

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvorna različica izdajatelja.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University
of Ljubljana
Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is a publisher's version PDF file.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Corn, B., 2016. Idejna študija zapiranja odlagališča Ostri vrh v Logatcu. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor: Drev, D.): 76 str.

Arhivirano/Archived: 08-04-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE STOPNJE
VODARSTVO IN OKOLJSKO
INŽENIRSTVO**

Kandidatka:

BARBARA CORN

**IDEJNA ŠTUDIJA ZAPIRANJA ODLAGALIŠČA OSTRI
VRH V LOGATCU**

Magistrsko delo št.: 7/II.VOI

**THE OUTLINE SCHEME FOR CLOSING THE WASTE
LANDFILL OSTRI VRH IN LOGATEC**

Graduation – Master Thesis No.: 7/II.VOI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Ljubljana, 23. 03. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Barbara Corn izjavljam, da sem avtorica magistrskega dela z naslovom »Idejna študija zapiranja odlagališča Ostri vrh v Logatcu«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 29. 2. 2016

Barbara Corn

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN

UDK:	628.4(497.4Logatec)(043.3)
Avtor:	Barbara Corn
Mentor:	doc. dr. Darko Drev
Naslov:	Idejna študija zapiranja odlagališča Ostri vrh v Logatcu
Tip dokumenta:	Magistrsko delo
Obseg in oprema:	76 str., 27 pregl., 38 sl.
Ključne besede:	Ostri vrh, ravnanje z odpadki, odlagališče, čiščenje izcednih voda, tehnološki postopki

Izvleček

V magistrskem delu je predstavljeno odlagališče Ostri vrh v Logatcu. Odlagališče nima veljavnega okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje, zato je v fazi zapiranja. Odlagališče je nastalo leta 1977, ko problematika ravnanja z odpadki še ni bila tako poznana. Danes se je stanje na področju ravnanja z odpadki močno izboljšalo, zlasti zaradi izvajanja ustrezne politike. Vedno več odpadkov se ponovno uporabi ali reciklira in je odlaganje na odlagališča minimalno. V prvem delu magistrskega dela so predstavljeni osnovni pojmi in definicije s področja ravnanja z odpadki in zakonodajni okvir, ki velja za področje Evropske unije in Slovenije. Predstavljen je tudi vpliv odlagališča na okolje in njegovo obstoječe stanje. V drugem delu magistrskega dela so predstavljene idejne rešitve za zaprtje odlagališča in možni tehnološki postopki čiščenja izcedne vode iz odlagališča. Ena izmed možnih rešitev je popolno zaprtje odlagališča, ki ga določa Uredba o odlagališčih odpadkov. To pomeni izgradnjo tesnjenega pokrova in tako izolirati odlagališče od okolice, s sistemom črpalk bi ustvarili zaprti krog izcedne vode, tako ne bi potrebovali samostojne čistilne naprave. V primeru, da izcedne vode ne bi vračali nazaj na odlagališčno telo, bi bilo potrebno izcedno vodo čistiti s pomočjo membranskih tehnologij, fizikalno-kemijskimi ali pa biološkimi postopki. V magistrskem delu je predstavljena tudi metoda prisilnega prezračevanja odlagališča in energetska izraba odpadkov s postavitvijo plazma reaktorja. Ta rešitev bi nedvomno prišla v poštev v prihodnje, trenutno pa je s tehničnega in ekonomskega vidika najbolj ugodna rešitev popolno zaprtje odlagališča po Uredbi.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

- UDC:** 628.4(497.4Logatec)(043.3)
- Author:** Barbara Corn
- Supervisor:** Asist. Prof. Darko Drev, Ph. D.
- Title:** The outline scheme for closing the waste landfill Ostri vrh in Logatec
- Documental type:** Master Thesis
- Scope and tools:** 76 p., 27 tab., 38 fig.
- Keywords:** Ostri vrh, waste management, landfill, leachate treatment, technological processes

Abstract

The present Master's thesis seeks to present the landfill Ostri vrh in Logatec, its current function and its possibilities after closing it. The landfill does not have a valid environmental usage permission anymore therefore it is in the closing process. The landfill was established in year 1977 when the issue of waste management was not yet so familiar and developed. Situation in the field of waste management has improved significantly since then, mainly due to the implementation of appropriate environmental policies. Today much more waste is reused or recycled and this leads to empty landfills across the country. The same situation is in the landfill Ostri vrh. As a starting point basic concepts and definitions in the field of waste management and the regulatory framework that applies to the scope of the European Union and Slovenia is presented. It is followed by an insight into the impact of the landfill on the environment and its status quo. Second part of the thesis is focused into presenting conceptual solution for the landfill closing and the possibility of technological processes for purification of leachate. One of the possible solutions is complete closure of the landfill as defined by the Regulation on the waste landfills. That would mean construction of the sealed cover in order to isolate it from its surroundings. System of pumps would create a closed loop of the leachate, so we would not need an independent wastewater treatment plant. In the event that leachate would not be returned to the landfill, it would be necessary to clean it with means of membrane technology, physico-chemical or biological processes. Furthermore, the thesis also presents a method of forced ventilation and energy use of landfill waste with a plasma reactor. Thus, on the basis of both a study of the literature and analysis of the empirical data collected through the research results show that currently complete closure is best and money affordable solution.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Darku Drevu za vso strokovno pomoč in usmerjanje pri izdelavi magistrskega dela.

Zahvaljujem se tudi družini, predvsem pa prijateljem za vso podporo, ne le v času nastajanja magistrskega dela, ampak tudi v času študija.

Zahvaljujem se tudi zaposlenim v Komunalnem podjetju Logatec, ki so mi omogočili pridobiti ustrezne podatke, predvsem Poloni in Špeli Ferjančič.

Zahvaljujem se tudi Jerneju Kosmaču iz podjetja Klarwin za vso podporo in pomoč.

POSVETILO

Magistrsko delo posvečam fantu Gašperju, najboljšemu prijatelju in zavezniku, ki mi je vedno stal ob strani.

»Zmore tisti, ki verjame, da zmore; ne zmore tisti, ki ne verjame, da zmore. To je neizpodbiten zakon!«

Henry Ford

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA	I
IZJAVA O AVTORSTVU	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION	IV
ZAHVALA	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO PREGLEDNIC.....	X
KAZALO SLIK	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	XIII
1 UVOD	1
1.1 Stanje v Sloveniji	1
1.2 Zgodovina odlagališča Ostri vrh v Logatcu	3
2 NAMEN IN METODE DELA MAGISTRSKE NALOGE	6
2.1 Namen magistrske naloge	6
2.2 Metode dela.....	6
3 RAZLAGA NEKATERIH POJMOV V ZVEZI Z ODPADKI	7
4 ODPADKI IN RAVNANJE Z NJIMI	8
4.1 Definicija odpadka	8
4.2 Vrste odpadkov	8
4.3 Komunalni odpadki	9
4.4 Odlagališča odpadkov	10
4.5 Odlagališčni plin	11
4.6 Izcedna voda iz odlagališčnega telesa	11
4.7 Ravnanje z odpadki	13
4.7.1 Zbiranje odpadkov.....	13
4.7.2 Predelava odpadkov	14
4.7.3 Odstranjevanje odpadkov	14
5 PRAVNI VIDIK	16
5.1 Evropska zakonodaja.....	16

5.1.1 Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (2008/98/ES)	16
5.1.2 Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja (2010/75/EU).....	17
5.2 Slovenska zakonodaja.....	17
5.2.1 Zakon o varstvu okolja	18
5.2.2 Uredba o odlagališčih odpadkov	19
5.2.3 Uredba o odpadkih.....	19
5.2.4 Odlok o ravnanju s komunalnimi odpadki v Občini Logatec	21
6 ANALIZA OBRAVNAVANEGA OBMOČJA	22
6.1 Opis in lokacija odlagališča.....	22
6.2 Varstvo narave in arheološka dediščina na območju odlagališča.....	23
6.3 Hidrološke razmere	25
6.4 Geološke razmere	26
6.5 Sanacija odlagališča.....	28
6.6 Opazovalne vrtine.....	30
6.7 Trenutno stanje odlagališča	31
6.8 Monitoringi, ki se izvajajo na območju odlagališča	34
6.8.1 Meteorološke meritve	35
6.8.2 Meritve emisij plinov.....	35
6.8.3 Meritve odlagališčnega plina na odlagališču Ostri vrh.....	36
6.8.4 Nastanek odlagališčnega plina.....	41
6.8.5 Analiza meritev odlagališčnega plina na odlagališču Ostri vrh	43
6.8.6 Meritve izcednih voda	44
6.8.6.1 Analiza rezultatov monitoringa izcednih voda	44
6.8.6.2 Meritve parametrov izcedne vode iz odlagališčnega telesa na odlagališču Ostri vrh.....	46
7 MOŽNE IDEJNE REŠITVE	49
7.1 Oblikovanje tesnjenega pokrova na odlagališču.....	49
7.1.1 Oblikovanje pokrova na odlagališču Ostri vrh	51
7.2 Čiščenje izcedne vode	54
7.2.1 Membranske tehnologije čiščenja	54
7.2.2 Reverzna osmoza.....	57
7.2.2.1 Uporaba postopka reverzne osmoze na odlagališču Ostri vrh.....	60
7.2.3 Ultrafiltracija	60
7.2.3.1 Uporaba postopka ultrafiltracije na odlagališču Ostri vrh	61
7.2.4 SBR sistem	61

7.2.4.1 Uporaba SBR postopka na odlagališču Ostri vrh	62
7.2.5 Fizikalno-kemijski postopki čiščenja in rastlinska čistilna naprava.....	63
7.2.5.1 Uporaba fizikalno-kemijskih postopkov čiščenja izcedne vode na odlagališču Ostri vrh	66
8 METODA PRISILNEGA PREZRAČEVANJA ODLAGALIŠČA	67
8.1 Izvedba prisilnega prezračevanja na odlagališču Ostri vrh	68
8.2 Energetska izraba odpadkov.....	69
8.2.1 Bioplazma tehnologija	70
9 ZAKLJUČEK.....	72
LITERATURA IN VIRI.....	74

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Količina odloženih odpadkov v obdobju od 2004 do 2013.....	4
Preglednica 2: Sestava odloženih odpadkov po letu 2004 na odlagališče Ostri vrh.....	5
Preglednica 3: Klasifikacijski seznam komunalnih odpadkov iz Uredbe o odpadkih.....	9
Preglednica 4: Oznaka in opis predelave odpadkov	14
Preglednica 5: Oznake in opisi odstranjevanja odpadkov	15
Preglednica 6: Klasifikacijski seznam odpadkov – pregled glavnih skupin odpadkov	20
Preglednica 7: Sestava tesnitve dna in brežin.....	28
Preglednica 8: Oznake in koordinate opazovalnih vrtin.....	31
Preglednica 9: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 1. merilno mesto: glavni vod	36
Preglednica 10: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 2. merilno mesto: veja 1.....	37
Preglednica 11: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 3. merilno mesto: veja 2.....	37
Preglednica 12: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 1. merilno mesto: glavni vod	37
Preglednica 13: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 2. merilno mesto: veja 1.....	38
Preglednica 14: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 3. merilno mesto: veja 2.....	38
Preglednica 15: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 1. merilno mesto: glavni vod	38
Preglednica 16: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 2. merilno mesto: veja 1.....	39
Preglednica 17: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 3. merilno mesto: veja 2.....	39
Preglednica 18: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 1. merilno mesto: glavni vod	39
Preglednica 19: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 2. merilno mesto: veja 1.....	40
Preglednica 20: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 3. merilno mesto: veja 2.....	40
Preglednica 21: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 1. merilno mesto: glavni vod	40
Preglednica 22: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 2. merilno mesto: veja 1.....	41
Preglednica 23: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 3. merilno mesto: veja 2.....	41
Preglednica 24: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov odlagališčnega plina na glavnem vodu	43
Preglednica 25: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2012	46
Preglednica 26: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2013	47
Preglednica 27: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2014	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Količina nastalih odpadkov v Sloveniji v obdobju od leta 2001 do 2013.....	2
Slika 2: Količina odloženih odpadkov na komunalnih odlagališčih v Sloveniji v obdobju od leta 2001 do 2013.....	2
Slika 3: Grafični prikaz odložene količine odpadkov v obdobju od 2004 do 2013	4
Slika 4: Občina Logatec	22
Slika 5: Lokacija odlagališča Ostri vrh	22
Slika 6: Odlagališče Ostri vrh	23
Slika 7: Varstvo narave na območju odlagališča Ostri vrh	24
Slika 8: Arheološka najdišča na območju odlagališča Ostri vrh	24
Slika 9: Prikaz hidroizohips in smeri toka podzemne vode na območju odlagališča.....	25
Slika 10: Geološka zgradba na območju odlagališča	27
Slika 11: Prikaz razporeditve plinjakov na območju odlagališčnega telesa.....	29
Slika 12: Prikaz odvajanja izcedne in meteorne vode iz odlagališča	30
Slika 13: Informativni prikaz stanja odlagališča	31
Slika 14: Prikaz aktivnega in neaktivnega dela odlagališča.....	32
Slika 15: Prikaz razporeditve površine odlagališča.....	32
Slika 16: Bazeni za izcedne vode	33
Slika 17: Prikaz sanacije dela odlagališča na zemljišču s parcelno številko 512/4.....	34
Slika 18: Merilno mesto za merjenje emisij plinov.....	36
Slika 19: Prikaz nastanka odlagališčnega plina skozi različne faze	42
Slika 20: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov.....	43
Slika 21: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov.....	44
Slika 22: Shematski prikaz zaprtja odlagališča, ki upošteva zahteve iz Uredbe o odlagališčih odpadkov	51
Slika 23: Plinska bakla na odlagališču	54
Slika 24: Filtrski spekter	55
Slika 25: Hollow fiber modul.....	56
Slika 26: Spiral wound modul.....	56
Slika 27: Plate and frame modul	56
Slika 28: Asimetrična in simetrična filtrska membrana	57
Slika 29: Prikaz procesa osmoze	58
Slika 30: Prikaz procesa reverzne osmoze	58
Slika 31: Shema postopka čiščenja odpadne vode s postopkom reverzne osmoze	59
Slika 32: Primer DT modula	59
Slika 33: Prikaz delovanja SBR sistema	62

Slika 34: Delovanje rastlinske čistilne naprave	66
Slika 35: Namestitev prezračevalnega sistema in biofiltrskih naprav	67
Slika 36: Prikaz priključitve cevne vode	69
Slika 37: Prikaz delovanja sistema prisilnega prezračevanja odlagališča	69
Slika 38: Prikaz sheme delovanja plazma reaktorja	71

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

OVD	Okoljevarstveno dovoljenje
TOC	Skupni organski ogljik
AOX	Adsorbiljivi organski halogeni
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
PISO	Prostorski informacijski sistem občin
BAT	Najboljše razpoložljive tehnike
ČN	Čistilna naprava
SBR	Sequencing batch reactor

»Ta stran je namenoma prazna«

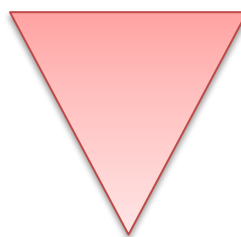
1 UVOD

Odpadki predstavljajo velik ekološki problem sodobne potrošniške družbe. Okolje je močno obremenjeno z odpadki, kar je posledica naraščanja števila prebivalstva na svetovni ravni. Po drugi svetovni vojni se je življenjski standard v Evropi hitro dvigal. Hiter razvoj industrije in proizvodnje, vse večja poraba vode, elektrike in mineralnih surovin so za seboj puščale ogromne količine odpadkov, onesnažena tla in onesnaženo vodo. Onesnaženja so povzročila bolezni živali, rastlin in tudi ljudi. Šele v osemdesetih letih smo prišli do spoznanja, da tako ne gre več naprej.

Problematična so predvsem tako imenovana stara bremena, ki so posledica nekontroliranega odlaganja odpadkov v preteklosti. Odpadke se je običajno odlagalo na tista območja, ki niso bila primerna za gradnjo ali kmetijsko rabo. Največkrat so bila ta območja zamočvirjena, odlagalo se je tudi v kraške vrtače, jame in brezna, ki so bila očem skrita [1].

V zadnjih letih se izvaja ustrezna politika ravnanja z odpadki tako na evropski kot na državni ravni. Ta strmi k zmanjševanju nastajanja odpadkov na izvoru in zmanjšanje količin odloženih odpadkov na odlagališčih. Želja je, da se čim večji delež odpadkov ponovno uporabi, reciklira ali pa izkoristi za energetska izrabo. Okvirna Direktiva o odpadkih 2008/98/ES navaja naslednjo hierarhijo ravnanja z odpadki [2]:

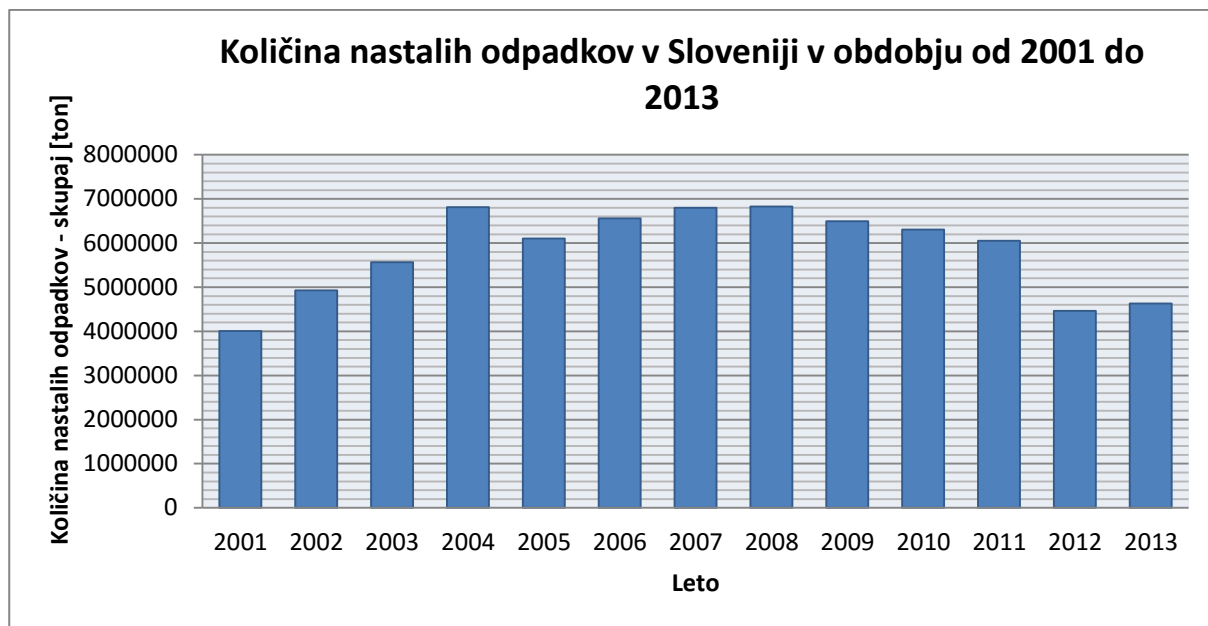
- Preprečevanje nastajanja odpadkov
- Priprava na ponovno uporabo
- Recikliranje
- Druga predelava – energetska izraba
- Odstranjevanje



K zmanjševanju količin odloženih odpadkov veliko prispeva tudi ozaveščanje prebivalcev za pravilno zbiranje in ločevanje odpadkov, zbirne akcije, gradnja ekoloških otokov in zbirnih centrov, kjer lahko prebivalci odložijo ločene frakcije odpadkov.

1.1 Stanje v Sloveniji

V Sloveniji povprečno nastane 5811954 ton odpadkov letno. Podatek se nanaša na časovno obdobje od leta 2001 do leta 2013. Količina nastalih odpadkov po posameznih letih je prikazana na Sliki 1. Količina nastalih odpadkov je od leta 2001 do 2008 naraščala, največje količine so nastale v letu 2004. Od leta 2008 količine nastalih odpadkov upadajo, izrazit skok se je zgodil v letih 2012 in 2013 [3].



Slika 1: Količina nastalih odpadkov v Sloveniji v obdobju od leta 2001 do 2013

Količina odloženih odpadkov na komunalnih odlagališčih v Sloveniji v zadnjih letih strmo upada. To dokazuje, da politika ravnanja z odpadki upošteva hierarhijo ravnanja z odpadki. Iz 800 000 ton odloženih odpadkov v letu 2008 smo v letu 2013 padli na malo manj kot 300 000 ton na leto. Na Sliki 2 je prikazana količina odloženih odpadkov na komunalnih odlagališčih v časovnem obdobju od leta 2001 do leta 2013 [3].



Slika 2: Količina odloženih odpadkov na komunalnih odlagališčih v Sloveniji v obdobju od leta 2001 do 2013

V Sloveniji je evidentiranih 85 odlagališč, od teh je 60 komunalnih in 25 industrijskih odlagališč. 22 odlagališč obratuje z veljavnim okoljevarstvenim dovoljenjem (OVD), od teh je 12 komunalnih in 10 industrijskih. 27 odlagališč je zaprtih z izdano odločbo o zapiranju, od teh je 16 komunalnih in 11 industrijskih. 36 odlagališč pa je v postopku zapiranja ali v postopku pridobitve OVD, od teh je 32 komunalnih in 4 industrijska. (Vir podatkov: ARSO.)

1.2 Zgodovina odlagališča Ostri vrh v Logatcu

Občina Logatec leži v osrednji Sloveniji na stičišču alpskega in dinarskega sveta, ime je dobila po osrednjem mestnem naselju Logatec. V mesto Logatec so že v rimskem času vodile pomembne prometnice, iz Ljubljane (Emone) proti Ogleju, kasneje Trstu in Reki. V Logatcu je stala starorimska poštna postaja, imenovana Mansio Longatica, od tod tudi ime Logatec. Dobre prometne povezave so ostale še danes, avtocesta je od mesta oddaljena le kilometer, regionalna cesta proti Idriji in Postojni pa gre skozi naselje. Tudi železniška povezava je zelo dobra, tu je potekala »južna« železnica Ljubljana–Trst, ki je omogočila gospodarski razvoj naselja [4].

Dobre prometne povezave so botrovale razvoju furmanstva (prevoznitva), veliko gozdnih površin v občini, skoraj 50 % pa razvoju lesne dejavnosti – žagarstvo, tesarstvo, oglarstvo, mizarstvo. Razvijala se je tudi gostinska dejavnost, ki je nudila furmanom okrepčilo in počitek. Prav tako sta se razvijali tudi živinorejska in poljedelska dejavnost. Danes prevladujejo predvsem razvejana trgovska mreža, gozdarstvo ter zasebna proizvodnja in obrt [4].

V Logatcu sta se razvili dve industrijski coni z okoli 500 manjšimi zasebnimi proizvodnjami in podjetji. Posledica razvijanja industrijskih dejavnosti so tudi odpadki, ki so se nekontrolirano odlagali v okoliške vrtače in brezna. Zato je v sedemdesetih letih nastalo odlagališče Ostri vrh, ki je od naselja oddaljeno malo več kot 2 km. Odlagališče je lahko dostopno, cesta je urejena in asfaltirana. Odpadke na odlagališče so vozili tudi iz drugih bolj oddaljenih občin, in sicer iz občine Žiri, Škofja Loka, Gorenja vas – Poljane, Vrhnika, Borovnica, Log - Dragomer, Šmartno pri Litiji, Domžale, Mengeš, Trzin, Lukovica, Moravče, Kranj, Cerklje, Naklo, Preddvor, Jezersko, Šenčur, Idrija, Cerklje, Kamnik, Komenda, Cerklje, Bloke in Loška dolina [5].

Prvo odlaganje na odlagališče se je pričelo leta 1977, in sicer na zemljišča s parcelnimi številkami 376/4, 378/1, 378/2 in delno 378/4 v katastrski občini Blekova vas. Odlaganje je bilo nekontrolirano, odlagalo se je tako gospodinjske kot industrijske odpadke. Del odpadkov je prihajalo tudi iz usnjarske industrije Vrhnika, ki je vsebovala težke kovine, predvsem krom. Vse do leta 2004 se sejalne analize

odpadkov niso izvajale, zato natančna sestava odloženih odpadkov za to obdobje ni poznana. Od leta 1977 do leta 2004 se je na to območje odložilo približno 179492 ton mešanih odpadkov [6].

Od leta 2004 naprej so se na odlagališču odlagali le nenevarni industrijski in komunalni odpadki ter inertni odpadki. Na odlagališču se je odlagalo tudi nedehidrirano blato iz čistilne naprave Logatec. V Preglednici 2 je prikazana sestava odloženih odpadkov po letu 2004. Od leta 2004 do leta 2013 se je na to območje odložilo 165856,21 ton nenevarnih odpadkov [6]. V Preglednici 1 in na Sliki 3 so prikazane količine odloženih odpadkov po posameznih letih. Količina odpadkov je v letih od 2004 do 2007 naraščala, v letih 2008, 2010 in 2012 pa se je zmanjševala glede na leti 2009 in 2011. Največji padec količine odloženih odpadkov je v letu 2013, kar je posledica prenehanja odlaganja odpadkov na odlagališče.

Preglednica 1: Količina odloženih odpadkov v obdobju od 2004 do 2013

Leto	Količina odloženih odpadkov [t]
2004	10400,58
2005	12788,87
2006	15570,20
2007	18998,95
2008	16321,85
2009	24908,64
2010	20695,54
2011	23372,98
2012	22077,99
2013	720,61
Skupaj	165856,21



Slika 3: Grafični prikaz odložene količine odpadkov v obdobju od 2004 do 2013

Preglednica 2: Sestava odloženih odpadkov po letu 2004 na odlagališču Ostri vrh

Nenevarni odpadki iz industrije	
Klasifikacijska številka odpadka	Naziv odpadka
04 02 09	Odpadni sestavljeni materiali (impregniran tekstil, elastomeri, plastomeri)
04 02 22	Odpadna obdelana tekstilna vlakna
07 02 13	Odpadna plastika
08 01 16	Vodni mulji, ki vsebujejo barve ali lake in niso navedeni pod 08 01 15
10 01 01	Pepel, žindra in kotlovski prah (razen kotlovskega prahu, ki je naveden pod 10 01 04)
10 12 10	Valjarniška škaja
12 01 05	Ostružki plastike
17 02 01	Les
19 08 01	Ostanki na grabljah in sitih
19 08 02	Odpadki iz peskolovov
19 08 05	Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda
19 12 12	Drugi odpadki (tudi mešanice materialov) iz mehanske obdelave odpadkov, ki niso navedeni pod 19 12 11
Nenevarni komunalni odpadki	
Klasifikacijska številka odpadka	Naziv odpadka
20 03 01	Mešani komunalni odpadki
20 03 03	Odpadki iz čiščenja cest
20 03 07	Kosovni odpadki
Inertni odpadki	
Klasifikacijska številka odpadka	Naziv odpadka
17 01 01	Beton
17 01 07	Mešanice betona, opek, ploščic in keramike, ki niso navedene pod 17 01 06
17 06 04	Izolirni materiali, ki niso navedeni pod 17 06 01 in 17 06 03
17 06 05	Gradbeni materiali, ki vsebujejo azbest
17 09 04	Mešani gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov, ki niso navedeni pod 17 09 01, 17 09 02 in 17 09 03

2 NAMEN IN METODE DELA MAGISTRSKE NALOGE

2.1 Namen magistrske naloge

Namen magistrske naloge je poiskati možne rešitve za zapiranje odlagališča Ostri vrh v Logatcu. Trenutno odlagališče nima veljavnega okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje, zato ga namerava Občina Logatec zapreti. Pri iskanju rešitev sem upoštevala evropske direktive in smernice s področja ravnanja z odpadki. Upoštevala sem tudi najboljše razpoložljive tehnološke postopke.

