

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/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Majoranc, N., 2015. Idejne zasnove ureditve deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drev, D.): 116 str.

Datum arhiviranja: 29-01-2015

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 original version of final thesis.

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

Majoranc, N., 2015. Idejne zasnove ureditve deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Drev, D.): 116 pp.

Archiving Date: 29-01-2015

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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Kandidat:

NEJC MAJORANC

**IDEJNE ZASNOVE UREDITVE DEPONIJE
USNJARSKIH ODPADKOV RAKOVNIK**

Diplomska naloga št.: 252/VKI

**THE OUTLINE SCHEME FOR MANAGEMENT OF THE
LEATHER WASTE LANDFILL RAKOVNIK**

Graduation thesis No.: 252/VKI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Žagar

Član komisije:

prof. dr. Franc Steinman

prof. dr. Mitja Brilly

doc. dr. Mojca Šraj

Ljubljana, 26. 01. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU DELA

Podpisani Nejc Majoranc izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Idejne zasnove ureditve deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik«

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 16. 1. 2015

Nejc Majoranc

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.4(497.4Rakovnik)(043.2)
Avtor:	Nejc Majoranc
Mentor:	doc. dr. Darko Drev
Naslov:	Idejne zasnove ureditve deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	116 str., 13 pregl., 4 graf., 44 sl., 7 en.
Ključne besede:	Rakovnik, ravnanje z odpadki, čiščenje izcedne vode, odlagališče, tehnološki postopki

Izvleček

Pri vsaki industrijski panogi nastajajo poleg končnih izdelkov, tudi stranski produkti v obliki odpadnih snovi. To velja tudi za usnjarsko industrijo, katera spada med večje onesneževalce okolja. Stanje na področju ravnanja z odpadki se je v zadnjem obdobju bistveno izboljšalo, saj se vse manj odpadkov odlaga na deponije. Z uporabo najboljše razpoložljive tehnologije, je možna snovna izraba odpadkov, kot zadnja možnost pa je odlaganje. Predmet diplomske naloge je sanacija oziroma ureditev obstoječega odlagališča usnjarskih odpadkov Rakovnik. Nastanek deponije sega v čas ko problematika o odpadkih ni bila tako poznana, tudi zahteve o varovanju okolja niso bile ravno visoke. V prvem delu naloge so predstavljene definicije in vrste odpadkov. Podane so tudi tehnološke rešitve na področju ravnanja z odpadki. Predstavljen je tudi pravni okvir, ki vsebuje veljavne predpise na področju odpadkov, tako za Slovenijo, kot tudi za Evropsko unijo. Drugi del naloge vsebuje analizo obstoječega stanja deponije Rakovnik, kjer je prikazan negativni vpliv deponije na okolje in količine odloženih odpadkov. Nato je podanih nekaj variantnih rešitev za ureditev deponije na obstoječi lokaciji. Predstavljeni so nekateri tehnološki postopki, s katerimi bi bilo možno čistiti tako izcedno, kot tudi podzemno vodo, vsebovani so tudi rezultati praktičnega dela. Kot možni variantni rešitvi sta obravnavani tudi preložitev odpadkov na novo odlagalno polje in pa odvoz odpadkov na predelavo oziroma uničenje.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 628.4(497.4Rakovnik)(043.2)
Author: Nejc Majoranc
Supervisor: asist. prof. Darko Drev, Ph.D.
Title: The outline scheme for management of the leather landfill Rakovnik
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 116 p., 13 tab., 4 graph., 44 fig., 7 eq.
Key words: Rakovnik, waste management, wastewater cleaning, waste landfill, technological procedures

Abstract

Every sector of industry creates not only final products but waste as a by-product as well. This is also true for leather industry, which is considered one of major environment polluters. The waste management situation has improved immensely in recent times as less and less waste gets disposed of to waste landfills. With the use of the best technology available it is possible to materially utilize waste and the disposal of waste becomes the last alternative. The subject of the thesis is organization and management of the existent leather industry waste landfill Rakovnik. The waste landfill was created in times when the waste problem was not that well recognized and environment preservation demands were exactly high. The first part of the thesis presents definitions and types of waste. It also offers technological solutions concerning waste management. Furthermore, it presents legal procedures and current regulations concerning waste for Slovenia as well as the European Union. The second part contains the analysis of the current condition of the waste landfill Rakovnik, which shows the waste landfill's negative influence on the environment and the quantity of the disposed waste. Various solutions are offered on how to organize and tidy the waste landfill at the existent location. Some technological procedures are presented regarding the cleaning of wastewater and ground water, as well as the results of the practical work. Two of the possible solutions offered are the transposition of waste to a new location, and the transport of waste to waste processing or demolition.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge, pridobivanju podatkov in vložen čas bi se rad zahvalil mentorju doc. dr. Darku Drevu.

Zahvaljujem se staršem, ki so me podpirali na moji študijski poti in vsem drugim, ki so mi kakorkoli pomagali in mi stali ob strani v času študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Odpadki in okolje	1
1.2	Opis problema.....	4
1.3	Zgodovinski pregled industrije usnja vrhnika.....	6
2	PRAVNI OKVIR.....	9
2.1	Evropski predpisi.....	9
2.1.1	Predpisi o ravnanju z odpadki v EU.....	9
2.2	Slovenski državni predpisi.....	10
2.2.1	Zakon o varstvu okolja.....	10
2.2.2	Uredba o odpadkih	11
2.2.3	Uredba o odlagališčih odpadkov	11
2.2.4	Nacionalni program varstva okolja.....	12
2.2.5	Operativni programi ravnanja z odpadki	12
2.2.6	Drugi podzakonski akti s področja ravnanja z odpadki.....	13
2.2.7	Zakonodaja v RS	17
2.3	Slovenski lokalni predpisi	18
2.3.1	Odlok o ravnanju z odpadki	18
2.3.2	Občinski prostorski načrt	19
2.3.3	Občinski podrobni prostorski načrt.....	20
2.4	Standardi in tehnični predpisi	20
2.4.1	Definicija standardov in tehničnih predpisov	20
2.4.2	Slovenska standardizacija.....	22
2.4.3	Standardi iz tujine	22
2.4.4	Nekatere značilne kratice in načela, ki se nanašajo na odpadke.....	23
3	DEFINICIJA IN DELITEV ODPADKOV	24
3.1	Definicija odpadka.....	24
3.2	Ravnanje z odpadki	24

3.3	Delitev odpadkov	25
3.4	Usnjarski odpadki	26
3.5	Ukrepi BAT (Best Available Techniques) na področju usnjarstva	28
3.6	Klasifikacija odpadkov	30
3.7	Odlagališča odpadkov	31
3.8	Odlagališčni plin	32
3.9	Izcedne vode iz odlagališč odpadkov	34
4	TEHNOLOŠKE REŠITVE NA PODROČJU RAVNANJA Z ODPADKI.....	36
4.1	Ločeno zbiranje	36
4.2	Ponovna uporaba.....	36
4.3	Reciklaža	37
4.4	Toplotna obdelava (izraba).....	38
4.5	Odlaganje (deponiranje) odpadkov	39
5	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA	41
5.1	Geografska lega	41
5.2	Splošni opis odlagališča.....	42
5.3	Značilnosti območja deponije Rakovnik.....	43
5.3.1	Hidrološke razmere.....	43
5.3.2	Geološke razmere	44
5.4	Status in dokumentacija odlagališča.....	45
5.5	Opis načrtovanja in izvedbe zacevitve potoka Rakovnik	45
5.6	Vrsta in količina odloženih odpadkov	46
5.7	Obratovalni monitoring	49
5.7.1	Predhodno opravljene analize glede odlagališča	49
5.7.2	Generalna smer in hitrost toka podzemne vode	51
5.7.3	Rezultati analiz vzorčenja podzemnih vod in potoka Rakovnik.....	52
5.7.4	Rezultati analize vzorčenja izcednih vod	53
5.8	Odlagališčni plini.....	54

5.9	Analize izcednih vod deponije Rakovnik, ki so bile opravljene po naročilu občine Šmartno pri Litiji.....	55
6	MOŽNE VARIANTNE REŠITVE	58
6.1	Sanacija deponije z različnimi tehnološkimi rešitvami na obstoječi lokaciji	58
6.1.1	Variantna rešitev 1	58
6.1.2	Variantna rešitev 2	67
6.1.3	Variantna rešitev 3	82
6.1.4	Variantna rešitev 4	91
6.2	Sanacija deponije Rakovnik s postavitvijo novega odlagalnega polja in preložitve odpadkov na novo ustrezno odlagalno polje	95
6.2.1	Zahteve glede načrtovanja in gradnje odlagališča.....	96
6.2.2	Predhodno opravljena študija predlagane lokacije.....	100
6.2.3	Možnost uporabe analizirane lokacije, kot novo odlagališče za preložitve obstoječih usnjarskih odpadkov iz deponije Rakovnik	102
6.3	Uničenje odpadkov	105
6.3.1	Odvoz že odloženih odpadkov iz obstoječe deponije Rakovnik na uničenje.....	106
7	PREDLOG IZBRANIH REŠITEV.....	108
8	ZAKLJUČEK	110
VIRI	111

