


**OBČINA JESENICE**  
**OBČINSKI SVET**  
**CESTA ŽELEZARJEV 6**

**4270 JESENICE**

		<b>OBČINA JESENICE</b>	
<b>JESENICE</b>			
Prejeto:	- 5 -06- 2015	Dne	2015
		Pril.	
	354-4/2015-12	Vredn.	

Datum: 02.06.2015  
Številka:0/06-TH-103/2015

Zadeva: **146. Sklep 6. redne seje Občinskega sveta občine Jesenice - odgovor**

Spoštovani!

Dne 01.06.2015 smo prejeli dopis št. 354-4/2015 z dne 28.05.2015 s katerim nas pozivate da podamo odgovor na 146. sklep 6. redne seje Občinskega sveta Občine Jesenice z dne 14.05.2015, oz. da predložimo Program ukrepov v primeru presegevanja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode in da opišemo aktivnosti, ki jih izvajamo za zmanjšanje vplivov na kakovost podzemnih voda.

Odgovor:

Javno podjetje Jeko-in d.o.o. je kot upravljavec Odlagališča za nenevarne odpadke Mala Mežakla v skladu z zakonodajo področja varstva okolja dolžan izvajati monitoring podzemnih voda. V letu 2010 smo na osnovi Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (ur.l.RS 114/2009) pridobili Program ukrepov v primeru presegevanja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode za Odlagališče Mala Mežakla, ki ga prilagamo odgovoru.

Program ukrepov v primeru presegevanja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode za Odlagališče Mala Mežakla opisuje stanje odlagališča, načrte pregledov sistemov za odvajanje voda in pregled stabilnosti brežin, ter načrt reševanja v primeru presegevanja opozorilnih sprememb.

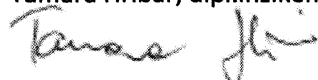
V skladu z Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla redno periodično izvajamo aktivnosti za zmanjševanje vplivov na kakovost podzemne vode, oz. za zmanjševanje obremenjevanja vseh prvin okolja. V sklopu teh aktivnosti pregledujemo in vzdržujemo sisteme za odvajanje lastnih, zalednih in tujih voda. Sem sodi čiščenje in snemanje drenažnega sistema za izcedne vode, čiščenje bazena za izcedno in meteorno vodo, ter čiščenje in pregled kanalet za odvajanje zalednih in tujih voda. Redno periodično pregledujemo tudi stanje in stabilnost deponijskega telesa s tem, da brežine nadvišujemo, izvajamo prekrivke, rekultivacijo zapolnjenih delov odlagališča, sproti odpravljamo morebitne posledice erozije zaradi padavin, enkrat letno pa izvedemo tudi geodetsko snemanje višinskih kot iz katerih se ugotavlja količina odloženih odpadkov, nakloni nasipov, te morebitne druge spremembe, ki vplivajo na stabilnost odlagališča.

Tekom izvedbe programa monitoringa podzemnih voda, ki ga v tej obliki izvajamo od leta 2005 dalje, se ugotavlja, da odlagališče Mala Mežakla sicer ima vpliv na podzemno vodo. Ugotovljeno pa je tudi, da ne gre za pomembno onesnaženje, ki bi ga povzročala specifična - za odlagališče značilna onesnaževala. Trenutno je ugotovljeno, da odlagališče vpliva na spremembo splošne slike kemijskega stanja podzemne vode, oz. na spremembe osnovnih parametrov.

Ob spremljanju ugotovitev monitoringa podzemnih voda je potrebno tudi omeniti, da se na lokaciji odlagališča nahajata stari in novi del odlagališča. Novi del odlagališča ima tesnjeno dno in urejen zajem

izcednih voda, ter odvajanje deponijskega plina, medtem ko je stari del odlagališča (na katerem je zgrajena kompostarna in vstopni plato) sicer saniran, nima pa tesnjenega dna in zato zagotovo predstavlja večjo verjetnost onesnaževanja podzemne vode kot novi – aktivni del odlagališča.

Pripravila:  
Vodja procesa ravnanja z odpadki  
Tamara Hribar, dipl.inž.kem.teh.



Direktor:  
Uroš Bučar, univ.dipl.ekon.

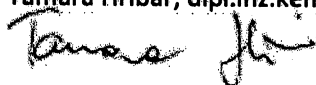


Priloga:


- Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode za Odlagališče Mala Mežakla, št. 110-10/2006-10, ZV Maribor, 22.12.2010

izcednih voda, ter odvajanje deponijskega plina, medtem ko je stari del odlagališča (na katerem je zgrajena kompostarna in vstopni plato) sicer saniran, nima pa tesnjenega dna in zato zagotovo predstavlja večjo verjetnost onesnaževanja podzemne vode kot novi – aktivni del odlagališča.

Pripravila:  
Vodja procesa ravnanja z odpadki  
Tamara Hribar, dipl.inž.kem.teh.



Direktor:  
Uroš Bučar, univ.dipl.ekon.

**JEKO-IN** 2  
JAVNO KOMUNALNO PODJETJE, d.o.o., Jesenice  
4270 Jesenice, Cesta maršala Tita 51  


Priloga:

- Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode za Odlagališče Mala Mežakla, št. 110-10/2006-10, ZZV Maribor, 22.12.2010



**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.: IVOTS-10-PR10Prog\_Ukrep\_MalaMežakla

**Jeko-IN**, d.o.o. JESENICE

27 -12- 2010

Št.: 13268 Enota: PA

**PROGRAM UKREPOV V PRIMERU PRESEGANJA  
OPOZORILNE SPREMEMBE PARAMETROV  
PODZEMNE VODE**

**Odlagališče Mala Mežakla**

Maribor, december 2010

Naslov: Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe,  
odlagališče Mala Mežakla

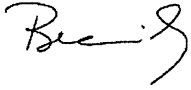
Izvajalec: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor  
INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA  
Prvomajska ulica 1, 2000 MARIBOR  
Št. transakcijskega računa: 01100-6030926630  
ID za DDV: SI30447046

Naročnik: JEKO – IN, javno komunalno podjetje d.o.o., Jesenice  
Cesta Maršala Tita 51  
4270 JESENICE

Evidenčna oznaka: 110-10/2006-10  
Delovni nalog: aneks št. 1 k podjemni pogodbi št. II/02-280-070/2010  
z dne 06.11.2010

Šifra dejavnosti: 10 - odpadki

Številka pooblastila: MOP št. 35468-38/2007-3  
Obseg pooblastila: izvajanje monitoringa onesnaženosti podzemnih voda z  
nevarnimi snovmi

Izvajalci naloge:  
Vodja (zunanji sodelavec): dr. Mihael Brenčič, univ.dipl.inž.geol. 

Sodelavec: Hermina Ivanuša-Šket, univ.dipl.inž.kem.tehnol.

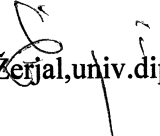
Maribor, 22.12.2010

TEHNOLOGIJE OKOLJA  
Vodja:

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



INŠTITUT ZA VARSTVO OKOLJA  
Predstojnik:

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

## K A Z A L O

	Stran
1	Uvod..... 5
2	Danosti odlagališča Mala Mežakla ..... 6
2.1	Geografske danosti..... 6
2.2	Značilnosti odlagališča..... 6
2.3	Geološke danosti ..... 7
2.4	Hidrogeološke danosti..... 8
3	Izhodišča za opredelitev programa ..... 10
4	Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov ..... 12
4.1	Izhodišča za analizo ..... 12
4.2	Klasifikacija onesnaževal..... 14
4.3	Izvor onesnaževal..... 14
4.4	Primerjalna analiza..... 15
5	Načrt pregleda sistema za odvajanje odlagališčnih vod..... 19
5.1	Zakonodajna izhodišča..... 19
5.2	Izhodišča za analizo sistemov za odvajanje odlagališčnih vod..... 21
5.2.1	Odvodnja površinske vode..... 22
5.2.2	Odvodnja podzemne vode - izhodišča ..... 22
5.2.3	Tesnilni sistemi ..... 23
5.3	Pregled sistema za odvajanje odlagališčnih vod na območju Mala Mežakla ..... 23
5.3.1	Opredelitev tipa voda..... 23
5.3.2	Pregled sistemov za odvajanje lastnih vod ..... 24
5.3.3	Pregled sistemov za odvajanje zalednih vod..... 27
5.3.4	Pregled sistemov za odvajanje tujih vod..... 29
6	Načrt pregleda stabilnosti objektov..... 30
6.1	Izhodišča ..... 30
6.2	Stanje brežin v naravi..... 30
6.3	Pregled stabilnosti brežin ..... 31
6.4	Pregled širšega območja odlagališča..... 32
6.5	Sanacijski ukrepi ..... 33
7	Ocena razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju ..... 34
7.1	Teoretična izhodišča ..... 34
7.1.1	Fizična karakterizacija območja..... 34
7.1.2	Karakterizacija sorpcijskih lastnosti zemljin ..... 35
7.1.3	Zasičeno območje ..... 36
7.1.4	Nezasičeno območje ..... 39
7.2	Ocena razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla 40
7.2.1	Kemijsko stanje podzemne vode..... 40
7.2.2	Postopek ocene razširjenosti onesnaževal v prostoru ..... 41
8	Načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vplivov odlagališča ..... 44
8.1	Dopolnitev in sprememba obstoječega sistema monitoringa..... 44
8.2	Načrt izdelave strokovnih podlag ..... 44
9	Načrt dodatnih opazovalnih vrtin..... 47
10	Sklepne ugotovitve programa ..... 49

**Seznam slik:**

	Stran
Slika 1. Pogled na odlagalno polje odlagališča Mala Mežakla.....	7
Slika 2. Lega gladine podzemne vode v prostoru .....	9
Slika 3. Časovno odvisen diagram nihanja koncentracij kationov za vrtino PMM-1.....	16
Slika 4. Časovno odvisen diagram nihanja koncentracij anionov za vrtino PMM-1.....	16
Slika 5. Točkasti diagram s prikazom odnosa med kalcijem in magnezijem .....	16
Slika 6. Prikaz osnovnih parametrov v Piperjevem diagramu .....	17
Slika 7. Polarni diagram prikaza porazdelitev koncentracij Cl <sup>-</sup> v prostoru .....	18
Slika 8. Prikaz prostorske porazdelitve koncentracij Ca <sup>2+</sup> v mg/l v podzemni vodi .....	18
Slika 9. Konceptualni model vodnega kroga na odlagališču odpadkov .....	20
Slika 10. Pogled na odlagalni prostor – kotanjo odlagališča Mala Mežakla .....	21
Slika 11. Pogled na sistem za zbiranje izcednih voda in bazen meteornih vod .....	25
Slika 12. Jarek za odvod padavinskih zalednih vod .....	27
Slika 13. Prostorski prikaz porazdelitve koncentracij Cl <sup>-</sup> .....	40
Slika 14. Odločitveno drevo za izvedbo sanacije .....	45
Slika 15. Predlog nadomestitve obstoječih vrtin in predlog izvedbe novih vrtin .....	47

## 1 Uvod

Na podlagi naročila JEKO – IN, javnega komunalnega podjetje iz Jesenic, smo v skladu s Pravilnikom o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 114/2009 in dopolnitvami) izdelali za odlagališče Mala Mežakla »Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode«. Pri izdelavi programa smo sledili tudi Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. l. RS 32/2006 in kasnejše dopolnitve) in drugi veljavni zakonodaji s področja odlaganja odpadkov in voda.

Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode je izdelan v skladu z 6.a členom s Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 114/2009).

## 2 Danosti odlagališča Mala Mežakla

### 2.1 Geografske danosti

Odlagališče nenevarnih odpadkov Mala Mežakla leži nad dolino reke Save Dolinke južno od naselja Hrušica zahodno od Jesenic, nad avtocestnim počivališčem Hrušica. Odlaganje odpadkov na tem območju poteka od leta 1987 dalje. Odlagališče je postavljeno na območju kotanje nekdanjega peskokopa na severnem pobočju planote Mežakla v predelu imenovanem Mala Mežakla. V peskokopu se je v preteklosti odvezel pobočni grušč za potrebe izgradnje avtoceste. Kotanja v podolžni osi meri 350 m in v prečni smeri 200 m. Sprva je odlaganje odpadkov na odlagališču potekalo na sedanjem vzhodnem delu direktno na netesnjeno podlago peskokopa.

Ožjo okolico okolice odlagališča predstavlja planota na intervalu nadmorskih višin od kote 715 do 760 m, to je okoli 140 m nad dnom doline Save Dolinke. Okolico prekriva mešan gozd, v katerem prevladujejo iglavci. Do odlagališča vodi makadamske ceste, ki je speljana iz naselja Hrušica in se odcepi od dovozne ceste za Avtocestno bazo Hrušica.

### 2.2 Značilnosti odlagališča

Podatke povzemamo po elaboratu: »Hribar T., Načrt ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla« – marec 2010.