2.2 Metode dela

Najprej sem pričela z raziskovanjem literature na področju ravnanja z odpadki. Literaturo sem pridobila s pomočjo spleta in posredovano s strani mentorja. Osredotočila sem se na zakonodajni okvir, ki ga moramo upoštevati pri zbiranju, obdelavi in odlaganju odpadkov. Predstavila sem tudi nekaj pogostih pojmov, ki se uporabljajo na tem področju. Ko sem pridobila osnovno teoretično podlago za izbrano temo, sem pričela z zbiranjem podatkov in pridobivanjem informacij o odlagališču Ostri vrh v Logatcu. Veliko informacij sem dobila v Komunalnem podjetju Logatec, ki je tudi upravljavec odlagališča. Pričela sem z analizo obravnavanega območja. Najprej sem predstavila lokacijo odlagališča, hidrološke in geološke razmere na območju odlagališča in dosedanje sanacijo. Nato sem ocenila trenutno stanje odlagališča in izdelala analize meritev monitoringa odlagališčnega plina in izcedne vode.

V drugem delu magistrske naloge sem se lotila iskanja možnih rešitev za sanacijo obravnavanega odlagališča. Tu sem upoštevala zahteve iz Uredbe o odlagališčih odpadkov, ki določa, da mora biti odlagališče tesnjeno, da preprečimo vdor meteorne vode in izpuste odlagališčnih plinov v ozračje. Ena izmed možnih rešitev za sanacijo je izoblikovanje tesnjenega pokrova in ustvariti zaprto kroženje izcedne vode, s katero vlažimo telo odlagališča.

Predstavila sem tudi možne rešitve čiščenja izcedne vode iz odlagališča, pri čemer sem upoštevala najboljše razpoložljive tehnologije. Vsako možno rešitev sem poskusila vključiti na obravnavano odlagališče. Na koncu sem predstavila še metodo s prisilnim prezračevanjem, s katero pospešimo stabilizacijo odlagališča ter energetsko izrabo odpadkov s plazma reaktorjem.

3 RAZLAGA NEKATERIH POJMOV V ZVEZI Z ODPADKI

IPPC – Directive for Integrated Pollution Protection and Control, ki je obvezna tudi pri nas in se prevaja kot Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja. Temelji na načelu zmanjševanja in odstranjevanja industrijskega onesnaževanja, pri tem pa se uporabi najboljše razpoložljive tehnike (BAT).

BAT – Best Available Techniques, v slovenščino prevajamo kot najboljša razpoložljiva tehnologija (NRT), kar pomeni, da v neki dejavnosti uporabimo take tehnološke postopke, ki so tehnično in ekonomsko izvedljivi, pri tem upoštevamo tudi stroške in prednosti izvajalca, da z njimi dosegamo visoko splošno varstvo okolja [7].

BREF – referenčni dokumenti, ki so namenjeni za izmenjavo informacij o merilih za določanje najboljših razpoložljivih tehnik. Njihov namen je raziskovanje in ocenjevanje BAT, določanje učinkov BAT in omogočiti uporabo BAT [8].

NIMBY – Not In My Back Yard / ne na mojem dvorišču. Je splošni družbeni izraz, ko ljudje nasprotujejo gradnji objektov, kot so odlagališča, avtocesta, cesta, elektrarna, kateri bi bili v bližini njihovih domov.

NIMET – Not In My Election Time / ne v mojem volilnem mandatu. Je splošni družbeni izraz, ki se pojavlja v politiki, kadar se prelaga določene probleme na naslednje volilne mandate.

ZERO WASTE – družba z nič odpadki. Gre za družbeni cilj, ki se zavzema za spremembe življenjskega stila in navad in strmi k uporabi odpadkov kot materiala in surovine, s tem zmanjšujemo količine odpadkov in ohranjamo naravne vire [9].

PAYT – pay as you throw pomeni, da povzročitelj plača škodo.

ATV standardi/smernice – nemški standardi, ki so osnova za načrtovanje in projektiranje okoljevarstvenih tehnologij, uveljavilo jih je združenje za vode, odpadne vode in odpadke (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.).

VDI standardi/smernice – nemški standardi združenja inženirjev (Verein Deutscher Ingenieure).

BS standardi – britanski nacionalni standardi.

SIST standardi – slovenski nacionalni standardi, ki jih uvaja Slovenski inštitut za standardizacijo.

EN standardi – evropski standardi.

ISO standardi – mednarodni standardi.

4 ODPADKI IN RAVNANJE Z NJIMI

4.1 Definicija odpadka

Definicije odpadkov in načini ravnanja z njimi so opredeljeni v evropskih direktivah, iz katerih prevzemamo pojme tudi v slovensko zakonodajo. Vendar se včasih zakoni in uredbe ne dopolnjujejo in so pojmi malo drugače definirani.

Zakon o varstvu okolja definira odpadek kot predmet ali snov, ki ga povzročitelj ali druga oseba, ki ga ima v svoji lasti, zavrže, namerava ali mora zavržeti [10]. Uredba o odpadkih definira odpadek podobno, vendar mora biti ta uvrščen v skupino oziroma podskupino iz klasifikacijskega seznama, ki ga definira Uredba [11].

4.2 Vrste odpadkov

Odpadke lahko delimo po različnih kriterijih, in sicer glede na agregatno stanje, glede na nevarnostni potencial, po izvoru nastanka ter po proizvedeni količini odpadkov [8]. Glede na agregatno stanje delimo odpadke v trdne, tekoče in plinaste. Glede na nevarnostni potencial delimo odpadke v nevarne in nenevarne odpadke. Nevarni so tisti, ki imajo eno ali več nevarnih lastnosti, kot so eksplozivnost, oksidativnost, vnetljivost, dražilnost, strupenost, rakotvornost, jedkost in podobne. Te lastnosti so predstavljene in definirane v Prilogi III Direktive o odpadkih 2008/98/ES.

Odpadki nastajajo pri opravljanju različnih dejavnosti, zato odpadke po izvoru nastanka lahko delimo v štiri skupine [12]:

- odpadki iz naselij: to so odpadki iz gospodinjstev, gostinskih obratov, trgovin, javnih prostorov ...,
- odpadki iz industrije in energetike: to so odpadki, ki nastanejo pri industrijskih postopkih,
- odpadki iz kmetijstva,
- odpadki iz gradbeništva.

Količinsko največ odpadkov nastane na področju kmetijstva in gozdarstva, gre predvsem za organske odpadke. Velike količine so tudi v gradbeništvu, vendar se ti odpadki lahko hitro koristno ponovno uporabijo.

4.3 Komunalni odpadki

Zakon o varstvu okolja definira komunalni odpadek kot odpadek iz gospodinjstva ali njemu po sestavi podoben odpadek iz proizvodnje, obrti, trgovine in drugih dejavnosti [10]. Običajni odpadki iz gospodinjstva so sestavljeni iz bioloških odpadkov, stekla, kovine, papirja, embalaže in občutljivih odpadkov, kot so baterije, zdravila, gume, pepel in ostali. Z ustreznim ločenim zbiranjem pridobimo surovine, ki jih lahko ponovno uporabimo (steklo, kovine, plastika, papir) [12]. V klasifikacijskem seznamu iz Uredbe o odpadkih so komunalni odpadki uvrščeni v 20. skupino, ki je prikazana v preglednici spodaj.

Preglednica 3: Klasifikacijski seznam komunalnih odpadkov iz Uredbe o odpadkih [11]:

Klasifikacijska številka	Vrsta odpadka
20 00 00	Komunalni odpadki (gospodinjski in njim podobni odpadki iz trgovine, proizvodnih, poslovnih, storitvenih in drugih dejavnosti ter javnega sektorja), vključno z ločenimi frakcijami
20 01 00	Ločene frakcije (razen 15 01)
20 01 01	Papir in karton
20 01 02	Steklo
20 01 08	Biorazgradljivi kuhinjski odpadki in odpadki iz restavracij
20 01 10	Oblačila
20 01 11	Tekstil
20 01 13*	Topila
20 01 14*	Kislina
20 01 15*	Alkalije
20 01 17*	Fotokemikalije
20 01 19*	Pesticidi
20 01 21*	Fluorescentne cevi in drugi odpadki, ki vsebujejo živo srebro
20 01 23*	Zavržena oprema, ki vsebuje klorofluorogljikovodike
20 01 25	Jedilno olje in maščobe
20 01 26*	Olja in maščobe, ki niso navedeni pod 20 01 25
20 01 27*	Barve, tiskarske barve, lepila in smole, ki vsebujejo nevarne snovi
20 01 28	Barve, tiskarske barve, lepila in smole, ki niso navedeni pod 20 01 27
20 01 29*	Čistila (detergenti), ki vsebujejo nevarne snovi
20 01 30	Čistila, ki niso navedena pod 20 01 29
20 01 31*	Citotoksična in citostatična zdravila

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 3:

20 01 32	Zdravila, ki niso navedena pod 20 01 31
20 01 33	Baterije in akumulatorji, ki so navedeni pod 16 06 01, 16 06 02 ali 16 06 03, ter nesortirane baterije in akumulatorji, ki vsebujejo te baterije in akumulatorje
20 01 34	Baterije in akumulatorji, ki niso navedeni pod 20 01 33
20 01 35*	Zavržena električna in elektronska oprema, ki vsebuje nevarne snovi in ni navedena pod 20 01 21 in 20 01 23
20 01 36	Zavržena električna in elektronska oprema, ki ni navedena pod 20 01 21, 20 01 23 in 20 01 35
20 01 37*	Les, ki vsebuje nevarne snovi
20 01 38	Drugi les, ki ni zajet v 20 01 37
20 01 39	Plastika
20 01 40	Kovine
20 01 41	Odpadki, ki nastanejo pri čiščenju dimnikov
20 01 99	Drugi tovrstni odpadki
20 02 00	Odpadki z vrtov in parkov (vključno z odpadki s pokopališč)
20 02 01	Odpadki, primerni za kompostiranje
20 02 02	Zemlja in kamenje
20 02 03	Drugi odpadki, neprimerni za kompostiranje
20 03 00	Drugi komunalni odpadki
20 03 01	Mešani komunalni odpadki
20 03 02	Odpadki z živilskih trgovin
20 03 03	Odpadki pri čiščenju cest
20 03 04	Greznični mulj
20 03 06	Odpadki, ki nastanejo pri čiščenju komunalnih odpadnih voda
20 03 07	Kosovni odpadki
20 03 99	Drugi tovrstni odpadki

4.4 Odlagališča odpadkov

Odlagališče je namensko zgrajen objekt za trajno odlaganje odpadkov, ki jih ni mogoče uporabiti za nadaljnjo obdelavo in rabo. Gradnjo odlagališč ureja Uredba o odlagališčih odpadkov, ki odlagališča deli na [13]:

- odlagališče za inertne odpadke,
- odlagališče za nevarne odpadke,
- odlagališče za nenevarne odpadke.

Značilnost in posebnost odlagališča je, da je nasipni material odpadki, ki ima različno sestavo in lastnosti. V odlagališčnem telesu potekajo biološki, fizikalni in kemični procesi, ki povzročajo spremembe v telesu odlagališča. Prihaja do posedanja odlagališča, nastajanja izcednih voda in odlagališčnih plinov. Odlagališčno telo je navadno biokemijski reaktor, saj v njem nenehno potekajo različni procesi, zato je potrebna posebna obravnava [1].

Uredba o odlagališčih odpadkov dovoljuje odlagati samo obdelane odpadke.

4.5 Odlagališčni plin

Pri aerobni in anaerobni razgradnji bioloških in ostalih odpadkov nastaja odpadni odlagališčni plin, ki je sestavljen iz metana (CH_4), ogljikovega dioksida (CO_2), amoniaka (NH_3), vodika (H_2), vodikovega sulfida (H_2S), dušika (N_2), merkaptanov, tiofenov itd. Pojavijo se lahko tudi manjše količine kisika, če je telo odlagališča prezračeno v taki meri, da se ta ne porabi za druge reakcije. Prevladujeta pa predvsem metan in ogljikov dioksid, ki spadata v kategorijo toplogrednih plinov. Metan je nevaren plin in ima eksplozivno moč, zato lahko pride do požara v ali na površini odlagališčnega telesa. Odpadni odlagališčni plini se v ozračje deloma odvajajo skozi površino celotnega odlagališčnega telesa. To lahko preprečimo le s popolno zatesnitvijo celotnega odlagališčnega telesa, torej ko bo odlagališče dokončno zaprto. Na nastanek odlagališčnega plina vpliva sama sestava in starost odpadkov, prisotnost kisika v odlagališčnem telesu, vsebnost vlage in temperatura [15].

Na odlagališču Ostri vrh se odpadni odlagališčni plini odvajajo s pasivnim odplinjevalnim sistemom, ki se zaključuje s plinsko baklo. Na bakli uničimo (sežgemo) predvsem metan, s tem samo delno preprečimo onesnaženje ozračja. Pri sežigu metana se poveča količina ogljikovega dioksida, posledično tudi dušikovega oksida, žveplovega dioksida in ogljikovega monoksida [16], [17]. Nadaljnja obdelava plinov (pranje oziroma čiščenje plinov) se na odlagališču ne izvaja. Odlagališčni plin bi se lahko izkoristilo za proizvodnjo električne energije.

4.6 Izcedna voda iz odlagališčnega telesa

Po Uredbi o odlagališčih odpadkov predstavlja izcedna voda vse tekočine, ki se izcejajo iz odloženih odpadkov in pronicajo skozi telo odlagališča. Gre predvsem za padavinsko vodo, ki se infiltrira v odlagališčno telo in se onesnaži zaradi izluževanja vode iz odpadkov. Ta se izceja iz odpadkov kot presežek (odpadki z visoko vsebnostjo vode) in zaradi razgrajevanja odpadkov. Izcedne vode je potrebno z ustreznim drenažnim sistemom neprekinjeno odvajati iz telesa odlagališča in pred izpustom

v okolje ustrezno prečistiti. Za namene rednega vzdrževanja in kontroliranja drenažnega sistema je potrebno zgraditi zadostno število kontrolnih jaškov [13].

Količina izcedne vode je odvisna od lokalnih vremenskih pogojev; z večjo količino padavin se več vode infiltrira v odlagališče. Sestava izcedne vode je odvisna predvsem od sestave in vrste odloženih odpadkov (razgradljivi, nerazgradljivi, topni, netopni, organski, toksični, tekoči, trdni ...). Sestava izcedne vode pa je odvisna tudi od starosti in debeline odloženih odpadkov, njihove stopnje razgradnje, temperature in vlage v odlagališčnem telesu ter tudi od načina odlaganja odpadkov [15].

Izcedne vode so navadno temno rjave do črne barve in imajo zelo močan vonj. Predstavljajo nevarnost za podzemne vode, saj so zaradi visoke koncentracije nevarnih snovi strupene (vsebujejo toksične kovine, amonijev dušik, kloridne ione ...).

Problematika onesnaževanja okolja z izcednimi vodami je definirana v Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08). Čeprav so v Uredbi navedena glavna onesnaževala, se lahko nabor onesnaževal bistveno poveča. Potrebo po razširitvi parametrov navadno ugotovimo na podlagi skupinskega parametra »strupenost za vodne bolhe«. Če je izcedna voda zelo strupena, ne izmerimo pa onesnaževala, na podlagi katerega bi izhajala ta strupenost, razširimo obseg preiskovanih parametrov, da ugotovimo, kaj povzroča strupenost. Ti dodatni parametri, ki niso navedeni v seznamu uredbe, so: bor (B), kositer (Sn), antimon (Sb), mangan (Mn), kobalt (Co), cianid (CN⁻), florid (F⁻), sulfit (S⁻²), fenoli, tenzidi itd. Na večino komunalnih odlagališčih so se v preteklosti odlagali tudi razni tehnološki odpadki, ki lahko povzročajo emisije nevarnih snovi s precejšnjim časovnim zamikom.

V izcedni vodi najdemo onesnaževala, ki jih lahko delimo v štiri glavne skupine [14]:

- Organska onesnažila, kot so raztopljene organske snovi (izražene kot DOC – raztopljeni organski ogljik, TOC – celotni organski ogljik, KPK – kemijska potreba po kisiku, BPK₅ – biokemijska potreba po kisiku v petih dneh) in lahkohlapne maščobne kisline.
- Anorganska onesnažila, kot so kalcij (Ca²⁺), magnezij (Mg²⁺), natrij (Na⁺), amonij (NH₄⁺), kalij (K⁺), klorid (Cl⁻), sulfat (SO₄²⁻), hidrogen karbonat (HCO₃⁻), železo (Fe²⁺) itd.
- Organska slabo razgradljiva onesnažila, kot so mineralna olja, lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX), tenzidi, pesticidi, klorirane spojine in AOX – adsorbiljivi organski halogeni.
- Težke kovine, kot so kadmij (Cd), krom (Cr), nikelj (Ni), baker (Cu), živo srebro (Hg), svinec (Pb), cink (Zn) itd.

4.7 Ravnanje z odpadki

Ravnanje z odpadki zajema vse procese od nastanka do odlaganja odpadkov. Ti procesi so zbiranje, prevažanje, predelava, odstranjevanje odpadkov ter nadzorovanje vseh postopkov in dejavnosti tekom tega procesa, tudi po prenehanju obratovanja naprav za odstranjevanje odpadkov.

V postopku ravnanja z odpadki sodeluje veliko udeležencev:

- povzročitelj odpadkov,
- imetnik odpadkov,
- zbiratelj odpadkov,
- prevoznik odpadkov,
- predelovalec odpadkov,
- odstranjevalec odpadkov,
- posrednik odpadkov.

Vsi ti udeleženci morajo izvajati postopke tako, da ne ogrožajo človekovega zdravja in ne povzročajo čezmernih obremenitev okolja [8].

4.7.1 Zbiranje odpadkov

Zbiranje odpadkov zajema postopke pobiranja odpadkov po gospodinjstvih, ekoloških otokih in zbirnih centrih, vključno s predhodnim razvrščanjem ter začasnim skladiščenjem odpadkov za namene prevoza za nadaljnjo obdelavo odpadkov [2].

Velik pomen ima ustrezno ločevanje odpadkov že na izvoru nastanka. Ločuje se glede na vrsto in naravo odpadka, s tem olajšamo postopke nadaljnje obdelave odpadkov. Za zbiranje in odvažanje odpadkov v Sloveniji skrbijo javna komunalna podjetja in druge gospodarske družbe, ki imajo za to dejavnost ustrezna dovoljenja. Javna služba zbiranja in odvoza komunalnih odpadkov je bila do sedaj v pristojnosti občin. Te običajno izdajo koncesijo javnim komunalnim podjetjem, lahko pa tudi drugim gospodarskim družbam, ki so v zasebni lasti. Pri tehnoloških in drugih odpadkih, ki niso v pristojnosti občin, pa lahko zbirajo in odvažajo odpadke katerekoli gospodarske družbe, ki imajo za to ustrezna dovoljenja.

4.7.2 Predelava odpadkov

Predelava odpadkov zajema vsak postopek, katerega namen je, da se odpadki koristno uporabijo. S tem nadomestimo druge materiale, ki bi jih sicer uporabili. V Prilogi II Direktive o odpadkih 2008/98/ES so podani nekateri postopki predelave odpadkov (Preglednica 4).

Preglednica 4: Oznaka in opis predelave odpadkov [2]

Oznaka predelave	Opis predelave
R1	Uporaba predvsem kot gorivo ali za druge načine pridobivanja energije; pridobivanje topil z regeneracijo odpadkov
R2	Pridobivanje topil z regeneracijo odpadkov
R3	Recikliranje/pridobivanje organskih snovi, ki se ne uporabljajo kot topila (vključno s kompostiranjem in drugimi procesi biološkega preoblikovanja), razen snovi, ki se uporabljajo kot topila
R4	Recikliranje/pridobivanje kovin in njihovih spojin
R5	Recikliranje/pridobivanje drugih anorganskih materialov, razen kovin in njihovih spojin, z recikliranjem odpadkov
R6	Regeneracija kislin ali baz
R7	Predelava sestavin, ki se uporabljajo za zmanjšanje onesnaževanja
R8	Predelava sestavin iz katalizatorjev
R9	Ponovno rafiniranje olja ali drugi načini ponovne uporabe olja
R10	Vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje
R11	Uporaba odpadkov, pridobljenih s katerim koli od postopkov, označenih z R1 do R10
R12	Izmenjava odpadkov za predelavo s katerim koli od postopkov, označenih z R1 do R11
R13	Skladiščenje odpadkov do katerega koli od postopkov, označenih z R1 do R12 (razen začasnega skladiščenja, do zbiranja, na mestu nastanka odpadkov)

4.7.3 Odstranjevanje odpadkov

Odstranjevanje odpadkov zajema postopke, ki ne spadajo k postopkom predelave, tudi tu Direktiva 2008/98/ES določa seznam postopkov odstranjevanja. Postopek odstranjevanja izberemo glede na vrsto in količino odpadkov, tehnične in finančne možnosti ter glede na nevarnosti za okolje [8].

Preglednica 5: Oznake in opisi odstranjevanja odpadkov [2]

Oznaka odstranjevanja	Opis odstranjevanja
D1	Odlaganje v ali na zemljo (npr. odlaganje na odlagališčih itd.)
D2	Obdelava v zemlji (npr. biološka razgradnja tekočih odpadkov ali muljev v tleh itd.)
D3	Globinsko injektiranje (npr. injektiranje odpadkov, ki se lahko črpajo, v vrtine, solne jaške ali naravno nastala odlagališča itd.)
D4	Površinska zajezitev (npr. vlivanje tekočih odpadkov ali muljev v jame, ribnike ali lagune itd.)
D5	Posebej projektirano odlagališče (npr. odlaganje v posamezne obložene celice s pokrovom, ločene med seboj in od okolja, itd.)
D6	Izpuščanje v vode, razen v morja/oceane
D7	Izpuščanje v morja/oceane, vključno z odlaganjem na morsko dno
D8	Biološka obdelava, ki ni določena drugje v tej prilogi, pri kateri nastanejo končne spojine ali mešanice, ki se odstranjujejo s katerim koli od postopkov, označenih z D1 do D12
D9	Fizikalno-kemična obdelava, ki ni določena drugje v tej prilogi, pri kateri nastanejo končne spojine ali mešanice, ki se odstranjujejo s katerim koli od postopkov, označenih z D1 do D12 (npr. izparevanje, sušenje, kalcinacija itd.)
D10	Sežiganje na kopnem
D11	Sežiganje na morju
D12	Trajno skladiščenje (npr. nameščanje posod v rudnik itd.)
D13	Spajanje ali mešanje pred izvajanjem katerega koli od postopkov, označenih z D1 do D12
D14	Ponovno pakiranje pred izvajanjem katerega koli od postopkov, označenih z D1 do D13
D15	Skladiščenje do katerega koli od postopkov, označenih z D1 do D14 (razen začasnega skladiščenja, do zbiranja, na mestu nastanka odpadkov)

5 PRAVNI VIDIK

5.1 Evropska zakonodaja

S priključitvijo k Evropski uniji smo sprejeli evropske predpise, ki jih upoštevamo in vključujemo v slovensko zakonodajo. Evropska unija je sprejela niz predpisov na področju ravnanja z odpadki, eden izmed glavnih je Direktiva o odpadkih (2008/98/ES). S predpisi želimo zmanjšati nastajanje odpadkov in jih uporabljati kot vire za izdelavo novih materialov. Tako ohranjamo naravne vire in varujemo okolje.

Področje odpadkov in ravnanje z njimi določajo naslednje evropske direktive:

- Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (2008/98/ES),
- Direktiva o odpadkih (2006/12/EC),
- Direktiva o nevarnih odpadkih (91/689/EEC),
- Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja (2010/75/EU),
- Direktiva o odpadkih iz industrije titanovega dioksida (78/176/EEC),
- Direktiva o sežigu odpadkov v novih in že obstoječih objektih (89/429/EEC in 89/369/EEC),
- Direktiva o omejevanju uporabe nekaterih nevarnih snovi v električni in elektronski opremi (2011/65/EU),
- Direktiva o embalaži in odpadni embalaži (94/62/ES),
- Direktiva o odpadni električni in elektronski opremi (2012/19/EU),
- Direktiva o odlaganju odpadkov na odlagališčih (1999/31/EC),
- Direktiva o odstranjevanju PCB in PCT (96/59/EC),
- Direktiva o odstranjevanju odpadnih olj (75/439/EEC, dopolnjeno s 87/101/EEC in 57/439/EEC),
- Direktiva o baterijah in akumulatorjih ter o odpadnih baterijah in akumulatorjih (2006/66/ES),
- Uredba o nadzoru nad izvozom, uvozom in tranzitom odpadkov v EU in zunaj nje (259/93/EEC, dopolnjeno s 120/97/EC, 94/575/EC, 94/774/EC, 96/660/EC).

5.1.1 Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (2008/98/ES)

Direktiva 2008/98/ES določa ukrepe preprečevanja in zmanjševanja škodljivih vplivov nastajanja odpadkov ter ravnanja z njimi. Z ukrepi strmi k večjemu varstvu okolja in zdravju ljudi ter k zmanjševanju porabe naravnih virov.

V Direktivi je določen prednostni red ravnanja z odpadki:

- Preprečevanje nastajanja odpadkov – ukrepi, sprejeti preden predmet/snov postane odpadek.
- Priprava za ponovno uporabo – postopki (preverjanje, čiščenje, popravila ...), s katerimi se odpadki pripravi za ponovno uporabo.
- Recikliranje – postopek predelave, pri katerem se odpadki predela v proizvod ali material, tu energetska predelava ni vključena.
- Drugi postopki predelave – energetska predelava.
- Odstranjevanje odpadkov – postopek, ki ni predelava, seznam postopkov odstranjevanja, naveden v prilogi Direktive.