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Možnosti uporabe usnjarskih odpadkov (Rydin, 2013)	29
Preglednica 2: Pregled glavnih klasifikacijskih skupin odpadkov (Uredba o odpadkih, 2011, priloga 4)	30
Preglednica 3: Podroben prikaz četrte klasifikacijske skupine, ki vsebuje odpadke iz industrije usnja, krzna in tekstilij (Uredba o odpadkih, 2011, priloga 4)	31
Preglednica 4: Količine izcedne vode za obdobje 2005 – 2007 (Klemenc, 2007).....	43
Preglednica 5: Vrsta in količina odloženih odpadkov do konca leta 2007 (Klemenc, 2007).....	47
Preglednica 6: Osnovni podatki opazovalnih vrtin (Fortuna, 2012)	50
Preglednica 7: Rezultati vzorčenja izcednih vod deponije Rakovnik (Čampa, 2014)	53
Preglednica 8: Analiza vzorca izcedne vode	75
Preglednica 9: Skupna analiza vzorcev izcedne vode	79
Preglednica 10: Sestava in lastnosti nekaterih naravnih zeolitov (Obal, 1991)	83
Preglednica 11: Radiji različnih kationov (Krečič, 2010)	89
Preglednica 12: Obarvanje kovinskih ionov pri različnih pH vrednostih (Drev, 2014).....	92
Preglednica 13: Priporočena struktura posameznih za prekrivanje odlagališč (Uredba o odlagališčih odpadkov, priloga 6)	99

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz količin odloženih komunalnih odpadkov v Sloveniji od 2002 do 2012 (SURS, 2014) .. 2	2
Slika 2: Prikaz količin zbranih komunalnih odpadkov v Sloveniji od 2002 do 2012 (SURS, 2014)..... 2	2
Slika 3: Površina Slovenije na kateri je prisoten apnenec (Geografski atlas Slovenije, 1998) 5	5
Slika 4: Površina Slovenije na kateri je prisoten dolomit (Geografski atlas Slovenije, 1998) 6	6
Slika 5: Pregled vhodnih in izhodnih tokov pri kromovem strojenju surovih govejih kož (Rydin, 2013) 27	27
Slika 6: Odlagališče odpadkov Rakovnik (Zavrstnik, 2014)..... 41	41
Slika 7: Prikaz zbiralnega bazena za izcedne vode (lasten posnetek) 42	42
Slika 8: Fotografija, ki prikazuje stanje na odlagališču Rakovnik iz dne 16.4. 2005 (Slanc, 2005) 47	47
Slika 9: Fotografija, ki prikazuje stanje na odlagališču Rakovnik iz dne 9.9. 2006 (Slanc, 2006) 48	48
Slika 10: Lokacija opazovalnih vrtin (Fortuna, 2012)..... 50	50
Slika 11: Smer toka podzemne vode na območju med opazovalnimi vrtinami (Fortuna, 2012)..... 51	51
Slika 12: Vidna obremenjenost potoka Rakovnik (lasten posnetek) 55	55
Slika 13: Prikaz rezultatov analize izcedne vode (ZZV Novo mesto, 2009)..... 56	56
Slika 14: Prikaz rezultatov analize izcedne vode 2 (ZZV Novo mesto, 2009)..... 57	57
Slika 15: Potrebni pritiski za različne vrste membranske filtracije (Drev, 2014)..... 59	59
Slika 16: Prikaz tvorbe gelske plasti na membrani, ki zmanjšuje izmenjavo pretoka (Drev, 2014) 59	59
Slika 17: Prikaz asimetrične membrane v obliki votle cevčice(Hollow – Fiber) (el. mikroskop, 200 krat). (Drev, 2013)..... 60	60
Slika 18: Vrste filtracije glede na velikost delcev (Drev, 2013)..... 61	61
Slika 19: Prikaz strukture asimetrične in simetrične filtracije ter poteka filtracije (Drev, 2013)..... 61	61
Slika 20: Primer pretočnega načina membranske filtracije (Drev, 2014)..... 62	62
Slika 21: Filtracija skozi votle cevke (Drev, 2013) 62	62
Slika 22: Filtracija skozi membranske folije (Drev, 2014)..... 63	63
Slika 23: Filtracija skozi porozno membrano na kasetnem filter modulu (Drev, 2014)..... 63	63
Slika 24: Prikaz odvisnosti kemičnega potenciala od koncentracije soli (Drev, 2014)..... 64	64
Slika 25: Prikaz transportnih procesov pri osmozi in reverzni osmozi (Baker, 2004) 65	65
Slika 26: Prikaz delovanja reverzno osmoznega membranskega filtra (Drev, 2013)..... 65	65
Slika 27: Primer poenostavljene tehnološke sheme čiščenja izcednih vod (Cerod, 2014)..... 66	66
Slika 28: Prikaz specialnega dodatka v obliki tablet (Eco Tabs. 2013)..... 68	68
Slika 29: Prikaz idealnega pH območja za bakterije (Eco Tabs Africa, 2011) 71	71
Slika 30: Prikaz temperaturnega območja razmnoževanja bakterij (Eco Tabs Africa, 2011) 72	72
Slika 31: Prikaz mešanja zbiralnika izcedne vode s pomočjo zadnje kible rovokopača (lasten posnetek) 75	75

Slika 32: Trenutek, ko sem v sredino bazena dodal dodatek (lasten posnetek)	77
Slika 33: Prikaz uporabljenega dodatka v obliki tableta (lasten posnetek)	78
Slika 34: Prikaz kristalizacije lave z morskovo vodo (Svijet oko nas, 2012)	83
Slika 35: Model tetraedra s središčnim atomom Si ali Al (levo zgoraj) in primer združevanja v prostoru (Krečič, 2010)	84
Slika 36: Prikaz zeolita v obliki večjega kosa (zgoraj levo) in v obliki manjše zrnivosti (zgoraj desno)	86
Slika 37: Prikaz ionske izmenjave (Panaceo, 2014).....	88
Slika 38: Prikaz vezanja kovinskih ionov v strukturo TMT 15 (Drev, 2014).....	92
Slika 39: Prikaz čistilne naprave z dodatki za odstranjevanje težkih kovin (Drev, 2014)	93
Slika 40: Primer tehnološke čistilne naprave z uporabo polielektrolita (Drev, 2014)	93
Slika 41: Možna konstrukcija rastlinske čistilne naprave za dokončno čiščenje izedne vode (Drev, 2014)	94
Slika 42: Prikaz območja nove predlagane lokacije odlagališča.....	95
Slika 43: Primer gradnje novega odlagalnega polja (Še sedem let poceni smeti, 2014).....	97
Slika 44: Shematski prikaz tesnjenja odlagališča za nenevarne in nevarne odpadke (Pravilnik o odlaganju odpadkov).....	98

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz anorganskih parametrov.....	80
Grafikon 2: Prikaz splošnih parametrov	81
Grafikon 3: Prikaz vrednosti sulfata in klorida	81
Grafikon 4: Prikaz dveh ključnih organskih parametrov in neraztopljenih snovi	82

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BAT	Najboljše razpoložljive tehnike
EU	Evropska unija
IUV	Industrija usnja Vrhnika
RS	Republika Slovenija
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo
OPN	Občinski prostorski načrt
OPPN	Občinski podrobni prostorski načrt
RČN	Rastlinska čistilna naprava
IPPC	Celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaženja
BTX	Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki
AOX	Adsorbljivi organski halogeni
TOC	Skupni organski ogljik
RČN	Rastlinska čistilna naprava
IRSOP	Inšpektorat RS za okolje in prostor
IZS	Inženirska zbornica Slovenije
ZGO	Zakon o graditvi objektov