Z odlagališčem upravlja javno komunalno podjetje Jeko-In d.o.o. s sedežem na Jesenicah. Odlagališče je v lasti občin Jesenice, Kranjska Gora in Žirovnica. Na odlagališče se v skladu z okoljevarstvenim dovojenjem odlagajo odpadki iz občin Bled, Bohinj, Gorenja vas – Poljane, Gorje, Jesenice, Kranjska Gora, Radovljica, Škofja Loka, Železniki, Žiri in Žirovnica. Na odlagališče odlaga okoli 110.000 prebivalcev. Odlagališče Mala Mežakla je opredeljeno kot odlagališče 1. reda.

Celotna kapaciteta odlagališča – deponijskega prostora znaša 670.000 m<sup>3</sup> odpadkov. V juniju 2009 je znašala zapolnjenost deponijskega prostora 267.151 m<sup>3</sup>, kar ustreza 40% razpoložljivega prostora. Iz razpoložljivih podatkov izhaja, da je povprečna gostota odpadkov približno 1200 kg/m<sup>3</sup>.

Od uradnega začetka odlaganja odpadkov leta 1997 do konca leta 2009 je bilo na odlagališču odloženih 312.967 ton odpadkov. Pripad mase odpadkov iz leta v leto raste, leta 2009 je bilo na odlagališču odloženo 35.184 ton odpadkov.

Odlagališče Mala Mežakla je grajeno tako, da je s treh strani omejeno z brežinami in sicer z juga, zahoda in severa. Dostop vozil v deponijo je iz odprte vzhodne strani. Odpadki se po opravljeni vhodni kontroli iztresajo na rob iztresalnega platoja. Na platoju je prisoten delovni stroj – buldožer, ki plato čisti in tako odpadke poriva v delovno območje kompaktorja. Odpadki se

odlagajo v štiri kvadrante, ki so razmejeni z vertikalnimi odplinjaki in začasnim sistemom za odplinjanje. Odpadki se odlagajo v smeri vzhod – zahod, v 0,5 m sloje, ki se nato kompaktirajo.



Slika 1. Pogled na odlagalno polje odlagališča Mala Mežakla – pogled v smeri severozahodu – junij 2010

Območje odlagališča je na severni strani omejeno z dvema bermama, na južni strani s štirimi bermami, na zahodni strani pa iz severozahodne smeri proti jugozahodni smeri dve bermi postopno preideta v štiri. Na vzhodni strani je vstop na odlagališče omejen z eno bermo.

### 2.3 Geološke danosti

Na vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla se nahajajo kamnine anizijske, ladinijske in cordevolske starosti. Poleg tega zasledimo še kvartarne sedimente, ki jih tvorijo sedimenti nastali kot posledica pobočnih procesov in aluvialni sedimenti v dolini Save.

Anizijske plasti se nahajajo v severovzhodnem predelu police na kateri leži odlagališče. Plasti so razvite kot svetlosiv skladovit mikritni dolomit. Stratigrafsko nad temi plastmi leže sivi masivni in debeloskladoviti grebenski apnenci, posamezne manjše izdanke teh apnencev zasledimo okoli 150 m vzhodno od odlagališča.

Neposrednih in izrazitih izdankov ladininijskih plasti na širšem območju odlagališču Mala Mežaklja ne zasledimo. Na prisotnost teh plasti sklepamo na podlagi stratigrafske lege in na podlagi pojavljanja izvirov severozahodno od odlagališča, izven neposrednega vpliva odlagalnega telesa. Tanko plastovite laporne apnence in dolomite ter posamezne pole laporovcev zasledimo nad križiščem cest pri nadvozu dostavne ceste do odlagališča čez avtocesto. Te kamnine tvorijo pobočni grušč, nad njimi pa imamo opraviti z dvema izviroma katerih izdatnost se giblje na intervalu do 10 l/s.

Zahodno in južno od odlagališča so kamnine uvrščene v cordevol. Te plasti nastopajo v obliki masivnega belega in svetlosivega debelozrnatega dolomita za katerega je značilna krojitev v

obliki poligonalnih delcev. Mestoma so možni prehodi dolomita v dolomitiziran apnenec in apnenec. Iz teh plasti se je napajala tudi večina gruščnatih tokov, na katere naletimo na območju deponije.

Med mlajšimi sedimenti na območju deponije Mala Mežakla zasledimo podorne sedimente, sedimente gruščnatih tokov in aluvijalne sedimente. Podorni sedimenti so vezani na podor večjih dimenzij, katerega izvor je območje severno od Zakopa na severnih strmih ostenjih Mežakle. Podorne sedimente zasledimo tudi severozahodno od deponije. Podorni material tvorijo anizijski apnenci in dolomiti. Podorne bloke tvorijo kosi veliki do  $10 \text{ m}^3$ , prevladujejo pa predvsem bloki manjših dimenzij z volumnom okoli  $1 \text{ m}^3$ . Mestoma zasledimo tudi prave podorne balvane volumna  $100 \text{ m}^3$  in več. Med posameznimi večjimi podornimi bloki zasledimo ostrorobati grušč, ki je pomešan z glineno meljnim vezivom.

Sedimenti gruščnatih tokov nastopajo na območju južno od deponije ter na pobočju severno od deponije. Izvor materiala je v cordevolskih dolomitih, mestoma naletimo tudi na posamezne kose apnencev. V sedimentih gruščnatih tokov na nekaterih mestih naletimo na posamezne ostrorobe podorne bloke. Sedimenti gruščnatih tokov so v veliki meri zaglinjeni do zameljeni. Barve glin se med seboj zelo razlikujejo, zasledimo tako povsem črne organske glin in melje do svetlih, povsem karbonatno meljnih glin.

Aluvijalne sedimente zasledimo v dolini reke Save. V zgornjem delu aluvijalnega zasipa nahajamo predvsem prode, s podrejenim nastopanjem peskov.

## 2.4 Hidrogeološke danosti

Hidrogeološke razmere na območju odlagališča Mala Mežakla so specifične in zahtevne za izvedbo monitoringa podzemne vode. Odlagališče je postavljeno visoko nad dolino reke Save, ki kontrolira pojavljanje podzemne vode v prostoru. Tako imamo pod odlagališčem opraviti z debelo nezasičeno cono vodonosnika. Gladina podzemne vode v vodonosniku na desni Mežaklski strani Save pa zelo niha. Dodaten problem predstavljajo tudi geološke razmere neposredno pod odlagališčem, ki je postavljeno na velikem fosilnem podoru v katerem se izmenjujejo zelo debeli in veliki podorni bloki z drobnozrnatimi sedimenti. Takšne geološke razmere predstavljajo velike težave pri vrtnanju in s tem pri vzpostavitvi učinkovitega monitoringa podzemne vode.

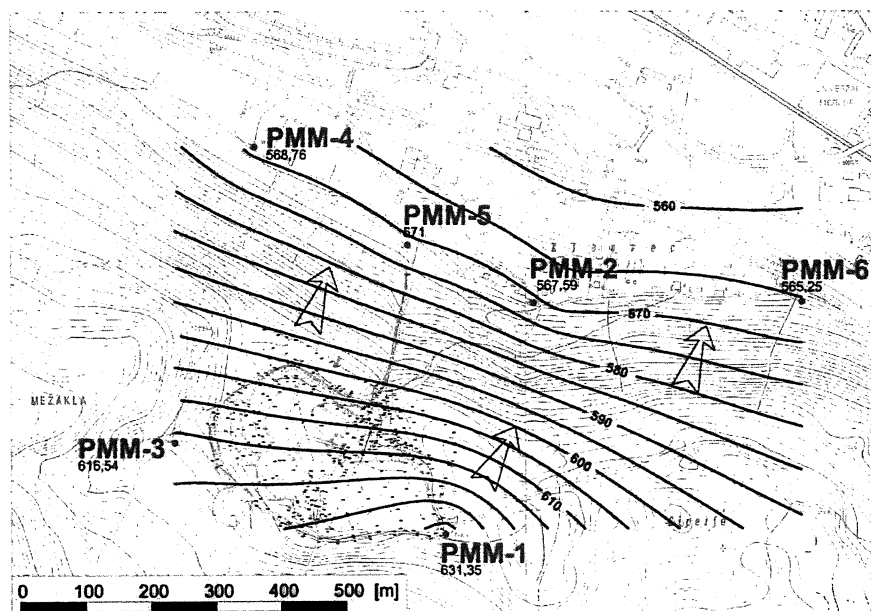
Na območju odlagališča Mala Mežakla imamo opraviti s prehodom iz dobro prepustnega karbonatnega vodonosnika Mežakle prekritim z obsežnim podornim stožcem v aluvijalni vodonosnik reke Save.

Karbonatne kamnine, ki nastopajo na širšem območju deponije lahko v celoti uvrstimo v skupno hidrogeološko enoto. Za to enoto je značilna močna razpokanost in heterogenost kamnin, kar ima za posledico, da se koeficienti prepustnosti lokalno zelo spreminjajo. Čeprav v neposredni okolici deponije izrazitih kraških pojavov ne zasledimo, pa lahko iz površinske morfologije na Mežakli sklepamo, da so te karbonatne plasti zakrasele in da v njih nastopajo tudi kraški kanali in kaverne, po katerih teče t.i. preferenčni tok podzemne vode. Kot celoto enoto karbonatnih kamnin opredelimo kot zelo dobro prepustno s koeficienti prepustnostmi manjšimi od  $10^{-5}$  m/s.

V teh plasteh imamo opraviti z odprtim vodonosnikom v katerem gladina podzemne vode, v odvisnosti od napajanja, prosto niha.

Podorni sedimenti in sedimenti gruščnatih tokov so po svoji sestavi zelo heterogeni od velikih nekaj metrskih podornih blokov do leč glineno meljastega sedimenta z relativno slabimi prepustnostmi. Večji del podornih sedimentov se nahaja v območju nezasičene cone. Tudi v tej hidrogeološki enoti imamo opraviti s heterogeno prepustnostjo in s tem s preferenčnim tokom vode v posameznih koncentriranih tokovnicah. To hidrogeološko enoto kot celoto opredelimo kot dobro prepustno. Kvantitativnih hidrogeoloških lastnosti za to enoto ni mogoče oceniti. V teh plasteh imamo opraviti z odprtim vodonosnikom, v katerem gladina podzemne vode, v odvisnosti od napajanja, prosto niha.

Aluvialni zasip reke Save opredelimo kot dobro prepusten. S črpalnimi poizkusi ob vznožju Male Mežakle je bil določen povprečni koeficient prepustnosti  $5,5 \times 10^{-4}$  m/s.



Slika 2. Lega gladine podzemne vode v prostoru – prikaz nizkega vodnega stanja dne 25.08.2009

Podzemna voda na območje odlagališča priteka iz območja Mežakle. V podoru, na območju katerega je izdelana vrtina PMM-1, prihaja do velikih oscilacij nivoja podzemne vode, kar kaže na intenzivno napajanje in na veliko hidrogeološko heterogenost podora. Voda iz območja podora odteka v smeri proti reki Savi. Zaradi velikega nihanja podzemne vode na območju podora (odlagališča) imamo posledično opraviti z velikim nihanjem tudi ob vznožju Male Mežakle. Odlagališče je postavljeno visoko nad gladino podzemne vode.

### 3 Izhodišča za opredelitev programa

Monitoring količinskega in kemijskega stanja podzemne vode na vplivnem območju odlagališč se izvaja v skladu z zahtevami Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS 49/2006). 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 (za odlagališče so to lastnosti in kemijska sestava odpadkov, ki se odlagajo), velika verjetnost, da pripomorejo k prepoznavanju vzrokov in obsega onesnaženja podzemne vode;
2. načrt pregleda sistema za odvajanje odpadne vode iz območja vira onesnaženja (za odlagališče je to pregled sistema za odvajanje izcednih vod iz dna telesa odlagališča);
3. načrt pregleda sistema za odvajanje padavinskih in zalednih voda iz območja vira onesnaževanja (za odlagališče je to pregled sistema za odvajanje padavinske vode izpod prekrivke odlagališča ter sistema za preprečevanje vdora zalednih voda v telo odlagališča);
4. načrt pregleda stabilnosti objektov na območju vira onesnaževanja, katerih poškodbe lahko vplivajo na neposredni ali posredni izliv onesnaževal v podzemno vodo (za odlagališče je to pregled stabilnosti telesa odlagališča, vključno z dnom odlagališča, obrobni in opornimi nasipi in drugimi tehničnimi konstrukcijami za zagotavljanje stabilnosti telesa odlagališča ter prekrivko odlagališča);
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«, ki je bil izdelan na podlagi:

- podrobnega pregleda terenskih razmer na vplivnem območju odlagališča,
- analize obstoječe dokumentacije o obratovanju odlagališča in dosedanjem izvajanju monitoringa kemijskega in količinskega stanja podzemne vode,
- projektne dokumentacije,
- poznavanja hidrogeoloških razmer v širšem prostoru, v katerem se nahaja odlagališče,
- teoretičnih in praktičnih hidrogeoloških izhodišč pri obravnavi vplivov odlagališč odpadkov 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 o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 114/2009). Ta poglavja so:

- Primerjalna analiza osnovnih in indikativnih parametrov;
- Načrt pregleda sistema za odvajanje odlagališčnih 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.