Ravnanje z odpadki se mora izvajati na tak način, da ne ogroža zdravje rastlin, živali in ljudi in ne predstavlja tveganja za zrak, tla in vodo [2].

5.1.2 Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja (2010/75/EU)

Direktiva 2010/75/EU določa ukrepe za celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja okolja, ki je posledica izvajanja industrijskih in kmetijskih dejavnosti, kot so energetika, proizvodnja in predelava kovin, nekovinska in mineralna industrija, kemična industrija, ravnanje z odpadki in še druge dejavnosti. Z ukrepi želimo doseči visoko stopnjo varstva okolja. Direktiva določa, da morajo vse dejavnosti, ki so navedene v prilogi Direktive, pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za njihovo obratovanje.

Direktiva definira pojem »najboljša razpoložljiva tehnologija«, kar pomeni, da v neki dejavnosti uporabimo najbolj učinkovito in napredno tehnologijo na taki ravni, da je omogočena njena uporaba pod ekonomskimi in tehničnimi izvedljivimi pogoji. Z najboljšo razpoložljivo tehnologijo dosegamo visoko raven varstva okolja. Na podlagi najboljše razpoložljive tehnologije se določajo mejne vrednosti emisij [7].

5.2 Slovenska zakonodaja

Slovenska zakonodaja na področju ravnanja z odpadki poleg Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06):

- Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15 in 69/15),
- Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14),
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11),
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09),

- Nacionalni program varstva okolja – NPVO (Uradni list RS, št. 83/99 in 41/04),
- Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16),
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/09),
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Uradni list RS, št. 53/15),
- Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (Uradni list RS, št. 84/06),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki vsebujejo azbest (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o emisiji snovi in odstranjevanju odpadkov iz proizvodnje titanovega dioksida (Uradni list RS, št. 64/14),
- Pravilnik o skladiščenju izrabljenih gum (Uradni list RS, št. 37/11),
- Uredba o ravnanju z baterijami in akumulatorji ter odpadnimi baterijami in akumulatorji (Uradni list RS, št. 3/10),
- Uredba o ravnanju z izrabljenimi gumami (Uradni list RS, št. 63/09),
- Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili (Uradni list RS, št. 105/08),
- Uredba o ravnanju z amalgamskimi odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanimi raziskavami (Uradni list RS, št. 89/08),
- Uredba o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi (Uradni list RS, št. 70/08),
- Uredba o predelavi razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13 in 56/15),
- Uredba o odpadkih, ki nastanejo pri gradbenih delih (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odlaganja odpadkov na odlagališčih (Uradni list RS, št. 14/14),
- Uredba o odpadnih oljih (Uradni list RS, št. 24/12).

5.2.1 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja temelji na načelu trajnostnega razvoja in ureja varstvo okolja. Določa osnovna načela in ukrepe varstva okolja, spremlja stanje in informacije o okolju ter ureja ekonomske in finančne instrumente ter javne službe varstva okolja. Zakon spodbuja in usmerja takšno družbeno življenje in razvoj, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost življenja ter hkrati ohranja biotsko raznovrstnost. Cilji zakona so preprečevanje in zmanjševanje obremenjevanja okolja, trajnostna raba naravnih virov, zmanjševanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije, odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, preprečevanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje ter opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi.

Zakon ureja tudi področje ravnanja z odpadki. Vlada določi pravila ravnanja z odpadki, ki se nanašajo na zmanjševanje nastajanja odpadkov in njihove škodljivosti za okolje, razvrščanje odpadkov v seznime, načine ravnanja z odpadki, pogoje in obveznosti za pridobitev predpisanih soglasij in dovoljenj, načrtovanje, gradnjo in obratovanje naprav za ravnanje z odpadki ter vodenje evidenc o odpadkih. Povzročitelj onesnaženja mora upoštevati vsa pravila ravnanja z odpadki, ki jih določi vlada. Skladno s tem zakonom mora imeti oseba, ki predeluje ali odstranjuje odpadke, veljavno okoljevarstveno dovoljenje [10].

5.2.2 Uredba o odlagališčih odpadkov

Uredba o odlagališčih odpadkov ureja obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje odpadkov, pogoje in ukrepe v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanje po njihovem zaprtju. Določa tudi mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov. Te emisije so emisije s površinske in podzemne vode, tla in v zrak.

Uredba deli odlagališča v tri skupine, in sicer:

- odlagališče za nevarne odpadke,
- odlagališče za nenevarne odpadke,
- odlagališče za inertne odpadke.

Odlagališče komunalnih odpadkov, ki je namenjeno odlaganju ostankov predelave ali odstranjevanja komunalnih odpadkov, se uvršča v skupino odlagališč za nenevarne odpadke [13].

5.2.3 Uredba o odpadkih

Uredba o odpadkih določa pravila ravnanja in pogoje za preprečevanje in zmanjšanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov, ravnanja z njimi, zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov ter izboljšanje učinkovitosti uporabe naravnih virov. Namen uredbe je varstvo okolja in varovanje človekovega zdravja.

V Uredbi je določen tudi klasifikacijski seznam odpadkov, ki uvršča odpadke v skupine in podskupine. Vsakemu posameznemu odpadku se glede na vir nastanka in sestavo dodeli klasifikacijska številka s seznama odpadkov. Klasifikacijska številka je sestavljena iz šestih števil, prvi dve številki povesta izvor nastanka odpadka, drugi dve ga uvrstita v določeno skupino in zadnji dve ga podrobneje klasificirata znotraj skupine. Na seznamu je 20 skupin odpadkov [11].

Preglednica 6: Klasifikacijski seznam odpadkov – pregled glavnih skupin odpadkov

Klasifikacijska številka	Vrsta odpadka
01 00 00	Odpadki iz iskanja, rudarjenja, dejavnosti kamnolomov, fizikalne in kemične predelave mineralnih surovin
02 00 00	Odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva, priprave in predelave hrane
03 00 00	Odpadki iz obdelave in predelave lesa ter proizvodnje ivernih plošč in pohištva, vlaknin, papirja in kartona
04 00 00	Odpadki iz industrije usnja, krzna in tekstilij
05 00 00	Odpadki iz rafinerij nafte, čiščenja zemeljskega plina in pirolize premoga
06 00 00	Odpadki iz anorganskih kemijskih procesov
07 00 00	Odpadki iz organskih kemijskih procesov
08 00 00	Odpadki iz proizvodnje, priprave, dobave in uporabe sredstev za površinsko zaščito (barve, laki in emajli), lepil, tesnilnih mas in tiskarskih barv
09 00 00	Odpadki iz fotografske industrije
10 00 00	Odpadki iz termičnih procesov
11 00 00	Odpadki iz kemične obdelave in površinske zaščite kovin in drugih materialov; hidrometalurgija barvnih kovin
12 00 00	Odpadki iz postopkov oblikovanja ter fizikalne in mehanske površinske obdelave kovin in plastike
13 00 00	Oljni odpadki in odpadki tekočih goriv (razen jedilnih olj iz točk 05 in 12)
14 00 00	Odpadna organska topila, hladilna sredstva in potisni plini (razen 07 in 08)
15 00 00	Odpadna embalaža; absorbenti, čistilne krpe, filtrirna sredstva in zaščitna oblačila, ki niso navedena drugje
16 00 00	Odpadki, ki niso navedeni drugje v klasifikacijskem seznamu
17 00 00	Gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov (vključno z zemeljskimi izkopi z onesnaženih območij)
18 00 00	Odpadki iz zdravstva ali veterinarstva in/ali z njima povezanih raziskav (razen odpadkov iz kuhinj in restavracij, ki ne izhajajo neposredno iz zdravstva ali veterinarstva)
19 00 00	Odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki, čistilnih naprav ter priprave pitne vode in vode za industrijsko rabo
20 00 00	Komunalni odpadki (gospodinjski in njim podobni odpadki iz trgovine, proizvodnih, poslovnih, storitvenih in drugih dejavnosti ter javnega sektorja), vključno z ločenimi frakcijami

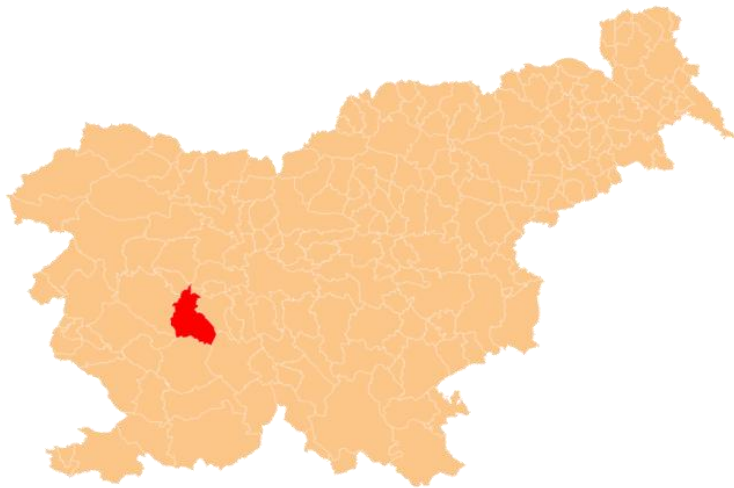
5.2.4 Odlok o ravnanju s komunalnimi odpadki v Občini Logatec

V Odloku o ravnanju s komunalnimi odpadki v Občini Logatec je določen način opravljanja obvezne gospodarske javne službe na področju ravnanja s komunalnimi odpadki za Občino Logatec. V sistem ravnanja so vključeni vsi lastniki in uporabniki stanovanjskih, poslovnih in drugih objektov, kjer nastajajo komunalni odpadki. Organizirano je ločeno zbiranje komunalnih odpadkov po vsej občini. Odlok tudi določa prepovedi odlaganja komunalnih odpadkov v okolje, ki bi povzročilo onesnaženje. Povzročitelj mora taka odlaganja sanirati in povrniti prostor v prvotno stanje na lastne stroške. Odlok določa tudi, da Občina zagotavlja postopno sanacijo črnih odlagališč odpadkov [18].

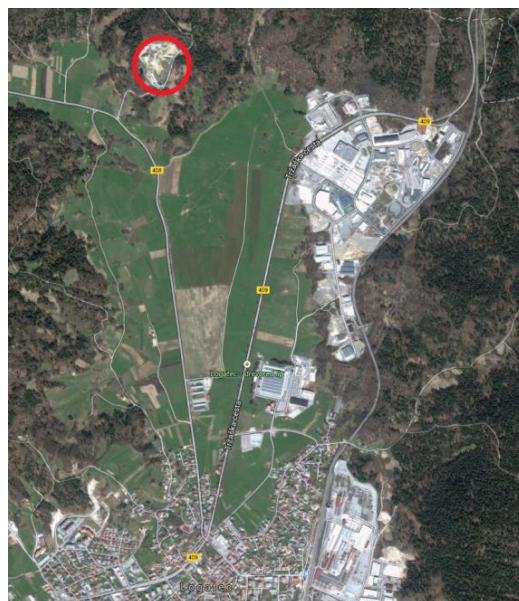
6 ANALIZA OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

6.1 Opis in lokacija odlagališča

Odlagališče Ostri vrh je odlagališče za inertne in nenevarne odpadke v Občini Logatec (Slika 4). Namenjeno je sprejemanju in trajnemu odlaganju nenevarnih odpadkov iz gospodinjstev, gospodarskih družb in storitev ter drugih ustanov, kjer nastanejo mešani komunalni odpadki. Nahaja se približno 2,5 km severno od mesta Logatec (Slika 5) in leži na zemljiščih s parcelnimi številkami 378/1, 378/2, 378/4 in 512/2 v katastrski občini Blekova vas. Za izvedbo ustrezne zaščite odlagališča je zaščitna ograja postavljena tudi izven omenjenih parcel. Do odlagališča vodi stranska cesta Logatec–Zaplana, ki se odcepi od glavne regionalne ceste Logatec–Rovte [6], [19].



Slika 4: Občina Logatec (Geopedia)



Slika 5: Lokacija odlagališča Ostri vrh (Google Maps)

Odlagališče je ime dobilo po vzpetini Ostri vrh, ki se dviga severno od odlagališča z nadmorsko višino 577 m, samo odlagališče se nahaja v vrtači, katere dno je na koti 481 m. Severno in zahodno od odlagališča se nahajajo hribovita območja, južno leži veliko kraško polje, imenovano Logaško polje, vzhodno pa se razprostira Logaška planota [6].

V radiju 400 m od odlagališča ni poselitve, prve stanovanjske hiše se nahajajo 500 m severno od odlagališča. Okolica odlagališča je večinoma poraščena z gozdom, južno pa se pojavljajo kmetijska zemljišča. Gozdnih rezervatov in varovalnih gozdov na tem območju ni [19].

Lastnik odlagališča je Občina Logatec, upravljavec pa Komunalno podjetje Logatec d.o.o. Ta izvaja dejavnosti javne službe ravnanja z odpadki na območju Občine Logatec. Zbira in skrbi za odvoz odpadkov iz gospodinjstev, industrije, obrti in ostalih ustanov, ki povzročajo komunalne odpadke.



Slika 6: Odlagališče Ostri vrh ([19], stran 9)

6.2 Varstvo narave in arheološka dediščina na območju odlagališča

Severno in vzhodno od obravnavanega odlagališča se pojavlja veliko število naravnih jam, kar nam dokazuje, da se nahajamo na kraškem terenu. 900 m vzhodno in jugovzhodno od odlagališča pa se nahaja tudi ekološko pomembno območje jam (Slika 7).

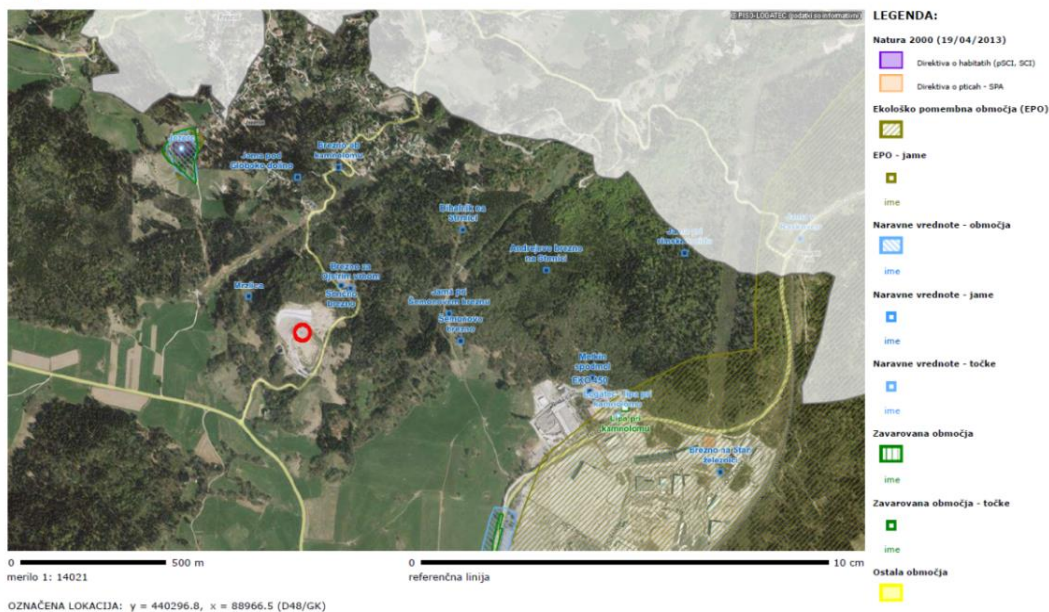
V bližini odlagališča, približno 950 m jugovzhodno, se nahaja zavarovano območje Napoleonov drevored, ki ima status naravne kulturne dediščine. Severozahodno od odlagališča pa se nahaja

naravno zavarovano območje Jezerc, ki je ostanek visokega barja in je zaščiteno s strani Nature 2000. Odlagališče na zgoraj omenjena območja nima (dokazanega) negativnega vpliva.

V bližini odlagališča se nahajajo tudi arheološka območja (Slika 8). Vzhodno, tik ob meji odlagališča se nahaja arheološko najdišče Pod Smrekovcem, zahodno najdišče Pod Ostrim vrhom ter jugozahodno najdišče Kotlice. Dokazanega vpliva na arheološka najdišča odlagališče nima.

OBČINA LOGATEC - PROSTORSKI INFORMACIJSKI SISTEM - geografski prikaz

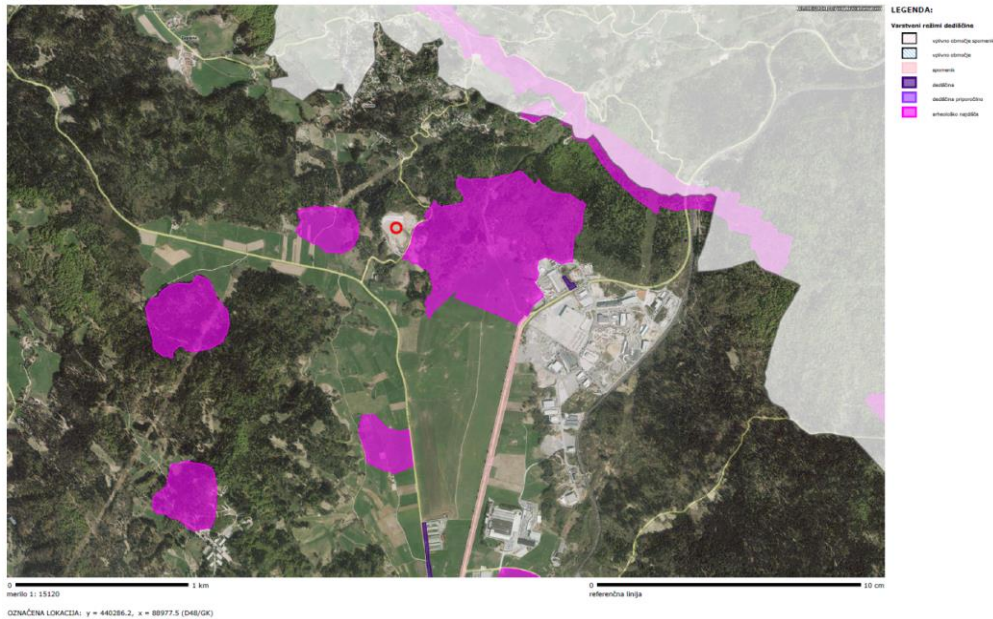
Druge državne vsebine > Varstvo narave



Slika 7: Varstvo narave na območju odlagališča Ostri vrh (PISO)

OBČINA LOGATEC - PROSTORSKI INFORMACIJSKI SISTEM - geografski prikaz

Druge državne vsebine > Kulturna dediščina



Slika 8: Arheološka najdišča na območju odlagališča Ostri vrh (PISO)

6.3 Hidrološke razmere

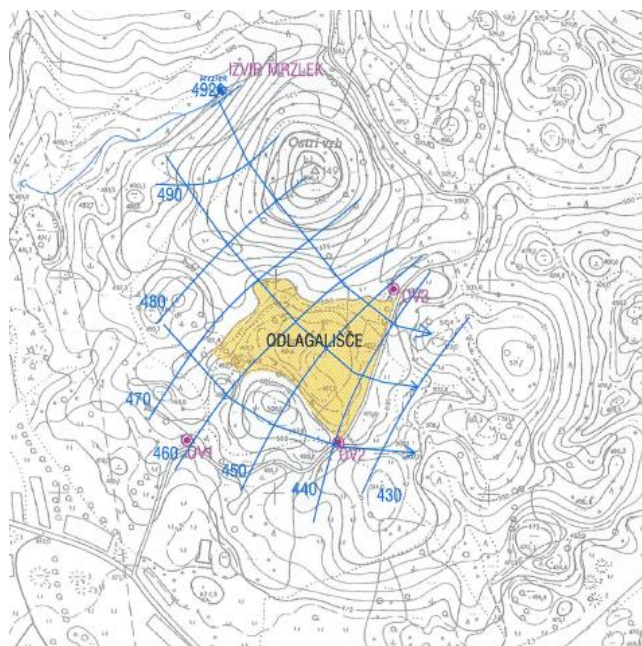
Na območju odlagališča v pasu 300 do 500 m ni vodnih zajetji, tudi večjih površinskih vodotokov ni v bližini. Severozahodno se pojavlja potok Mrzlek, ki po 300 m ponikne v požiralnik. V sušnem obdobju potok presahne. Na njegovem izviru se opravlja monitoring podzemne vode. Občasni, manjši (nekaj več kot 100 m) vodni tok se pojavlja tudi severno pod Ostrim vrhom, ki nato ponikne [20].

Odlagališče ne leži v vodovarstvenem območju vodnih virov občine Logatec. Najbližje vodno zajetje, imenovano Z-3 Zaplana, je oddaljeno 2,9 km severovzhodno od odlagališča. V bližini se nahaja tudi vodno zajetje Staje – Gačnik, ki spada pod porečje Ljubljanice in je od odlagališča oddaljeno približno 3,75 km. Najbližji vodotok je potok Bela, ki je tudi eden od povirnih pritokov Ljubljanice [6].

Odlagališče leži na vplivnem območju nekaterih izvirov Ljubljanice (Močilnik, Ljubije, Kožuhov izvir ...). Glede na geološko zgradbo vodoneprepustnosti ni mogoče dokazati. Izcedna voda iz odlagališčnega telesa naj bi odtekala skozi plasti dolomita v dobro prepustno plast apnenca v kraški vodni tok proti izvirov reke Ljubljanice (Slika 10) [20].

Na območju odlagališča se redno izvaja monitoring podzemnih voda. Bile so izvrtane tri vrtine OV-1, OV-2 in OV-3. Vse vrtine so pokazale obstoj podzemne vode v dolomitskem bloku in pretakanje vode od smeri severa proti jugu in jugozahodu.

Odlagališče poplavno ni ogroženo.



Slika 9: Prikaz hidroizohips in smeri toka podzemne vode na območju odlagališča ([6], stran 34)

6.4 Geološke razmere

Zaradi hitrih in intenzivnih tektonskih sprememb v preteklosti ima širše območje okolice odlagališča zapleteno geološko zgradbo (Slika 10).

Tla pod odlagališčem so sestavljena iz 10 do 20 cm debelega slabo prepustnega sloja gline iz obdobja pleistocena. Koeficient prepustnosti gline znaša okoli $1 \cdot 10^{-7}$ m/s. V preteklosti se je voda stalno zadrževala v vrtači, nastalo je celo majhno jezerce. Danes je vrtača napolnjena z odpadki, voda pa se iz odlagališčnega telesa preko cevi drenira v zbirni bazen (sanirani del odlagališča).

Pod tem slojem se nahaja do 60 m debel blok srednje do dobro prepustnega dolomita z značilno razpoklinsko poroznostjo iz obdobja spodnjega triasa. Koeficient prepustnosti se giblje od $2,2 \cdot 10^{-6}$ do $8,9 \cdot 10^{-7}$ m/s. Gre za siv in sivo-rjavkasti, srednjezrnati dolomit z vložki rdeče-rjavega peščenjaka in meljevca. Med dolomitskimi razpokami se pojavljajo določeni vodni tokovi, ti tečejo vzporedno s plastmi. Te vpadajo proti jugu pod kotom $30\text{--}40^\circ$. Tudi sam vrh Ostrega vrha je sestavljen iz omenjenega bloka dolomita. Odlagališčno telo se nahaja približno v sredini dolomitskega bloka. Površinsko je dolomit zakrasel in razpokan, zato se na površini pojavljajo vrtače ter tudi vodni pojavi.

Pod dolomitskim blokom se nahaja 20–50 m debela plast temno sivega do črnega dolomita iz obdobja zgornjega perma. Gre za dobro prepustne plasti z značilno razpoklinsko poroznostjo. Podzemna voda se nahaja približno 60 m pod najnižjo koto odlagališča [6], [20].

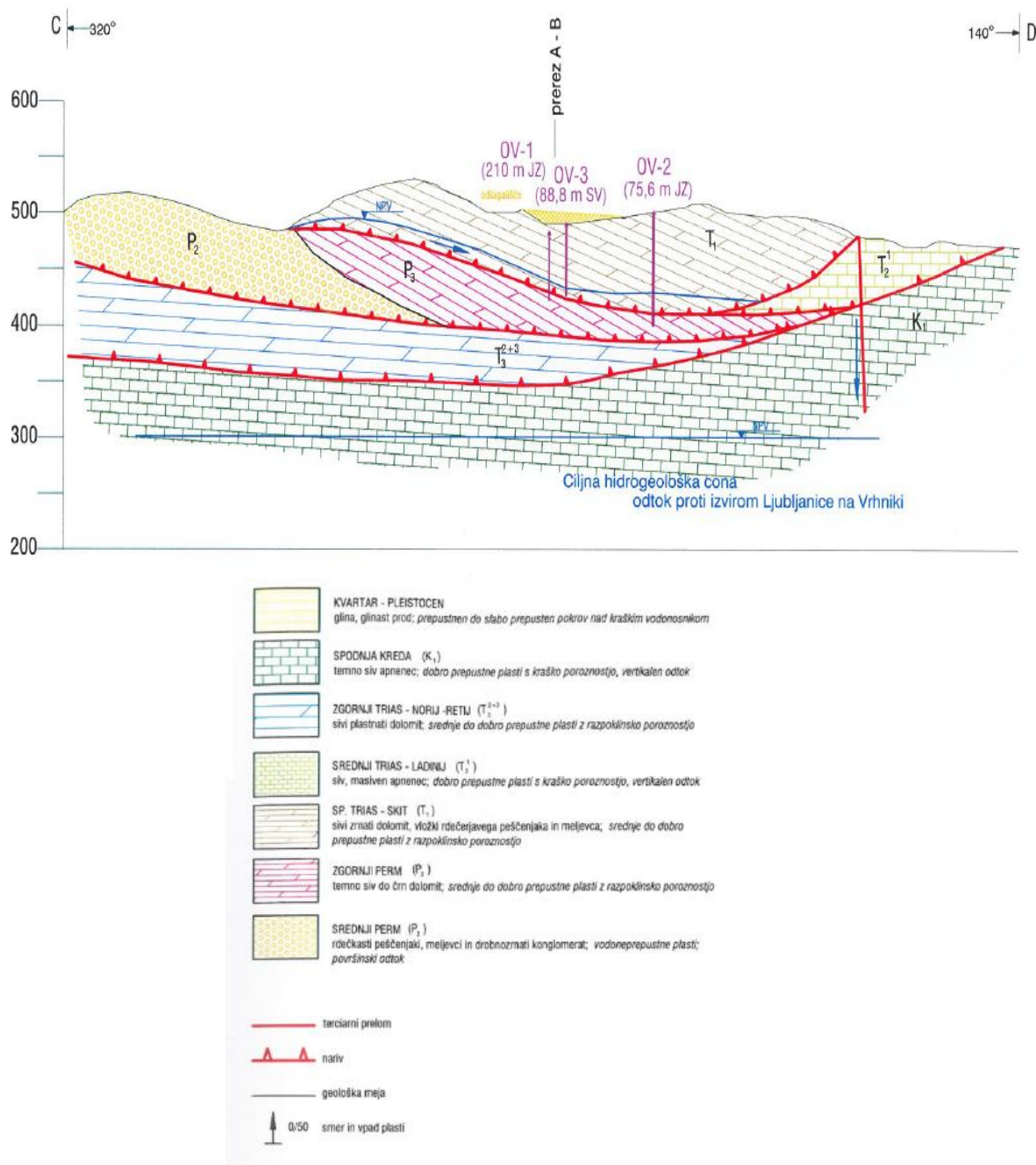
Severozahodno od območja odlagališča se nahajajo rdečkasti peščenjaki in meljevci ter drobnozrnati konglomerat iz obdobja srednjega perma. Gre za vodoneprepustne plasti, zato na tem območju voda površinsko odteka.

