isodrin	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DDE(o,p)	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
DDE(p,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
DDD(o,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
DDD(p,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
DDT(o,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
DDT(p,p)	ug/l		<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Endosulfan(alfa)	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Endosulfan(beta)	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kvintozen	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Klordan-cis	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Klordan-trans	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Heptaklorepoksid-cis	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Heptaklorepoksid-trans	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Metoksiklor(o,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Metoksiklor(p,p)	ug/l		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Mirex	ug/l		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Desizopropil-atrazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Desetil-atrazin	ug/l		<0,05	<0,05	0,06	0,07	<0,05
Simazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Atrazin	ug/l		0,05	<0,05	0,11	0,12	0,09
Propazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Terbutilazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sebutilazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Terbutrin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2,6-Diklorobenzamid	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Diklobenil	ug/l		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

Parameter	Enota	Izražen kot	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
			V2		V6		V7
			30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
			Datum	Datum	Datum	Datum	Datum
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
Alaklor	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Metolaklor	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cianazin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Terbumeton	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Diazinon	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sekbumeton	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Acetoklor	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Paration-etil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Paration-metil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Vinklozolin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Metalaksil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Orbenkarb	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fenitroton	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bromacil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Mevinfos	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Malation	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Triadimefon	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Metazaklor	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Pendimetalin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Prosimidon	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klorfenvinfos	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heksazinon	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Azinfos-metil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Azinfos-etil	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dimetenamid	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Prometrin	ug/l		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dicamba	ug/l		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
MCPP	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	0,06	0,75
MCPA	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4-DP	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4-D	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Silvex	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
MCPB	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4,5-T	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4 - DB	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Parameter	Enota	Izražen	PIEZOMETER		PIEZOMETER		PIEZOMETER
		kot	V2		V6		V7
		Datum	30.09.04	16.12.04	30.09.04	16.12.04	30.09.04
		Lab.št.	04/11931	04/17552	04/11932	04/17551	04/11933
Bromoksinil	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Joksinil	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Bentazon	ug/l		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,09
Estri ftalne in fosforne kisline							
Dietilftalat	ug/l		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibutilftalat	ug/l		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Dietilheksilftalat	ug/l		<0,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,2
Benzilbutilftalat	ug/l		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tributilfosfat	ug/l		<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,012
Tris(kloroetil)fosfat	ug/l		<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,008
Tris(kloropropil)fosfat	ug/l		0,04	<0,005	0,033	0,041	0,27

## **PRILOGA 4**

**Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na odlagališču Pobrežje in Dopolnilno hidrogeološko poročilo o opravljenih preiskavah za potrebe izdelave obratovalnega monitoringa na zaprtem odlagališču komunalnih odpadkov Pobrežje**