## 4 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. Poleg tega je v okviru primerjalne analize potrebno ugotoviti tudi ali je glede na vrsto kemijskih spojin izvor onesnaževal iz odlagališča verjeten ali ne.

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

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

OSNOVNI PARAMETRI	
TOC – skupni organski ogljik, AOX – adsorbilivi organski halogeni, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati, bor	
INDIKATIVNI PARAMETRI	
Anioni	nitrit, fluorid, cianid, sulfid
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

Osnovni in indikativni parametri iz seznama priloge 2 so parametri, ki se opazujejo na območju odlagališča Mala Mežakla.

#### **4.2 Klasifikacija onesnaževal**

V primeru, da v podzemni vodi pride do opozorilnih sprememb, mora priti do ukrepov. Vendar pa ti ukrepi niso možni brez poznavanja narave onesnaževal. Vsako od onesnaževal ima svojske fizikalno kemijske lastnosti, zaradi česar se onesnaževala skozi vodonosnike gibljejo različno. Nekatera onesnaževala so dobro topna in se porazdelijo po celotnem profilu omočenega dela vodonosnika, druga onesnaževala pa so slabo topna, a se po vodonosniku porazdelijo glede na svojo gostoto. Tako imamo opraviti z onesnaževali, ki plavajo na gladini podzemne vode in onesnaževali, ki potonejo na dno vodonosnika. Prva onesnaževala sledijo hidrodinamičnemu gradientu toka podzemne vode, druga onesnaževala pa sledijo obliki dna vodonosnika, kar je vezano na gravitacijsko pogojen tok. V nekaterih primerih lahko zaradi tega pride do pojava različno usmerjenih tokov onesnaževal, onesnaževala na dnu vodonosnika potujejo v drugi smeri, kot onesnaževala, ki plavajo na podzemni vodi.

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.

#### **4.3 Izvor onesnaževal**

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

Na podlagi pričakovane sestave odpadkov v odlagalnem telesu se izvede interpretacija, s pomočjo katere se določi možna onesnaževala podzemne vode. Ta interpretacija je osnova za primerjavo z onesnaževali, ki so bila ugotovljena v podzemni vodi.

V primeru preseganja opozorilnih sprememb se izvede analiza izcednih voda in analiza padavinskih voda v bazenu padavinskih vod. Opravi se pregled in identificira pojavljanje onesnaževal v izcedni in padavinski vodi v celotnem obsegu parametrov v skladu s Tabelo 1 Priloge 2 Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. l. RS 49/2006 in kasnejše dopolnitve) in identificira morebitno pojavljanje onesnaževal v izcedni vodi in padavinski vodi. Glede na naravo ugotovljenih spojin, se izvede interpretacija in presoja 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 ciljnimi 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.

#### **4.4 Primerjalna analiza**

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 in padavinskih 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 (glej poglavje Programa 5).

Statistične analize vsebujejo:

- izračun osnovnih opisnih statistik (razpon, povprečje, standardna deviacija) 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:

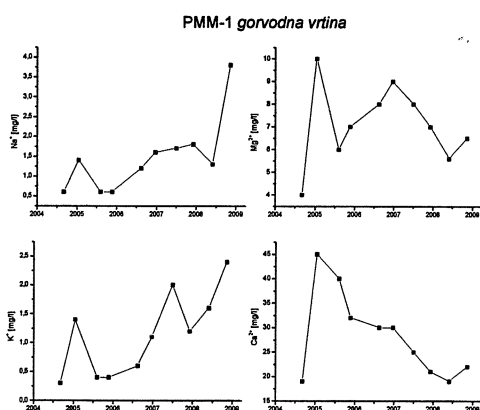
- primerjavo medsebojnih odnosov med posameznimi določitvami,
- časovnih trendov posameznih določitev.

Interpretacije se razdelijo na:

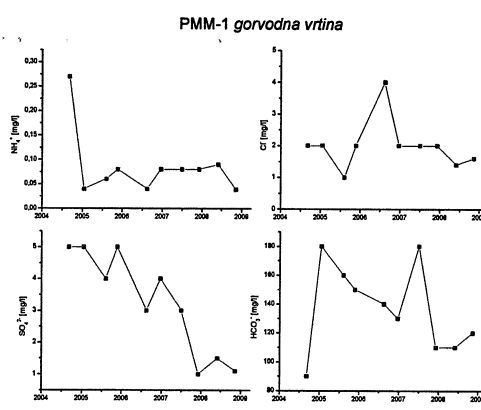
- interpretacije osnovnih parametrov,
- interpretacije indikativnih parametrov.

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 grafo analitične metode:

- časovni diagrami s primerjavami med posameznimi določitvami – primer takšnih obdelav je prikazan za gorvodno vrtino PMM-1 (Slika 3, Slika 4); v diagramih se opazuje trende naraščanja ali padanja koncentracij

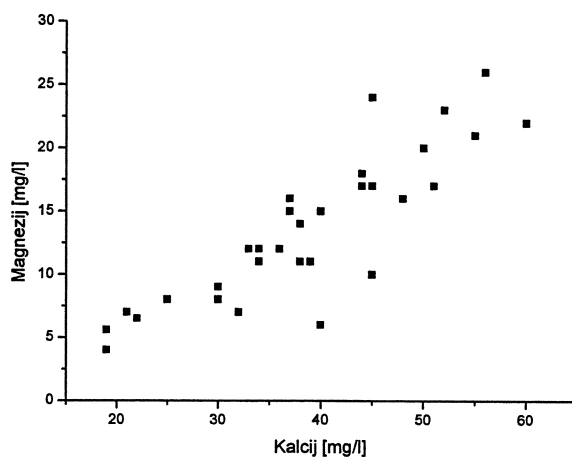


Slika 3. Časovno odvisen diagram nihanja koncentracij kationov za vrtino PMM-1



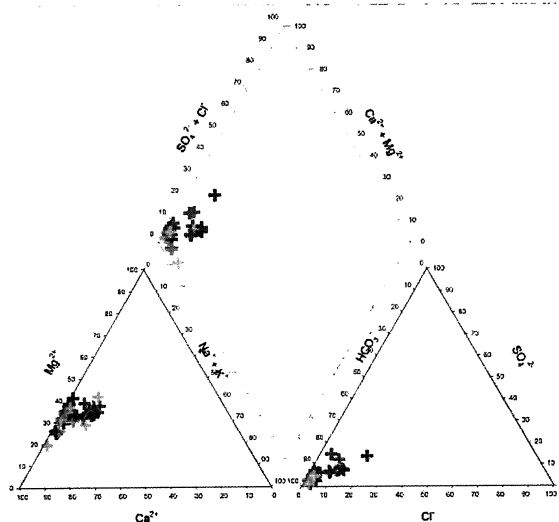
Slika 4. Časovno odvisen diagram nihanja koncentracij anionov za vrtino PMM-1

- točkasti diagram s pomočjo katerih se prikaže medsebojne odnose med posameznimi zvrstmi (določitvami) – primer takšnega diagrama je prikazan na spodnji sliki (Slika 5), kjer so prikazane koncentracije magnezija –  $Mg^{2+}$  v odvisnosti od kalcija –  $Ca^{2+}$  za celotno obdobje izvajanja monitoringa podzemne vode; iz diagrama je lepo razvidna korelacija med obema spremenljivkama, vendar pa so prisotna občasna odstopanja od prevladujočega trenda; podroben pregled pokaže, da odstopanja niso vezana na posamezno vrtino, temveč na spremembo razmer v celotnem vodonosniku



Slika 5. Točkasti diagram s prikazom odnosa med kalcijem in magnezijem – primer celotnega območja Mala Mežakla

- multivariatni prikaz podatkov – v geokemiji podzemnih voda se uporablja t.i. Piperjev diagram, katerega primer je podan na spodnji sliki (Slika 6) na primeru rezultatov monitoringa v vseh opazovalnih vrtinah na vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla; 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,



Slika 6. Prikaz osnovnih parametrov v Piperjevem diagramu – celoten niz razpoložljivih podatkov na vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla

- po potrebi se za prikaz kemijskega stanja podzemne vode uporabijo tudi drugi diagnostični diagrami (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).

- polarni prikaz podatkov v prostoru: za pripravo tega diagrama se določi težiščno točko odlagalnih polj - odlagališča, nato se za opazovalne vrtine določi kot (azimut) za posamezne vrtine glede na to središčno točko; glede na kote opazovalnih vrtin se v polarni diagram nanesejo koncentracije zvrsti katere koncentracije v prostoru želimo prikazati; takšen prikaz je ilustriran na spodnjem diagramu (Slika 7), kjer je prikazana koncentracija klorida  $Cl^-$ , izražena v mg/l, v podzemni vodi na območju odlagališča Mala Mežakla; iz diagrama je zelo lepo razvidna prostorska porazdelitev klorida, ki ga v podzemni vodi obravnavamo kot konzervativnega; najvišje koncentracije so vidne v smeri opazovalne vrtine PMM-2.



## 5 Načrt pregleda sistema za odvajanje odlagališčnih vod

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

### 5.1 Zakonodajna izhodišča

Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur. l. RS 32/2006 in kasnejše dopolnitve) – v nadaljnjem besedilu poglavja 5 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.

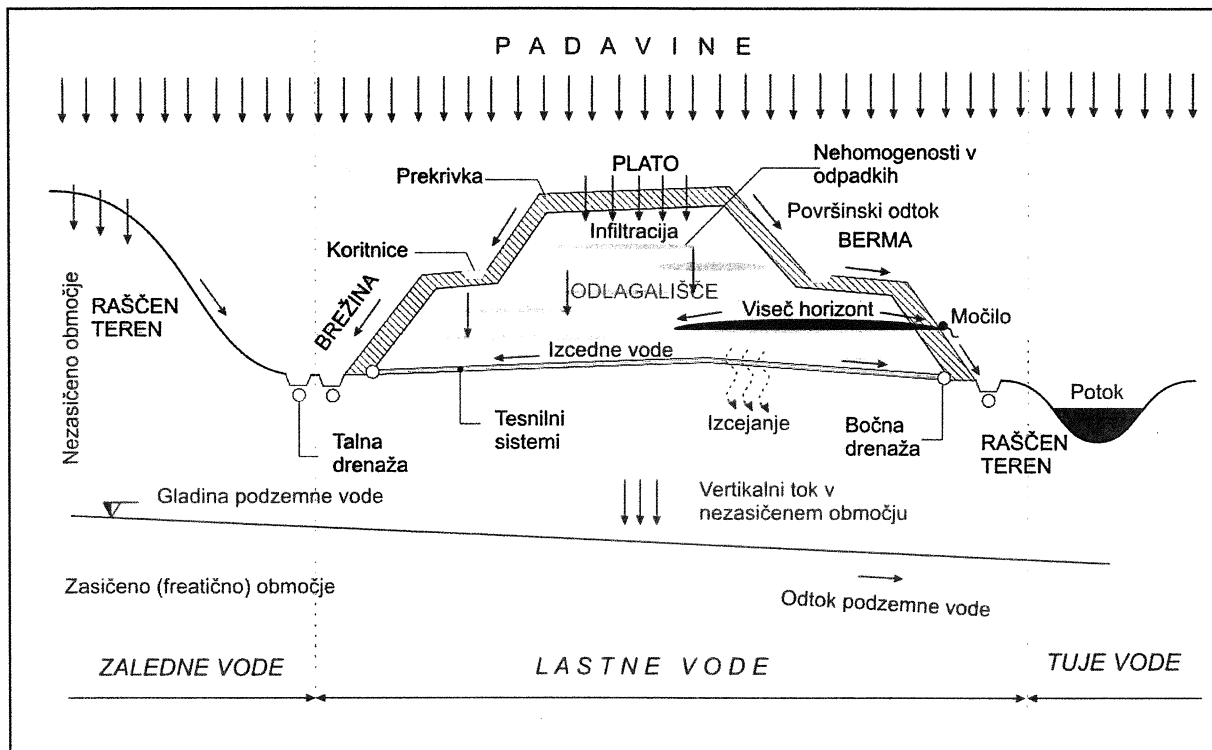
Opadne vode so v Uredbi posredno opredeljene kot vode, ki jih lahko opredelimo kot tiste, ki nastanejo v tehnoloških procesih. V 40. členu Uredbe so omenjene »tehnološke odpadne vode iz naprav za čiščenje odlagališčnega plina« in » ... od ostale odpadne vode, ki nastaja v območju odlagališča«. V 2. členu je omenjen »sistem odvajanja izcednih in odpadnih vod.«

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. 50. 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 9).

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 9. Konceptualni model vodnega kroga na odlagališču odpadkov

Dejanska geometrija odlagališča Mala Mežakla odstopa od konceptualnega modela prikazanega na zgornji sliki (Slika 9). Odlagališče se zaradi narave peskokopa, v katerem je nastalo, nahaja v t.i. odlagalni kotanji. Zaradi tega je narava interakcije odlagališča in voda nekoliko drugačna kot na odlagališčih, ki so zgrajena v nasipih. Kljub temu pa je konceptualna razdelitev voda veljavna tudi na odlagališču Mala Mežakla.