Južno (jugozahodno in jugovzhodno) od območja odlagališča se nahaja siv in masiven apnenec iz obdobja srednjega triasa. Gre za dobro prepustne plasti z značilno kraško poroznostjo z vertikalnim odtokom vode.

Severno in severovzhodno od območja odlagališča se nahaja siv plastnati dolomit iz obdobja zgornjega triasa in je srednje do dobro prepusten. Tudi za to plast je značilna razpoklinska in kraško-razpoklinska poroznost. V te plasti ponika potok Mrzlek in preko bazena tudi izcedne vode iz odlagališčnega telesa.

Približno 200 m pod odlagališčem se nahajajo plasti temno sivega dobro prepustnega apnenca iz obdobja spodnje krede z vertikalnim odtokom vode. Tu se nahaja tudi hidrogeološka cona, kjer voda odteka proti izvirov Ljubljanice na Vrhniki [20].

Glede na opisane hidrološke in geološke razmere leži odlagališče Ostri vrh na dokaj občutljivem kraškem terenu. Zato je dokončna sanacija in ustrezno zaprtje odlagališča ključno za zmanjševanje negativnih vplivov na okolje. Problem predstavljajo tudi odpadki, odloženi v vrtačo, ki se nahajajo pod saniranim delom odlagališča. Njihova sestava in količina nista točno določeni.



Slika 10: Geološka zgradba na območju odlagališča ([6], stran 31)

6.5 Sanacija odlagališča

Ker odlagališče ni imelo ustreznega tesnjenja tal, je prihajalo do pronicanja onesnaženih snovi v podzemlje in hkrati v podzemno vodo. Da bi preprečili nadaljnje pronicanje onesnažene vode iz odlagališča v podzemlje, je Komunalno podjetje Logatec leta 1999 pričelo s sanacijo odlagališča. Na severni strani odlagališča na zemljiščih s parcelnimi številkami 378/1, 378/2, 378/4 in 512/2 je bilo zgrajeno tesnjeno odlagalno polje; izvedeno je bilo tesnjenje tal in brežin. Odpadki, ki so bili odloženi v preteklosti, so se razgrnili po odlagališču in prekrili z jalovino. Tako se je pripravila izravnalna plast za izvedbo tesnjenja. Na izravnalno plast se je navozila mineralna glina, ki služi kot primarno tesnjenje, oblikoval se je planum dna. Na mineralni sloj gline se je vgradilo sintetične tesnilne sloje, in sicer bentonitni sloj s površinsko maso 5000 g/m^2 in PEHD folijo debeline 2,5 mm ter zaščitni geotekstil. Nato se je oblikoval še drenažni sloj iz kamnitega materiala, ki služi za dreniranje in odvajanje izcedne vode. Sestavljen je iz dveh plasti, in sicer prva debeline 20 cm iz silikatnega prodca frakcije 16/32, ki vsebuje manj kot 30 % apnenca in drugih vodotopnih kamnin, ter druga debeline 30 cm iz dolomitnega drobljenca prav tako frakcije 16/32. Sestava tesnitve dna in brežin je prikazana v Preglednici 7.

Na najnižjem delu tesnjenega dna odlagališča so v drenažni sloj vgradili drenažne cevi PEHD OD315, SDR17 z 2/3 perforacijo po obodu, ki služijo za odvod izcedne vode v bazen, za zbiranje izcedne vode, kapacitete 750 m^3 [19]. Čistilne naprave za izcedne vode na odlagališču ni.

Preglednica 7: Sestava tesnitve dna in brežin

Sestava tesnitve dna	Sestava tesnitve brežin
Temeljna tla/jalovina	Temeljna tla/jalovina
Mineralni sloj gline 0,50 m	Bentonitni sloj 5000 g/m^2
Bentonitni sloj 5000 g/m^2	PEHD folija debeline 2,5 mm – obojestransko hrapava
PEHD folija debeline 2,5 mm – obojestransko hrapava	Zaščitni geotekstil 1200 g/m^2
Zaščitni geotekstil 1200 g/m^2	Geosintetični drenažni sloj z UV zaščito;
Drenažni material prodec 16/32 mm – 20 cm	koeficient prepustnosti $q_H = 0,9 \text{ l/m.s}$ in ojačitvijo 56 kN/m^2
Drenažni material drobljenec 16/32 mm – 30 cm	
PP ločina mrežica 20/20 kN/m^2	

Zgrajen je bil tudi začasni sistem za odplinjanje odlagališčnega plina. Postavljen je sistem 18 vertikalnih jeklenih plinjakov v rastru 30–40 m, ki se sproti nadvišujejo z dvigovanjem nivoja odloženih odpadkov. Ti so povezani z nadzemnim cevovodom, preko katerega se odlagališčni plin odvaža proti plinski postaji z baklo na sežig. Plinska postaja z baklo Sparky 150 omogoča visokotemperaturni sežig plina. Srednji letni pretok na plinski bakli znaša 115 m³/h, največji pa 150 m³/h. Količina sežganega plina je enaka 545675 m³, bakla je v enem letu obratovala 4745 ur. Podatki se nanašajo na meritve iz leta 2013 [21], [22].



Slika 11: Prikaz razporeditve plinjakov na območju odlagališčnega telesa ([6], stran 30)

Urejene so bile še dostopne poti in sistem za odvajanje meteorne vode. Na robovih telesa odlagališča in ob vzdrževalnih cestah so zgradili sistem jarkov in PE cevi, ki služijo za odvajanje meteorne vode neposredno na teren. Za zadrževanje peska in usmerjanje vode so na križanjih posameznih jarkov zgrajeni tudi peskolovi [19].



Slika 12: Prikaz odvajanja izcedne in meteorne vode iz odlagališča ([6], stran 32)

6.6 Opazovalne vrtine

Leta 2004 sta bili izvrtani 2 opazovalni vrtini, in sicer prva z oznako OV-2, globine 100 m, ki je locirana na vhodu na odlagališče ter druga z oznako OV-3, globine 63 m, ki je locirana na severovzhodnem vogalu odlagališča. Na obeh vrtinah se redno izvaja monitoring podzemne vode od leta 2006 naprej. Leta 2010 je bila izvrtana še tretja vrtina z oznako OV-1, globine 60 m, na kateri se izvaja monitoring podzemne vode od leta 2010 naprej [6], [23].

Leta 2006 so bile v vrtini OV-2 in OV-3 vgrajene potopne črpalke, s katerimi se izvaja vzorčenje podzemnih voda. V letu 2011 so bili vgrajeni tudi avtomatski merilniki nivoja podzemne vode. Ti zbirajo podatke enkrat dnevno [20].

Pojavile so se težave z vrtino OV-3, ki je bila leta 2009 zamašena in poškodovana. Na globini 17 m se je pojavil neznan predmet, zato meritve niso bile mogoče. Pri pregledu je bilo tudi ugotovljeno, da je

vtina težko prehodna v zadnjih treh metrih globine in se poseda. Ugotovilo se je tudi, da je gladina podzemne vode prenizka in meritve niso mogoče. Zato se od leta 2009 na tej vtini monitoring ne izvaja [20].

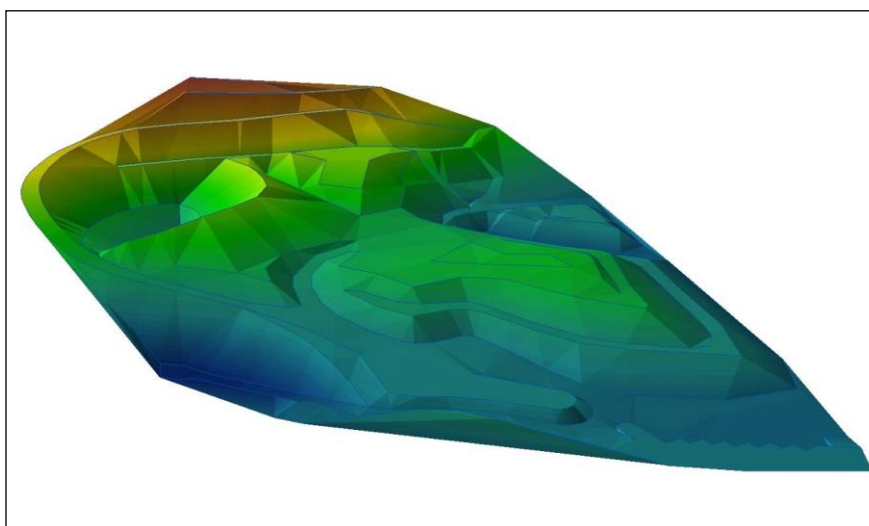
Preglednica 8: Oznake in koordinate opazovalnih vrtin

Oznaka	Pozicija	Koordinate			Leto izvedbe vrtine	Monitoring
		x	y	z		
OV-1	dolvodno	440153	88809	482,7	2010	2010–
OV-2	dolvodno	440324	88810	498,0	2004	2006–
OV-3	dolvodno	440389	88989	500,0	2004	2006–2011

6.7 Trenutno stanje odlagališča

Odlagališče ima trenutno nepravilno kopasto obliko (Slika 13). Starejši del odlagališča (neaktivni del) predstavlja sprednji del odlagališča, mlajši del (aktivni del) pa zadnji del odlagališča, ta je naslonjen na južno pobočje Ostrega vrha [24]. Vhod na odlagališče je na njegovi jugovzhodni strani.

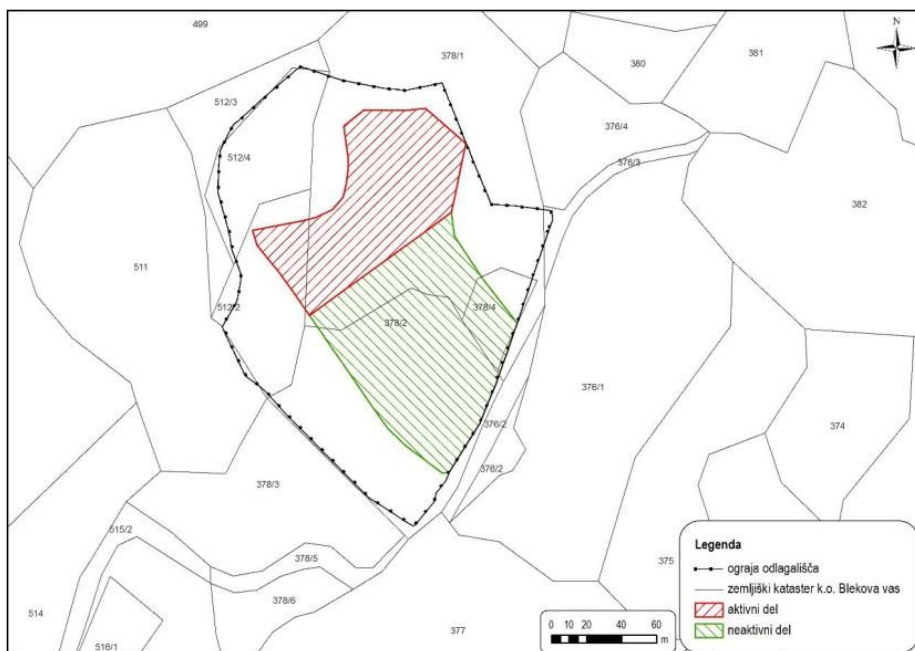
Debelina odloženih odpadkov (odloženih na tesnjenem dnu) znaša od 10–15 m, površina odlagališčnega telesa pa okoli 18000 m² (aktivni in neaktivni del). Površina celotnega območja odlagališča pa presega 24000 m².



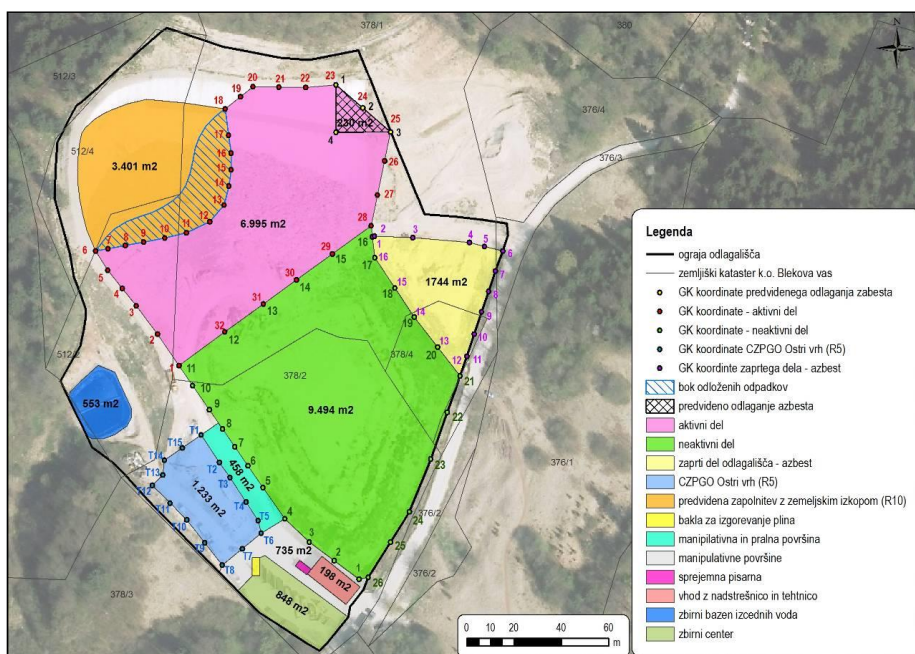
Slika 13: Informativni prikaz stanja odlagališča ([24], stran 7)

Območje odlagališčnega telesa je v grobem deljeno na aktivni in neaktivni del, kar je prikazano na Sliki 14. Aktivni del je območje, površine 6995 m² in je namenjeno nadaljnjemu odlaganju odpadkov do konca leta 2015. Neaktivni del je območje, površine 9494 m², na katerem je odlaganje komunalnih

odpadkov zaključeno. Na območju odlagališča se nahaja tudi neaktivno območje – azbest, površine 1744 m², kjer so v preteklosti odlagali odpadke, ki so vsebovali azbest (odpadni azbestni cementni gradbeni material). Neaktivna območja namerava upravljavec odlagališča zapreti v prvi fazi zapiranja odlagališča [19].



Slika 14: Prikaz aktivnega in neaktivnega dela odlagališča ([19], stran 10)



Slika 15: Prikaz razporeditve površine odlagališča ([19], stran 12)

Na jugovzhodnem delu območja pri vhodu na odlagališče se nahaja Zbirni center za ločene frakcije odpadkov. Namenjen je občanom, ki lahko oddajo ločene frakcije odpadkov. Tu se ločeno zbrani odpadki skladiščijo in se nato predajo v nadaljnjo obdelavo pooblaščenim družbam (Papir servis,

Slopak, Surovina, Publicus, Interseroh, Center za ravnanje z odpadki Vrhnika ...). Zbirni center je ograjen in opremljen s tablo z imenom upravljavca, odgovorno osebo, vrsto odpadkov, ki se zbirajo in prevzemom ter časom obratovanja zbirnega centra ter s tehtnico za tehtanje ločeno zbranih frakcij odpadkov [25].

Prav tako je na južnem delu območja odlagališča predvidena gradnja Centra za predelavo gradbenih odpadkov (CZPGO), ki bi predstavljal samostojni objekt, ločen od samega odlagališča. Za objekt je že pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje.

Na vhodu na odlagališče se nahaja tabla z imenom upravljavca, vrsto odlagališča in obratovalnim časom. Vstop v območje odlagališča je mogoče preko povozne tehtnice in sprejemne pisarne, kjer se vsak dovoz odpadkov nadzoruje. Preverijo se teža, izvor in vrsta pripeljanih odpadkov, ki se nato preusmerijo do določenega mesta za iztovor odpadkov. Urejene so tudi manipulativne in pralne površine za pranje koles na tovornih vozilih, te površine so opremljene z lovilci olj in peska. Odpadna voda iz pranja tovornih vozil je zajeta in se odvaja v bazen za izcedno vodo [26].



Slika 16: Bazen za izcedne vode (foto: Barbara Corn)

Bazen za izcedno vodo se nahaja na spodnjem južnem delu odlagališča izven odlagališčnega telesa na zemljišču s parcelno številko 512/2 katastrske občine Blekova vas. Volumen znaša 750 m³ in je tesnjen z UV odporno plastično folijo. Bazen je ograjen z ograjo, višine 2 m. Deli se na dva dela, v prvem delu se izcedna voda zbira in se nato prečrpava v drugi del, kjer naj bi potekalo biološko čiščenje po SBR postopku. Vendar čistilna naprava ni bila nikoli zgrajena. Odpadna voda se nato preko ponikovalnice odvaja v okolje. Višek izcedne vode se občasno črpa nazaj na odlagališčno telo ali pa nekontrolirano odteka skozi preliv bazena v ponikovalnico. Posebno se težave pojavljajo ob deževnih in zimskih mesecih, ker se količina vode v zbirnem bazenu poveča. Monitoringi na vrtinah OV-1 in

OV-2 so pokazali povečano onesnaženje podzemne vode s TOC, AOX, amonijevih spojin, nitratov, sulfatov in kloridov PAH. Vse naštetje spojine so značilne za izcedne vode odlagališčnega telesa [6], [27].

Znotraj območja odlagališča na severozahodni strani na zemljišču s parcelno številko 512/4 je upravljavec v preteklosti odlagal komunalne odpadke, vendar to zemljišče ni bilo vključeno v obstoječe OVD. Iz tega območja so morali odpadke odstraniti in ga vrniti v prejšnje stanje (Slika 17), [26].



Slika 17: Prikaz sanacije dela odlagališča na zemljišču s parcelno številko 512/4
(Komunalno podjetje Logatec)

Upravljavec odlagališča trenutno nima ustreznega okoljevarstvenega dovoljenja (OVD), zato se odpadki na obravnavanem odlagališču ne odlagajo. V postopku obravnave je oddana vloga za pridobitev OVD, ki bo omogočala odlaganje odpadkov na območje aktivnega dela za obdobje do konca leta 2015. Nato želi upravljavec odlagališče v celoti zapreti, in sicer v dveh fazah. V prvi fazi želi zapreti neaktivni del odlagališča in nato v drugi fazi zapreti še aktivni del odlagališča. Druga faza zapiranja se prilagodi dokončni odločitvi ministrstva glede izdaje OVD [19].

6.8 Monitoringi, ki se izvajajo na območju odlagališča

Uredba o odlagališčih odpadkov zahteva izvajanje obratovalnega monitoringa. Namen monitoringa je nadzorovati procese, ki potekajo v odlagališčnem telesu in njihove vplive na okolje.

Izvajajo se naslednje meritve [13]:

- meritve meteoroloških parametrov,
- meritve emisij odlagališčnega plina,
- meritve emisije snovi pri odvajanju izcedne vode in onesnažene padavinske vode s površin odlagališča ter odpadne vode iz naprav za pranje vozil in druge opreme na območju odlagališča,
- meritve parametrov kemijskega stanja, splošnih fizikalno-kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal v površinskih vodah, če so v vplivnem območju odlagališča,
- meritve parametrov onesnaženosti podzemne vode z nevarnimi snovmi, če je v vplivnem območju odlagališča.

6.8.1 Meteorološke meritve

Na odlagališču je postavljena meteorološka postaja, ki dnevno avtomatsko beleži podatke. Ostale podatke se pridobi od državne meteorološke službe najbližje meteorološke postaje. Merijo se količine padavin, temperatura zraka, hitrosti in smeri vetra, zračna vlaga in izhlapevanje.

6.8.2 Meritve emisij plinov

Meritve emisij plinov se izvajajo enkrat mesečno. Merijo se naslednji parametri: CH₄, CO₂, O₂, NH₃, H₂S in H₂. Meritve se izvajajo s sondo, ki se vstavi v pripravljeno odprtino na posameznem cevovodu. Merilna mesta so tri: glavni vod in na obeh obstoječih vejah cevovoda. Ta so ustrezno označena in enostavno dostopna.

Na podlagi meritev odlagališčnih plinov se lahko ocenjuje potek biološke razgradnje snovi v odlagališčnem telesu. Odlagališčni plini se delno sproščajo v ozračje preko celotne površine odlagališča. To skušamo preprečiti s tesnitvijo odlagališča in z zajemom plinov preko plinjakov, ki nato vodijo na plinsko baklo. Tam poteka termična oksidacija (sežig) metana. Ker odlagališče ni popolnoma tesnjeno (še nima izoblikovanega pokrova), v zgornji prekrivni plasti poteka biološka oksidacija metana v ogljikov dioksid [28].

Pridobila sem podatke meritev odlagališčnega plina za zadnjih pet let; od 2010 do 2014 in jih analizirala. Meritve na odlagališču Ostri vrh opravlja Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.



Slika 18: Merilno mesto za merjenje emisij plinov (foto: Barbara Corn)

6.8.3 Meritve odlagališčnega plina na odlagališču Ostri vrh

Preglednica 9: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 1. merilno mesto: glavni vod

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	43,2	34,6	1,2	0	437	< 0,2
februar	33,7	25,3	5,2	0	71	< 0,2
marec	34,3	27,6	3,8	0	153	< 0,2
april	33,8	27,7	4	0	144	< 0,2
maj	40,6	32,6	2,5	5	218	< 0,2
junij	61,3	38,6	0,9	20	190	< 0,2
julij	40,3	33,6	1,3	20	123	< 0,2
avgust	44,3	35,1	0,6	20	139	< 0,2
september	43,1	34,5	0,9	0	163	< 0,2
oktober	35,6	30,1	2,3	0	80	< 0,2
november	35,3	29,5	2,4	0	92	< 0,2
december	37,1	31,7	1,8	10	71	< 0,2

Preglednica 10: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 2. merilno mesto: veja 1

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	63,1	35,1	0,2	0	32	< 0,2
februar	32,5	26,9	4,5	0	69	< 0,2
marec	17,4	16,3	8,7	0	9	< 0,2
april	16,5	15,5	9	0	8	< 0,2
maj	31,6	26,6	5,2	10	160	< 0,2
junij	48,6	41,1	0,3	50	630	< 0,2
julij	43,9	34,7	0,8	20	26	< 0,2
avgust	46,9	35,7	0,3	20	20	< 0,2
september	47,7	36,5	0,1	0	298	< 0,2
oktober	28,2	24,9	5,1	0	21	< 0,2
november	28,3	23,8	6	0	97	< 0,2
december	33,4	29,4	3,8	5	76	< 0,2

Preglednica 11: Meritve odlagališčnega plina za leto 2010: 3. merilno mesto: veja 2

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	42,5	33	1,7	0	455	< 0,2
februar	34,2	28,7	4,5	0	80	< 0,2
marec	43,8	33,7	1,2	0	247	< 0,2
april	42,4	33,9	1,3	0	212	< 0,2
maj	46,7	36,6	0,7	5	305	< 0,2
junij	63,4	35,2	1	5	145	< 0,2
julij	39,9	33,4	1,3	10	148	< 0,2
avgust	44	35,1	0,6	30	168	< 0,2
september	39,7	32,9	1,2	0	32	< 0,2
oktober	39,5	32,8	1	0	108	< 0,2
november	39,4	32,8	0,5	0	89	< 0,2
december	41,9	34,1	0	10	82	< 0,2

Preglednica 12: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 1. merilno mesto: glavni vod

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	37,7	31,3	1	0	403	< 0,2
februar	36,2	31,6	1	0	320	< 0,2
marec	41,8	35,1	0,8	0	354	< 0,2
april	36,4	28,8	3,9	0	183	< 0,2
maj	40,5	32,4	1,8	5	534	< 0,2
junij	40,9	32,1	1,3	5	683	< 0,2
julij	39,3	31,4	1,7	0	260	< 0,2
avgust	38,7	31,6	1,6	5	326	< 0,2
september	46,8	35,6	1,2	10	250	< 0,2
oktober	61,1	43,4	0	5	977	< 0,2
november	34,3	32,8	1,6	0	368	< 0,2
december	36,1	29,4	3,4	5	57	< 0,2

Preglednica 13: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 2. merilno mesto: veja 1

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	40,6	31,9	2	5	871	< 0,2
februar	44,5	36,6	0,2	0	830	< 0,2
marec	51,8	40,9	0,2	0	800	< 0,2
april	36,8	28	5,6	0	204	< 0,2
maj	48,8	35,9	1,7	0	908	< 0,2
junij	45,1	34,2	1,7	5	986	< 0,2
julij	41,3	32,2	2	0	335	< 0,2
avgust	45,8	34	2,1	5	433	< 0,2
september	50,5	37,3	1,1	20	394	< 0,2
oktober	61,2	43,5	0	5	985	< 0,2
november	45,4	33,6	2,1	0	426	< 0,2
december	38	29,5	3,8	5	54	< 0,2

Preglednica 14: Meritve odlagališčnega plina za leto 2011: 3. merilno mesto: veja 2

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	35	30,2	0	0	38	< 0,2
februar	30,3	27,9	1,2	0	12	< 0,2
marec	32,6	29	1,2	0	98	< 0,2
april	35,3	30	1,2	0	45	< 0,2
maj	26	25,3	2,4	5	60	< 0,2
junij	31,7	28,4	0,4	5	24	< 0,2
julij	33,6	29	0	0	44	< 0,2
avgust	32,1	29,1	0,9	5	175	< 0,2
september	41,8	33,8	1,8	5	134	< 0,2
oktober	61,1	43,6	0	5	970	< 0,2
november	37,2	30,1	0	0	143	< 0,2
december	33,9	29,6	1,6	5	59	< 0,2