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

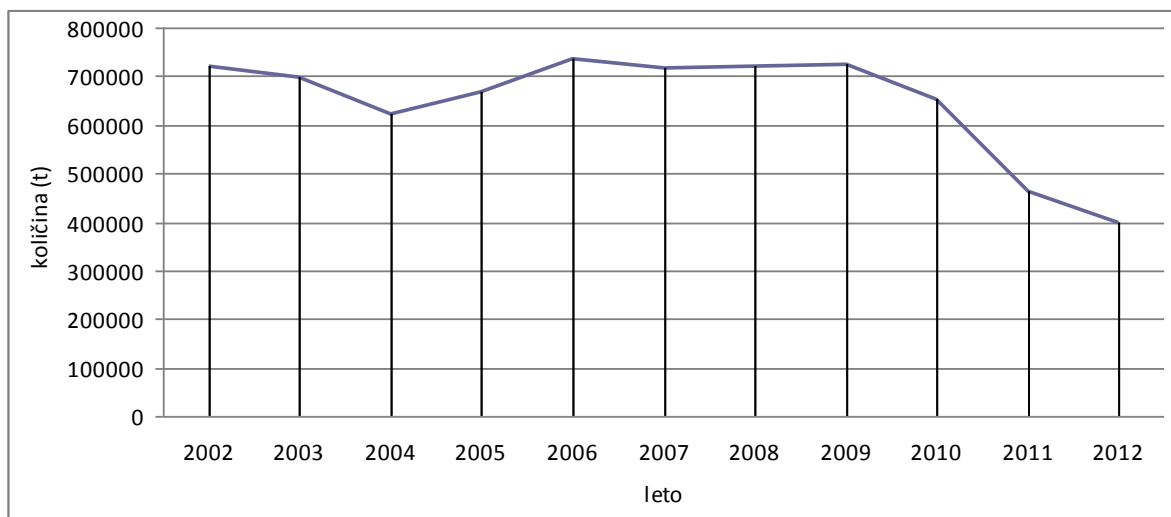
1.1 Odpadki in okolje

Odpadki vedno predstavljajo velik problem, tako v svetu kot pri nas. Število prebivalstva na svetovni ravni narašča in z njim tudi količina odpadkov. Več kot 2 milijardi ton odpadkov se nabere samo v Evropski uniji, njihova količina pa bi vsako leto naraščala, če ne bi sprejeli ustreznih ukrepov. Najpomembnejše pri tem so zaveze, ki izhajajo iz okvirne Direktive 2008/98/ES o odpadkih. V direktivi je navedena naslednja hierarhija ravnanja z odpadki:

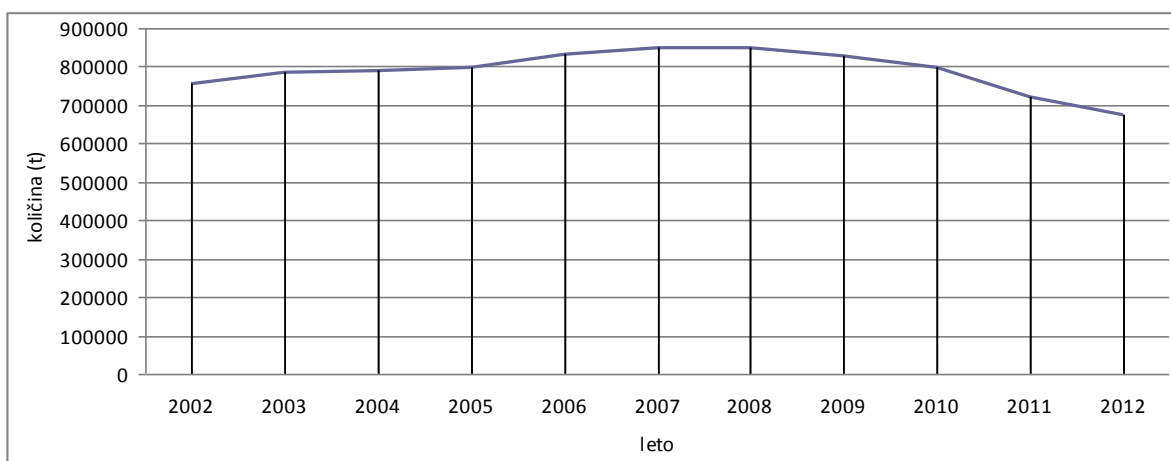
- preprečevanje nastajanja odpadkov,
- priprava za ponovno uporabo,
- recikliranje,
- druga predelava, npr. energetska predelava,
- odstranjevanje.

Pri ustrezni politiki ravnanja z odpadki na meddržavni in državni ravni ter z istočasnim osveščanjem prebivalcev se količina odpadkov v zadnjih letih močno zmanjšuje. Odstranjevanje odpadkov v skladu z direktivo pomeni odlaganje ali pa sežig zaradi odstranjevanja. Toplotne izrabe ne moremo enačiti s sežigom, saj je sežig namenjen odstranjevanju, toplotna izraba pa pridobivanju toplotne energije. Pri ravnanju s komunalnimi odpadki se lahko izloči tisti del komunalnih odpadkov, ki je primeren za toplotno izrabo in se zato ustrezno obdelata. Tudi blato iz komunalnih čistilnih naprav je potrebno ustrezno obdelati, da postane primerno za toplotno izrabo. Blato po obdelavi na tračni stiskalnici ali na centrifugi vsebuje še vedno približno 70 % vode, kar je neprimerno za toplotno izrabo. Takšno blato je potrebno ustrezno posušiti, da postane gorivo. V skladu z zahtevami direktive se zmanjšuje dovoljena vsebnost ogljika pri tistih odpadkih, ki se lahko odlagajo na deponije. Vsi z ogljikom bogati odpadki se bodo morali predhodno ustrezno obdelati (bioplin, kompostiranje, toplotna izraba), na odlagališče bo možno odlagati le večinoma mineralne odpadke. Vendar pa je tudi pri mineralnih odpadkih več prioriteta (ponovna uporaba, reciklaža itd.) preden pride na vrsto odlaganje. Zaradi potrebe gospodarstva po novih surovinah bo postalo tudi iz ekonomskega vidika smiselno, da se čim več nekdanjih odpadkov ponovno uporabi kot surovine. Odpadne kovine se že dolgo časa ne odlagajo več na deponije, temveč se koristno vračajo kot surovine v nove izdelke (na primer staro železo v železarne). Podobno kot pri kovinskih odpadkih velja tudi za odpadni papir in steklo. V Sloveniji smo trenutno še v največjem zaostanku pri ravnanju z odpadno plastiko in biološko razgradljivimi odpadki. V velikem zaostanku smo tudi pri ravnanju z gradbenimi odpadki. Veliko boljše ni niti pri različnih tehnoloških odpadkih ter odpadkih iz kmetijstva. Ne glede na to so trendi očitni. V prihodnosti bo odpadkov za odlaganje ali sežig zelo malo. Trend po zmanjšanju količin komunalnih odpadkov v

Sloveniji je razviden tudi iz slik 1 in 2 (SURS, 2014). Največ so k temu trendu prispevale zahteve iz Direktive 2008/98/ES.



Slika 1: Prikaz količin odloženih komunalnih odpadkov v Sloveniji od 2002 do 2012 (SURS, 2014)



Slika 2: Prikaz količin zbranih komunalnih odpadkov v Sloveniji od 2002 do 2012 (SURS, 2014)

V zadnjih dvajsetih letih je bilo med občinami veliko sporov o tem kje naj bi bila kakšna nove regijska deponija, oziramo center za ravnanje z odpadki. V prihodnosti bo prostih kapacitet v obstoječih deponijah več kot dovolj. Regijskih centri za ravnanje z odpadki bodo večinoma le sortirnice, saj ekonomija obsega ne bo dovoljevala, da bi na vsakem centru potekala reciklaža za vse vrste odpadkov. Nekatero vrste reciklaž so ekonomsko upravičena za širše regije, ki bistveno presegajo državne meje.

Dandanes se z odpadki srečamo vsepovsod, kamor stopi človeška noga, izjema niso niti vesolje in najvišji predeli sveta. Odpadki in ravnanje z njimi postaja v današnji družbi vse večji problem, ki zahteva vse več pozornosti. Še ne dolgo tega je veljalo, da je potrebno odpadke čim ceneje ter čim hitreje odstraniti in odložiti na določeno mesto, nikogar pa niso zanimalo posledice takšnega ravnanja.

Odpadki lahko, glede na to, kako z njimi ravnamo, prek izpustov v zrak, tla, površinske vode in podtalnico vplivajo na zdravje ljudi in na okolje. Poleg tega lahko predstavljajo izgubo materialnih virov (na primer kovin in drugih snovi, ki jih je mogoče reciklirati), uporabimo pa jih lahko tudi kot vir energije.

Odpadki nastajajo v vseh fazah življenjskega cikla materialov (European Environment Agency, 2014):

- pridobivanje (rudarski odpadki),
- proizvodnja in distribucija (industrijski, nevarni odpadki in odpadna embalaža),
- poraba proizvodov in storitev (komunalni odpadki, odpadna električna in elektronska oprema),
- obdelava odpadkov (npr. ostanki sortiranja v obratih za recikliranje in žindra iz sežigalnic).