Slika 10. Pogled na odlagalni prostor – kotelj o odlagališča Mala Mežakla (pogled v smeri proti jugozahodu – stanje junij 2006)

## 5.2 Izhodišča za analizo sistemov za odvajanje odlagališčnih vod

Vode v celotnem vodnem krogu odlagališča opredelimo kot odlagališčne vode.

Glede na interakcijo odlagališča in vod razdelimo odlagališčne vode na tri skupine (Slika 9):

- a) lastne vode so vode, ki so posledica padavin na odlagalnem telesu in vode, ki so rezultat diagenoze 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 (Slika 9). 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).

Do eksfiltracije lahko prihaja tudi na območju odlagališča odpadkov. Odpadki so praviloma zelo nehomogeni, zlasti na starejših odlagališčih lahko znotraj odpadkov nastopajo posamezna slabo prepustna območja, ki preprečujejo hitro prenikanje izcednih voda iz višjih predelov odlagališča. V takšnih primerih se oblikujejo viseči horizonti izcedne vode, ki jo opredelimo kot visečo vodonosno strukturo (Slika 9). Če se nehomogenost razteza tako, da sega tudi do robov odpadkov – do brežine, se lahko na slednjih pojavijo tudi območja močil. Takšna močila vplivajo na prekrivko in na stabilnost brežin.

### **5.2.1 Odvodnja površinske vode**

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 podlagi izbranega kritičnega naliva.

Ločimo naslednje jarke:

- jarek v kamnu,
- jarek s kamnom v betonu,
- koritnice – hudourniške kanalete.

Površinsko vodo lahko odvajamo tudi s cevno kanalizacijo in prepusti.

### **5.2.2 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 cevni 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 dimenzionirana 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 uvrtnjem ali vtisnjenjem, zgrajene iz zrn peska, proda, drobljenca ali z drenažnimi trakovi.

### **5.2.3 Tesnilni sistemi**

Tesnilni sistemi so konstrukcije, 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.

## **5.3 Pregled sistema za odvajanje odlagališčnih vod na območju Mala Mežakla**

Pregled sistema odlagališčnih voda na območju odlagališča Mala Mežakla je razdeljen na poglavja:

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

### **5.3.1 Opredelitev tipa voda**

Glede na interakcijo odlagališča in vod imamo na območju odlagališča Mala Mežakla opraviti le z dvema skupinama odlagališčnih vod; lastnimi in zalednimi vodami. Pogojno obstaja tudi kontakt s tujimi vodami.

### 5.3.2 Pregled sistemov za odvajanje lastnih vod

#### Stanje naprav

Lastne vode na območju odlagališča Mala Mežakla predstavljajo:

- 1) izcedne vode,
- 2) lastne padavinske vode.

Na novem delu odlagališča v osrednjem in zahodnem delu odlagalne kotanje so izcedne vode zajete v celoti in preko kanalizacijskega voda speljane na čiščenje na Centralno čistilno napravo Jesenice.

Sistem za zajem izcednih vod je sestavljen iz

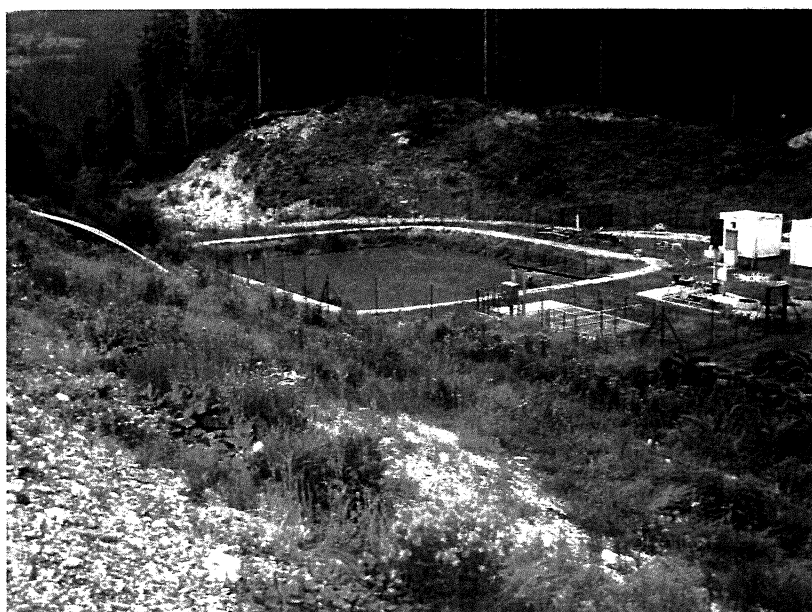
- a) drenažnega sloja,
- b) cevnega drenažnega sistema,
- c) bazena za izcedne vode,
- d) priključka izcednih vod na kanalizacijo.

Drenažni sloj: Izcedne vode se na odlagališču Mala Mežakla stekajo v drenažni sloj, ki ga sestavlja 45 cm debela plast okroglo zrnatega materiala nekarbonatne sestave z granulacijo  $\phi$  8-32 mm.

Cevni drenažni sistem: Drenažni sistem sestavljata dve centralni drenažni cevi v celotni dolžini novega odlagalnega polja in trije kraki drenažnih cevi, ki so priključeni na glavni vod, ki vodi do bazena izcednih vod. Drenažne cevi so iz PEHD premera  $\phi$  225 mm in perforirani z 8,8 % vstopne površine za izcedno vodo. Sistem drenažnih cevi je dostopen za čiščenje.

Bazen za izcedne vode: Izcedne vode v bazen za stari in novi del odlagališča dotekajo ločeno. Iztok je gravitacijski. Bazen je armiranobetonski objekt (dolžina 5 m, širina 4 m in višina 7 m), dimenzioniran na tri-dnevno nabiro izcednih vod. Koristni volumen bazena znaša 150 do 200 m<sup>3</sup>. V bazenu se nahajata dve potopni črpalke kapacitete 10 l/s, ki prečrpavata izcedno vodo preko merilca pretoka v kanalizacijski vod.

Priključek izcednih vod na kanalizacijo: Kanalizacijski vod od bazena za izcedne vode do kanalizacije v dolini je zaradi višinske razlike 120 m zahteven. Vod je iz PEHD materiala premera 200 mm. Cevovod je prekrit s 25 cm plastjo peščenega filtra na temenu, ki ga varuje pred mehanskimi poškodbami. Izcedna voda iz bazena nato teče preko zatesnjenega jaška na travniku do jaška na Počivališču Hrušica, kjer se pridruži kanalizaciji iz Mejnega platoja Karavanke, od tod pa v glavni kanalizacijski kolektor in na čiščenje na Centralno čistilno napravo Jesenice.



Slika 11. Pogled na sistem za zbiranje izcednih voda (betonska bazena pokrita z rešetkami) in bazen meteornih vod – pogled proti severu – junij 2010

Odvodnja lastnih padavinskih vod je rešena z odvodnim sistemom znotraj odlagališča. V predelu odlagališča, ki še ni zasut z odpadki, padavinske vode odtekajo gravitacijsko. Ponikajo v drenažni sistem na bermah. Od tod se vode vodijo v bazen padavinske vode na skrajnem severnem delu odlagališča. Presežek padavinskih voda se ob intenzivnejših nalivih ali dolgotrajnih padavinah odvaja v meteorno kanalizacijo z iztokom v prepust pri bencinskem servisu na Spodnjem Plavžu in dalje v naravni odvodnik – reko Savo.

Bazen kapacitete 800 m<sup>3</sup> ima dvojno vlogo, služi kot zbiralnik padavinskih voda ob hudih nalivih in omogoča kontrolirano spuščanje vode v dolino, hkrati služi kot rezervoar za požarno vodo, ki jo je možno koristiti v primeru požara na odlagališču. V ta namen ima zgrajen pristopni pomol za nameščanje gasilnih črpalk.

### Pregled naprav

V primeru preseganja opozorilnih sprememb se izvede pregled:

- a) cevnega drenažnega sistema
- b) bazena za izcedne vode
- c) priključka izcednih vod na kanalizacijo
- d) kanalizacije izcednih vod
- e) bazena padavinskih vod
- f) kanalizacije padavinskih vod

Pregled cevnega drenažnega sistema. V skladu z *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla* se dvakrat letno izvede čiščenje z visokotlačno raketo. Enkrat letno se drenažo z daljinsko vodeno kamero posname na videokaseto. Pregled opravi za to

usposobljena strokovna oseba, ki izdelava tudi poročilo o stanju drenaže. Poročilo poda ugotovitelne sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo drenažnega sistema.

Manjše napake se odpravijo s pomočjo daljinsko vodenega (robotnega) sistema s katerim praviloma razpolagajo izvajalci pregleda drenažnega sistema. Takšna sanacija obsega točkovno sanacijo z zalednim injiciranjem, nanos zaščitnih plasti ali preplastitev. V primeru večjih poškodb se k sanaciji pristopi projektno v okviru ostalih sanacijskih del.

Pregled bazena za izcedne vode. V skladu z *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla* se enkrat letno s počrpanjem očistiti usedlino v bazenu za akumulacijo izcedne vode. Usedlino se odlaga na odlagališče.

V primeru preseganja opozorilnih vrednosti se izmenično izčrpata oba bazena za izcedne vode. Odstrani se usedlina ter z vodnim tlačnim curkom očisti stene bazena. Za to usposobljena strokovna oseba izvede podroben pregled ostenja in dna bazena. Posebno pozornost posveti pojavu morebitnih razpok in kavern v stenah betona. O pregledu se izdelava poročilo in poda ugotovitelne sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo bazenov.

Pregled priključka izcednih vod na kanalizacijo se izvede v primeru prekoračenja opozorilnih vrednosti na opazovalnih vrtnah PMM-2 in PMM-5. Opravi se vizualni pregled, ki se ga izvede istočasno s pregledom kanalizacije izcednih vod. Poročilo o pregledu se vključi v poročilo o pregledu kanalizacije izcednih vod.

Pregled kanalizacije izcednih vod se izvede v primeru prekoračenja opozorilnih vrednosti na opazovalnih vrtnah PMM-2 in PMM-5. Pregled se izvede z daljinsko vodeno kamero in posname na videokaseto ali drug ustrezen digitalni nosilec. Ta postopek se izvede hkrati s pregledom kanalizacije padavinskih vod. Pregled opravi za to usposobljena strokovna oseba, ki izdelava tudi poročilo o stanju kanalizacije izcednih vod. Poročilo poda ugotovitelne sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo kanalizacije izcednih vod.

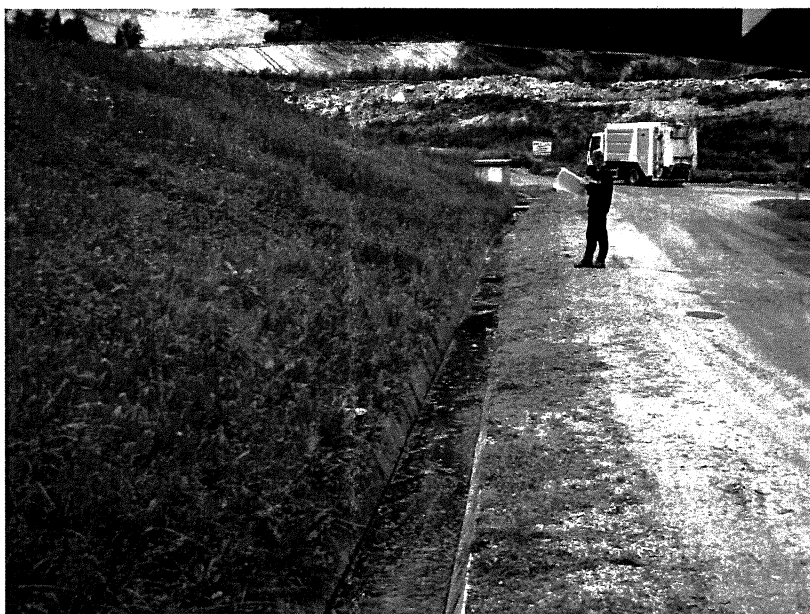
Istočasno s pregledom s kamero se izvede tudi vizualni pregled trase cevovoda od izcednih bazenov do dna doline.

Pregled kanalizacije padavinskih vod se izvede v primeru prekoračenja opozorilnih vrednosti na opazovalnih vrtnah PMM-2 in PMM-5. Ta postopek se izvede hkrati s pregledom sistema kanalizacije izcednih vod. Pregled se izvede z daljinsko vodeno kamero in posname na videokaseto ali drug ustrezen digitalni nosilec. Pregled opravi za to usposobljena strokovna oseba, ki izdelava tudi poročilo o stanju kanalizacije padavinskih vod. Poročilo poda ugotovitelne sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo kanalizacije padavinskih vod.

Istočasno s pregledom s kamero se izvede tudi vizualni pregled trase cevovoda od bazena padavinskih vod do dna doline.