Preglednica 15: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 1. merilno mesto: glavni vod

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	32,0	25,0	4,5	0	107	< 0,2
februar	26,5	23,3	4,5	0	76	< 0,2
marec	35,4	28,7	1,3	0	251	< 0,2
april	34,1	26,7	3,1	0	57	< 0,2
maj	25,4	20,1	6,8	0	58	< 0,2
junij	51,5	35,6	0,4	25	238	< 0,2
julij	40,2	31,4	0,6	5	202	< 0,2
avgust	32,2	28,0	3,6	20	148	< 0,2
september	22,7	21,3	5,3	5	78	< 0,2
oktober	34,2	27,8	3,8	5	131	< 0,2
november	36,5	29,7	3,5	5	181	260 ppm
december	51,7	37,0	1,0	5	272	68 ppm

Preglednica 16: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 2. merilno mesto: veja 1

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	30,9	23,9	5,5	0	128	< 0,2
februar	24,4	19,2	8,7	0	79	< 0,2
marec	39,1	29,8	2,4	0	401	< 0,2
april	33,2	25,7	4,2	0	43	< 0,2
maj	29,6	23,2	5,6	0	77	< 0,2
junij	54,2	36,8	0,2	25	262	< 0,2
julij	41,7	32,0	1,4	10	211	< 0,2
avgust	33,2	26,4	5,9	30	155	< 0,2
september	19,5	17,8	8,3	5	54	< 0,2
oktober	36,2	28,3	5,1	5	186	< 0,2
november	30,1	24,2	7,7	5	63	198 ppm
december	52,5	37,2	0,5	5	303	69 ppm

Preglednica 17: Meritve odlagališčnega plina za leto 2012: 3. merilno mesto: veja 2

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ vol. %
januar	34,4	28,3	0,0	0	9	< 0,2
februar	28,9	27,8	0,5	0	61	< 0,2
marec	38,4	29,7	2,2	5	398	< 0,2
april	36,4	29,3	0,0	0	79	< 0,2
maj	35,0	29,0	0,2	0	61	< 0,2
junij	49,5	34,2	1,2	25	231	< 0,2
julij	38,6	30,7	0,0	0	194	< 0,2
avgust	31,0	29,2	1,9	10	131	< 0,2
september	24,9	24,0	3,1	10	99	< 0,2
oktober	30,1	26,7	0,4	5	6	< 0,2
november	29,4	23,3	7,1	5	130	200 ppm
december	30,7	21,8	8,8	5	179	58 ppm

Preglednica 18: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 1. merilno mesto: glavni vod

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	33,7	27,3	3,3	50	212	60
februar	37,7	28,9	4,2	0	94	59
marec	40,5	30,1	3,1	5	238	63
april	34,7	28,3	3,4	20	129	15
maj	40,9	29,8	1,7	0	110	12
junij	50,0	35,1	1,1	5	158	18
julij	38,6	30,6	2,1	30	93	13
avgust	32,7	27,1	2,4	10	63	25
september	30,5	25,6	4,7	10	68	32
oktober	31,8	28,1	0,4	10	208	40
november	39,2	31,6	2,7	5	83	24
december	35,1	31,6	1,7	0	36	25

Preglednica 19: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 2. merilno mesto: veja 1

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	0	0	0	0	0	0
februar	45,2	34,3	1,7	0	113	79
marec	42,2	30,9	3,7	5	280	68
april	36,6	29,9	3,3	30	141	15
maj	46,4	32,2	2,0	0	165	13
junij	48,0	32,8	1,7	10	198	19
julij	40,7	31,8	2,7	40	119	21
avgust	35,9	28,7	3,8	10	89	29
september	30,7	25,3	6,4	10	98	34
oktober	35,8	30,0	3,2	5	37	11
november	39,8	31,8	2,4	5	84	26
december	31,9	28,3	1,8	0	54	20

Preglednica 20: Meritve odlagališčnega plina za leto 2013: 3. merilno mesto: veja 2

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	23,4	21,3	0,2	0	4	0
februar	31,6	24,5	6,8	0	65	50
marec	30,8	26,3	0,2	5	4	14
april	34,1	28,0	3,6	10	111	14
maj	33,1	26,6	0,4	0	13	12
junij	57,1	37,0	0,1	0	72	8
julij	33,5	27,7	0,3	10	8	0
avgust	27,0	24,9	0,3	10	6	22
september	31,4	27,5	0,3	10	3	20
oktober	32,0	28,2	0,4	10	217	43
november	38,8	31,0	3,0	5	81	22
december	48,9	33,0	1,6	0	11	21

Preglednica 21: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 1. merilno mesto: glavni vod

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	32,6	27,1	3,5	0	107	26
februar	28,8	23,4	4,5	0	60	0
marec	30,0	25,5	3,4	0	1	5
april	31,8	26,6	2,5	5	60	15
maj	27,2	22,6	4,9	0	44	7
junij	22,1	20,3	5,0	20	0	0
julij	28,0	22,1	5,5	10	73	0
avgust	32,6	26,6	1,8	5	75	8
september	26,1	22,4	4,1	5	15	0
oktober	58,6	35,7	1,2	5	181	0
november	33,9	25,3	4,5	10	92	0
december	27,9	19,4	4,2	0	60	0

Preglednica 22: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 2. merilno mesto: veja 1

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	34,5	28,6	2,6	0	112	28
februar	29,0	23,5	4,6	0	65	0
marec	31,2	26,5	2,6	0	3	6
april	30,1	27,0	2,8	5	87	18
maj	23,5	27,2	1,9	0	56	8
junij	20,6	19,6	5,2	30	0	0
julij	27,7	20,3	8,0	10	74	0
avgust	47,5	33,8	0,5	5	145	13
september	28,1	25,2	1,0	5	19	0
oktober	55,0	34,4	1,8	5	238	0
november	35,0	26,2	3,9	10	97	0
december	25,7	22,3	4,6	0	75	0

Preglednica 23: Meritve odlagališčnega plina za leto 2014: 3. merilno mesto: veja 2

Mesec	CH ₄ vol. %	CO ₂ vol. %	O ₂ vol. %	NH ₃ ppm	H ₂ S ppm	H ₂ ppm
januar	30,6	25,6	4,3	0	96	34
februar	25,7	19,0	3,4	0	0	0
marec	28,3	23,9	4,1	0	1	5
april	36,2	26,4	0,9	5	8	11
maj	34,5	25,2	1,2	0	0	0
junij	22,6	20,7	4,9	10	0	0
julij	16,2	16,9	5,1	10	0	0
avgust	17,5	19,0	2,3	0	0	3
september	24,7	17,0	8,7	5	0	0
oktober	60,6	38,1	0,4	5	108	0
november	44,4	29,8	0,7	0	0	0
december	31,1	18,6	3,0	0	11	0

6.8.4 Nastanek odlagališčnega plina

Odlagališčni plin nastaja zaradi razgradnje biološko razgradljivih odpadkov v odlagališčnem telesu. To so predvsem odpadki iz gospodinjstev. V procesu razgradnje sodelujejo aerobni in anaerobni mikroorganizmi. Razgradnjo lahko razdelimo v pet faz, ki so prikazane na Sliki 19. Ker se odpadki odlagajo v več plasteh več let, so različni deli odlagališčnega telesa v različnih fazah razgradnje [29].

Faza I

Prva faza se imenuje aerobna faza in nastopi takoj po odlaganju odpadkov. V tej fazi je prisoten kisik, ki omogoča razvoj aerobnih mikroorganizmov. Ti pri razgradnji kompleksnih ogljikovih hidratov, beljakovin in lipidov, ki jih vsebujejo odpadki, porabljajo kisik. Ta faza traja, dokler mikroorganizmi ne porabijo vsega prisotnega kisika, to je lahko le nekaj dni ali pa več mesecev. Vsebnost kisika je odvisna tudi glede na stisnjenost odloženih odpadkov.

Faza II

Druga faza se imenuje anaerobna faza in nastopi takrat, ko se ves kisik v odlagališčnem telesu porabi in nastopijo anaerobni pogoji. Razvijejo se anaerobni mikroorganizmi, ki pretvorijo komponente, nastale v prvi fazi, v očetno, mlečno in mravljično kislino ter v alkohola metanol in etanol. Odlagališčno telo postane kislo, kisline pridejo v stik z vlago, zato se določeni nutrienti raztopijo in nastanejo spojine, ki vsebujejo dušik in fosfor. Nastaja tudi plinasti produkt ogljikov dioksid in vodik.

Faza III

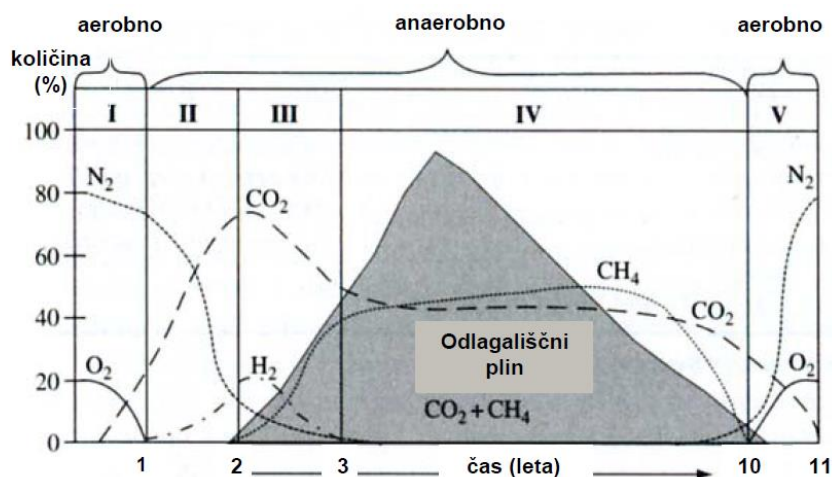
Tretja faza nastopi takrat, ko določeni anaerobni mikroorganizmi porabijo organske kisline, ki so nastale v prejšnji fazi in začnejo tvoriti acetat. V telesu odlagališča se prične ustvarjati bolj nevtralnno okolje. Razvijejo se metanogene bakterije, ki porabljajo ogljikov dioksid in acetat ter proizvajajo metan. Razvijejo se tudi kislinske bakterije, ki delujejo v simbiozi z metanogenimi.

Faza IV

Četrta faza nastopi takrat, ko postane razmerje med sestavo in nastankom odlagališčnega plina konstantno. To fazo lahko imenujemo tudi stabilizacijska faza. Koncentracija metana je običajno 45–60 %, koncentracija ogljikovega dioksida 40–55 %, ostalo 2–9 % predstavljajo drugi plini. Ta faza lahko traja do 20 ali več let, odvisno tudi od sestave odloženih odpadkov.

Faza V

Peta faza je zadnja faza in jo imenujemo aerobna faza. Ta nastopi takrat, ko so končane reakcije razgradnje odpadkov. Kislinke spojine so se porabile za proizvodnjo metana in ogljikovega dioksida. Vdor kisika v telo odlagališča povzroči razvoj aerobnih mikroorganizmov in ponovno se vzpostavijo aerobni pogoji. Aerobni mikroorganizmi pretvorijo ostanke metana v ogljikov dioksid in vodo. V tej fazi razgradljivih snovi v odlagališčnem telesu ni več oziroma so skoraj nične.



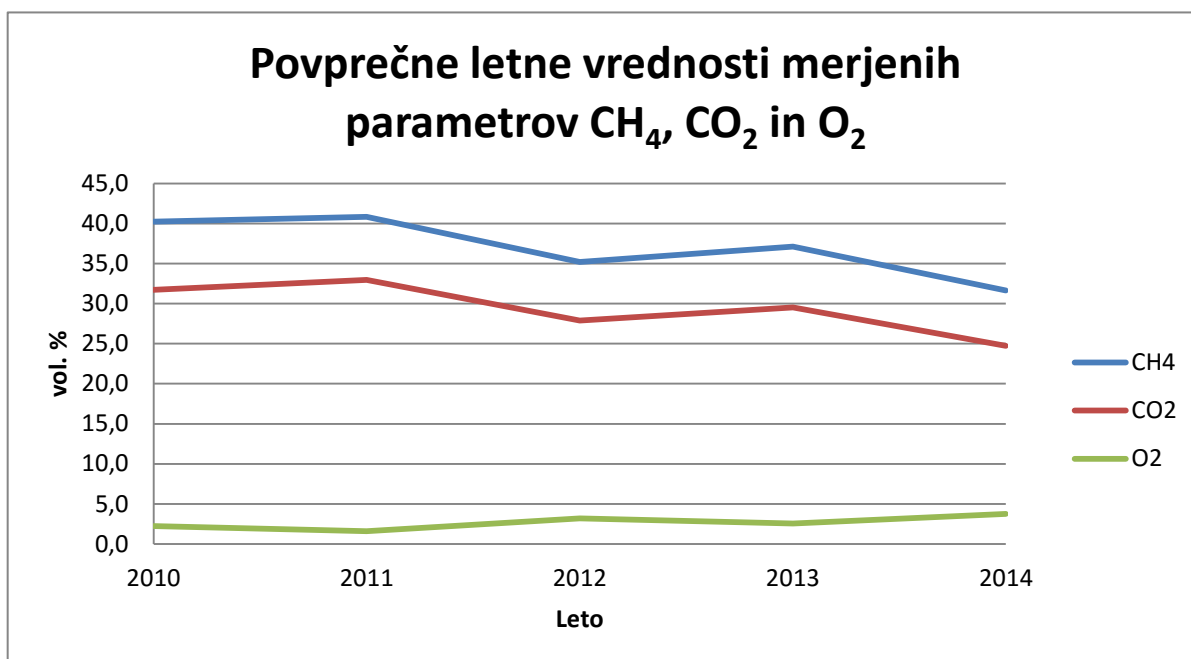
Slika 19: Prikaz nastanka odlagališčnega plina skozi različne faze ([29])

6.8.5 Analiza meritev odlagališčnega plina na odlagališču Ostri vrh

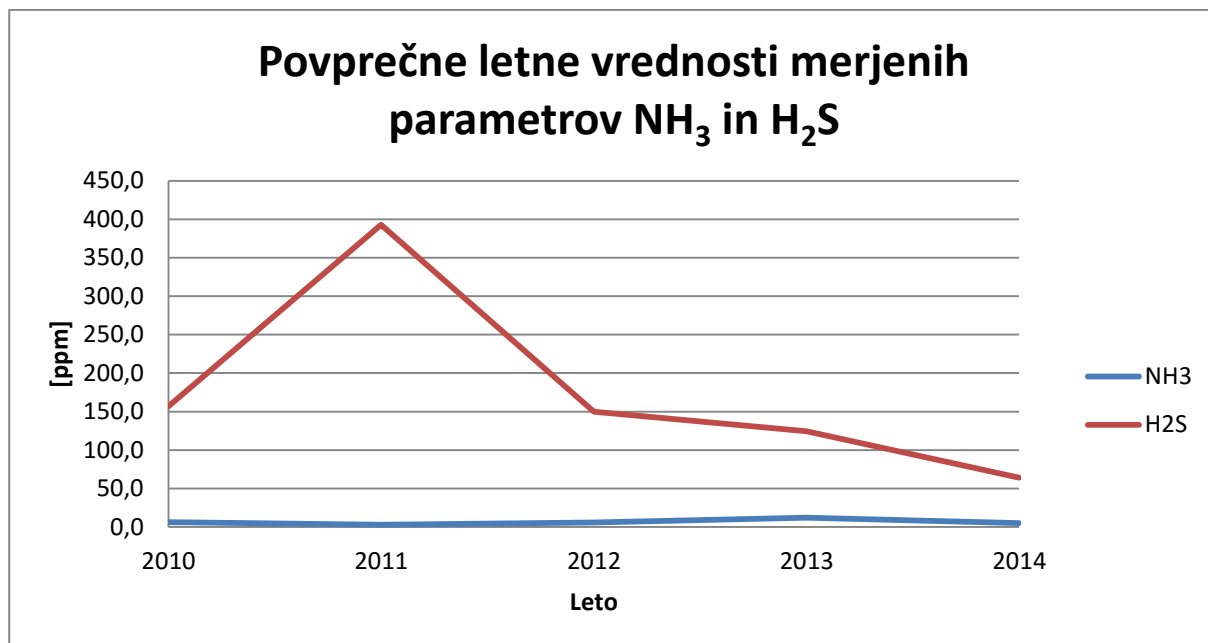
Zbrane podatke sem analizirala in ugotavljala spremembe v količinah odlagališčnega plina v petih letih. Za vsako leto sem izračunala povprečne letne vrednosti merjenih parametrov na glavnem vodu in jih predstavila grafično. Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov prikazujejo, da se je količina metana (CH_4) in ogljikovega dioksida (CO_2) zmanjšala, količina kisika pa povečala. Zmanjšala se je tudi količina žveplovega sulfida (H_2S), vrednosti amoniaka (NH_3) pa skozi vsa leta nihajo. Na podlagi analize sem ocenila, da se odlagališče nahaja v fazi IV.

Preglednica 24: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov odlagališčnega plina na glavnem vodu

	CH_4	CO_2	O_2	NH_3	H_2S
Leto	vol. %	vol. %	vol. %	ppm	ppm
2010	40,2	31,7	2,2	6,3	156,8
2011	40,8	33,0	1,6	2,9	392,9
2012	35,2	27,9	3,2	5,8	149,9
2013	37,1	29,5	2,6	12,1	124,3
2014	31,6	24,8	3,8	5,0	64,0



Slika 20: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov



Slika 21: Povprečne letne vrednosti merjenih parametrov

6.8.6 Meritve izcednih voda

Meritve izcednih voda iz odlagališča se izvajajo štirikrat letno, kar določa Pravilnik o odlaganju odpadkov. Vzorci meritev so bili odvzeti iz bazena za zbiranje izcedne vode. Pridobila sem podatke za leto 2012, 2013 in 2014. Mejne vrednosti, ki so predstavljene v preglednicah, določa Uredba o emisiji snovi pri odvajanje izcedne vode iz odlagališč odpadkov.

6.8.6.1 Analiza rezultatov monitoringa izcednih voda

V letu 2012 so bili odvzeti štiri vzorci, merjeni parametri in rezultati so prikazani v Preglednici 25. Z rdečo barvo so označene tiste vrednosti, ki so nad mejnimi vrednostmi. Presežene so vrednosti neraztopljenih snovi, ki so v povprečju skoraj presegle dvakratno mejno vrednost, v enem vzorcu so presežene tudi vrednosti usedljivih snovi. Presežene so tudi vrednosti KPK, povprečno za devetkratno mejno vrednost in BPK₅, povprečno za štirikratno mejno vrednost, kar prikazuje prisotnost večjih količin organskih snovi v izcedni vodi. Presežene so bile tudi mejne vrednosti AOX, celotnega fosforja, amonijevega dušika, v treh vzorcih vrednosti kroma in v dveh vzorcih vrednosti sulfida.

Prav tako so bili v letu 2013 odvzeti štiri vzorci. Merjeni parametri in rezultati so prikazani v Preglednici 26. Presežene so bile vrednosti neraztopljenih snovi, ki pa so v primerjavi z letom 2012 nižje. Presežene so tudi vrednosti KPK in BPK₅, celotnega fosforja, amonijevega dušika, v dveh vzorcih vrednosti kroma in sulfida. V enem vzorcu so bile presežene mejne vrednosti lahkih ogljikovih dioksidov.

aromatskih ogljikovodikov. V tem letu so bili izvedeni tudi testi strupenosti za vodne bolhe, mejne vrednosti so presežene.

Tudi v letu 2014 so bili odvzeti štirje vzorci. Merjeni parametri in rezultati so prikazani v Preglednici 27. Presežene so bile vrednosti neraztopljenih snovi, KPK, BPK₅, celotnega fosforja, amonijevega dušika in v enem vzorcu vrednosti sulfidov. Narejeni so bili tudi testi strupenosti, mejna vrednost je presežena v enem vzorcu.

Rezultati monitoringov izcedne vode v zadnjih treh letih so pokazali, da vsebuje izcedna voda veliko organskih onesnažil (raztopljene organske snovi). To dokazujejo presežene mejne vrednosti KPK in BPK₅. Izcedna voda vsebuje tudi anorganske parametre, v vseh letih so povečane vrednosti fosforja in amonijevega dušika. Od težkih kovin pa so bile zaznane povečane vrednosti kroma.

6.8.6.2 Meritve parametrov izcedne vode iz odlagališčnega telesa na odlagališču Ostri vrh

Preglednica 25: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2012

Zap. št. parametra	Naziv	Mejna vrednost na iztoku	Št. vzorcev				Povprečna vrednost
	parametra		1	2	3	4	
Identifikacija vzorca		/	206	3456	5836	7978	
	Datum vz. (dd.mm.ll)	/	11.01.12	25.04.12	05.07.12	19.09.12	
	Čas vz. (hh:mm)	/	13:30	10:10	09:25	11:00	
200	Količina odpadne vode v času vz. (m ³)	/					
1	Temperatura	30	6,7	15,8	23,5	19,6	16,400
2	pH	6.5-9.0	8,14	8,33	8,49	8,18	8,285
3	Nerazt. sn. (mg/l)	60	120	134	114	54	105,500
4	Used. sn. (ml/l)	0,5	0,6	0,1	LOD	0,1	0,267
38	KPK (mg/l)	200	1512	1923	1779	2024	1809,500
39	BPK ₅ (mg/l)	20	43	97	98	125	90,750
6	Strupenost	4					
11	Cu * (mg/l)	0,5	0,021	0,053	0,021	0,027	0,031
14	Cd * (mg/l)	0,1	LOD	0,00056	LOD	0,00050	0,001
18	Cr _{VI} * (mg/l)						
19	Ni * (mg/l)	0,5	0,0067	0,051	0,086	0,10	0,061
21	Pb * (mg/l)	0,5	LOD	0,044	0,020	0,011	0,025
23	Hg * (mg/l)	0,01	LOD	LOD	LOD	LOD	
43	AOX * (mg/l)	0,5	0,77	0,67	0,65	0,66	0,688
33	Celotni fosfor (mg/l)	1,0	7,70	11,2	4,79	9,21	8,225
60	Celotni dušik (mg/l)		712	806	630	778	731,500
26	Amonijev dušik (mg/l)	50	660	749	569	720	674,500
28	Nitratni dušik (mg/l)		1	0,6	0,6	0,6	0,700
27	Nitritni dušik * (mg/l)						
7	Biološka razgradljivost						
13	Cink	2,00	0,100	0,25	0,12	0,14	0,153
17	Krom – skupno	0,5	LOD	0,72	0,68	0,85	0,750
1320	Klorid		739	431	711	824	676,250
35	Sulfid	0,5	0,28	0,63	0,26	0,51	0,420
41	Mineralna olja	10	0,41	0,70	0,24	0,41	0,440
42	Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)	0,1		0,05	0,05	0,05	0,050
420	Benzen		LOD	LOD	LOD	LOD	
421	Toluen		LOD	LOD	LOD	LOD	
422	Ksilen		LOD	LOD	LOD	LOD	
183	Etilbenzen		LOD	LOD	LOD	LOD	

*LOD – pomeni, da je bila vrednost pod mejo zaznavnosti

Preglednica 26: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2013

Zap. št. parametra	Naziv	Mejna vrednost na iztoku	Št. vzorcev				
	parametra		1	2	3	4	
	Identifikacija vzorca	/	2277	5109	8314	9749	
	Datum vz. (dd.mm.ll)	/	19.3.13	12.6.13	25.9.13	4.11.13	
	Čas vz. (hh:mm)	/	11.00	09:45	09:30	10:30	
200	Količina odpadne vode v času vz. (m3)	/					Povprečna vrednost
1	Temperatura	30	17,1	20,1	19,8	10,5	16,875
2	pH	6.5-9.0	7,60	8,34	7,46	8,50	7,975
3	Nerazt. sn. (mg/l)	60	88	124	80	28	80,000
4	Used. sn. (ml/l)	0,5	0,1	0,2	0,10	LOD	0,133
38	KPK (mg/l)	300	1054	1462	1587	581	1171,000
39	BPK ₅ (mg/l)	30	131	136	143	27	109,250
6	Strupenost	4	6,0	6,0	6,0	5,0	5,750
11	Cu * (mg/l)	0,5	0,020	0,020	0,023	0,021	0,021
14	Cd * (mg/l)	0,1	LOD	0,00050	LOD	LOD	0,001
18	Cr _{VI} * (mg/l)						
19	Ni * (mg/l)	0,5	0,0510	0,061	0,076	0,03	0,055
21	Pb * (mg/l)	0,5	0,008	0,011	0,009	0,0065	0,009
23	Hg * (mg/l)	0,01	LOD	LOD	LOD	LOD	
43	AOX * (mg/l)	0,5	0,37	0,36	0,46	0,23	0,355
33	Celotni fosfor (mg/l)	1,0	4,88	4,9	6,35	2,68	4,703
60	Celotni dušik (mg/l)		450	430	666	259	451,250
26	Amonijev dušik (mg/l)	50	392	418	611	229	412,500
28	Nitratni dušik (mg/l)	20	0,6	2,5	3,0	1,5	1,900
27	Nitritni dušik * (mg/l)						
7	Biološka razgradljivost						
13	Cink	2,00	0,100	0,10	0,10	0,10	0,100
17	Krom – skupno	0,5	0,490	0,62	0,57	0,26	0,485
1320	Klorid		401	301	638	255	398,750
35	Sulfid	0,5	0,29	0,27	29,60	0,18	7,585
41	Mineralna olja	10	LOD	LOD	0,10	0,10	0,100
42	Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)	0,1	0,120	0,016	0,08	0,05	0,067
420	Benzen		LOD	LOD	LOD	LOD	
421	Toluen		0,031	LOD	LOD	LOD	0,031
422	Ksilen		0,072	0,03	0,06	LOD	0,054
183	Etilbenzen		0,030	LOD	0,03	LOD	0,030

*LOD – pomeni, da je bila vrednost pod mejo zaznavnosti

Preglednica 27: Rezultati monitoringa izcednih voda za leto 2014

Zap. št. parametra	Naziv	Mejna vrednost na iztoku	Št. vzorcev				
	parametra		1	2	3	4	
	Identifikacija vzorca	/	2456	5237	7949	10940	
	Datum vz. (dd.mm.ll)	/	24.3.14	18.6.14	16.9.14	10.12.14	
	Čas vz. (hh:mm)	/	10:15	12:00	10:55	11:45	
200	Količina odpadne vode v času vz. (m ³)	/					Povprečna vrednost
1	Temperatura	30	5,8	15,3	19,0	13,5	13,400
2	pH	6.5-9.0	8,50	8,30	7,90	7,40	8,025
3	Nerazt. sn. (mg/l)	60	78	245	72	44	109,750
4	Used. sn. (ml/l)	0,5	LOD	0,1	0,30	LOD	0,200
38	KPK (mg/l)	300	575	1909	483	695	915,500
39	BPK ₅ (mg/l)	30	31	205	60	58	88,500
6	Strupenost	4	3,0	6,0	3,0	3,0	3,750
11	Cu * (mg/l)	0,5	LOD	0,020	0,020	0,020	0,020
14	Cd * (mg/l)	0,1	LOD	LOD	LOD	LOD	
18	Cr _{VI} * (mg/l)						
19	Ni * (mg/l)	0,5	0,0310	0,074	0,045	0,03	0,045
21	Pb * (mg/l)	0,5	0,005	0,009	0,010	0,0051	0,007
23	Hg * (mg/l)	0,01	LOD	LOD	0,0033	LOD	0,003
43	AOX * (mg/l)	0,5	0,19	0,37	0,27	0,25	0,270
33	Celotni fosfor (mg/l)	1,0	2,94	6,6	3,81	3,88	4,310
60	Celotni dušik (mg/l)		235	501	299	321	339,000
26	Amonijev dušik (mg/l)	50	209	423	295	338	316,250
28	Nitratni dušik (mg/l)	20	0,8	1,5	1,5	0,6	1,100
27	Nitritni dušik * (mg/l)						
7	Biološka razgradljivost						
13	Cink	2,00	0,100	0,14	0,10	0,10	0,110
17	Krom – skupno	0,5	0,150	0,47	0,33	0,27	0,305
1320	Klorid		205	553	399	299	364,000
35	Sulfid	0,5	0,13	1,12	0,49	0,09	0,459
41	Mineralna olja	10	0,10	LOD	0,50	0,10	0,233
42	Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)	0,1	0,050	0,050	0,01	0,03	0,035
420	Benzen		LOD	LOD	LOD	LOD	
421	Toluen		LOD	LOD	LOD	LOD	
422	Ksilen		LOD	LOD	0,03	0,03	0,030
183	Etilbenzen		LOD	LOD	LOD	LOD	

*LOD – pomeni, da je bila vrednost pod mejo zaznavnosti

7 MOŽNE IDEJNE REŠITVE

Pri iskanju možnih rešitev sanacije odlagališča Ostri vrh sem upoštevala zakonodajni okvir. Ena izmed možnih rešitev je popolno zaprtje odlagališča. Odlagališče že ima izoblikovano tesnjeno dno in brežine, urejen sistem za odvajanje izcedne vode in sistem za odplinjevanje. Potrebno bi bilo izoblikovati še tesnjen pokrov, ki ga določa Uredba o odlagališčih odpadkov.