Mnoga podjetja oz. ustanove v svojem proizvodnem oz. storitvenem procesu proizvajajo kot stranski produkt tudi odpadke. Velik problem teh podjetij je, da so preveč usmerjene k dobičku in premalo gledajo na posledice, ki jih povzročajo njihovo nepremišljeno delovanje. Njihova prednostna naloga bi morala biti kako zmanjšati količine odpadkov in pa njihov vpliv na varstvo okolja ter ekologijo. Vendar se je tudi na tem področju začela v zadnjem obdobju dogajati bistvena sprememba na bolje. Za velike onesnaževalce okolja, kamor spadajo tudi povzročitelji odpadkov, veljajo različne omejitve, ki izhajajo iz Direktive o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja okolja (IPPC). Že leta 1996 je direktiva o celovitem preprečevanju onesnaževanja (Direktiva 96/61/ES) uvedla zahtevo po uporabi najboljših razpoložljivih tehnologij (BAT). Ta problematika je še bistveno podrobneje opredeljena v zadnji verziji IPPC direktive iz leta 2010 (Direktiva 2010/75/EU). Če določena tehnologija v tehnološkem objektu ne ustreza kriterijem BAT (Best Available Techniques), ne dobi obrat okoljevarstvenega dovoljenja. Poleg zahtev po uporabi okoljsko najboljših razpoložljivih tehnologij silijo onesnaževalce k zmanjševanju odpadkov še razni nacionalni predpisi, ki izhajajo iz te in drugih direktiv. Veliko teh je povezanih tudi z ekonomskimi principi (okoljske dajatve, visoki stroški ravnanja z odpadki, itd.).

Tako kot pri vseh ostalih tehnoloških postopkih je tudi pri procesiranju odpadkov je potrebno uporabljati najboljše razpoložljive tehnologije. O tem katere tehnologije za procesiranje odpadkov so ustrezne je definirano v BAT (BREF) dokumentih: »European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, August 2006 in Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006«.

1.2 Opis problema

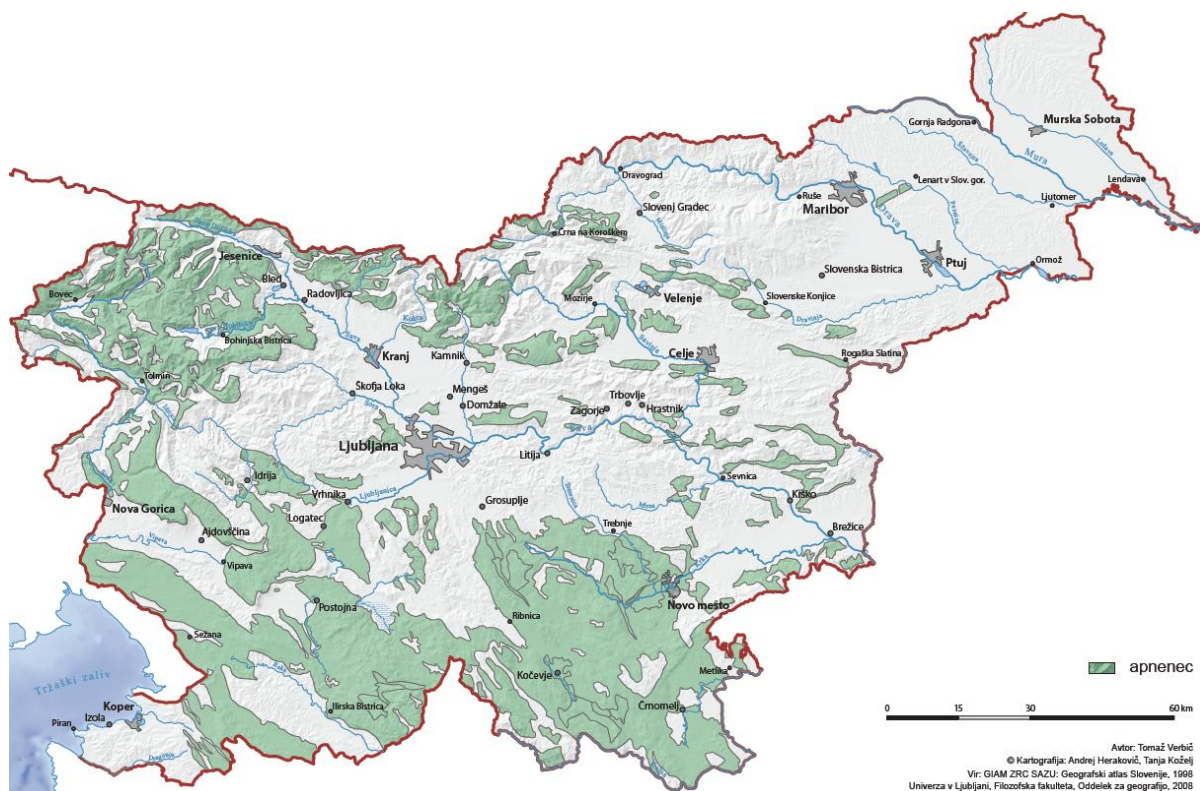
Usnjarstvo je bilo v preteklosti v Sloveniji pomembna gospodarska dejavnost (Vrhnika, Slovenske Konjice, Šoštanj, Kamnik, Ljutomer, itd.). Podjetje Industrija usnja Vrhnika (IUV) ima zelo bogato tradicijo in zgodovino. Po zaprtju usnjarn v Slovenskih Konjicah in v Šoštanju pred približno 30 leti je IUV ostala edina velika usnjarna v Sloveniji. To ji je uspelo, ko je svojo proizvodnjo preusmerila na predelavo svinjskih kož, kar je bilo v usnjarstvu obrobne pomena. Njeni izvozni trgi so pokrivali preko štirideset držav iz celotnega sveta. Kupci usnja so bili zelo veliki proizvajalci konfekcije, galanterije, izdelkov v pohištveni industriji, v avtomobilski industriji ipd. Istočasno pa so proizvodni program bogatili tudi izdelki modnega in galanterijskega usnja, ki so ga v svoje kolekcije uvrščali Gucci, Ferre ...

Tako kot pri vsaki industrijski dejavnosti, tudi pri usnjarski proizvodnji prihaja do nastanka odpadkov. Usnjarska industrija velja za potencialno intenziven in velik onesnaževalec okolja. Pri pridelavi usnja, se iz ene tone soljenih kož dobi od 200 do 250 kg usnja in od 450 do 730 kg odpadkov v trdni obliki. K temu pa je potrebno dodati še okoli 500 kg odpadnega blata iz čistilne naprave. Letno se v industriji usnja v svetu obdelava približno 6 milijona ton surovih kož. Pot do končnega produkta je dolga in zajema veliko tehnoloških postopkov, kot so: obrezovanje, namakanje, sortiranje, konzerviranje, luženje, strojenje... Eden ključnih postopkov je strojenje kož. Od 80 do 90% vseh današnjih usnjaren za ta postopek uporablja kromove (III) soli. Pri tem postopku se uporablja ogromno različnih organskih in anorganskih kemikalij, ki imajo na okolje negativen vpliv, če z njimi ne ravnamo ustrezno. Z vsemi organskimi ostanki oz. odpadki, iz usnjarskih surovin, kot so: kože, dlake, raztopljeni proteini, maščobe in keratini je potrebno zelo previdno ravnati, saj so brez predhodne obdelave sila neprijetne za okolje (Rydin, S. in sod, 2013).

V občini Šmartno pri Litiji se nahaja odlagališče usnjarskih odpadkov Rakovnik. Nastanek deponije sega v čas, ko je bila problematika okolja nepoznana in so bila razmišljanja o skrbi za okolje moteča, saj bi povzročila problematiko proizvodnje oziroma izdelavo vedno večjih količin produkta. Na odlagališče je IUV uradno odložila preko 58.000 ton odpadkov, odlagali so jih več kot 35 let, vse do konca leta 2007. Med odložene odpadke spadajo trdni ostanki iz usnja (obreznine in ostružki) in pa kompostirano blato iz čistilne naprave za odpadne vode IUV. Odlagališče leži v dolini potoka Rakovnik, ki teče skozi odlagališče preko betonske cevi. Izcedna voda odlagališča se s pomočjo drenažnega sistema zbira v zbiralnem bazenu ob vznožju odlagališča in se vozi na čistilno napravo. Analiza izcedne vode in potoka Rakovnik pa je že v preteklosti večkrat dokazala vsebnost nevarnih snovi, saj je obremenjenost potoka vidna že s prostim očesom.