Pregled bazena padavinskih vod se izvede vizualno. V okviru rednih pregledov, ki jih predvideva *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla* se izvaja

vizualni pregled. Opažene posebnosti se vpisujejo v obratovalni dnevnik. Iztok iz bazena padavinskih vod je kontroliran s prelivom v primeru visokih vod in s hidravlično zaslonko. V primeru znižanja nivoja vode pod nivo, ki ga določa hidravlična zaslonka, se bazen izprazni. Z dna se očistijo usedline in s tlačnim curkom očistijo stene bazena. Izvede se natančen vizualni pregled. Posebno pozornost se posveti pojavu morebitnih raztrganin, lukenj in razpok v dnu. O pregledu se izdela poročilo in poda ugotovitvene sklepe, ki so osnova za nadaljnje odločitve v zvezi z morebitno sanacijo bazena.



Slika 12. Jarek za odvod padavinskih zalednih vod – dovozna cesta pogled proti zahodu – junij 2006

### 5.3.3 Pregled sistemov za odvajanje zalednih vod

#### Stanje naprav

Odlagališče Mala Mežakla leži v kotanji, zaradi česar tečejo vse zaledne vode proti odlagališču in s tem proti odpadkom. Sistem za zbiranje zalednih vod na območju odlagališča Mala Mežakla je sestavljen iz:

- a) sistema za zajem zalednih padavinskih voda,
- b) sistema za zajem zalednih podzemnih voda.

Sistem za zajem zalednih padavinskih – površinskih voda. Odlagališče na Mali Mežakli leži tik pod strmim pobočjem Male Mežakle, s katerega se padavinske vode stekajo v smeri proti skledi odlagališča. Zaradi preprečevanja dotoka zalednih vod v območje odlagališča je okoli celotnega odlagališča zgrajen zaledni jarek z odvodnjo v ponikovalne jame.

Sistem za zajem zalednih podzemnih vod. Podzemne vode so na odlagališču Mala Mežakla zajete s sistemom drenažnih jarkov, ki so izkopani pod dnom odlagališča. Na globini 1,2 m pod dnom odlagališča so položene drenažne PEHD cevi premera  $\phi$  200 mm v smeri vzhod-zahod.

Z dvema drenažnima odvodnikoma  $\phi$  280 mm v smeri jug-sever se zbirajo v zbirnem jašku, odkoder se po cevi vodijo pod nasipom v jarek za odvodnjo zalednih meteornih vod.

### Pregled naprav

Pregled naprav za zajem zalednih voda se izvaja periodično z vizualnim pregledom v skladu z *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla*. Opažene posebnosti se vpisujejo v obratovalni dnevnik.

Podroben pregled naprav za zajem zalednih voda se opravi na podlagi sklepov vodne bilance izcednih vod. Osnova za izvedbo pregleda je povečanje vodne bilance izcednih voda. Izračun vodne bilance more temeljiti na primerjavi količine padavin  $P$ , izračuna realne evapotranspiracije  $ETR$  in volumna izcednih voda  $V_{izced}$ . Ob ustreznem delovanju sistema za odvajanje zalednih voda mora biti odnos – razmerje med  $P$ ,  $ETR$  in  $V_{izced}$  skozi daljše obdobje več let stabilen. Če se kvocient

$$c = \frac{P - ETR}{V_{izced}}$$

glede na dolgoletno povprečje poveča za faktor 1,25 se pristopi k podrobnemu pregledu sistema za odvodnjo zalednih vod.

Izvede se podroben pregled trase zalednega jarka za odvod padavinske vode. Vizualno se preverijo stiki kanalet jarka.

Izvede se vizualni pregleda ponikovalnih jam.

Pregled drenaž v podlagi odlagališča za odvod podzemne vode se izvede z daljinsko vodeno kamero in posname na videokaseto. Pregled opravi za to usposobljena strokovna oseba, ki izdela tudi poročilo o stanju drenaž podzemne vode.

V sklopu teh pregledov se pred pregledovanjem z daljinsko vodeno kamero odvzame in opravi analizo kemijskega stanja drenažnih voda. Izvedejo se analize osnovnih parametrov: TOC – skupni organski ogljik, AOX – adsorbiljivi organski halogeni, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, kloridi, ortofosfati in bor.

Na podlagi izvedenih pregledov se v sodelovanju med gradbenim projektantom, hidrogeologom in izvajalcem obratovalnega monitoringa podzemne vode izdela poročilo, ki poda nadaljnje ukrepe.

Manjše napake se odpravijo s pomočjo daljinsko vodenega (robotnega) sistema s katerim praviloma razpolagajo izvajalci pregleda drenažnega sistema. Takšna sanacija obsega točkovno sanacijo z zalednim injiciranjem, nanos zaščitnih plasti ali preplastitev. V primeru večjih poškodb se k sanaciji pristopi projektno v okviru ostalih sanacijskih del.

### 5.3.4 Pregled sistemov za odvajanje tujih vod

#### Stanje naprav

Na neposrednem vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla tujih voda ni. Kot tuje vode lahko obravnavamo tok reke Save, ki predstavlja lokalno erozijsko bazo in robni pogoj podzemnim vodam na območju odlagališča Mala Mežakla.

Volumski pretok reke Save je nekaj velikostnih redov večji od dotoka podzemne vode z vplivnega območja odlagališča. Zaradi efektov razredčenja predvidevamo, da morebitnega onesnaženja, ki bi izviralo iz območja odlagališča Mala Mežakla v reki Savi ne bo zaznati.

#### Pregled

Pregledovanje stanja tujih voda zaradi vpliva odlagališča odpadkov Mala Mežakla na podzemne vode ni potrebno. Vplive na tuje vode se ugotavlja preko monitoringa podzemne vode v opazovalnih vrtnah ob vznožju Male Mežakle (vrtine PMM-2, PMM-4, PMM-5 in PMM-6).

## 6 Načrt pregleda stabilnosti objektov

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

### 6.1 Izhodišča

Zaradi pojava nestabilnosti brežin in poškodb tesnilnih sistemov na površini lahko pride do preusmeritve tokovnih poti izcednih voda in padavinske vode, ki se infiltrira direktno v odpadke ali skozi prekrivko v odpadke. Tako lahko pojavi močil na brežinah ali pojavi erozije brežin povzročijo, da izcedne vode ne odteka v drenažne sisteme, zaradi erozije prekrivke pa se poveča stopnja infiltracije v odlagalno telo s tem pa tudi količina vode v drenažnih sistemih.

Povečana infiltracija padavinskih vod in pojavljanje močil na brežinah povzroči dodatno povečanje potenciala nestabilnosti brežin in zmanjšanje varnostnega faktorja.

Hidravlične lastnosti odpadkov so praviloma zelo heterogene. Kot medij so odpadki zelo neenakomerni, med seboj se izmenjujejo območja v katerih imamo opraviti z relativno drobnozrnato frakcijo odpadkov z območji, v katerih imamo opraviti z debelo zrnato frakcijo odpadkov. Prav tako so znotraj odpadkov pogoste horizontalne bariere (npr. lesene ali kovinske plošče), ki preprečujejo vertikalni odtok izcednih vod. Takšna heterogenost odpadkov povzroča, da se lokalno poleg vertikalnega odtoka znotraj odpadkov pojavlja tudi pretežno horizontalen tok vode.

Intenziteta padavin se skozi leto spreminja. Občasno nastopajo intenzivni nalivi, ki imajo zelo velik erozivni potencial. Ta erozivni potencial je večji v primeru odsotnosti ali slabo razvite zarasti na prekrivki. Zaradi erozivnosti padavin se pojavijo erozijski jarki, ki načnejo integriteto prekrivke. Spremenijo njeno zgoščenost in s tem povečajo njeno prepustnost. V skrajnem primeru pa padavine v celoti odnesejo prekrivko in odpadki so izpostavljeni direktni infiltraciji in eroziji padavinske vode.

Zaradi heterogenosti in diagenoze se odpadki praviloma posedajo. To posedanje je neenakomerno in časovno spremenljivo. Zaradi razlik v velikosti posedkov govorimo o diferencialnih posedkih. Časovno odvisnost posedkov zasledujemo s posedalnimi ploščami, ki se jih vgradi na posamezna v naprej predvidena območja, ki se jih predvidi s projektom.

### 6.2 Stanje brežin v naravi

Celotno odlagališče Mala Mežakla se nahaja v kotanji. Zaradi tega večjih nestabilnosti odpadkov ni pričakovati. Pojavijo se lahko le lokalni zdrsi odpadkov zaradi erozivnosti padavin ter lokalni (malo verjetni) zdrsi prekrivke na starem delu odlagališča.

Na območju odlagališča Mala Mežakla so možni pojavi nestabilnosti na območju izven neposrednega odlaganja odpadkov. Takšni pojavi so možni na južnem obrobju odlagališča in na

severnem obrobju, na območju trase cevovodov kanalizacije izcednih vod in kanalizacije padavinskih vod.

Na južnem obrobju odlagališča so v morfologiji terena vidni pojavi gruščnatih tokov, to je daljših zdrsov grušča, ki priteče izpod severnega ostenja Mežakle. V sedimentih gruščnatih tokov so nekdanje izkoriščali tudi peskokop Gozdnega gospodarstva južno nad odlagališčem, ki pa je danes zaprt. Ob zelo intenzivnih padavinah so možni pojavi gruščnatih tokov iz predela južno od odlagališča. V skrajnem primeru lahko ti tokovi dosežejo tudi odpadke.

Do pojava zdrsa zemljine na trasi cevovodov, danes že saniranega pojava, je v preteklosti že prišlo. Zaradi izvedene sanacije je ponoven pojav zdrsa malo verjeten. Do zdrsov lahko pride v primeru puščanja cevovodov ali ob ekstremnih padavinah.

### 6.3 Pregled stabilnosti brežin

V skladu z *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla* se kontrola stabilnosti odlagalnega telesa izvaja z naslednjimi postopki:

- vsakodnevno, vsekakor pa po vsakem obilnem deževju se pregleda vse dele odlagališča in sanira morebitne posledice erozije ali druge poškodbe nastale na odlagališču;
- enkrat letno se geodetsko posname višinske kote iz katerih se potem ugotovi količina odloženih odpadkov in nakloni nasipov, etaž in posedki ter druge spremembe, ki vplivajo na stabilnost odlagališča, izračuna se zapolnjenost in prosta kapaciteta odlagališča;
- trikrat letno se opravi termovizija telesa odlagališča, s katero se ugotavlja temperaturna dogajanja v telesu odlagališča, s tem pa kvaliteta vgrajevanja odpadkov v odlagalno telo. Ob morebitnih kritičnih temperaturnih dogajanjih je potrebno kritično mesto sanirati v najkrajšem času (odpadke odkopati in ponovno kompaktirati);
- prekrivanje delov odlagališča in rekultivacija na zaprtem delu telesa odlagališča se izvaja po potrebi v skladu s polnjenjem odpadkov v deponijsko skledo. Izvaja se prekrivanje mirujočih delov aktivnega polja s folijo.

Vse evidence v zvezi s temi pregledi se vpisujejo v obratovalni dnevnik.

Pregledovanje brežin je razdeljeno na redne preglede, ki se izvajajo v skladu z *Načrtom ravnanja z odpadki za odlagališče za nenevarne odpadke Mala Mežakla* 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.

Pregled stabilnosti odlagališča na območju odlagališča Mala Mežakla razdelimo v dva segmenta. Pregled starega in novega odlagalnega telesa.

Pregled starega odlagalnega telesa obsega:

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

Pregled novega odlagalnega telesa obsega:

Redni pregled	Periodični pregled
vizualni pregled odlagalnega telesa	geodetske meritve površine (izmere kot nadmorskih višin)
pregled stanja prekrivke	pregled stanja okolice odlagališča, vizualni pregled južnih brežin pobočja Mežakle in severne brežine pod odlagališčem
registracija pojavov površinske erozije	

V primeru preseganja opozorilnih sprememb se izvede periodični pregled odlagališča in identificirajo točke, ki bi lahko povzročile vplive na kemijsko stanje podzemne vode.

#### 6.4 Pregled širšega območja odlagališča

Stanje stabilnosti brežin v širšem območju odlagališča se ugotavlja tako v fazi normalnega obratovanja, kot tudi v primeru preseganja opozorilnih sprememb v podzemni vodi.

Širši pregled območja se izvede periodično – enkrat letno in o tem se napiše poročilo. V poročilu se izvede primerjavo s predhodnimi pregledi. Pregledi se izvedejo tako v gorvodni kot tudi v dolvodni smeri, glede na tok podzemne vode.

Enkrat na pet let naj pregled brežin v širšem območju, ki bi lahko vplivala na odlagališče, pregleda strokovnjak za stabilnost brežin. Stanje na terenu mora biti dokumentirano s fotografijami in zabeleženo v poročilu, sestavni del poročila je topografska karta s prostorskim prikazom zabeleženih pojavov. V poročilu mora biti podana tudi primerjava s predhodnim stanjem. Podana morajo biti ustrezna opozorila.