Neaktivni del odlagališča že ima izoblikovan tesnjen pokrov in sistem za površinsko odvajanje meteorne vode. Vendar so zaradi posedanja in slabega vzdrževanja nastale površinske deformacije, kjer zastaja voda. Potrebno bi bilo ponovno oblikovati naklone brežin za učinkovito odvajanje meteorne vode.

7.1 Oblikovanje tesnjenega pokrova na odlagališču

Uredba o odlagališčih odpadkov določa strukturo posameznih prekrivnih plasti, ki oblikujejo pokrov na odlagališču. Z ustreznim prekritjem odpadkov preprečimo, da se odpadki ne raznašajo po okolici, da ne prihaja do izpuščanja odlagališčnih plinov v ozračje in da poskušamo odlagališče čim bolj vključiti v obstoječe naravno okolje. Nujen je tudi urejen sistem za površinsko odvajanje padavinske vode, da voda ne udara v telo odlagališča.

Uredba o odlagališčih odpadkov za nenevarne odpadke zahteva naslednje plasti [13]:

- plast za odplinjanje,
- tesnilna folija,*
- mineralna tesnilna plast,
- drenažni sloj > 0,5 m,
- rekultivacijska plast > 1m.

*tesnilna folija ni zahtevana

Dovoljena je tudi uporaba drugačnih tehnik in metod, vendar moramo z njimi doseči enakovredno tesnenje, ki ga določa Uredba. Materiali, ki se uporabljajo za izdelavo pokrova, v Uredbi niso natančneje določeni, opredeljene so njihove geomehanske in hidrodinamske lastnosti. Iz ekološkega in ekonomskega vidika so najbolj primerni tisti materiali, ki prihajajo iz bližnje okolice. Uporablja pa se lahko tudi alternativne materiale, primer so odpadni materiali iz industrije, če seveda ustrezajo kriterijem iz Uredbe [6].

Izravnalna plast

Najprej se na odloženih odpadkih oblikuje izravnalna plast, ki odpadke prekrije in predstavlja osnovo za nadaljnjo gradnjo pokrova odlagališča. Uporablja se kamnito-zemeljski mešani material, ki se ga običajno vgradi po plasteh in dobro utrdi z ustrezno mehanizacijo. Izravnalna plast naj bi bila debeline vsaj 30 cm.

Drenažna plast za odplinjanje

Na izravnalno plast se vgradi drenažna plast, namenjeno razplinjevanju, debeline najmanj 30 cm. Pomembno je, da je plast prepustna in se razprostira po celotni površini odlagališčnega telesa. Materiali, ki se uporabljajo za to plast, so pesek ali gramoz, ki omogočajo prosto pot plinov in njihovo zbiranje pod tesnilnim slojem. Paziti pa moramo, da material ne vsebuje ostrih delcev, ki bi lahko poškodovali tesnilni sloj. Pri izgradnji drenažne plasti za odplinjevanje lahko uporabimo tudi alternativne materiale, kot so rezane avtomobilske pnevmatike [6].

Tesnilni sloj

Tesnilni sloj je zelo pomemben in je običajno sestavljen iz več plasti. Njegova glavna naloga je, da tesni in da je uporabljen material neprepusten, s tem preprečimo infiltracijo vode v odlagališčno telo in preprečujemo izhajanje odlagališčnih plinov. Kot tesnilne sloje lahko uporabljamo naravne mineralne tesnilne sloje, sintetične glinene bariere (bentonitni trakovi) in kompaktirane mineralne sloje, imenovane tudi glineni naboji. Pomembno je, da ima vgrajeni material ustrezen koeficient prepustnosti, nižji od $1 \cdot 10^{-9} \text{ ms}^{-1}$. Ključna je tudi pravilna vgradnja materiala, primerna zgoščenost in vlažnost ter homogenost vgrajene plasti [1]. Kot naravna mineralna tesnilna plast se lahko uporabi glina, vgrajena po plasteh, debeline 50 cm. Lahko pa se uporabijo tudi drugi materiali, ki bi zadoščali pogojem neprepustnosti, tak primer je s pepelom stabilizirano blato iz bioloških čistilnih naprav [6].

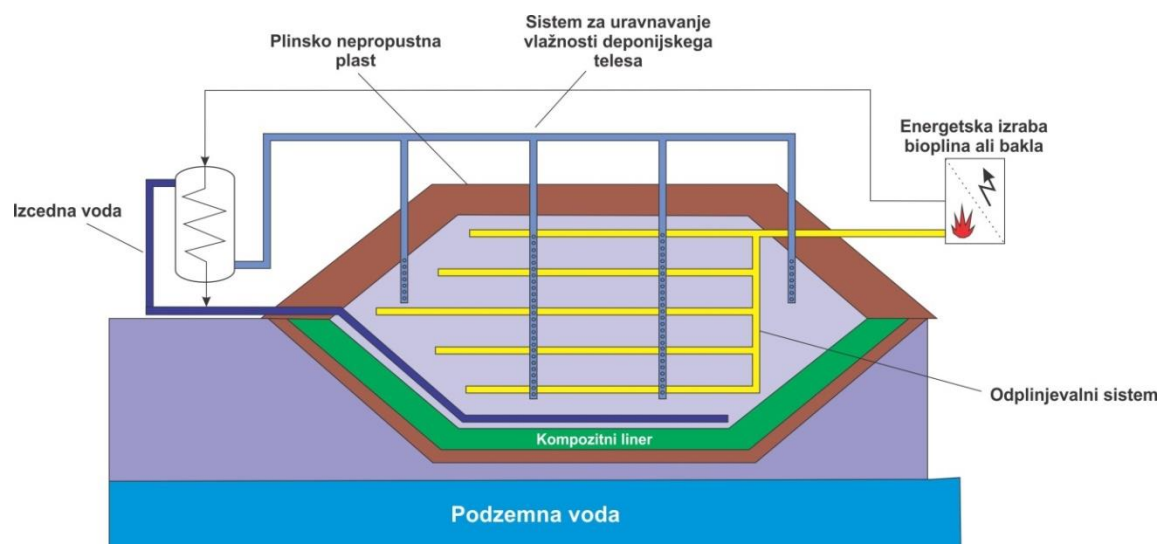
Drenažni sloj za odvajanje padavinske vode

Tesnilnemu sloju sledi drenažni sloj, ki je namenjen odvajanju padavinske vode, ki pronica skozi rekultivacijsko plast. Sloj mora biti debeline vsaj 40 cm. Drenažnega sloja ni potrebno vgraditi, če se izkaže glede na podatke o količini padavin na tem območju, da za površinsko odvajanje vode zadošča rekultivacijska plast. Z vgradnjo drenažne plasti zmanjšamo nastanek izcednih voda in povečamo stabilnost pokrova. Materiali, ki se uporabljajo za drenažni sloj, so pesek in gramoz, nad drenažnim slojem mora biti tudi sloj geotekstila, ki preprečuje zamašitev drenažnega sloja s finimi delci, ki se izpirajo iz rekultivacijske plasti.

Rekultivacijska plast

Na koncu sledi še rekultivacijska plast, debeline 1 m, sestavljena je iz 70–80 cm zemlje in 20–30 cm humusa. Kot humus se lahko uporabi kompostni material. Primerna mora biti za ozelenitev površine odlagališča. Pomemben je tudi letni čas sajenja rastlin na površini odlagališča, saj tako pravočasna razrast rastlin prepreči površinsko erozijo. Rekultivacijska plast je namenjena zaščititi drenažnega sloja pred škodljivimi vplivi korenin rastlin in zaščititi pred zmrzaljo.

Zaradi spreminjanja bioloških procesov v telesu odlagališča prihaja do posedanja in spreminjanja pokrova odlagališča. Zato je potrebno redno vzdrževanje pokrova, da lahko meteorne vode nemoteno odtekajo. Na spodnji sliki je prikazano popolno tesnjenje odlagališča.



Slika 22: Shematski prikaz zaprtja odlagališča, ki upošteva zahteve iz Uredbe o odlagališčih odpadkov ([6], stran 45)

7.1.1 Oblikovanje pokrova na odlagališču Ostri vrh

Oblikovanje pokrova na odlagališču Ostri vrh bi potekalo v dveh fazah. V prvi fazi bi potekalo preoblikovanje pokrova neaktivnega dela odlagališča. Ta ima pokrov že izoblikovan in zgrajen, vendar so zaradi posedanja nastale manjše udornine. Potrebno bi bilo dodatno nasutje materiala rekultivacijske plasti in ponovno vzpostaviti ustrezne naklone brežin za odtekanje meteorne vode. Tudi sama zarast na tem delu odlagališča je slabo vzdrževana. Potrebno bi bilo napeljati humus za boljšo rast rastlin na pokrovu.

V drugi fazi bi potekala gradnja pokrova na aktivnem delu odlagališča, ki je trenutno začasno zasut s kamnito-zemeljskim materialom približno 50 cm debeline. Dno in brežine so tesnjene, tako da bi samo nadaljevali s tesnitvijo pokrova. Začasno nasuta plast materiala bi služila kot izravnalna plast. Potrebno bi bilo pripeljati še dodaten material za oblikovanje izravnalne plasti. Nato bi sledile izgradnje plasti, ki so opisane v prejšnjem poglavju.

Pred samo gradnjo pokrova bi bilo potrebno preveriti stanje plinjakov in odpraviti morebitne poškodbe in nepravilnosti. Nekateri plinjaki so nagnjeni in je njihova stabilnost vprašljiva. Potreben bi bil tudi pregled drenažne cevi in preveriti morebitne zamašitve. Analiza podatkov je pokazala, da sistem za odplinjevanje in sistem za odvajanje izcedne vode glede na proizvedene količine zadostujeta. Po izgradnji pokrova se plinjake poveže v plinotesen sistem, ki se priključi na baklo [6].

Pri izdelavi pokrova bi lahko drenažno plast za odvajanje izcedne vode izpustili in več vložili v oblikovanje rekultivacijske plasti, s katero bi odvajali meteorno vodo. Uporabili bi lahko alternativne materiale. Kot humus bi lahko uporabili kompostni material in nasadili ustrezno vegetacijo, ki s svojim koreninskim sistemom zelo hitro črpa vodo iz zemlje, npr. nasaditev topolov.

Izcedna voda v primeru oblikovanja tesnjenega pokrova

Ko se odlagališče popolno zapre, je potrebno urediti še problematiko izcedne vode. Izcedna voda bi se preko črpalk iz zbirnega bazena injicirala nazaj v odlagališčno telo. Potrebna bi bila izgradnja sistema za prečrpavanje izcedne vode. Izcedna voda ohranja vlago v odlagališčnem telesu in pospeši nastanek odlagališčnih plinov, del vode se upari in skupaj s plinom izhaja iz odlagališčnega telesa. S takim sistemom bi ustvarili zaprt krog izcedne vode. Tako ne bi potrebovali dodatne infrastrukture za čiščenje izcedne vode. Vdora meteorne vode v telo odlagališča ne bi bilo, zato se količina izcedne vode ne bi povečevala, ravno nasprotno, v petih letih po zaprtju bi se količina vode zmanjšala na minimum [6]. Vendar je tu potrebno paziti, da ne prihaja do zastajanja vode pod tesnilno plastjo ter da ne prihaja do zamašitev drenažne plasti za odplinjevanje.

Odlagališče bi se v tem primeru stabiliziralo v časovnem obdobju od 10 do 15 let, v tem času je potrebno redno vzdrževanje odlagališča. Ves čas je potreben reden monitoring emisij plinov in vode ter preverjanje stabilnosti odlagališčnega telesa.

Izraba odlagališčnega plina za pridobivanje električne energije

Zbiranje odlagališčnega plina je smiselno izrabiti za energetske namene, vendar pa je pomembna količina proizvedenega plina, na katero pa težko vplivamo in se s časom spreminja. Po podatkih se na

tono odloženih komunalnih odpadkov sprosti od 50 do 400 Nm³ odlagališčnega plina. Kurilna vrednost odlagališčnega plina je od 18 do 22 MJ/Nm³. Za uspešno zajemanje plinov je pomembna izgradnja dobrega sistema za odplinjevanje. Sistem je sestavljen iz vertikalnih jaškov, ki se na vrhu zaključijo s sondami in so s horizontalnim cevovodom povezani v plinski zbiralnik in na plinsko črpalno postajo. Iz plinske postaje se plin črpa na baklo za sežig ali pa na generatorsko postajo za proizvodnjo električne energije [30].

Najpogosteje se za proizvodnjo električne energije uporabljajo batni stroji. To so običajno motorji z notranjim izgorevanjem z vžigom z električno iskro. Uporabljajo pa se lahko tudi plinske turbine. Motorji preko skupne grede poganjajo generator, ta pa proizvaja električno energijo. Na odlagališčih se uporabljajo mobilne enote, ki se enostavno pripeljejo na lokacijo, in se jih tudi po izteku enostavno odpelje na drugo lokacijo.

V Sloveniji se izrabo odlagališčnega plina za energetske namene izvaja na treh odlagališčih, in sicer v Ljubljani na odlagališču Barje, v Mariboru na odlagališču Podbrežje ter v Celju na odlagališču Bukovžlak. Z ekonomskega vidika je smiselna izraba plina na odlagališčih z več kot 60 000 m³ odloženih odpadkov letno [30].

Izraba odlagališčnega plina na odlagališču Ostri vrh

Na odlagališču Ostri vrh je postavljen sistem 18 vertikalnih plinjakov, ki so povezani na plinsko postajo z baklo na sežig. Tu poteka visokotemperaturni sežig plina. Odlagališčne pline se trenutno ne izkorišča za pridobivanje električne energije. Povprečni letni pretok na bakli znaša 115 m³/h, količina sežganega plina pa 545675 m³. Z ekonomskega vidika izgradnja plinske elektrarne glede na količine plina na odlagališču Ostri vrh ni smiselna.



Slika 23: Plinska bakla na odlagališču (foto: Barbara Corn)

7.2 Čiščenje izcedne vode

Izcedne vode iz odlagališča vsebujejo velike koncentracije strupenih snovi in so škodljive okolju. Rezultati monitoringa podzemnih voda so pokazali vpliv izcednih voda na podzemno vodo, zato je njihovo čiščenje nujno potrebno. Izcedna voda se v obravnavanem primeru ne more odvajati v kanalizacijsko omrežje, ker ta ni v bližini. Možen je odvoz na komunalno čistilno napravo, vendar je potrebna predhodna obdelava, saj izcedna voda vsebuje visoke koncentracije kroma, AOX, sulfidov ... Čistilna naprava je od odlagališča oddaljena približno 2 km, zato stroški prevoza ne bi bili tako visoki, tudi količina izcedne vode se bo z leti zmanjševala (ob upoštevanju popolnega pokritja odlagališča). Izcedne vode se lahko vrača nazaj na odlagališčno telo, kar je opisano v prejšnjem poglavju pri rešitvi popolnega prekritja odlagališča. Ena izmed rešitev čiščenja izcedne vode pa je postavitve samostojne čistilne naprave na samem odlagališču. Uporablja se lahko različne tehnologije obdelave in čiščenja izcedne vode, ki so predstavljene v nadaljevanju.

7.2.1 Membranske tehnologije čiščenja

Ena izmed možnosti čiščenja izcednih voda je čiščenje s pomočjo membranske filtracije. Gre za čiščenje odpadne vode s pomočjo polprepustnih membran; pod pritiskom se onesnaženo vodo vrši skozi polprepustno membrano. Ta omogoča prehod nekaterih komponent bolj kot drugih. Nastaneta dva produkta, na eni strani membrane očiščena voda, na drugi pa vodna suspenzija, kjer so koncentrirana onesnažila. Prehodnost snovi skozi membrane je odvisna od velikosti por na membrani.

Manjše kot so pore, večja je upornost membrane. Posledično je potreben večji operativni pritisk, da omogoči pretok vode skozi membrano.

Poznamo štiri tipe membranskih tehnologij čiščenja:

- mikrofiltracija,
- ultrafiltracija,
- nanofiltracija,
- reverzna osmoza.

Naštete tehnologije se razlikujejo glede velikosti por na membrani (Slika 24) in potreben operativni pritisk, ki omogoča filtracijo. Mikrofiltracija in ultrafiltracija odstranjujeta suspendirane in koloidne snovi, velikosti por so pri mikrofiltraciji od 0,1–0,2 μm (običajno 0,1 μm), pri ultrafiltraciji pa od 0,01–0,05 μm (običajno 0,01 μm). Nanofiltracija in reverzna osmoza odstranjujeta raztopljene snovi v vodi, nanofiltracija odstranjuje delce do velikosti 0,001 μm , reverzna osmoza pa do 0,0001 μm .

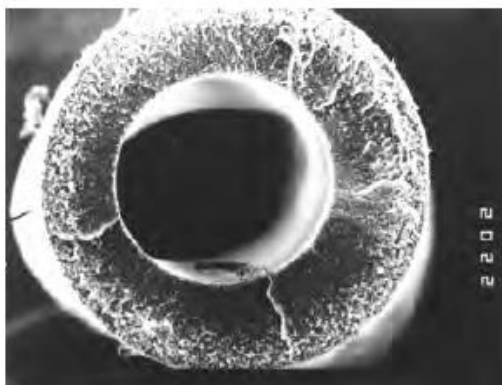
Na shemi so prikazane različne tehnologije membranskega čiščenja glede na prepustnost delcev skozi pore membran [28].

0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10	50	100
Micron	Micron	Micron	Micron	Micron	Micron	Micron	Micron
Atoms	Molecules	Viruses	Bacteria		Pollen	Human Hair	Sand
Dissolved Solids		Suspended Solids					
		Colloids		Solids can settle			
						Multi Media Filtration	
						Microfiltration	
						Ultrafiltration	
						Nanofiltration	
		Reverse Osmosis					
Ion Exchange							

Slika 24: Filtrski spekter (Puretec)

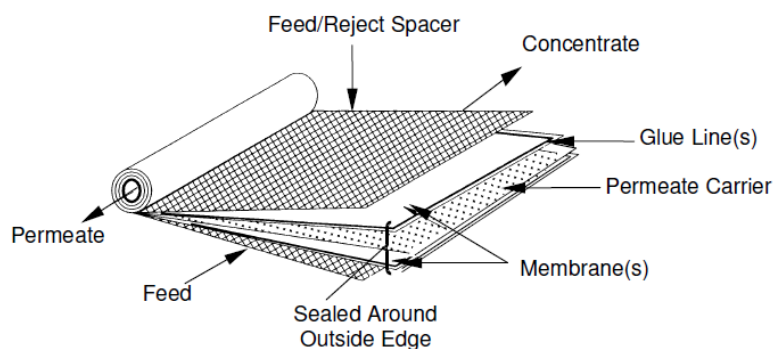
Pri membranskih tehnologijah se uporablja več vrst membranskih modulov [31]:

- Cevni oziroma tubični modul – tubular module.
- Modul, sestavljen iz dolgih ozkih votlih cevok, imenovan hollow fibre, ki se uporablja predvsem pri mikrofiltraciji in ultrafiltraciji.



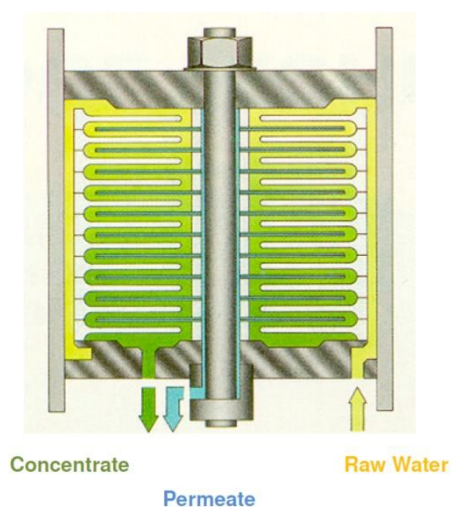
Slika 25: Hollow fiber modul ([31] stran 2–11)

- Spiralno navit modul – spiral wound, ki se uporablja predvsem pri ultrafiltraciji in reverzni osmozi.



Slika 26: Spiral wound modul ([31], stran 2–12)

- Ploščati modul – plate and frame, sestavljen iz posameznih plošč, ki so obdane z membrano in pritrjene na nosilcu, vse skupaj je zaščiten z ohišjem. Uporablja se predvsem pri mikrofiltraciji, ultrafiltraciji in reverzni osmozi.

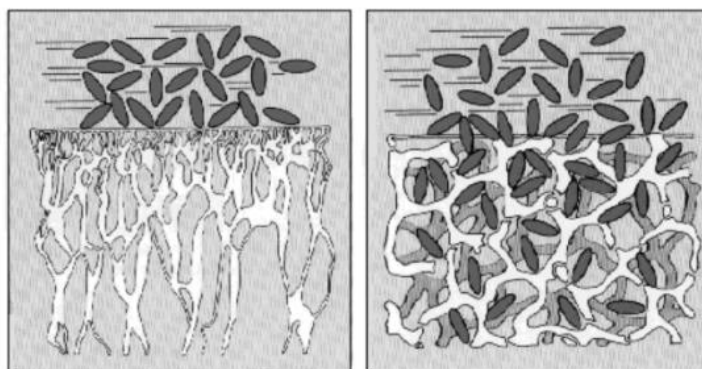


Slika 27: Plate and frame modul (Klarwin)

Pri membranskih modulih je pomembno, da so dovolj močni, da prenesejo operativni pritisk, da imajo dovolj specifične površine, investicijski in vzdrževalni stroški ne smejo biti previsoki, čiščenje mora biti enostavno ter odporni morajo biti proti obraščanju z mikroorganizmi [28].

Filtracijske membrane so po sestavi lahko iz sintetičnih polimerov, ti so pri uporabi najbolj razširjeni, saj imajo nižjo ceno. Uporabljajo pa se tudi keramični, kovinski in stekleni membranski filtri ter filtri iz celuloze.

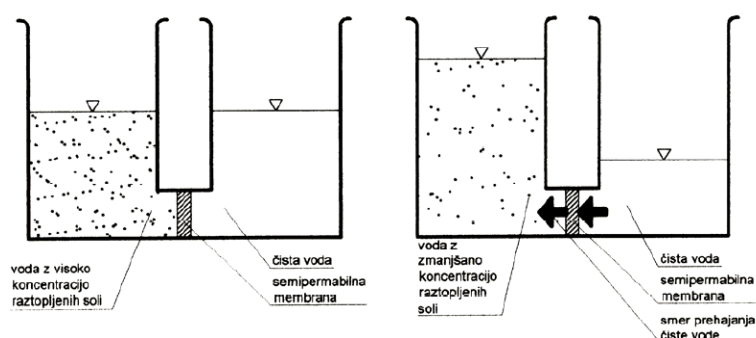
Glede na strukturo membran ločimo simetrične in asimetrične filtracijske membrane. Pri simetričnih membranah je struktura homogena, poroznost je porazdeljena po celotnem prerezu enakomerno. Asimetrične membrane niso homogene strukture, sestavljene so iz več plasti. Zgornja plast je tanjša z mikro porozno strukturo, spodnja plast je debelejša z grobo porozno strukturo. Asimetrične membrane so se izkazale za boljše od simetričnih, saj so mehansko bolj odporne, omogočajo višje pretoke ter se manj mašijo [15].



Slika 28: Asimetrična in simetrična filtrska membrana ([15])

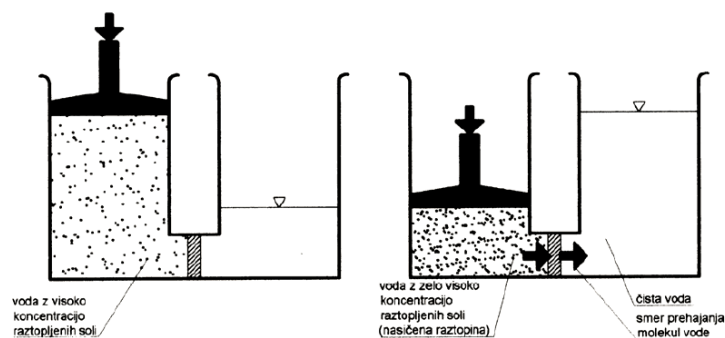
7.2.2 Reverzna osmoza

Postopek osmoze je naravni proces, ki se pojavlja v človeškem organizmu, natančneje v celicah, ki s pomočjo polprepustne membrane omogočajo prehod koristnim snovem v celico. Definicijo osmoze lahko podamo kot difuzijo vode skozi polprepustno membrano. To se običajno ponazori s posodo, ki jo s pomočjo polprepustne membrane razdelimo na dva dela. En del posode napolnimo z navadno čisto vodo, drug del pa z vodo, ki vsebuje visoko koncentracijo raztopljenih soli. Čez nekaj časa se gladina vode v tistem delu, kjer voda vsebuje visoko koncentracijo raztopljenih soli, poviša. Voda prehaja skozi membrano toliko časa, dokler se ne ustvari ekvilibrium oziroma dokler koncentracija snovi ni enaka na obeh straneh. Ker membrana dopušča le prehod vode, se del čiste vode premakne na zasičeno stran [28].