Deponija se nahaja na terenu, kjer lahko pride do izredno močnih tokov meteorne vode ob nenadnih vremenskih pojavih. Poznamo petstoletne in tisočletne vode in tudi to, da se ti intervali zaradi podnebnih sprememb žal dogajajo vse pogosteje. Takšne razmerah pa bi lahko povzročilo, da bi se masa odpadnega materiala začela drseti proti prvemu naselju, ki je le nekaj sto metrov oddaljen od odlagališča.

Območje odlagališča usnjarskih odpadkov Rakovnik leži na terenu, ki ga lahko uvrstimo med kraška zemljišča, kar je razvidno iz kart prisotnosti apnenca in dolomita v Sloveniji.



Slika 3: Površina Slovenije na kateri je prisoten apnenec (Geografski atlas Slovenije, 1998)



Slika 4: Površina Slovenije na kateri je prisoten dolomit (Geografski atlas Slovenije, 1998)

Na takšnem zemljišču ni ostre meje med površinskimi in podzemnimi vodami, zato se lahko onesnažena površinska voda iz odlagališča hitro odrazi kot onesnaženje podtalnice. Zagotavljanje ustrezne kakovosti podtalnice je velikega pomena, saj iz podtalnice oskrbuje s pitno vodo vso prebivalstvo iz širše Ljubljanske regije.

Morebitne zelo velike padavine in plazoviti teren lahko pomeni morda tudi nevarnost drsenja tal in premikanje odloženih odpadkov v bližnje naselje. Da to ni nekaj nemogočega se je pokazalo leta 2010 na Madžarskem. Takrat je popustil zbiralnik odpadnih snovi v tovarni aluminija Ajka. Val strupenega rdečega blata prostornine milijon kubičnih metrov je zalil mesta in vasi ter na svoji poti povzročil tudi smrtne žrtve. Skupaj je bilo zastrupljeno najmanj 40 km² površine.

1.3 Zgodovinski pregled industrije usnja vrhnika

Usnjarstvo je bila tradicionalna obrt vrhniškega področja že dolgo pred tem, ko je malo pred prvo svetovno vojno iz več malih usnjarskih obratov nastal prvi industrijski obrat. Prva tovarna je stala na prostoru današnje in je predelovala goveje kože. Sledilo je obdobje bolj ali manj uspešnega obratovanja s prekinitvami vse do leta 1946, ko je usnjarna prešla v last države. Takrat je bil njen glavni izdelek že svinjsko usnje, v prvi vrsti galanterijsko, nekaj je bilo tudi obutvenega in oblačilnega usnja. S preosmeritvijo na predelavo svinjskih kož, ki je bila v usnjarstvu ključnega pomena, se je IUUV povzpela med vodilne usnjarske družbe na svetu. Podatki za leto 1954 kažejo, da so v tovarni začeli

tudi s proizvodnjo usnjenih oblačil in prodajo na druge trge. Glavni izvozni trgi so bili: Italija, Francija, Nemčija...

Konec sedemdesetih in osemdesetih let je prišlo do velike širitve proizvodnje podjetja IUV. Leta 1969 je IUV priključila usnjarsko krznarski kombinat »Šmartno« v Šmartnem pri Litiji. V njem je delalo kar 380 ljudi, dejavnosti tega obrata so bile raznovrstne: predelovanje prašičjega usnja, usnjarska konfekcija, krzno, imeli so tudi šivalnico in oddelek za predelovanje govejega usnja

Malo kasneje, leta 1975 pa se je IUV-ju pridružila še tovarna usnja Šoštanj. Takrat je bilo v tovarni zaposlenih okoli 500 delavcev. Vse od začetkov industrije je bila tovarna znana po izdelavi govejega usnja. Postopoma se je v te obrate prenesla tehnologija izdelave svinjskega usnja in konfekcije za katero je bilo veliko povpraševanja na trgih zahodne Evrope in ZDA. V najboljših letih (1970 – 1980) je IUV izdelala letno okoli 7 milijonov kvadratnih metrov usnja. V svojih treh usnjarnah, krznarni, štirih obratov usnjene konfekcije, galanteriji in ščetinarni je zaposlovala okoli 2.800 ljudi. Tudi s količino letnega izvoza je spadala med največje neto izvoznike v Sloveniji (Kravos, 2008).

IUV se je na začetku 90-tih let prvič soočila s pojavom kriznih razmer. Osnovna preskrba s surovimi kožami je za družbe, kot je bila IUV, zelo pomembna. Zelo hud udarec je bil razpad Sovjetske zveze, od koder so v devetdesetih uvozili 90 odstotkov vseh surovin. Nezanosljivost ruskih surovinskih virov, tako po kakovosti, kot po količinah je po razpadu Sovjetske zveze postala stalnica. Nadomestni kakovosten vir so sicer našli v ZDA (surove kože od tod so bile po lastnostih precej specifične), na Danskem in Japonskem. V tistem času sta samo dve tovarni na svetu, ena od njih je bila vrhniška, imeli dovolj znanja za predelavo specifičnih mavžanih kož iz ZDA.

Neugodna zasnova gospodarskega sistema je močno prizadela tudi izvozni del gospodarstva. Na IUV je močno vplivalo poslabšanje razmer na italjanskem tržišču, kot posledica izrazitega razvrednotenja lire, v obdobju od 1992 do 1995. Na to tržišče je IUV v tem obdobju izvažalo več, kot 50% svoje proizvodnje. Pokazale so se vse napake, ki so se pojavljale skozi leta, pa so bile zaradi dobrih poslovnih rezultatov prekrите (napačne investicije, prezaposlenost, premalo vlaganja v posodobitev proizvodnje, v kadre in izobraževanje, prevelika navezanost na samo enega kupca – Comest – Italija, prevrednotenje velikih zalog usnja ter končnih izdelkov). Vse to je privedlo da je bila IUV leta 1998 na robu stečaja. S pomočjo države je le uspela prisilna poravnava med IUV in največjimi upniki, to so bili dobavitelji, banke, država ter delavci in bivši zaposleni. Postavljeno je bilo novo vodstvo, ki je takoj uvedlo nekaj ključnih sprememb: odprodala so se poslovno nepotrebna sredstva, zmanjšalo se je število zaposlenih, leta 1999 so ukinili proizvodnjo enoto v Šoštanju, leta 2003 pa še v obrat v Šmartnem pri Litiji, začelo se je vlagati v posodobitev proizvodnje in izobraževanje kadra. IUV je svoj razvoj usmerila predvsem na vrste usnja z dodelavo in na vrste usnja s posebnimi lastnostmi.

Najpomembnejši razvojni dosežek so predstavljale prav vrste usnja s posebnimi lastnostmi, in sicer: BIO usnje za oblačilne in obutvene namene, pralno usnje za oblačilne namene, anti-mikrobno obdelano usnje za obutvene in oblačilne namene in stretch – usnje za oblačilne ter obutvene namene.

Kaj kmalu so se pojavile nove motnje v delovanju. Trg, na katerim je IUUV deloval, je bil izpostavljen številnim negativnim dejavnikom. Padec dolarja, krepitev evra, padec cen zaradi vse višjega števila cenejših proizvodov iz Južne Amerike, Indije in Kitajske so vplivali na padec proizvodnje. Kljub resnim težavam je bila družba leta 2005 še vedno vodilna v svetu po kakovosti in funkcionalnosti izdelkov ter okoljevarstveno ozaveščena. Podjetje je bilo pravzaprav na poti, da se izkoplje iz resnih težav, toda do tega ni prišlo. Družba, kot večina v Sloveniji, ni ušla tranziciji in podivjanemu lastninjenju. Pogoste menjave vodstva, prednost politike pred stroko, visoka obdavčitev stroškov dela so nekateri razlogi, ki so močno vplivali na usodo družbe. Tudi rekonstrukcija podjetja ni bila uspešna. Proizvodnjo usnja s kromom so želeli preusmeriti v predelavo, ki je prijazna do okolja. Vse to je, nekoč gonilno silo slovenskega gospodarstva konec leta 2008 pripeljalo do stečaja (Felc, 2013).

2 PRAVNI OKVIR

2.1 Evropski predpisi

Danes na ravnanje z odpadki, v EU, vplivajo številne direktive. Za njihovo izvajanje in uveljavljanje so v celoti odgovorne države članice. Ko se je v letih 1970–1980 zgodilo vrsto nesreč in škandalov z odpadki, je to vzpodbudilo politike k razmišljanju o nujnosti urejanja tega področja. Tako so bile že leta 1975 sprejete tri osnovne direktive in sicer: Okvirna direktiva o ravnanju z odpadki, Direktiva o nevarnih odpadkih in Direktiva o odpadnih oljih. Direktive so postavile zahteve glede odstranjevanja odpadkov z namenom preprečevanja nevarnega vpliva odpadkov na zdravje ljudi in negativnega vpliva na okolje pri zbiranju, transportu, obdelavi odpadkov, skladiščenju in odlaganju.