## 6.5 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,
- 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.

## **7 Ocena razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju**

V tem podglavju obravnavamo zahteve 7. alineje iz člena 6.a.

### **7.1 Teoretična izhodišča**

Razširjenost onesnaževal na vplivnem območju je možno opredeliti na podlagi poznavanja geometrije vodonosnikov in vodonosnih struktur na vplivnem območju in na neposrednem območju odlagalnih teles. Poznati moramo lego podzemne vode v prostoru in v tleh, pojavljanje hidrogeoloških barier in območij napajanja, ki usmerjajo tok podzemne vode ter fizikalnih karakteristik vodonosnika (koeficient prepustnosti, poroznost, koeficient elastičnega uskladičenja in koeficient transmisivnosti). Te lastnosti se prikažejo v konceptualnem modelu.

Ta hidrogeološki konceptualni model je osnova za analizo širjenja in razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju. Če želimo opredeliti razširjenost onesnaževal v prostoru – v tleh, je na podlagi identificiranih onesnaževal potrebno poznati njihove sorpcijske karakteristike glede na naravo zemljin (sedimentov) v tleh in njihovo disperzivnost, to je kako se bodo ta onesnaževala razširila v vodonosniku.

Pri obravnavi razširjenosti onesnaževal v vodonosnikih (poroznem mediju), se je potrebno zavedati dejstva, da imamo opraviti z zelo kompleksnimi mehanizmi, ki jih lahko opredelimo le na podlagi obsežnih in pogosto dragih raziskav. Zaradi tega je potrebno uporabiti fazni pristop. Stopnjo poznavanja naravnih danosti vplivnega območja na katerem leži odlagališče je potrebno izboljševati ves čas trajanja odlaganja in ne le v primeru, ko pride do prekoračitve opozorilnih sprememb.

#### **7.1.1 Fizična karakterizacija območja**

Karakterizacija območja je namenjena opredelitvi geometrijskih karakteristik vodonosnikov in vodonosnih struktur v neposrednem območju odlagališča in na njegovem vplivnem območju ter določitvi fizikalnih karakteristik zemljin (sedimentov), ki te strukture tvorijo.

Karakterizacija se izvaja s pomočjo:

- a) sondažnega vrtanja,
- b) geofizikalnih raziskav,
- c) klasičnih metod geološkega kartiranja,
- d) hidrogeoloških raziskav.

Na podlagi raziskav namenjenih karakterizaciji območja se izdelata konceptualni model odlagališča in njegovega vplivnega območja.

Konceptualni model odlagališča in njegovega vplivnega območja se gradi s poudarkom na analizi širjenja onesnaževal. Določi se prostorska lega ključnih geoloških struktur, ki vplivajo na smer toka podzemne vode v prostoru. Na podlagi tega se določi negotovosti modela in morebitne zahteve po dodatnih raziskavah.

### 7.1.2 Karakterizacija sorpcijskih lastnosti zemljin

Sorbpcija onesnaževala v podzemni vodi je posledica interakcije med onesnaževalom in mineralno fazo – trdnimi delci v vodonosniku. V splošnem sorpcijske procese razdelimo na adsorbpcijo, 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 adsorbpcijo.

Enako teorijo masnega toka skozi vodonosnik uporabimo tudi pri interpretaciji sledilnih poizkusov.

Sorbpcija upočasnjuje tok onesnaževala, temu procesu pravimo zadrževanje ali retardacija. Opredelimo jo kot

$$R = \frac{q}{q_c} = 1 + \frac{\rho_b}{n} K_d$$

kjer je

$R$  – retardacijski koeficient

$q$  – hitrost toka

$q_c$  – 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 počasneje kot sama podzemna voda. Ko pride do sorbcije, vezane snovi ostanejo tam, dokler se fizikalno kemijski pogoji v vodonosniku ne spremenijo.

V veliki večini primerov lahko ravnotežno adsorbpcijo 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 sorpcijske izoterme. Tako zgornja enačba podaja linearno sorpcijsko izotermo. 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. Poleg eksperimentalnih meritev se  $K_{oc}$  določi tudi s pomočjo podatkov o topnosti posameznih spojin oziroma koeficienta porazdelitve  $K_{ow}$  ki podaja topnost snovi v oktanolu. V ustreznih priručnikih poiščemo vrednosti za posamezne koeficiente glede na spojine s katerimi imamo opraviti. Podatek o  $f_{oc}$  izhaja iz terenskih meritev v sedimentu.

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 posebej za to pripravljenih kolonah, kjer sorbcijo opazujemo v pogojih toka – strujanja onesnaževala skozi sediment – zemlino.

### 7.1.3 Zasičeno območje

Masni transport v zasičenem območju podzemne vode poteka tam, kjer so pore v celoti zasičene z vodo. Na podlagi tega lahko opredelimo tri glavne transportne procese, ki nastopajo v zasičenem območju:

- a) Difuzija – onesnaževala se gibljejo z območja z višjo koncentracijo proti območju z nižjo koncentracijo, tudi če se podzemna voda ne premika pod vplivom hidravličnega gradienta.
- b) Advekcija – onesnaževala se prenašajo s tokom vode.
- c) Disperzija – onesnaževala se lokalno prerazporejajo zaradi razlik v toku vode skozi pore.

Do difuzije bo prihajalo vse dotlej, dokler bo obstajal gradient koncentracij. Masa onesnaževal, ki se v porah premika z difuzijo, je proporcionalna koncentracijskemu gradientu, ki ga lahko izrazimo z prvim Fickovim zakonom. Ta je v eni dimenziji definiran kot:

$$F = -D_d \frac{dC}{dx}$$

kjer je

F = masni tok onesnaževala

$D_d$  = difuzijski koeficient

C = koncentracija onesnaževala

$dC/dx$  = gradient koncentracij

Negativni znak označuje gibanje onesnaževal z območja z višjo koncentracijo proti območju z nižjo koncentracijo.

V primeru, ko se koncentracije spreminjajo s časom velja drugi Fickov zakon. V eni dimenziji je definiran kot

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_d \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

kjer  $\partial C/\partial t$  označuje spremembo koncentracije s časom.

Do difuzije v poroznem mediju ne prihaja tako hitro kot v primeru proste vode (npr. v jezerih). Delci onesnaževal morajo opraviti daljšo pot skozi pore in okoli zrn, ki tvorijo te pore. To upoštevamo ob dejstvu, da uvedemo difuzijski koeficient  $D^*$ . Definiran je kot

$$D^* = \omega D_d$$

kjer je  $\omega$  koeficient povezan z vijugavostjo. Ta je definirana kot razmerje med dejansko dolžino poti, ki ga opravi posamezen delec onesnaževala v poroznem mediju in najkrajšo razdaljo med začetno in končno točko poti delca. Vrednost  $\omega$  je vedno manjša od 1 in jo določimo z difuzijskimi eksperimenti.

Onesnaževala, ki so raztopljena v vodi, potujejo z vodo skozi pore. Ta proces imenujemo adveksijski transport ali konvekcija. Masa raztopine, ki je transportirana je funkcija koncentracije raztopljene snovi in količine vode, ki se pretaka skozi porozni medij. Za enodimenzionalni tok, ki poteka pravokotno na enotno površino, je pretok enak produktu povprečne linearne hitrosti in učinkovite poroznosti ter je definiran kot

$$v_x = \frac{K}{n_e} \frac{dh}{dl}$$

kjer:

$v_x$  = povprečna linearna hitrost

$K$  = koeficient poroznosti  
 $n_e$  = efektivna poroznost  
 $dh/dl$  = hidravlični gradient

Zaradi advekcije je enodimenzionalni masni tok  $F_x$  enak produktu pretoka vode s koncentracijo raztopljenih onesnaževal in je definiran kot:

$$F_x = v_x n_e C$$

Tako enodimenzionalno advekcijo definiramo kot:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v_x \frac{\partial C}{\partial x}$$

Če bi izhajali le iz te enačbe, bi se masni transport v homogenem izotropnem mediju odražal z ostro in ravno fronto. Vendar temu ni tako, vzrok za postopen prehod leži v disperziji.

V poroznem mediju se voda giblje hitreje kot znaša njena povprečna hitrost preko celega prečnega profila vodonosnika. V dovolj velikem volumnu vode se hitrost vode v porah povpreči, k temu pripomorejo trije pojavi masnega transporta: (i) ko se tekočina premika skozi pore je njena hitrost največja na sredini por, najmanjša pa je na robovih por, (ii) v poroznem mediju bodo nekateri delci prepotovali daljšo pot kot drugi, pot nekaterih delcev vode bo bolj linearna kot pot drugih, (iii) nekatere pore so večje od drugih, zaradi tega omogočajo hitrejše premikanje vode.

Zaradi razlik v hitrosti vode se onesnaževalo v porah ne premika enakomerno in z enako hitrostjo, zaradi česar prihaja do mešanja tega onesnaževala vzdolž njegove poti. Takšno mešanje imenujemo mehanska disperzija in povzroča raztapljanje onesnaževala vzdolž poti, zaradi česar je fronta njegovega napredovanja neenakomerna. Mešanju, ki se dogaja vzdolž poti pravimo longitudinalna ali vzdolžna disperzija. Onesnaževalo se bo poleg vzdolžnega razširjanja razširjalo tudi pravokotno na smer toka, ker se pore spreminjajo tudi v tej smeri. Rezultat tega procesa je transferzalna ali prečna disperzija.

Če predpostavimo, da mehansko disperzijo opišemo s Fickovim zakonom difuzije in da je količina mehanske disperzije funkcija povprečne linearne hitrosti lahko vpeljemo koeficient dinamične mehanske disperzije. Ta je značilnost vsakega posameznega poroznega medija in je določena kot produkt disperzivnosti  $\alpha$  in povprečne linearne hitrosti  $v_x$ .

V vodi, ki teče skozi porozni medij difuzivnosti ne moremo zanemariti. Mehansko disperzijo in difuzivnost združimo, oba parametra skupaj definirata hidrodinamski disperzijski koeficient  $D$ . Pri dvodimenzionalnem toku koeficiente opredelimo kot:

$$D_L = \alpha_L v_i + D^*$$

$$D_T = \alpha_T v_i + D^*$$

kjer

$D_L$  = hidrodinamični disperzijski koeficient vzporeden toku podzemne vode (longitudinalni - vzdolžni)

$D_T$  = hidrodinamični disperzijski koeficient pravokoten na tok podzemne vode (transversalni - prečni)

$\alpha_L$  = longitudinalna dinamična disperzivnost

$\alpha_T$  = transferzalna dinamična disperzivnost

S kombinacijo zgornjih enačb in z izbiro ustreznih začetnih in robnih pogojev lahko opišemo dvodimenzionalni transport nereaktivnega onesnaževala. V dvodimenzionalnem sistemu se adveksijsko disperzijska enačba glasi:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D_T \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - v_x \frac{\partial C}{\partial x}$$

Nekatera onesnaževala se na mineralno fazo v vodonosniku vežejo z različnimi sorpcijskimi procesi. Prav tako lahko v vodonosnikih pride do različni oblik razpada onesnaževal (npr. pri pesticidih). V takšnem primeru celoten masni transport v vodonosniku zapišemo v naslednji obliki:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_L \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v_x \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{\rho_d}{n} \frac{\partial C^*}{\partial t} + \left( \frac{\partial C}{\partial t} \right)_{rxn}$$

kjer je

$\rho_d$  – prostorninska gostota vodonosnika

$n$  – poroznost

$C^*$  - količina raztopine, ki se sorbira na enoto mase trdne snovi (mineralnega matriksa vodonosnika)

$rxn$  – člen ki označuje kemijsko ali biološko reakcijo

Tako prvi člen na desni strani enačbe opredeljuje disperzijo, drugi advekcijo, tretji sorbcijo in četrti reakcijo razpada ali tvorbe novih spojin.

V praksi te enačbe rešujemo z različnimi analitičnimi modeli, najpogosteje in najbolj zanesljivo pa z numeričnimi modeli.

#### 7.1.4 Nezasičeno območje

V nezasičenem območju je masni transport v veliki meri odvisen od porazdelitve vode znotraj poroznega prostora – od volumske vsebnosti vlage. Smer transporta je v takšnih primerih vertikalna. Tako kot v nasičenem območju, se tudi v nezasičenem območju pojavi disperzija, ki pa je vezana predvsem na tok onesnaževal skozi film vode, ki je adsorbiran na zrna mineralnega matriksa. Teorija masnega toka v nezasičenem območju je mnogo bolj komplicirana kot v primeru nasičenega poroznega medija, vendar pa je osnovni tip enačb in njihova struktura podobna. Razlikujejo se predvsem glede na to, da so koeficienti odvisni od vlažnosti matriksa.