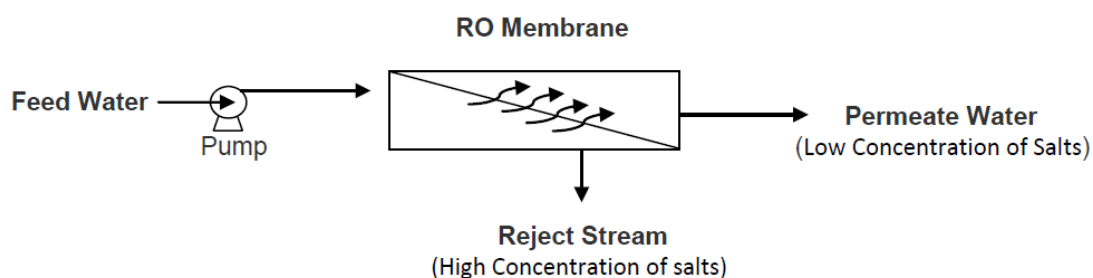
Slika 29: Prikaz procesa osmoze (IMP Tehnologija vode)

Reverzna osmoza je postopek, ki je obraten postopku osmoze. Vodni tok gre v obratni smeri kot pri procesu osmoze, saj z zunanjo silo premagamo osmotski tlak. Molekule vode prehajajo iz zasičenega dela posode v nezasičen del. To je ponazorjeno na Sliki 30. Membrana dopušča le prehod molekul vode, ostali delci ostanejo na drugi strani membrane (virusi, bakterije, raztopljeni delci ...), učinkovitost čiščenja je 95–99 %. Moč zunanje sile pa je odvisna od koncentracije raztopljenih snovi v vodi, večja ko je koncentracija, večjo silo potrebujemo [28].



Slika 30: Prikaz procesa reverzne osmoze (IMP Tehnologija vode)

Na poenostavljeni shemi je prikazano čiščenje odpadne vode s postopkom reverzne osmoze. Pri postopku nastajata dva produkta, in sicer očiščena voda, ki gre skozi polprepustno membrano, ki jo imenujemo permeat. Ta je očiščen do te mere, da lahko vodo brez nadaljnega čiščenja spuščamo v okolje. Na drugi strani membrane ostane močno koncentrirana voda, ki jo imenujemo retentat. Ta potrebuje nadaljnjo obdelavo [28].



Slika 31: Shema postopka čiščenja odpadne vode s postopkom reverzne osmoze ([28])

PALL Disc Tube Modul

Podjetje PALL je razvilo membranske module, imenovane PALL Disc Tube™ Reverse Osmosis (DTRO) Modul System, ta je razvit predvsem za čiščenje izcedne vode iz odlagališča. Sistem je sestavljen iz tlačne cevi in hidravličnih plošč, ki so pritrjene na nosilcu. Vsaka plošča (disk) je obdan s tako imenovano membransko blazino, ki je sestavljena iz dveh slojev membran, zvarjenih skupaj in vmesnim tkivom. Sistem je oblikovan tako, da onesnažena (odlagališčna) voda kroži okrog plošč in membran skozi celotno tlačno cev. Skozi membranske blaznice prehajajo molekule vode, ki se odvajajo kot permeate, ostanek pa je visoko koncentrirana onesnažena voda (retentat), ki se odvaja posebej [32].



Slika 32: Primer DT modula (Klarwin)

Opisan sistem je zanesljiv, prilagodljiv glede volumskih sprememb onesnažene vode, očiščena voda je visoke kvalitete, plošče in membrane se preprosto odstranijo in po potrebi zamenjajo.

Predlagana rešitev v obravnavanem primeru je postavitve mobilne enote. Mobilna enota predstavlja velik zabojnik, ki se enostavno pripelje na odlagališče in se priključi na bazen za izcedne vode. Mobilna enota je opremljena s strojnimi in elektroinstalacijami ter membranskimi moduli, opisanimi

zgoraj. Glavna prednost je, da je premična in se jo lahko kadarkoli odstrani, saj se v primeru ustreznega pokritja odlagališča izcedna voda skozi leta zmanjšuje.

7.2.2.1 Uporaba postopka reverzne osmoze na odlagališču Ostri vrh

Postopek čiščenja izcedne vode z reverzne osmoze je za obravnavano odlagališče ena izmed možnih rešitev. Ta postopek je tehnološko samostojen in zelo učinkovit. Obstoječi bazen za izcedno vodo zadostuje za količino izcedne vode in je vodotesen, zato niso potrebna dodatna dela v zvezi z bazenom. Potrebna bi bila priprava prostora za mobilno enoto in ureditev transportnih poti do bazena. Mobilna enota je ključni del. Je premična in jo je možno uporabiti takoj, ko je postavljena na željeno lokacijo. Potrebna je črpalka za črpanje izcedne vode iz bazena v mobilno enoto. Za obratovanje enote je potrebna električna napeljava, ki pa je na odlagališču ni. Je pa v bližini in bi jo bilo možno pridobiti.

Potrebna bi bila izgradnja dveh dodatnih vodotesnih bazenov, in sicer bazen za očiščeno vodo (permeat), ki predstavlja 70 % vhodne vode, ter bazen za ostanek (retentat), ki predstavlja 30 % vhodne vode. Potrebno je rešiti problematiko ostanka, ki je močno koncentrirana vodna suspenzija. Običajno se ga odvaža nazaj na deponijo. Na obravnavanem odlagališču je predvideno popolno pokritje odlagališča, zato odvažanje nazaj na odlagališčno telo ne bi prišlo v poštev. Potrebna bi bila nadaljnja obdelava, kot je sušenje ali strjevanje s posebnimi postopki, sežig v primerno opremljenih sistemih, za to pa potrebujejo dodatno infrastrukturo in objekte.

Možen je tudi najem mobilne enote za določeno časovno obdobje in se jo lahko odstrani kadarkoli. V primeru, da bo odlagališče popolnoma pokrito, se bo izcedna voda z leti zmanjševala. Predvidena cena najema mobilne enote znaša okoli 8000 EUR na mesec (Klarwin).

Z reverzno osmozo bi lahko učinkovito očistili izcedno vodo, saj bi odstranili suspendirana in raztopljena onesnaževala. V izcedni vodi je verjetno krom prisoten v topni obliki. Takšnega lahko odstranimo le z reverzno osmozo. Pred reverzno osmozo je potrebno učinkovito predhodno čiščenje, da po nepotrebem ne obremenjujemo RO membran. Ta postopek je relativno drag z vidika investicije in obratovanja. Zato je njegova uporaba vprašljiva z ekonomskega vidika.

7.2.3 Ultrafiltracija

Ultrafiltracija je čiščenje odpadne vode s pomočjo polprepustne membrane, ki ima velikosti por 0,01–0,05 μm (običajno 0,01 μm). Gre za podoben postopek kot pri reverzni osmozi, za separacijsko tehnologijo, ki s pomočjo pritiska vrši onesnaženo vodo skozi polprepustno membrano. Za razliko od reverzne osmoze so velikosti por pri ultrafiltraciji večje, zato je operativni pritisk manjši. Z reverzno

osmozo lahko odstranimo tudi ionske delce, ki jih z ultrafiltracijo ne moremo. Ultrafiltracija se običajno ne uporablja kot samostojni način čiščenja, ampak v kombinaciji z ostalimi postopki čiščenja [33].

7.2.3.1 Uporaba postopka ultrafiltracije na odlagališču Ostri vrh

Na odlagališču Ostri vrh bi lahko uporabili postopek čiščenja s pomočjo ultrafiltracije v kombinaciji s MBR (membranski biološki reaktor) in s predhodnim čiščenjem. V prvi fazi je potrebno predhodno mehansko čiščenje, da odstranimo trdne delce. Lahko se uporabijo grablje ali fina sita. Sledi biološko čiščenje izcedne vode v biološkem reaktorju, ki je deljen na dva dela. V enem delu poteka proces nitrifikacije, v drugem delu pa proces denitrifikacije. Nato se skozi ultrafiltracijske membrane pod pritiskom vrši voda, da se odstranijo suspendirane snovi in vsi delci, večji od 0,01 mikrona. Ostanek blata je potrebno nadaljnje obdelati, ga sušiti in kompaktirati ter peljati na sežig.

Potrebna bi bila izgradnja ustrezne infrastrukture, potrebna je električna energija, ki na obravnavanem odlagališču ni prisotna. Glede na prisotnost težkih kovin bi bilo potrebno še dodatno čiščenje s fizikalno-kemijskimi postopki. Ti so opisani v nadaljevanju.

V obravnavanem primeru ta rešitev ne pride v poštev, predvsem zaradi izgradnje dodatne infrastrukture in velikega finančnega bremena ter majhne količine izcedne vode.

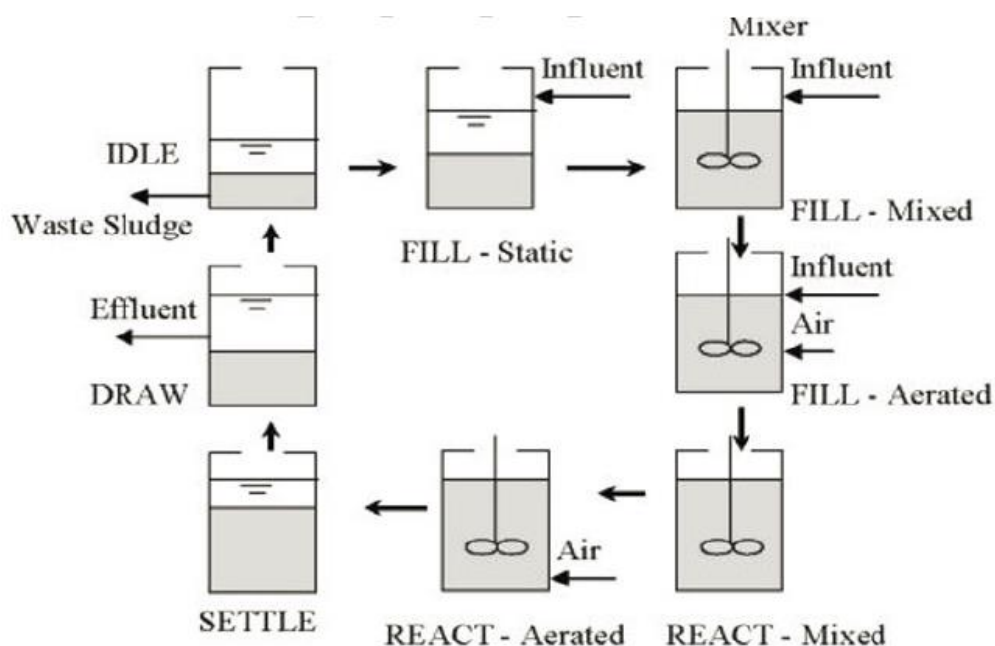
7.2.4 SBR sistem

SBR (sequencing batch reactor) reaktor spada med biološke načine čiščenja odpadnih voda, to pomeni, da čiščenje poteka s pomočjo mikroorganizmov. SBR reaktor uspešno odstranjuje ogljikove, dušikove in fosforjeve spojine. V reaktorju običajno poteka več faz: polnjenje, reakcija, usedanje, izpust očiščene odpadne vode in mirovanje. Vse našteje faze potekajo v istem bazenu, vendar v določenem časovnem zaporedju [34].

Delovanje SBR sistema

V prvi fazi se reaktor napolni z onesnaženo izcedno vodo. V primeru drugega ciklusa je v reaktorju ostanek aktivnega blata iz prvega ciklusa in ga ne odstranjujemo, le dodamo onesnaženo vodo. Polnjenje lahko poteka brez mešanja, torej sistem miruje (statični sistem). Lahko pa ga med polnjenjem mešamo in/ali dodajamo zrak (prezračevanje). V primeru, da zraka ne vpihujemo, ustvarimo anaerobne in anoksične pogoje, pri katerih heterotrofni organizmi razkrajajo organske snovi. Tu poteče tudi proces denitrifikacije. V primeru prezračevanja sistema pa ustvarimo aerobne

pogoje, ki omogočajo proces nitrifikacije. Lahko kombiniramo obe možnosti. Ko začnejo potekati biološke reakcije, govorimo o drugi fazi delovanja sistema. Ta lahko traja do 50 % skupnega časa delovanja sistema. V tej fazi se odstranijo raztopljeni snovi. Potek druge faze je odvisen predvsem od sestave odpadne vode. Običajno se ves čas druge faze izvaja mešanje. Ko je reakcija končana, sledi faza usedanja, mešanje se ustavi, začne se proces sedimentacije. Aktivno blato se loči od očiščene odpadne vode. Ko se usedanje zaključi, se očiščeno vodo izpusti iz reaktorja s pomočjo posebnih ventilov ali črpalke. Posedeno blato ostane v reaktorju in miruje do naslednjega ciklusa. Če očiščena odpadna voda zadostuje kriterijem za izpust v okolje, jo brez nadaljnje obdelave izpustimo v okolje [35].



Slika 33: Prikaz delovanja SBR sistema ([35], stran 3)

Prednost SBR sistema je, da je neobčutljiv pri nizkih temperaturah, zahteva manj opreme in prostora, v primeru povečane kapacitete izcedne vode se enostavno dogradi. Proces je voden računalniško in ga lažje nadziramo. Velika prednost je tudi, da je sistem fleksibilen. V reaktorju lahko ustvarimo anaerobne, anoksične in aerobne pogoje, ki omogočajo procese nitrifikacije in denitrifikacije [34], [36].

7.2.4.1 Uporaba SBR postopka na odlagališču Ostri vrh

Na odlagališču Ostri vrh je za čiščenje izcednih voda možna uporaba SBR sistema, vendar v kombinaciji z dodatnimi postopki čiščenja. SBR sistem je bil v preteklosti že predviden, ni se pa nikoli realiziral. Bazen za izcedne vode je pregrajen ravno za ta namen. Prvi del bazena predstavlja primarni usedalnik, kjer se del organskih snovi in ostalih delcev posede. Drugi del pa predstavlja SBR reaktor.

Izcedno vodo bi se prečrpavalo iz usedalnika v SBR reaktor, ki ima na dnu vgrajeno mrežo cevi za vpihovanje zraka. Na odlagališču je postavljena vsa potrebna infrastruktura za delovanje SBR sistema, vendar je ta v slabem stanju in ne deluje. V preteklosti je bilo izvedeno poskusno obratovanje, ki se pa ni izkazalo za dovolj učinkovito. Rezultati so pokazali, da merjeni parametri v očiščeni vodi ne dosegajo mejnih vrednosti za iztok v okolje. V procesu poskusnega delovanja je bilo v bazen pripeljano blato iz čistilne naprave, ki je predstavljalo vir mikroorganizmov, ki so ključni za potek biološke reakcije. Vendar mikroorganizmi niso bili dovolj močni in niso bili sposobni čiščenja, niso preživeli v izcedni vodi. Zato čiščenje ni bilo dovolj učinkovito. V kombinaciji z dodatnimi fizikalno-kemijskimi postopki čiščenja bi lahko SBR sistem deloval. Problem predstavlja dovod električne energije, ki jo na odlagališču ni. Do sedaj se je uporabljal agregat. Potrebno bi bilo obstoječo infrastrukturo obnoviti in dograditi.

V obravnavanem primeru je ta rešitev bolj primerna kot predhodno predstavljeni rešitvi (reverzna osmoza, ultrafiltracija), saj je manj zahtevna tako s tehnološkega kot tudi z ekonomskega vidika. Vendar pa so biološki procesi čiščenja precej oteženi zaradi slabe biološke razgradljivosti izcedne vode. Rezultati obratovalnega monitoringa izcedne vode kažejo, da je približno razmerje $KPK : BPK_5 = 10 : 1$. To pomeni, da je izcedna voda precej strupena. Obstaja pa možnost doziranja specialnih dodatkov, ki pospešijo proces biokemijske razgradnje (specialni ferment, bakterijske združbe itd.). Na svetovnem trgu je na desetine proizvajalcev takšnih specialnih dodatkov za izboljšanje biokemije razgradnje.

7.2.5 Fizikalno-kemijski postopki čiščenja in rastlinska čistilna naprava

Čiščenje izcedne vode lahko izvedemo tudi s pomočjo fizikalno-kemijskih postopkov. Ti služijo kot dodatno čiščenje v kombinaciji z drugimi sistemi čiščenja odpadne vode, v obravnavanem primeru bi to bilo čiščenje z rastlinsko čistilno napravo. Med fizikalno-kemijske postopke spadajo koagulacija, flokulacija, adsorpcija in ionska izmenjava [34].

Koagulacija in flokulacija

Koagulacija je destabilizacija koloidnih delcev, flokulacija pa združevanje delcev v kosme, ki se nato usedejo na dno. S procesoma tako odstranimo koloidne in suspendirane delce iz vode. Proces poteka v treh fazah. V prvi fazi med intenzivnim mešanjem dodajamo koagulate, ki se porazdelijo po tekočini. Temu sledi proces koagulacije (druga faza), ki povzroči razelektritev koloidnih delcev. Nato se mešanje upočasni in poteče proces flokulacije (tretja faza). Flokule se sprimejo v večje aglomerate in se posedejo na dno [14].

Adsorpcija in ionska izmenjava

Adsorpcija je proces, pri katerem se molekule in atomi vežejo na površino adsorbenta, tako se na njegovi površini ustvari film. Adsorbenti, ki se uporabljajo pri čiščenju odpadne vode, so zeoliti, aktivno oglje, diatomejska zemlja, grafit [14].

Ionska izmenjava pomeni postopek, pri katerem odstranjujemo določene ione iz odpadne vode. Gre za izmenjavo določene vrste ionov iz netopnega izmenjalnega materiala z ioni določene vrste iz odpadne vode. Običajno se uporablja za odstranjevanje dušikovih spojin, težkih kovin in celotnih raztopljenih snovi. Ionski izmenjevalec se vmeša v odpadno vodo. Primer ionske izmenjave je uporaba zeolitov, ki je predstavljena v nadaljevanju [34].

Lahko uporabimo tudi postopek obarjanja, ki spada med kemijske postopke. Gre za dodajanje kemikalij odpadni vodi, s katerimi spremenimo fizikalno stanje raztopljenih in neraztopljenih snovi. Pospeši se proces usedanja. Uporablja se predvsem za odstranjevanje fosforja in težkih kovin.

Zeoliti

Zeolit je mikroporozna kamnina vulkanskega izvora in ima posebno sposobnost adsorpcije in možnost ionske izmenjave. Sestavljena je iz različnih vrst mineralov, glavni med njimi je klinoptilolit, ki ima negativen naboj in nase privlači strupe (baker, klor, živo srebro, kadmij, svinec, patogene bakterije ...). Poznamo skoraj 300 vrst naravnih zeolitov. Zaradi njihovih pozitivnih lastnosti se njihova uporaba širi na več področij: v poljedelstvo, sadjarstvo, živinorejo, prašičerejo, medicino, kot sestavina detergentov, za mehčanje vode, pri obdelavi komunalne in industrijske vode [15].

Zeoliti so sestavljeni iz mreže SiO_4^{4-} in AlO_4^{5-} tetraedrov, ti so med seboj povezani s skupnim kisikovim atomom. Tvorijo tridimenzionalno mrežo, znotraj katere so votline in pore, v katerih se zbirajo molekule kationov, anionov in vode. Te molekule niso neposredno vezane in se prosto gibljejo v porah. Zato se molekule lahko zamenjajo z drugimi iz okolice oziroma s tistimi, s katerimi je zeolit v kontaktu. Med izmenjavo se struktura zeolita ne spremeni [37].

Poleg naravnih zeolitov poznamo še sintetične, ki so umetno pridobljeni.

Vrste zeolitov [15]:

- Analcim – $\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
- Filipsit – $(\text{Ca}_{0,5}\text{Na}, \text{K})_6(\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- Laumontit – $\text{Ca}_4 (\text{Al}_8 \text{Si}_{16} \text{O}_{49}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
- Erionit – $(\text{Ca, Mg, K}_2, \text{Na}_2)_{4,5} (\text{Al}_9 \text{Si}_{27} \text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
- Chabazit – $\text{Ca}_2 (\text{Al}_{16} \text{Si}_8 \text{O}_{24}) \cdot 13\text{H}_2\text{O}$
- Natrolit – $\text{Na}_{16} (\text{Al}_{16} \text{Si}_{24} \text{O}_{80}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
- Mordenit – $\text{Na}_8 (\text{Al}_8 \text{Si}_{40} \text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
- Klinoptilolit – $\text{Na}_6 (\text{Al}_6 \text{Si}_{30} \text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

Glavne značilnosti zeolitov [15]:

- velika specifična površina: do $1000 \text{ m}^2/\text{g}$,
- nizka gostota ogrodij,
- adsorpcija hidrofilnih ali hidrofobnih molekul,
- velikost por, primerljiva s kinetičnimi premeri večine manjših molekul,
- različne oblike votlin ali kanalov, ki omogočajo selektivno ločevanje molekul glede na velikost in obliko,
- visoka termična stabilnost ($500\text{--}1000 \text{ }^\circ\text{C}$),
- delež vode v porah: do 50 %,
- adsorbira vonjave.

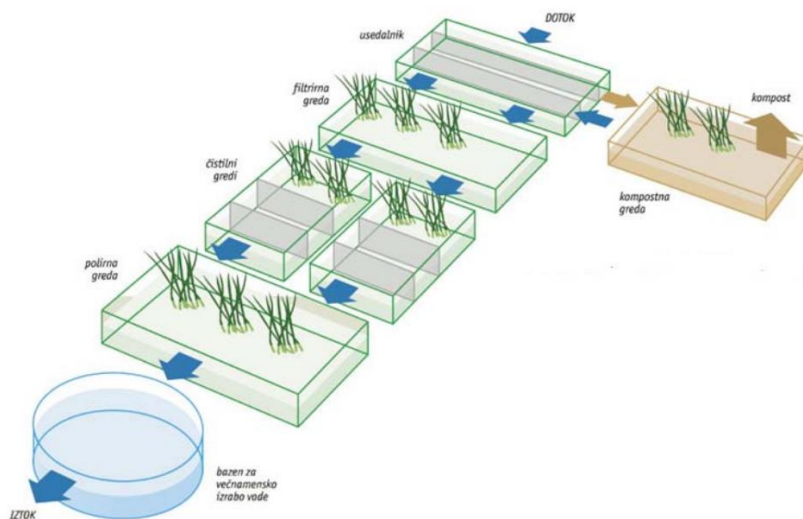
Z zeoliti bi lahko odstranili kromove ione, ki so prisotni v izcedni vodi v prekomerni količini. To bi uporabili za »poliranje«, če bi bilo potrebno za že očiščeno odpadno vodo po predhodnem biološkem čiščenju.

Rastlinska čistilna naprava

Rastlinska čistilna naprava posnema naravno sposobnost čiščenja. Gre za enostaven in učinkovit sistem, ki za delovanje običajno ne potrebuje energije in strojne opreme, kar je z ekonomskega vidika zelo ugodno. Sestavljena je iz več zaporednih bazenov, ki so izolirani s folijo in napolnjeni s substratom. Kot substrat se uporablja pesek, prod ali zemlja in služi za filtracijo, vezavo snovi in obarjanje ter je osnova za rast rastlin in naselitev mikroorganizmov. Rastline, ki se pri RČN uporabljajo, so trs, rogoz in šaš.

Običajno odpadna voda gravitacijsko podpovršinsko teče skozi zaporedne bazene in se s pomočjo mikroorganizmov in rastlin čisti. Sestavljena je iz usedalnika, filtrne, čistilne in polirne grede. Običajno se zaključí z akumulacijskim bazenom, ki lahko služi za namakanje in zalivanje površin [38].

Slabost tega sistema je, da mora biti na voljo dovolj prostora, saj rastline za delovanje potrebujejo dovolj površine. V zimskem času je delovanje upočasnjeno in se zmanjša učinkovitost čiščenja [34].



Slika 34: Delovanje rastlinske čistilne naprave (Limnowet)

7.2.5.1 Uporaba fizikalno-kemijskih postopkov čiščenja izcedne vode na odlagališču Ostri vrh

Uporaba fizikalno-kemijskih postopkov za čiščenje izcednih voda na obravnavanem odlagališču bi bila možna rešitev. Vendar ti postopki niso samostojni načini čiščenja; uporabljajo se v kombinaciji z ostalimi postopki čiščenja. Na tržišču se pojavlja tudi veliko različnih dodatkov, ki jih vmešamo v odpadno vodo in nase vežejo kovinske ione, ki se izločijo kot oborina. Učinkovitost dodatkov je odvisna od koncentracije ionov, pogojev reakcije in pH vrednosti [15].

Rastlinska čistilna naprava bi se v obravnavanem primeru lahko uporabila kot naknadno dokončno čiščenje odpadne izcedne vode s predhodnim fizikalno-kemijskim čiščenjem. Kontroliran bi moral biti dotok odpadne vode v RČN.

8 METODA PRISILNEGA PREZRAČEVANJA ODLAGALIŠČA

Metoda s prisilnim prezračevanjem je tehnološka rešitev na že obstoječih odlagališčih, s katero pospešimo aktivnost odlagališča. Začetki takega načina stabilizacije odlagališča segajo v zgodnja devetdeseta leta in so se razvila v ZDA in Kanadi. S to metodo lahko rešimo trajno problematiko onesnaženja okolja zaradi odlaganja odpadkov v preteklosti. Odpadki so se odlagali v naravo brez predhodnega tesnjenja dna, odlagališča niso imela oblikovanih sistemov za odplinjevanje in odvodnjevanje izcednih voda iz telesa odlagališča.