Trenutna veljavna Direktiva o odpadkih (2008/98/ES), zahteva od držav članice EU, da pri razvijanju svojih nacionalnih politik uveljavljajo hierarhijo ravnanja z odpadki, po kateri je na prvem mestu preprečevanje nastajanja odpadkov. Največja pozornost je namenjena preprečevanju nastajanja odpadkov, ki zajema ukrepe, sprejete preden odpadek nastane, in ki zmanjšujejo količino odpadkov, škodljive vplive nastalih odpadkov na okolje in zdravje ljudi ali vsebnost nevarnih snovi v materialih in proizvodih.

Direktiva je usmerjena k zmanjševanju vplivov na okolje zaradi nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi, ob upoštevanju celotnega življenjskega kroga vir–izdelek–odpadek. Namen direktive je, da se EU približa »družbi recikliranja«, ki se poskuša izogibati nastajanju odpadkov in uporablja odpadke kot vir.

Ena izmed ključnih direktiv EU na področju okolja je direktiva o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja oziroma IPPC Direktiva. Namen direktive je preprečevanje oziroma omejevanje industrijskega onesnaževanja, ki nastaja pri delovanju industrijskih obratov. Poenotenje različnih načinov nadzora emisij je potrebno zato, da se ne bi različne emisije v zrak, vodo ali tla prenesle z ene okoljske prvine na drugo, poleg tega prihaja do prenosa onesnaženja iz ene države v drugo.

2.1.1 Predpisi o ravnanju z odpadki v EU

Direktive s področja odpadkov v EU so naslednje:

- Direktiva Evropskega parlamenta o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (2008/98/ES),
- Direktiva o nevarnih odpadkih (91/689/EEC),
- Direktiva o odpadkih (2006/12/EC),

- Direktiva o odstranjevanju odpadnih olj 75/439/EEC (dopolnjena s 87/101/EEC in 75/439/EEC),
- Direktivi o odpadni električni in elektronski opremi 2002/96/ES in 2012/19/EU,
- Direktiva o embalaži in odpadni embalaži 94/62/EC (97/129/EC),
- Direktiva o izrabljenih vozilih 2000/53/EC,
- Direktiva o odpadkih iz industrije titanovega dioksida 78/176/EEC,
- Direktiva o baterijah in akumulatorjih ter o odpadnih baterijah in akumulatorjih 2006/66/ES,
- Direktiva o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov (PCB/PCT) 76/403/EEC (nadomeščena s 96/59/EC),
- Direktiva o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu 86/278/EEC (dopolnjena z 91/692/EEC),
- Direktiva o odstranjevanju PCB in PCT 96/59/EC,
- Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja 96/61/EC,
- Direktiva o odlaganju odpadkov na odlagališčih 1999/31/EC,
- Direktiva 2010/75/EU o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja,
- Direktivi o sežigu odpadkov v novih in že obstoječih objektih 89/429/EEC in 89/369/EEC,
- Direktiva 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov,
- Uredba o nadzoru nad izvozom, uvozom in tranzitom odpadkov v EU in zunaj nje 259/93/EEC (dopolnjena s 120/97/EC, 94/5757EC, 94/774//EC, 96/660/EC).

2.2 Slovenski državni predpisi

2.2.1 Zakon o varstvu okolja

Zakon o varstvu okolja (ZVO) (Uradni list RS, št. 39/2006) ureja temeljni sistemski okvir gospodarjenja z odpadki v Sloveniji in določa, da mora povzročitelj onesnaževanja upoštevati vsa pravila o ravnanju z odpadki, ki so potrebna za preprečevanje ali zmanjševanje nastajanja odpadkov in njihove škodljivosti za okolje ter za zagotovitev predelave nastalih odpadkov ali njihovo varno odstranitev če je ta mogoča.

Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja. K varstvu okolja sodi tudi ustrezno ravnanje z odpadki.

2.2.2 Uredba o odpadkih

Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 103/2011), z namenom varstva okolja in varovanja človekovega zdravja določa pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe naravnih virov.

Splošne zahteve, ki jih določa uredba so:

- Pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi se kot prednostni vrstni red upošteva naslednja hierarhija ravnanja:
 - preprečevanje,
 - priprava za ponovno uporabo,
 - recikliranje,
 - drugi postopki predelave (npr. energetska predelava) in
 - odstranjevanje odpadkov.
- Odstopanje od prednostnega vrstnega reda iz prejšnjega odstavka je ob upoštevanju celotnega življenjskega kroga snovi in materialov ter zmanjšanja obremenitve okolja mogoče le za posamezne tokove odpadkov, za katere je tako določeno s posebnimi predpisi.

2.2.3 Uredba o odlagališčih odpadkov

Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14) določa mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov, obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje ter pogoje in ukrepe v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju z namenom, da se v celotnem obdobju trajanja odlagališča zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak, in v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi. Ta uredba določa tudi obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje odpadkov v podzemna skladišča. Za vprašanja, ki niso urejena s to uredbo se uporabljajo drugi predpisi, ki urejajo odpadke in ravnanje z njimi.

2.2.4 Nacionalni program varstva okolja

Nacionalni program varstva okolja (NPVO) (Uradni list RS, št. 83/1999 in 41/04 - ZVO-1) je osnovni strateški dokument na področju varstva okolja, katerega cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter varstvo naravnih virov. Pripravljen na podlagi zakona o varstvu okolja in je skladen z okoljskim programom Evropske skupnosti, ki obravnava ključne okoljske cilje in prednostne naloge ki zahtevajo vodenje s strani skupnosti. Osnovni cilji varstva okolja v Sloveniji na področju ravnanja z odpadki:

- zmanjšanje nastajanja in nevarnostnega potenciala odpadkov pri izvoru,
- povečanje snovne in energetske izrabe odpadkov ter zmanjševanje emisij toplogrednih plinov,
- vzpostavitev učinkovitega sistema ravnanja z odpadki,
- postopna odprava starih bremen.

Državni zbor Republike Slovenije je na seji 2005 sprejel Resolucijo o nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO) (Uradni list RS, št. 2/2006).

2.2.5 Operativni programi ravnanja z odpadki

Operativni program ravnanja z odpadki šteje za državni načrt ravnanja z odpadki, ki sledi strateškim usmeritvam evropskih politik ravnanja z odpadki, katerih poglavitna cilja sta preprečevanje nastajanja odpadkov in uporaba le teh kot vira materialnih dobrin.

Prikazuje rezultate analize trenutnega stanja na področju ravnanja z odpadki, opredeljuje ukrepe, ki naj se sprejmejo za izboljšanje okoljsko sprejemljive priprave za ponovno uporabo, recikliranje, predelavo in odstranjevanje, vsebuje pa tudi ocene, ki bodo v pomoč pri izvajanju ciljev in določb evropskih direktiv s področja ravnanja z odpadki.

Za pripravo operativnih programov za ravnanje z odpadki, ki se pokrivajo s horizontalno zakonodajo o odpadkih je zadolžen Sektor za preprečevanje onesnaževanja okolja.

Razlikujemo med naslednjimi operativni programi ravnanja z odpadki:

- Operativni program odstranjevanja odpadkov s ciljem zmanjšanja količin odloženih biorazgradljivih odpadkov,
- Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki,

- Operativni program ravnanja z nevarnimi odpadki,
- Operativni program ravnanja z embalažo in odpadno embalažo,
- Operativni program ravnanja z odpadnimi olji,
- Operativni program ravnanja z baterijami in akumulatorji,
- Operativni program odstranjevanja PCB/PCT,
- Operativni program ravnanja z gradbenimi odpadki,
- Operativni program ravnanja z odpadno električno in elektronsko opremo,
- Program ravnanja z izrabljenimi motornimi vozili,
- Program ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami.