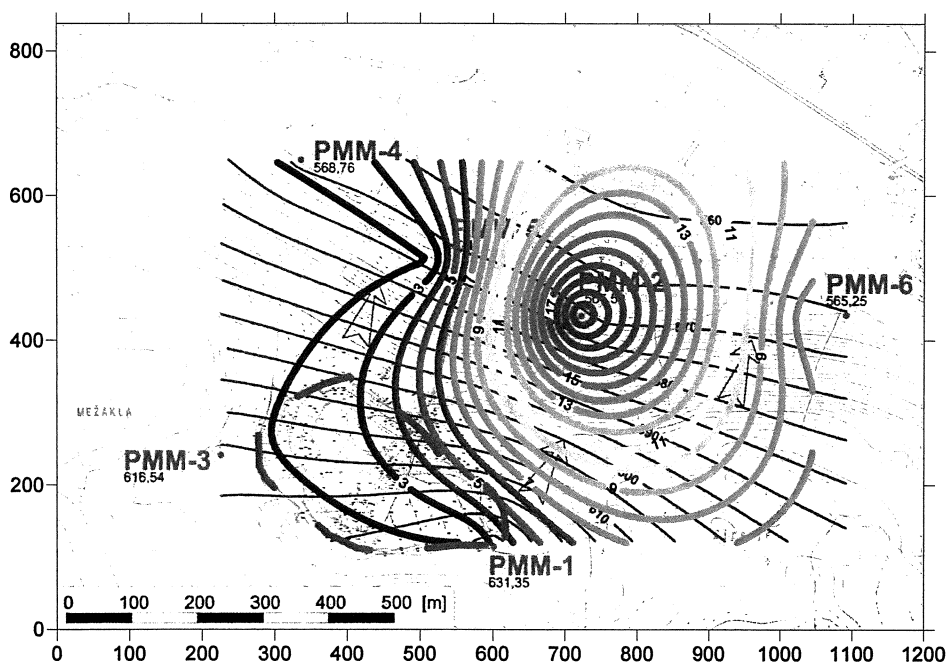
Zaradi poenostavitve masni tok v nezasičenem območju obravnavamo kot tok v zasičenem območju pod vplivom enotskega gradienta.

## 7.2 Ocena razširjenosti onesnaževal na vplivnem območju odlagališča Mala Mežakla

### 7.2.1 Kemijsko stanje podzemne vode

Iz poročila o izvajanju obratovalnega monitoringa kemijskega in količinskega stanja podzemne vode (»Poročilo o monitoringu podzemnih vod za odlagališče nenevarnih odpadkov Mala Mežakla za leto 2009« – Zavod za zdravstveno varstvo Maribor – marec 2010) izhajajo naslednje ugotovitve v zvezi z vplivanjem odlagališča Mala Mežakla na podzemne vode:

- najbolj izrazito so opozorilne spremembe izražene na opazovalni vrtini PMM-2; to je vrtina v dolvodni smeri in glede na smer toka podzemne vode tudi vrtina med katero je najkrajša razdalja med njo in stari delom odlagališča,
- na vrtini PMM-2 so bile v letu 2009 določene naslednje prekoračitve opozorilnih sprememb: osnovnih parametrov:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  in  $\text{Cl}^-$ , bor, indikativnih parametrov: bentazon,
- na vrtini PMM-5 (vrtina v dolvodni smeri):  $\text{Mg}^{2+}$  in  $\text{NO}_3^-$ .



Slika 13. Prostorski prikaz porazdelitve koncentracij  $\text{Cl}^-$  izraženih v mg/l v podzemni vodi – meritve november 2005

Iz rezultatov obstoječega monitoringa izhaja, da so vzdolž toka podzemne vode opažene spremembe kemijskega stanja, ki se odražajo v spremembah osnovnih parametrov. Od tipičnih onesnaževal - indikativnih parametrov so opozorilne spremembe dosežene le pri bentazonu.

Spremembe osnovnih parametrov kažejo na spremenjeno celotno kemijsko stanje vodonosnika v dolvodni smeri od odlagališča. Sprememb osnovnih parametrov ne moremo šteti za posamezna

onesnaževala, temveč za indikator stanja – geokemijskih razmer v vodonosniku. Da gre za spremenjeno kemijsko stanje podzemne vode pod vplivom odlagališča Mala Mežakla lahko razberemo iz slik, ki podajajo prostorsko porazdelitev koncentracij  $\text{Ca}^{2+}$  (Slika 8) in  $\text{Cl}^-$  (Slika 13) v podzemni vodi. Karta porazdelitve  $\text{Ca}^{2+}$  je izdelana s postopkom krigiranja, karta koncentracije  $\text{Cl}^-$  je izdelana s postopkom linearne interpolacije in triangulacije. Pri interpolaciji kart se moramo zavedati dejstva, da gre za grobo oceno prostorske porazdelitve, za podrobnejši prikaz bi potrebovali bolj gosto mrežo. Interpolacijske karte lepo prikazujejo linearno naraščanje koncentracij  $\text{Ca}^{2+}$  vzdolž toka podzemne vode in povečane koncentracije  $\text{Cl}^-$  v območju vrtnice PMM-2. Čeprav pri nobeni od zvrsti ne moremo govoriti o onesnaževalu, pa njihova prostorska porazdelitev nedvomno kaže, da odlagališče odpadkov vpliva na podzemno vodo. Prostorska porazdelitev koncentracij tudi kaže, da je smer toka topnih onesnaževal enaka smeri toka podzemne vode. Zlasti pri porazdelitvi  $\text{Cl}^-$  (Slika 13) vidimo, da je podzemna voda pod veliko večjim vplivom starega dela odlagališča, kot novega.

### 7.2.2 Postopek ocene razširjenosti onesnaževal v prostoru

Postopek ocenjevanja razširjenosti onesnaževal v prostoru na vplivnem območju Male Mežakle je dvofazen in je sestavljen iz dveh delov:

- a) predfaze,
- b) glavne faze.

Predfaza temelji na obstoječih rezultatih monitoringa in drugih razpoložljivih podatkih o odlagališču. Izjema je izvedba sledilnega poizkusa za določitev transportnih in fizikalnih karakteristik vodonosnika in nezasičenega območja pod odlagališčem. Na podlagi zbranih podatkov se v predfazi izvede preliminarno vrednotenje tveganj, ki so osnova za odločitve v naslednji glavni fazi. Glavna faza je osnova za nadaljnje odločitve v navezavi na projektne rešitve morebitne sanacije odlagališča. Podrobnosti glavne faze so podane v naslednjem poglavju.

Analiza v predfazi je sestavljena iz naslednjih korakov:

#### a) Identifikacija onesnaževal

Izdela se pregled vseh razpoložljivih rezultatov monitoringa podzemne vode in rezultatov drugih monitoringov, ki lahko nakažejo na razmere v vodnem krogu odlagališča. Izvede se primerjava indikativnih in osnovnih parametrov ter preračuni kemijskega stanja podzemne vode. Opredeli se kemijsko stanje vodonosnika pod odlagališčem na podlagi osnovnih parametrov, indikativni parametri pa se uporabijo kot kazalci za odlagališče specifičnih onesnaženj.

### b) Ocena fizikalnih parametrov vodonosnika in izdelava konceptualnega modela

Na podlagi razpoložljivih geoloških obdelav se zberejo podatki o koeficientih prepustnosti in poroznosti. Izdelava se prostorski konceptualni model širšega območja odlagališča. Izdelava se preglednica vrednosti, podajo se vrednosti razponov in ocenijo srednje vrednosti.

### c) Literaturni pregled značilnosti onesnaževal

Za anorganska onesnaževala se v literaturi, za dan tip sedimentov – zemljin, zberejo podatki o koeficientu porazdelitve  $K_d$ , oceni se vsebnost organske snovi  $f_{oc}$  v sedimentih - zemljinah, za organske spojine se zberejo podatki o koeficientu porazdelitve  $K_{ow}$ , iz katerega se zanje izračuna  $K_d$ . Iz literaturnih relacij se ocenijo koeficienti disperzivnosti  $\alpha_L$ ,  $\alpha_D$  difuzije  $D$  in mehanske disperzije  $D_L$ ,  $D_T$ . Izdelava se preglednica vrednosti, podajo se vrednosti razponov in ocenijo srednje vrednosti.

### d) Sledilni poizkus

Na območju starega dela odlagališča se izvede sledilni poizkus. Ta poizkus je namenjen natančnejšemu ugotavljanju hitrosti toka podzemne vode, njegove smeri in določitvi transportnih značilnosti sedimentov pod odlagališčem.

Sledilni poizkus se izvede z umetnim sledilom (s fluorescenčnimi barvami uranin ali rodamin). V vodi raztopljeno barvo se injicira v posebej za to izdelan jašek ali vrtino tako, da se jo spreje z ustreznim volumnom vode. Nato se koncentracije barvila zasledujejo v dolvodni smeri v opazovalni vrtinah PMM-4, PMM-5, PMM-2 in PMM-6. Koncentracije sledila se zasledujejo z rednim vzorčenjem, ki omogoča opredelitev krivulj razredčenja, iz teh pa je možno izračunati transportne parametre vodonosnika na podlagi predhodno podane teorije.

Sledilni poizkus izvede za to usposobljena organizacija z ustreznimi referencami. Pred poizkusom mora izvajalec poizkusa izdelati natančen načrt, ki ga v potrditev predloži naročniku in pripravljalcu programa obratovalnega monitoringa podzemne vode.

### e) Izvede se povratna analiza onesnaženja

Na podlagi rezultatov sledilnega poizkusa, ugotovljenih koncentracij onesnaževal in njihove prostorske lege ter v literaturi zbranih parametrov tal, vodonosnika in onesnaževal, se s pomočjo analitičnih matematičnih modelov izvede povratna analiza ob predpostavki, da v vodonosniku ni retardacije in ob upoštevanju retardacije. V prvem koraku se izvede enodimenzionalna analiza, v drugem koraku pa dvodimenzionalna analiza.

Sledi prostorska analiza razprostranjenosti onesnaževal. Izvede se jo na podlagi kombinacije dejanskih meritev in izračunov.

12-04-2011

Program ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode Odlagališče Mala Mežakla

Št.: 1051 Enota: 7

#### f) Izračun vodne bilance

Vzporedno z analizami razprostranjenosti onesnaževal se izdelava vodna bilanca odlagališča. Vodno bilanco se izvaja ločeno za sistem vsakega odlagalnega polja in za območje prekrivk odlagališča, ter za celotno odlagališče.

V vodno bilanco se vključijo tudi rezultati pregledov sistemov za odvodnjo odlagališčnih vod. Temeljiti mora na konceptualnem modelu, ki izhaja iz celotnega sistema odvodnje na odlagališču.

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

- bilanca izcednih vod,
- bilanca padavinskih vod,
- bilanca površinskega odtoka,
- bilanca prekrivke

#### g) Izvedba preliminarne analize tveganja

V okviru analize tveganja se identificira možna tveganja v času in prostoru. S pomočjo analize tveganja se izvedejo napovedi razvoja koncentracij.

## **8 Načrt izdelave strokovnih podlag za oceno vplivov odlagališča**

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

### **8.1 Dopolnitev in sprememba obstoječega sistema monitoringa**

Vrtine ob vznožju, v dolvodni smeri naj se opremi z avtomatskimi elektronskimi limnigrafi, ki bodo spremembe nivojev podzemne vode beležili s frekvenco enkrat na uro.

Podrobneje so smerinice za razširitev mreže za monitoring podzemne vode podane v poglavju 9.

### **8.2 Načrt izdelave strokovnih podlag**

Problematiko preseganja že obstoječih in prihodnjih opozorilnih sprememb je potrebno reševati fazno.

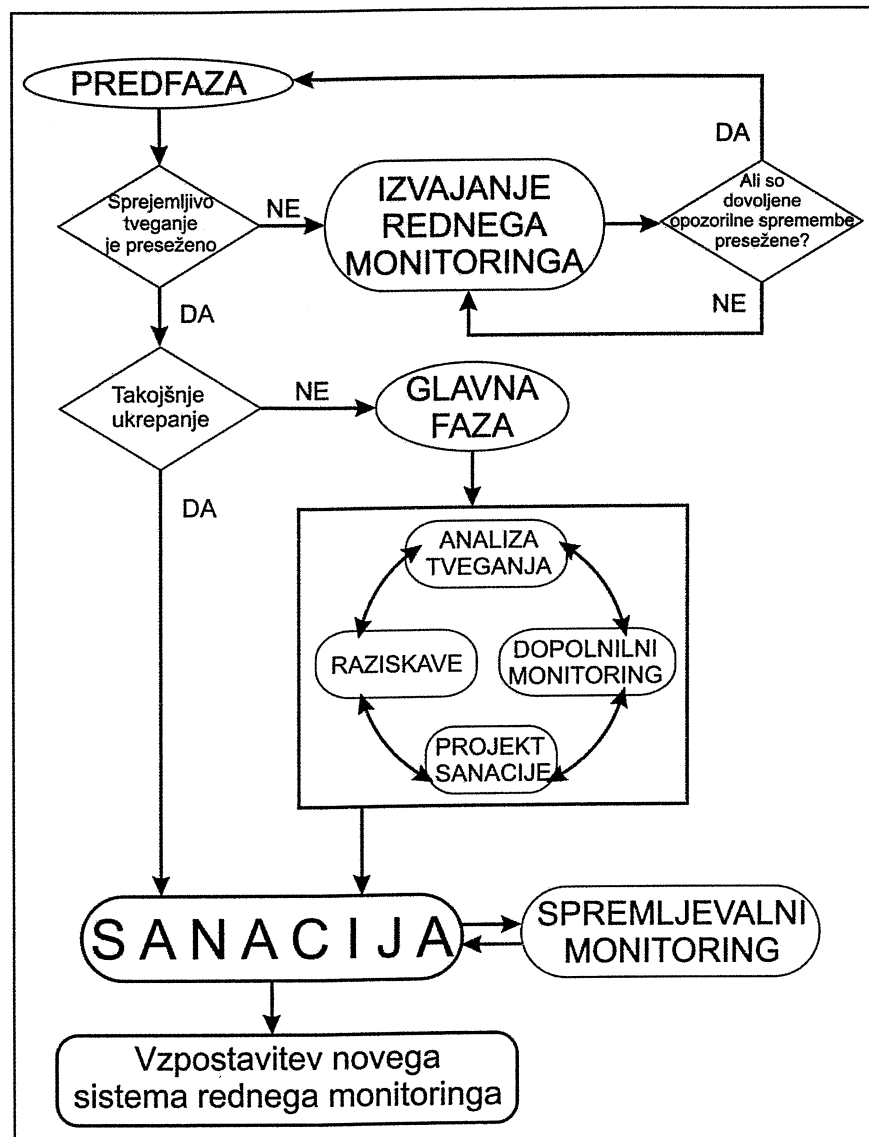
Za obstoječe preseganje opozorilnih sprememb predlagamo reševanje v dveh fazah:

- a) predfaza
- b) glavna faza

Dela v predfazi, ki se nanašajo na karakterizacijo obstoječega stanja in že ugotovljenih opozorilnih sprememb so podrobno opisana v poglavju 7.