Gre za sistem, s katerim spremenimo biološko klimatsko stanje v telesu odlagališča. Z nadzorovanim vnosom zraka v telo odlagališča prekinemo dejavnosti anaerobnih bakterij. Vzporedno z vnosom zraka še izsesavamo odlagališčne pline, ki jih nadalje obdelamo. Z vnosom zraka povečamo delovanje aerobnih mikroorganizmov, ki razgrajujejo organske sestavine v odlagališču. S tem stabiliziramo odlagališče in skrajšamo fazo razgradnje na 2–5 let. Običajno odlagališče potrebuje 25–30 let, da preide v fazo stabilizacije [6].

Najprej je potrebno odlagališče pokriti in zapreti, da preprečimo vremenske vplive. Na odpadkih se najprej izoblikuje izravnalno plast, nato se izvrta vrtine za namestitev prezračevalnih cevi, sledi priprava podlage za polaganje PE zaščitnega sloja ter na koncu polaganje PE zaščite. Z ustrezno mehanizacijo se vgradi mreža cevovoda, ki je sestavljena iz vpihovalnih in sesalnih cevi. Vpihovalne cevi služijo za vpihovanje zraka, sesalne pa za izsesavanje odlagališčnega plina. Da v sistemu cevovoda ne prihaja do kondenzacije, ima sistem tako imenovane metuljaste lopute, ki nadzorovano usmerjajo zrak v sistem in omogočajo, da se sesalne cevi spremenijo v vpihovalne in obratno [6].



Slika 35: Namestitev prezračevalnega sistema in biofiltrskih naprav [6]

Zrak, ki se vnaša v telo odlagališča, se vpihuje preko biofiltrrov, kjer se predhodno ogreje, obogati s kisikom in z aerobnimi bakterijami, ki pospešujejo razgradnjo odpadkov. Že 1–5 dni po začetku vpihovanja zraka se klimatsko stanje v odlagališčnem telesu začne spreminjati, anaerobni pogoji se

spremenijo v aerobne [39]. Zrak se vpihuje pod stalnim tlakom 0,3 bara, smer vpihovanja se urno spreminja, da preprečimo kondenzacijo in zmrzal v zimskih mesecih. Nujen je tudi varnostni sistem, s katerim nadzorujemo temperaturo v telesu odlagališča in ocenjujemo stopnjo nevarnosti samovžiga. Potrebne so tudi kompresorske enote, ki služijo vpihovanju zraka in naprave za obdelavo izsesanih odlagališčnih plinov [6].

Velika prednost opisane metode je kratek čas aerobizacije telesa, saj se že v 4 do 6 dneh vsebnost metana zmanjša do te mere, da je zagotovljena eksplozijska varnost. Med postopkom prisilnega prezračevanja so potrebne stalne meritve procesnih plinov (CH_4 , CO_2 , O_2). Zmanjša se tudi količina izcedne vode in s tem tudi stroški vzdrževanja odlagališča.

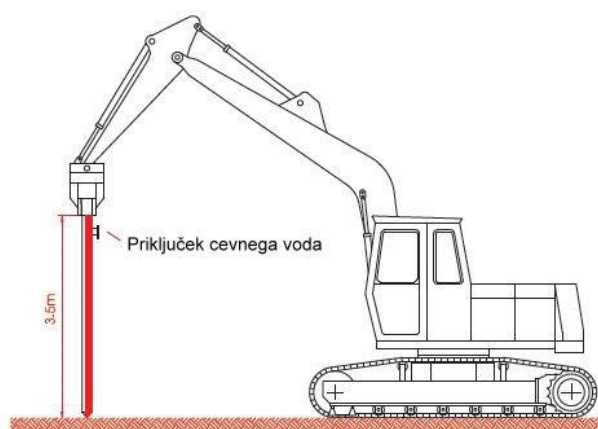
Po zaključku prisilnega prezračevanja ni več potrebe po razplinjevanju, saj se količina metana zmanjša za 90 %. Tudi količine izcedne vode se znatno zmanjšajo, in sicer na 10–15 % začetnih, zato ne potrebujemo čistilne naprave. Zato tudi kasneje, ko se odlagališče dokončno zapre, pri gradnji pokrova ne potrebujemo plasti za odplinjevanje [6].

Ko je prisilno prezračevanje končano in odlagališče stabilizirano, lahko temu sledi popolno zaprtje odlagališča po Uredbi (oblikovanje pokrova) ali pa odkop odloženih odpadkov, ki jih lahko uporabimo kot sekundarni vir surovin. Odkopane odpadke mehansko in biološko obdelamo. Ločimo jih na uporabne in reciklirne materiale, ostanek pa se lahko energetsko izrabi, in sicer za pridobivanje toplotne energije. Potreben je dokaj hiter izkop odpadkov (v roku šestih tednov), da ne pride do ponovnih anaerobnih mikrobioloških procesov. Pri izkopu je potrebno paziti, ker lahko v telesu odlagališča nastanejo vodni žepi [6].

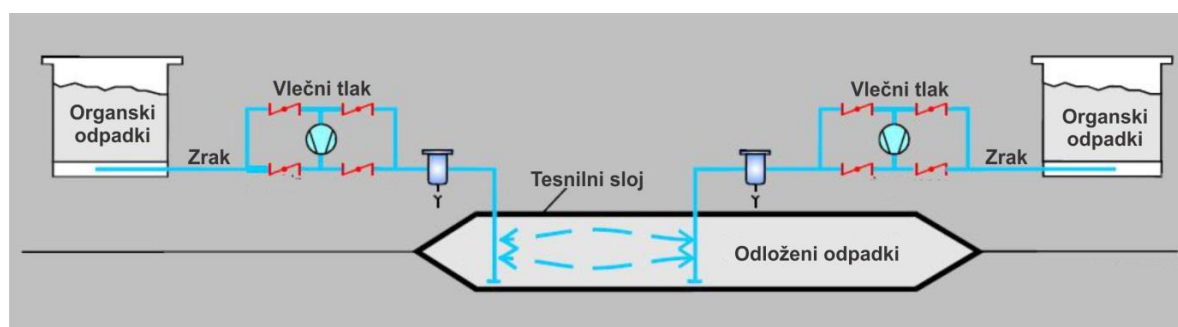
8.1 Izvedba prisilnega prezračevanja na odlagališču Ostri vrh

V primeru odlagališča Ostri vrh bi bila uporaba sistema prisilnega prezračevanja možna. Vgradnja sistema bi bila dokaj enostavna in hitra. Na neaktivnem delu odlagališča je pokrov že izoblikovan, zato ne bi bila potrebna gradnja izravnalne plasti in PE zaščite, izvrtale bi se vrtine in vgradil sistem cevovodov. Na aktivnem delu odlagališča, kjer pokrova ni izoblikovanega, bi bilo potrebno dodatno izoblikovati izravnalno plast in PE zaščito ter nato vgraditi sistem cevovodov. Prezračevalne cevi se nameščajo z ustrežno mehanizacijo, in sicer z vibracijsko roko, ki je nameščena na bagru. Vrtine se izvrtajo s pomočjo stisnjene zraka, ki ga omogoča kompresor, tako da so vrtine »čiste«. Prezračevalne cevi so fleksibilne in po dolžini izklinjene, da se lahko vlaga kondenzira nazaj v telo odlagališča. Ko so cevi vgrajene, se vgradi prezračevalne sonde in se jih med seboj spoji in poveže s kompresorjem [6]. Potrebno bi bilo pripraviti in utrditi prostor za postavitev mobilnih biofiltrskih enot, ki omogočajo

zagon sistema za prezračevanje. Po zagonu sistema so potrebne meritve koncentracij plinov, s katerimi nadzorujemo delovanje sistema.



Slika 36: Prikaz priključitve cevnega voda [6]



Slika 37: Prikaz delovanja sistema prisilnega prezračevanja odlagališča [6]

Po končanem prisilnem prezračevanju, ko je odlagališče stabilizirano, v roku 2–5 let, se odlagališče popolno zapre, kot je opisano v poglavju 7.1 ali pa se začne izkop odloženih odpadkov, ki jih energetsko izrabimo, kot je opisano v nadaljevanju. V obravnavanem primeru bi prišlo v poštev popolno zaprtje odlagališča po Uredbi o odlagaliških odpadkih, ker trenutno ni na voljo ustreznih objektov za energetsko izrabo odpadkov ter tudi ni na voljo dovolj finančnih sredstev za njegovo izgradnjo. Pride pa rešitev vsekakor v poštev v prihodnosti.

8.2 Energetska izraba odpadkov

Kot je že v uvodu naloge predstavljena hierarhija ravnanja z odpadki, spada energetska izraba odpadkov na predzadnje mesto hierarhije. Energetske izrabe se poslužujemo takrat, ko so odpadki že sortirali in ločeni na reciklirne in uporabne materiale. V primeru odkopanih odpadkov se z grobim in finim sejanjem izločijo pesek, zemljine – biološki odpadki, kovine, steklo, ki jih lahko ponovno uporabimo oziroma recikliramo. Ostanek odpadkov pa se lahko termično obdela. Med energetsko

izrabo odpadkov uvrščamo sežig, pirolizo in uplinjanje. Običajno se uporabi tisto metodo, ki je najbolj ustrezna tudi z vidika varstva okolja.

Sežig odpadkov je termični proces in poteka pri temperaturi 1000 °C, gre za oksidacijo organskih snovi. Običajno se uporablja za toplotno obdelavo komunalnih odpadkov.

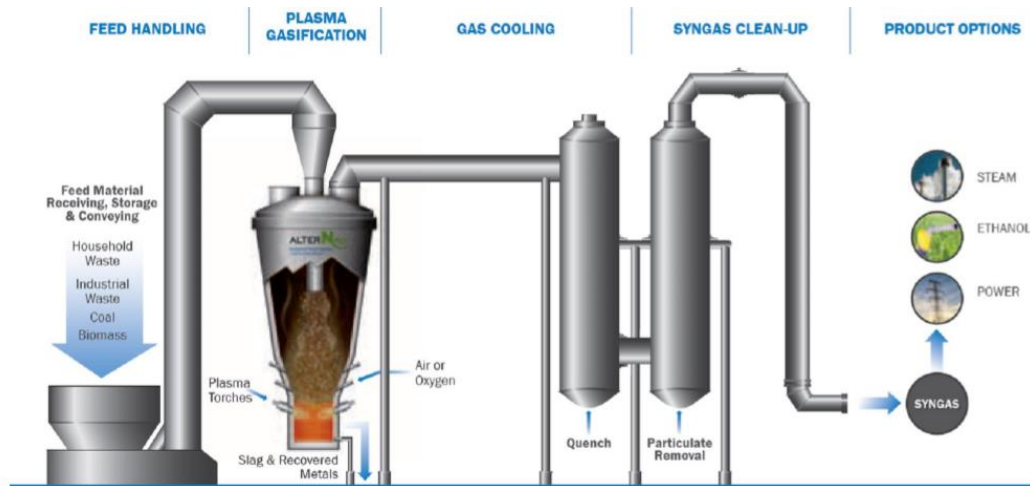
Piroliza je termični proces, ki poteka pri višjih temperaturah in brez prisotnosti kisika. Dolge organske molekule razpadejo na manjše in preprostejše molekule. Odpadkom se tako spremenijo fizikalne in kemične lastnosti, odpadki se pretvorijo v tekoče, plinaste, pastozne in trdne oblike. Produkti, nastali pri pirolizi, so tudi plini, ki predstavljajo sekundarni vir toplote, katran, v vodi netopna olja in koks. Piroliza poteka v posebnih visokotemperaturnih reaktorjih [40].

Uplinjanje odpadkov je podoben proces kot piroliza in poteka v reaktorjih z omejeno količino kisika. Pri procesu uplinjanja v reaktor dovajamo reaktivne pline, ki spodbujajo sproščanje toplote. Ti plini so kisik, vodna para in vodik. Uplinjanje poteka pri višjih temperaturah kot piroliza, od 800 do 1200 °C. Običajno do popolnega uplinjanja odpadkov ne pride, zato pri procesu ostane še del trdnega preostanka, ki ga je potrebno nadaljnje obdelati oziroma ustrezno deponirati [40].

8.2.1 Bioplazma tehnologija

Ena izmed možnih rešitev termične obdelave odpadkov je tehnologija s plazma reaktorjem. Reaktor služi za uplinjanje organskih snovi v sintezni plin in vitifikacijo anorganskih snovi v inertno kamnino. Podatke sem prevzela iz idejnega projekta Bioplazma Logatec, ki je namenjena proizvodnji alternativnega goriva etanola iz predelave lesne biomase in mešanih komunalnih odpadkov.

Vhodne surovine poleg ostanka sortiranih mešanih komunalnih odpadkov so lesna biomasa iz okoliških gozdov, odpadki iz žag in drugih lesnopredelovalnih obratov, odpadne pnevmatike, medicinski odpadki, blato iz čistilnih naprav in odpadna olja. Glavna vloga plazemskega reaktorja je proizvodnja sinteznega plina, ki je primeren za nadaljnjo uporabo. Lahko ga izkoristimo za pridobivanje električne energije, direktne distribucije v plinsko omrežje ali za proizvodnjo alternativnega goriva etanola [41], [42].



Slika 38: Prikaz sheme delovanja plazma reaktorja [41]

Na sliki je prikazana shema delovanja plazma reaktorja. Oprema je sestavljena iz vhodnega sistema, ki s pomočjo polža preko loputnega zapirala dovaja zadostno količino odpadkov v notranjost reaktorja. Na vrhu reaktorja je nameščena dozirna cev, ki sega do sredine reaktorja. Reaktor je cilindrične oblike in se po premeru manjša od zgoraj navzdol. Najožji spodnji del predstavlja 15 % celotnega volumna, srednji del je rahlo razširjen in predstavlja 25 % celotnega volumna, najširši zgornji del pa predstavlja 60 % celotnega volumna.

V reaktorju so plazemski gorilniki, ki ustvarjajo visoko temperaturo, in sicer okoli 5000 °C. Pri razgradnji organskih molekul nastaja sintezni plin, ki ga sestavljajo vodik, ogljikov monoksid in vodna para. V spodnjem delu reaktorja se stalijo anorganske snovi in nastaja tekoča žlindra. Žlindra se iz reaktorja odvaja v hladilno vodno kopel, kjer se pretvori v trdno obliko, ki se nato preko transporterja odvaža v zunanji kontejner. V reaktor se preko naprave za dovod medija za parcialno oksidacijo dovajajo zrak, kisik ali vodna para. Pomemben je tudi hladilni sistem reaktorja, ki hladi zgornjo tretjino reaktorja. Notranjost reaktorja je obložena z izolacijo in toplotno odpornimi materiali, zunanost pa iz jeklenega plašča. Cevi za hlajenje so nameščene med izolacijo in notranjo oblogo. Voda za hlajenje se dovaja na vrhu reaktorja.

Nastajajoči sintezni plin se preko izstopne odprtine na vrhu reaktorja odvaja v hladilni sistem in nato na čistilni sistem, ki je sestavljen iz niza več naprav in čistilnih filtrov. Očiščen plin se shranjuje v rezervoarjih in se nato lahko izrabi za pridobivanje električne energije ali pa se v bioreaktorju s pomočjo mikroorganizmov predela v etanol [41].

9 ZAKLJUČEK

Namen magistrske naloge je bil predstaviti okoljski vpliv odlagališča Ostri vrh v Logatcu in podati možne idejne rešitve, kako odlagališče ustrezno zapreti oziroma sanirati.

V prvem delu je predstavljeno stanje na področju ravnanja z odpadki v Sloveniji, podani so nekateri osnovni pojmi in definicije s področja ravnanja z odpadki, predstavljen je tudi pravni vidik. V zadnjih letih se je stanje na področju ravnanja z odpadki izboljšalo predvsem zaradi ustrezne politike ravnanja z odpadki. Še vedno pa ostajajo problematična odlagališča, ki niso ustrezno sanirana oziroma zaprta. Tudi odlagališče Ostri vrh ima negativne vplive na okolje, največji problem predstavlja izcedna voda, ki pronica skozi občutljivi kraški teren v podtalje. Predstavljena je analiza obravnavanega odlagališča in trenutna ocena stanja odlagališča. Odlagališče nima veljavnega OVD, zato ga je potrebno čim prej urediti oziroma zapreti na način, ki najmanj vpliva na okolje.

V drugem delu so predstavljene možne idejne rešitve za ureditev odlagališča Ostri vrh. Ena izmed predstavljenih rešitev je popolno zaprtje odlagališča po Uredbi o odlagališčih odpadkov. Izoblikoval bi se tesnjen pokrov, sestavljen iz zahtevanih plasti. Izcedna voda bi se vračala nazaj v odlagališčno telo, plini pa bi se termično obdelali na obstoječi bakli. V nalogi so predstavljeni tudi tehnološki postopki za čiščenje izcedne vode iz odlagališča v primeru, da se izcedna voda ne vrača nazaj na odlagališče, ampak se na samem odlagališču postavi samostojna ČN. Zelo učinkovite so membranske tehnologije čiščenja, kot sta reverzna osmoza in ultrafiltracija. Vendar pri procesu ultrafiltracije ne bi mogli odstraniti prisotnosti kroma v izcedni vodi, saj je ta v topni obliki. Postopki čiščenja s pomočjo membranske tehnologije pa za obravnavano odlagališče predstavljajo tudi večje finančno breme, tudi količine izcedne vode so razmeroma majhne. Problem je tudi pridobitev električne energije, ki je na odlagališču ni. Opisan je tudi postopek čiščenja s SBR sistemom, ki je bil v preteklosti že preizkušen, vendar se ni izkazal za dovolj učinkovitega, ker je izcedna voda precej strupena. Za boljšo učinkovitost bi bili potrebni še dodatni fizikalno-kemijski postopki čiščenja. Potrebno bi bilo zagotoviti znižanje vsebnosti amonijevega dušika in morda še česa. Uporabili bi lahko tudi specialne dodatke, ki se jih vmeša v izcedno vodo. Možna rešitev za čiščenje izcednih voda bi bila tudi rastlinska ČN, ki bi se v obravnavanem primeru uporabila kot naknadno dokončno čiščenje s predhodno fizikalno-kemijsko obdelavo izcedne vode. Prednost rastlinske ČN je, da za delovanje ne potrebuje električne energije in se lepo vključi v okolje.

Najbolj ugodna rešitev za obravnavano odlagališče tako s tehničnega kot z ekonomskega vidika je popolno zaprtje odlagališča. To pomeni izoblikovanje pokrova, kot ga določa Uredba o odlagališčih odpadkov z uporabo alternativnih materialov. Taka ureditev bi potekala razmeroma hitro. Po zaprtju je potreben stalni monitoring, saj se odlagališčno telo s časom spreminja.

Na koncu dela je opisana metoda prisilnega prezračevanja odlagališča, s katero pospešimo aktivnost odlagališča. Z vpihavanjem zraka v telo odlagališča pospešimo biološko razgradnjo odpadkov in odlagališče se stabilizira v roku 2–5 let. Po končanem prisilnem prezračevanju je možen izkop odpadkov, ki se jih nato energetsko izrabi. Predstavljena je termična obdelava odpadkov s plazma reaktorjem, ki služi za uplinjanje odpadkov. Sintezni plin, ki pri tem nastaja, se lahko uporabi za pridobivanje električne energije.

Metoda prisilnega prezračevanja bi za odlagališče Ostri vrh prišla v poštev v primeru, da se nato odpadke izkoplje in energetsko izrabi. Za to je potrebna dodatna infrastruktura in večji finančni vložki. S to rešitvijo bi se lahko dokopali tudi do odpadkov, ki so bili nekontrolirano odloženi v preteklosti in se nahajajo pod tesnjenim dnom. Tudi te odpadke bi lahko termično obdelali in tako trajno rešili problematiko negativnega vpliva odloženih odpadkov. Vendar bi bilo to smiselno v primeru, da je okolje zelo ogroženo in je zato potrebno sanirati odlagališče. Tudi z ekonomskega vidika je metoda prisilnega prezračevanja vprašljiva.

LITERATURA IN VIRI

- [1] Zapiski s predavanj predmeta Geotehnika okolja. 2013. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [2] Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in sveta o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv. Uradni list Evropske unije.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/ALL/?uri=CELEX:32008L0098>
(Pridobljeno 25. 4. 2015)
- [3] Statistični urad Republike Slovenije.
<http://www.stat.si/StatWeb/pregled-podrocja?id=70&headerbar=11> (Pridobljeno 23. 4. 2015)
- [4] Štefančič, M. 2006. Po poti obrti in obrtništva. Območna obrtna zbornica Logatec.
- [5] Poslovnik za obratovanje odlagališča za obdobje od 1. 4. 2012 dalje. 2012. Logatec. Komunalno podjetje Logatec d.o.o.
- [6] Černe, T., Tomažič, P., Likon, M., Tavzes, R., Petek, I. 2013. Pripravljalna dela na projektu sanacije odlagališča Ostri vrh. Ljubljana.
- [7] Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in sveta o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0001>
(Pridobljeno 15. 5. 2015)
- [8] Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A., Gruden, T., Jurček, R., Slokan, I., Petek, I., Jereb, S., Smolej, B., Štembal Capuder, M., Galonja, S. 2009. Gradbeniški priročnik. Tehniška založba Slovenije. Stran 557–577.
- [9] Zero waste Slovenija. Spletna stran.
<http://ebm.si/p/zw/o-zero-waste/definicija-zero-waste/> (Pridobljeno 1. 6. 2015)
- [10] Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS, št. 39/2006.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2006-01-1682> (Pridobljeno 13. 4. 2105)
- [11] Uredba o odpadkih. Uradni list RS, št. 37/2015 in 69/2015.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2011-01-4514> (Pridobljeno 13. 4. 2015)
- [12] Panjan, J. 2005. Osnove zdravstvene hidrotehnične infrastrukture. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [13] Uredba o odlagališčih odpadkov. Uradni list RS, št. 10/2014 in 54/2015.
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6660> (Pridobljeno 15. 2. 2016)
- [14] Rodošek, M. 2011. Odstranjevanje kroma iz izcedne vode s koagulacijo in adsorpcijo. Diplomaska naloga. Maribor. Univerza v Mariboru. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

- [15] Majoranc, N. 2015. Idejne zasnove ureditve deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik. Diplomaska naloga. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- [16] Poročilo o meritvah. 2014. Novo mesto. NLZHO - Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Center za okolje in zdravje. Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.
- [17] Poročilo o meritvah emisije snovi v zraku. 2014. Novo mesto. NLZHO - Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Center za okolje in zdravje. Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.
- [18] Občina Logatec. 2009. Odlok o ravnanju s komunalnimi odpadki v Občini Logatec. Logaške novice, št. 4/00. Uradne objave.
- [19] Umek, T. 2014. Načrt gradbenih konstrukcij in zunanje ureditve. Projekt za zapiranje odlagališča. Tehnično poročilo. Koper. T- pring d.o.o.
- [20] Hočevar, J. 2013. Novelacija programa obratovalnega monitoringa podzemne vode na odlagališču komunalnih odpadkov Ostri vrh pri Logatcu – hidrološki del. Idrija. Geologija d.o.o.
- [21] Poročilo o meritvah. 2014. Novo mesto. NLZHO - Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Center za okolje in zdravje. Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.
- [22] Poročilo o meritvah emisije snovi v zraku. 2014. Novo mesto. NLZHO - Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Center za okolje in zdravje. Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.
- [23] Korošič, M. 2010. Monitoring podzemne vode na odlagališču komunalnih odpadkov Ostri vrh pri Logatcu – hidrogeološko poročilo za leto 2009. Elaborat. Idrija. Geologija d.o.o.
- [24] Poročilo o pregledovanju telesa odlagališča za leto 2013. 2014. Logatec. Obdelala Polona Ferjančič. Komunalno podjetje Logatec d.o.o.
- [25] Načrt zbiranja odpadkov za obdobje od 1. 4. 2012 dalje. 2012. Logatec. Komunalno podjetje Logatec d.o.o.
- [26] Načrt ravnanja z odpadki za obratovanje Odlagališča nenevarnih odpadkov Ostri vrh Logatec. 2014. Kamnik. Poslovno svetovanje Anes Durgutović s.p.
- [27] Pravilnik za obratovanje odlagališča. 2012. Logatec. Komunalno podjetje Logatec d.o.o.
- [28] Načrt meritev emisije snovi v zraku. 2015. Novo mesto. NLZHO - Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Center za okolje in zdravje. Oddelek za okolje in zdravje Novo mesto.
- [29] Likar, I. 2010. Izraba deponijskega plina v Centru za ravnanje z odpadki Nova Gorica. Diplomsko delo. Nova Gorica. Univerza v Novi Gorici. Fakulteta za znanosti o okolju.

- [30] Energetska agencija za Podravje. Spletna stran.
http://www.energap.si/uploads/dep_%20plin.pdf (Pridobljeno 2. 12. 2015)
- [31] EPA 815-R-06-009. 2002. Membrane filtration guidance manual. United States Environmental Protection Agency. Poglavje 2.
- [32] PALL. Pall Corporation. 2015. Brošura. Posredoval Jernej Kosmač. Podjetje Klarwin.
- [33] MacNeil Corson, J. Membrane separation technologies for treatment of hazardous wastes. Environmental Strategies Corporation. San Jose. California.
- [34] Roš, M., Zupančič, G. 2010. Čiščenje odpadnih voda. Velenje. Visoka šola za varstvo okolja.
- [35] Vigneswaran, S., Sundaravadivel, M., Chaudhary, D. S. Sequencing batch reactors: principles, design/operation and case studies. Faculty of Engineering and Information Tehnology. School of Civil and Environmental Engineering and Information Tehnology. University of Tehnology Sydney. Australia.
- [36] Mlakar, R. 2011. Vpliv izcedne vode odlagališča komunalnih odpadkov na okolje. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.
- [37] Krečič, M. 2010. Uporaba naravnega zeolita klinoptilolita in zeolita 4A za odstranjevanje bakrovih ionov iz vodnih raztopin. Magistrsko delo. Nova Gorica. Univerza v Novi Gorici. Poslovno – tehniška fakulteta.
- [38] Limnos Podjetje za aplikativno ekologijo. Limnowet. Spletna stran.
<http://www.limnowet.si/> (Pridobljeno 23. 10. 2015)
- [39] The luT Group. Spletna stran.
http://www.theiutgroup.com/index.php?option=com_content&task=view&id=63&Itemid=177
(Pridobljeno 3. 1. 2016)
- [40] Zore, J. 2015. Gospodarjenje z odpadki. Učbenik za modul gospodarjenje z odpadki v programu okoljevarstveni tehnik. Zbirka Zelena Slovenija.
- [41] Nagode, Z. 2015. Idejni projekt: Bioplazma Logatec, Predelava lesne biomase in mešanih komunalnih odpadkov v alternativno gorivo – etanol.
- [42] AlterNrg. Spletna stran.
http://www.alternrg.com/waste_to_energy/ (Pridobljeno 5. 1. 2015)