2.2.6 Drugi podzakonski akti s področja ravnanja z odpadki

Na spletni strani Ministrstva Republike Slovenije za okolje in prostor navajajo naslednje podzakonske akte s področja odpadkov oz. ravnanja z odpadki po posameznih področjih (MOP, 2014a):

2.2.6.1 Ukrepi varstva okolja

- Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 103/11),
- Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Uradni list RS, št. 61/11),
- Pravilnik o skladiščenju izrabljenih gum (Uradni list RS, št. 37/11),
- Uredba o izrabljenih vozilih (Uradni list RS, št. 32/11, 45/11) ,
- Pravilnik o ravnanju z izrabljenimi motornimi vozili (Uradni list RS, št. 118/04),
- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o prepovedi izvoza kovinskega živega srebra in nekaterih spojin in zmesi živega srebra ter varnem skladiščenju kovinskega živega srebra (Uradni list RS, št. 95/10),
- Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki in zelenim vrtnim odpadom (Uradni list RS, št. 39/10),
- 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 odpadki, ki nastajajo pri opravljanju zdravstvene in veterinarske dejavnosti ter z njima povezanih raziskavah (Uradni list RS, št. 89/08),
- Uredba o ravnanju z amalgamskimi odpadki, ki nastanejo pri opravljanju zdravstvene dejavnosti in z njo povezanih raziskavah (Uradni list RS, št. 89/08),

- Uredba o pristaniških zmogljivostih za prevzem ladijskih odpadkov in ostankov tovora (Uradni list RS, št. 78/08),
- Uredba o ravnanju z odpadnimi nagrobnimi svečami (Uradni list RS, št. 78/08),
- Uredba o ravnanju z odpadnimi jedilnimi olji in mastmi (Uradni list RS, št. 70/08),
- Uredba o sežiganju odpadkov (Uradni list RS, št. 68/08, 41/09),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (Uradni list RS, št. 57/08),
- Uredba o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin (Uradni list RS, št. 43/08, 30/11),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki vsebujejo azbest (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08, 61/11),
- Uredba o obdelavi odpadkov v premičnih napravah (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov (Uradni list RS, št. 34/08, 9/09),
- Uredba o odstranjevanju odpadnih olj (Uradni list RS, št. 25/08),
- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) št. 1013/2006 o pošiljkah odpadkov (Uradni list RS, št. 71/07),
- Uredba o ravnanju z odpadnimi fitofarmaceutskimi sredstvi, ki vsebujejo nevarne snovi (Uradni list RS, št. 119/06),
- Uredba o ravnanju z odpadno električno in elektronsko opremo (Uradni list RS, št. 107/06, 100/10),
- Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (Uradni list RS, št. 84/06, 106/06, 110/07, 67/11, 68/11),
- Uredba o pogojih, pod katerimi se lahko pri rekonstrukciji ali odstranitvi objektov in pri vzdrževalnih delih na objektih, instalacijah ali napravah odstranjujejo materiali, ki vsebujejo azbest (Uradni list RS, št. 60/06),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov (Uradni list RS, št. 50/01, 56/02, 84/02, 76/10),
- Uredba o izvajanju Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta ES o obstojnih organskih onesnaževalih (Uradni list RS, št. 4/05),
- Uredba o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki (Uradni list RS, št. 21/01),

- Uredba o količini odpadkov iz proizvodnje titanovega dioksida, ki se odvajajo v vode, in o emisiji snovi v zrak iz proizvodnje titanovega dioksida (Uradni list RS, št. 64/00).

2.2.6.2 Spremljanje stanja okolja–monitoringi

- Pravilnik o monitoringu onesnaženosti okolja zaradi odpadkov iz proizvodnje titanovega dioksida (Uradni list RS, št. 57/00, 43/04),
- Pravilnik o ravnanju z odpadki iz proizvodnje titanovega dioksida (Uradni list RS, št. 57/00).

2.2.6.3 Javne službe varstva okolja

- Pravilnik o katastrih gospodarske javne infrastrukture javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 28/11),
- Pravilnik o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 63/09),
- Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja s stranskimi živalskimi proizvodi kategorije 1 in 2 (Uradni list RS, št. 134/06, 1/10),
- Uredba o načinu, predmetu in pogojih opravljanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi motornimi vozili (Uradni list RS, št. 18/03, 135/03, 32/04, 32/06, 57/06, 106/06, 49/10),
- Sklep o določitvi cene storitev obvezne državne gospodarske javne službe zbiranja odpadkov s plovil na območju koprskega tovrnega pristanišča (Uradni list RS, 120/05, 17/06),
- Uredba o načinu, predmetu in pogojih opravljanja obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov na območju občin Savinjske regije (Uradni list RS, št. 109/05, 62/08),
- Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja državne gospodarske javne službe zbiranja odpadkov s plovil na območju koprskega tovrnega pristanišča (Uradni list RS, št. 59/05),
- Sklep o določitvi cene storitev koncesionirane javne službe ravnanja z izrabljenimi motornimi vozili (Uradni list RS, št. 10/05),
- Uredba o načinu opravljanja obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov (Uradni list RS, št. 123/04, 106/05),
- Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z odpadno električno in elektronsko opremo (Uradni list RS, št. 118/04),
- Sklep o določitvi tarife za ceno storitev opravljanja gospodarske javne službe ravnanja s klavničnimi odpadki in kužnim materialom živalskega porekla (Uradni list RS, št. 111/05),
- Cenik storitev javne službe ravnanja z radioaktivnimi odpadki (Uradni list RS, št. 102/00),

- Uredba o načinu, predmetu in pogojih opravljanja gospodarske javne službe ravnanja z radioaktivnimi odpadki (Uradni list RS, št. 32/99).

2.2.6.4 Okoljske dajatve

- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaženje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil za leto 2012 (Uradni list RS, št. 109/11),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne električne in elektronske opreme (Uradni list RS, št. 110/10),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne embalaže (Uradni list RS, št. 110/10),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih gum (Uradni list RS, št. 110/10),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil za leto 2011 (Uradni list RS, št. 110/10),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaževanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin (Uradni list RS, št. 110/10),
- Uredba o okoljski dajati za onesnaževanje okolja zaradi odlaganja odpadkov na odlagališčih (Uradni list RS, št. 70/10),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne električne in elektronske opreme za leto 2010 (Uradni list RS, št. 113/09),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaženje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil za leto 2010 (Uradni list RS, št. 113/09),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaževanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin za leto 2010 (Uradni list RS, št. 113/09),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih gum za leto 2010 (Uradni list RS, št. 113/09),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne embalaže za leto 2010 (Uradni list RS, št. 113/09),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaženje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil za leto 2009 (Uradni list RS, št. 14/09),

- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne električne in elektronske opreme za leto 2009 (Uradni list RS, št. 14/09),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne embalaže za leto 2009 (Uradni list RS, št. 14/09),
- Sklep o določitvi zneska za nadomestilo in za enoto obremenitve za okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih gum za leto 2009 (Uradni list RS, št. 14/09),
- Sklep o določitvi zneska okoljske dajatve za onesnaževanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin za leto 2009 (Uradni list RS, št. 14/09),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne embalaže (Uradni list RS, št. 32/06, 65/06, 78/08, 19/10),
- Uredba o okoljski dajatvi zaradi onesnaževanja okolja zaradi nastajanja izrabljenih gum (Uradni list RS, št. 32/06),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja odpadne električne in elektronske opreme (Uradni list RS, št. 32/06, 65/06, 78/08),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi nastajanja izrabljenih motornih vozil (Uradni list RS, št. 87/05, 118/05),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi uporabe mazalnih olj in tekočin s priložo (Uradni list RS, št. 53/05, 19/10).

2.2.7 Zakonodaja v RS

V Sloveniji se je v zadnjih letih zakonodaja na področju odpadkov zelo spreminjala in dopolnjevala skladno z zahtevami EU. Glavni predpis, ki določa področje ravnanja z odpadki v Sloveniji je Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 103/2011).

V uredbi so pojasnjene osebe, ki nastopajo na področju odpadkov, to so: zbiralec odpadkov, prevoznik odpadkov, posrednik, izvajalec obdelave ali trgovec, prevzemnik odpadkov, predelovalec in odstranjevalec odpadkov. Vsi te naštetih udeleženci imajo tudi posamezne odgovornosti in obveznosti. Tukaj je gre za pridobivanje ustreznih dovoljen za zbiranje, prevoz, trgovanje, predelavo in odstranjevanje odpadkov, ter posredništvo in obvezno poročanje. Omenjena dovoljenja izdaja Agencija RS za okolje (ARSO), nadzor pa izvaja Inšpektorat RS za okolje in prostor (IRSOP). Vsi ti akterji v uredbi morajo voditi evidenco o odpadkih. S 1. 1. 2013 je bil vzpostavljen informacijski sistem (v nadaljevanju: IS-Odpadki) za elektronsko podporo pri spremljanju pošiljk odpadkov z evidenčnimi listi in pri letnem poročanju o ravnanju z odpadki. Zbiralci in izvajalci obdelave

odpadkov morajo od 1. 1. 2013 evidenčne liste izpolnjevati elektronsko preko IS-Odpadki. Do IS-Odpadki lahko uporabniki dostopajo samo s kvalificiranimi digitalnimi potrdili, ki so namenjena logiranju v IS-Odpadki in elektronskemu podpisovanju evidenčnih listov in letnih poročil.