Potek odločanja v zvezi z izvajanjem sanacijskih ukrepov zaradi prekoračenih opozorilnih vrednosti in s tem onesnaženje podzemne vode je prikazan z odločitvenim drevesom na spodnji sliki (Slika 14).

S pomočjo analiz v predfazi, kakor je bilo opisano predhodno, se odloči ali onesnaženje, ki je bilo zabeleženo v podzemni vodi, presega sprejemljivo tveganje onesnaženja telesa podzemne vode ali ne. V kolikor tveganje ni preseženo se nadaljuje z izvajanjem rednega monitoringa podzemne vode. S tem se nadaljuje vse dotlej, dokler ponovno niso presežene opozorilne spremembe in s tem raven sprejemljivega tveganja, ki je bilo določeno v prvi – začetni predfazi.



Slika 14. Odločitveno drevo za izvedbo sanacije v primeru preseganja opozorilnih sprememb v podzemni vodi

Glavna faza prevzame rezultate predfaze. Na podlagi teh analiz se sprejmejo odločitve o:

- 1) ali zaznano onesnaženje predstavlja dejansko tveganje; v primeru zaznanega tveganja se določi prostorske in časovne komponente tega tveganja,
- 2) načinu nadaljevanja karakterizacije območja – morebitne dodatne raziskave,
- 3) matematičnih modelih s katerimi se ugotavlja razširjenost onesnaževal v prostoru,
- 4) parametrov, ki so osnova za izračune in opredelitve razprostranjenosti onesnaževal v prostoru.

Če je sprejemljivo tveganje preseženo, sledi odločitev o tem, kakšno je ugotovljeno tveganje. Če je to tveganje zelo visoko in so bile že ugotovljene dejanske posledice, se pristopi k takojšnji sanaciji. Če temu ni tako, se pristopi h glavni fazi. Ta je sestavljena iz štirih enakovrednih delov. Kompleksne analize tveganja, dodatnih terenskih in laboratorijskih raziskav, dopolnilnega monitoringa podzemne vode, ki poda dodatne informacije o podzemni vodi in vodnem telesu, kjer se ta podzemna voda nahaja, sledi še gradbeno tehnični projekt sanacije. Vse štiri

komponente glavne faze so med seboj tesno povezane in se med seboj dopolnjujejo in izmenjujejo informacije. Gre za iterativni postopek.

Sestavni del glavne faze je odločitev o načinu sanacije.

Vzporedno s sanacijo se izvaja spremljevalni monitoring podzemne vode in tal. Rezultati tega monitoringa so osnova za ugotavljanje uspešnosti sanacije in morebitnih sprememb sanacijskega projekta.

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

## 9 Načrt dodatnih opazovalnih vrtin

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

Vse odločitve v zvezi z dopolnitvijo mreže za obratovalni monitoring podzemne vode se sprejme na podlagi rezultatov analiz v predfazi (glej poglavje 6 in 7). Smernice, ki jih podajamo v nadaljevanju so preliminarne in nakazujejo možno smer dopolnjevanja mreže za monitoring.

Odlagališče Mala Mežakla se nahaja na območju podora v katerem nastopajo zelo različno veliki kosi sedimenta. Od blokov velikih nekaj 10 m<sup>3</sup> do zelo drobnozrnatega materiala. Takšne razmere so zelo zahtevne za izvedbo vrtine. Dodaten problem pri izvedbi vrtin na tem območju predstavljajo tudi relativno velike globine, ki presegajo 100 m. Zahtevne pogoje za izvedbo vrtine dokazujejo tudi dosedanje izkušnje pri izvedbi vrtin PMM-1 in PMM-3.

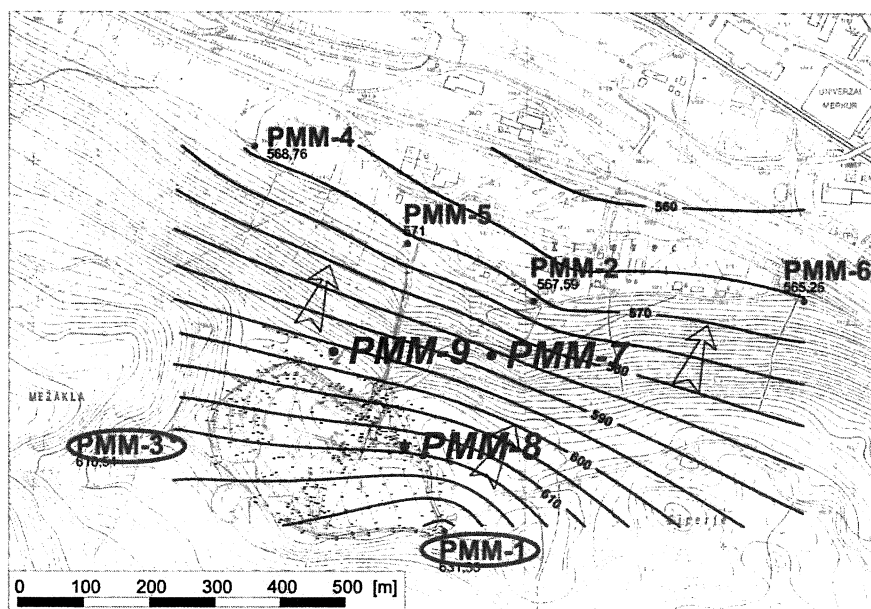
Zaradi tega se je projekta morebitnih dodatnih in nadomestnih vrtin potrebno lotiti z vso pazljivostjo in na podlagi natančno pripravljenih rudarskih projektov in hidrogeoloških strokovnih osnov, ki bodo upoštevali dejstvo, da bo vrtno orodje prehajalo iz trdne kompaktne kamnine v nesprijet sediment – grušč in obratno. Pri načrtovanju in projektiranju teh objektov se je potrebno zavedati tudi dejstva, da gre za relativno drage objekte.

K morebitnemu projektu dopolnitve vrtin se naj zaradi visokih stroškov izvedbe pristopi postopoma v daljšem obdobju več zaporednih let.

V zaledju odlagališča, glede na tok podzemne vode, se nahajata dve vrtini PMM-1, ki predstavlja ničelno vrtino za meritve kemijskega stanja podzemne vode in vrtina PPM-3, ki predstavlja zgolj vrtino namenjeno opazovanju nihanja gladin podzemne vode. Pri dosedanjem vzorčenju v vrtini PMM-1 zaradi velike globine in specifične konstrukcije prihaja do velikih težav pri vzorčenju za potrebe določanja kemijskega stanja podzemne vode. Posnetki vrtine PMM-1 opravljeni z globinsko kamero kažejo, da je vrtina do globine 100 m cevljena s polnimi jeklenimi cevmi na stenah katerih se nahajajo debeli kosmiči suspendiranega materiala. Vrtino bi bilo potrebno očistiti s stisnjenim zrakom, a to zaradi njene konstrukcije ni mogoče. Navkljub tem težavam, naj se do končnih rezultatov analize v predfazi in s tem povezanih odločitev vrtino PMM-1 zadrži v mreži za monitoring.

V primeru sklepa obdelav v predfazi (glej poglavje 6 in 7) ali morebitne odpovedi vrtine PPM-1 v prihodnosti bo to vrtino potrebno nadomestiti z novo vrtino v neposredni bližini (Slika 15 – vrtina obkrožena z rdečo elipso).

V kolikor pride do nadomeščanja vrtine PPM-1 naj se nadomesti tudi vrtino PMM-3 (Slika 15 – vrtina obkrožena z rdečo elipso). Obstoječo vrtino PMM-3 se likvidira v skladu z načeli stroke.



Slika 15. Predlog nadomestitve obstoječih vrtin in predlog izvedbe novih vrtin

V primeru izvedbe aktivnosti za nadomeščanje vrtin PMM-1 in PMM-3 se izvede tudi novo vrtino PMM-7 (Slika 15). Vrtina PMM-7 se izvede z namenom podrobnejše opredelitve tokovnih poti onesnaževal iz območja starega netesnjenelega dela odlagališča. Iz karte gladin podzemne vode izhaja, da se onesnaženje od starega odlagalnega polja širi v smeri proti vrtini PMM-2, kar dokazujejo tudi analize kemijskega stanja podzemne vode v tej vrtini. Vrtino se izvede ob kolovozni poti. Izvede se jo na sredini pobočja med vrtino PMM-2 in starim odlagalnim poljem. Pri izvedbi te vrtine veljajo enaka načela kot pri izvedbi nadomestnih vrtin PMM-1 in PMM-3.

Na zgornji skici (Slika 15) sta prikazani tudi dve dodatni vrtini PMM-8 in PMM-9. Ti dve vrtini se izvedeta na podlagi dokončne odločitve, ki bo temeljila na rezultatih predfaze (glej poglavje 6 in 7).

Po izvedbi dodatanih in nadomestnih vrtin se dopolni program obratovalnega monitoringa podzemne vode. V njem se predpiše način in obseg meritev kemijskega stanja podzemne vode.

## 10 Sklepne ugotovitve programa

Pri načrtovanju katerih kolih nadaljnjih ukrepov v zvezi z dopolnitvijo mreže za obratovalni monitoring podzemne vode in za sanacijo nastalega stanja se je potrebno zavedati dejstva, da odlagališče leži visoko nad dolino in to na območju, ki ga sestavlja mešanica podornega skalovja in grušča. Takšne razmere so za izvedbo vrtin in ostalih ukrepov zelo zahtevne in tudi drage.

Preliminarna analiza podatkov o kemijskem stanju podzemne vode in porazdelitve teh meritev v prostoru kaže, da ima odlagališče Mala Mežakla vpliv na podzemno vodo. To potrjujejo tudi sklepne ugotovitve elaborata o monitoringu (*»Poročilo o monitoringu podzemnih vod za odlagališče nenevarnih odpadkov Mala Mežakla za leto 2009«* – Zavod za zdravstveno varstvo Maribor – marec 2010). Kljub temu pa lahko ugotovimo, da ne gre za pomembno onesnaženje, ki bi ga povzročala specifična onesnaževala, vsaj s stališča prekoračenja opozorilnih sprememb ne. Na trenutni stopnji poznavanja razmer ugotavljamo, da odlagališče vpliva na spremembo splošne slike kemijskega stanja podzemne vode (spremembe osnovnih parametrov).

V okviru aktivnosti za presojo dejanskega stanja podzemne vode in tveganj, ki jih odlagališče Mala Mežakla predstavlja za podzemno vodo se na podlagi razpoložljivih podatkov izvede analizo stanja in preliminarno analizo tveganja, ki smo jo imenovali predfaza in ki je sestavni del *»Programa ukrepov v primeru preseganja opozorilne spremembe parametrov podzemne vode – Odlagališče Mala Mežakla«*.

Trenutno poznavanje hidrogeoloških razmer na območju odlagališča Mala Mežakla ne nakazuje zahtev po izvedbi dodatnih vrtin. Morebitne nove vrtine se izvedejo le na podlagi zahtev in rezultatov predfaze. Morebitno načrtovanje teh vrtin je potrebno zaradi zahtevnih geoloških razmer izvesti na podlagi natančno izvedenih strokovnih hidrogeoloških podlag in rudarskih projektov. Te vrtine se zaradi zahtevnosti in visokih stroškov izvedbe izvedejo postopno, v obdobju nekaj let.