Zelo pomemben sestavni del Uredbi o odpadkih so priloge. Dodanih je pet prilog. V prvi so opisane lastnosti, zaradi katerih se odpadki uvrščajo med nevarne odpadke v določene skupine. Druga priloga so postopki predelave odpadkov, ki so označeni s črko R in so od R1 do R13. Tretja priloga so postopki odstranjevanja odpadkov, ki so označeni s črko D od D1 do D15. Četrta priloga predstavlja klasifikacijski seznam odpadkov. To je seznam odpadkov, tako nevarnih kot nenevarnih, razvrščenih po ustreznih skupinah. V zadnji peti prilogi pa so opisani primeri ukrepov za preprečevanja nastajanja odpadkov.

2.3 Slovenski lokalni predpisi

2.3.1 Odlok o ravnanju z odpadki

Že leta 1993 je Zakon o varstvu okolja (Ur. list RS, št. 32/93) ravnanje s komunalnimi odpadki in odlaganje ostankov komunalnih odpadkov opredelil kot obvezno lokalno javno službo.

Ker gre za obvezno gospodarsko službo, pa je v skladu z Zakonom o gospodarskih javnih službah naloga lokalne skupnosti, da jo zagotovi z odlokom o ravnanju z odpadki.

Odlok o ravnanju z odpadki je krovni lokalni predpis ki določa način ravnanja z odpadki, obveznosti izvajalcev javne službe ravnanja z odpadki ter obveznosti povzročiteljev odpadkov na območju občine.

Občine morajo v svojih odlokih o gospodarskih javnih službah določiti organizacijsko in prostorsko zasnovo opravljanja javne službe, določiti morajo vrsto in obseg ter pogoje za zagotavljanje in uporabo javnih dobrin oziroma storitev javnega pomena. V odlokih morajo biti opredeljene pravice in obveznosti uporabnikov javnih storitev, viri financiranja javne službe ter način oblikovanja cene storitve. Poleg drugih pomembnih elementov za opravljanje javne službe morajo biti v občinskih odlokih navedeni vrsta in obseg objektov in naprav za izvajanje javne službe. Sem sodijo na primer reciklažna dvorišča, sortirnice odpadkov, odlagališča odpadkov in druge naprave za ravnanje z odpadki (MOP, 2014b).

2.3.2 Občinski prostorski načrt

Prostorski akti so splošni pravni predpisi s katerimi se določa in načrtuje razmestitev dejavnosti in objektov na določenem ureditvenem območju. Prostorski akt se sprejme z odlokom.

Občinski prostorski načrt (OPN) je prostorski akt, s katerim se (Rakar, 2011/2012):

- določijo cilji in izhodišča prostorskega razvoja občine,
- načrtujejo prostorske ureditve lokalnega pomena,
- določijo pogoji umeščanja objektov v prostor (prostorski izvedbeni pogoji).

Občinski prostorski načrt vsebuje strateški in izvedbeni del.

2.3.2.1 Strateški del

V strateškem delu občinskega prostorskega načrta se za celotno območje občine določi zasnovo gospodarske javne infrastrukture in grajenega javnega dobra lokalnega pomena. Tukaj se prikažejo:

- obstoječa omrežja in objekti državnega in regionalnega pomena ter
- pomembnejša obstoječa in načrtovana omrežja in objekti lokalnega pomena s področij: prometne infrastrukture, elektronskih komunikacij, energetike, komunalnega in vodnega gospodarstva, varstva okolja in drugih področij gospodarske javne infrastrukture lokalnega pomena.

V zasnovi gospodarske javne infrastrukture se opredelijo tudi načini navezovanja gospodarske javne infrastrukture lokalnega pomena na gospodarsko javno infrastrukturo državnega oziroma regionalnega pomena ter prikažejo tudi tista območja v občini, kjer je potrebna dopolnitev ali obnova omrežij in objektov gospodarske javne infrastrukture v večjem obsegu (Rakar, 2011/2012).

2.3.2.2 Izvedbeni del

Izvedbeni del občinskega prostorskega načrta določa:

- območja namenske rabe prostora,
- prostorske izvedbene pogoje,
- območja, za katera se pripravi občinski podrobni prostorski načrt.

Med prostorskimi izvedbenimi pogoji so v izvedbenem delu občinskega prostorskega načrta določeni tudi sledeči pogoji priključevanja objektov na gospodarsko javno infrastrukturo in grajeno javno dobro (Rakar, 2011/2012):

- pogoji glede oskrbe s pitno vodo,
- pogoji glede zbiranja in odvajanja ter čiščenja odpadnih voda,
- pogoje glede priključevanja na javne prometne površine,
- način oskrbe z energijo, vključno z usmeritvami iz lokalnih energetskih konceptov,
- obstoječa in predvidena omrežja in objekti gospodarske javne infrastrukture, na katera se morajo posamezna območja obvezno priključiti, in obveznosti, ki izhajajo iz tega,
- način možne oskrbe objektov, v kolikor izgradnja gospodarske javne infrastrukture ni predvidena.

2.3.3 Občinski podrobni prostorski načrt

Občinski podrobni prostorski načrt (OPPN) se izdelava za posamezno območje enote urejanja prostora ali za manjše območje znotraj posamezne enote urejanja prostora, za katero je tako določeno v občinskem prostorskem nacrtu.

Občinski podrobni prostorski nacrt se izdelava tudi na območjih:

- pomembnejše gospodarske javne infrastrukture
- prostorskih ureditev lokalnega pomena zaradi sanacije posledic naravnih in drugih nesreč,
- izkoriščanja mineralnih surovin in rud ter njihove sanacije.

Z občinskim podrobnim prostorskim načrtom se podrobneje določi med drugim: načrt parcelacije, etapnost izvedbe prostorske ureditve, ce je ta potrebna, rešitve in ukrepi za varstvo naravnih virov in obrambo pred naravnimi in drugimi nesrečami, pogoje glede priključevanja objektov na gospodarsko javno infrastrukturo in grajeno javno dobro. Določijo se tudi lokacijski in tehnični pogoji in usmeritve za projektiranje priključkov na gospodarsko javno infrastrukturo ter grajeno javno dobro (Rakar, 2011/2012).

2.4 Standardi in tehnični predpisi

2.4.1 Definicija standardov in tehničnih predpisov

Standard je dokument, ki je nastal s konsenzom in ga je potrdil priznani organ. V njem so podana pravila, smernice ali značilnosti za dejavnosti ali njihove rezultate. Standard je namenjen za skupno in ponavljajočo se rabo ter usmerjen v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju.

Raven standardov (Standardizacija, 2014):

- Mednarodni standard (ISO, sprejme ga mednarodna organizacija za standardizacijo),
- Regionalni standard (EN za Evropo, sprejme ga regionalna organizacija za standardizacijo),
- Nacionalni standard (SIST, DIN, BS, ANSI, JIS itd., sprejme ga nacionalni organ za standardizacijo),
- Pokrajinski standard (sprejet na ravni nekega območja države),
- Drugi standardi (npr. panožni ali standardi v podjetjih).

Tehnični predpisi so navadno podzakonski akti zakonov, ki podrobneje definirajo določeno področja, ki jih obravnava določeni zakon. V skupino tehničnih predpisov se navadno štejejo tudi tehnične smernice.

Tehnična smernica na področju gradbeništva je dokument s katerim se za določeno vrsto objekta uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene (ZGO-1, 2 člen). Pomembnejši gradbeni predpisi in tehnične smernice so navedeni v podpoglavju seznam gradbenih predpisov IZS.

Tehnične predpise navadno izdajajo pristojna ministrstva na osnovi ustreznega zakona, s katerimi predpišejo tehnične zahteve za proizvode oziroma družine proizvodov in postopke ugotavljanja skladnosti, kadar je to potrebno zaradi zavarovanja javnega interesa predvsem za (Vrščaj, 2005):

- zagotovitev varnosti,
- varovanje življenja in zdravja ljudi, živali in rastlin,
- varstvo okolja,
- varstvo potrošnikov in drugih uporabnikov,
- varstvo premoženja.

Tehnične smernice, ki pa niso obvezne, temveč so samo priporočila, izdelujejo tudi razna strokovna združenja in zbornice. V Sloveniji na primer izdeluje tovrstna priporočila IZS (Inženirska zbornica Slovenije).

Na področju varovanja so zelo pomembne tudi BAT smernice (norme). Te tehnične smernice sicer nimajo uradni status standardov, vendar pa je njihova uporaba prav tako obvezna, kar izhaja iz IPPC direktive.

2.4.2 Slovenska standardizacija

Slovenska nacionalna standardizacija je v veliko pomoč slovenskemu gospodarstvu in družbi pri vključevanju v mednarodne tokove in k večji konkurenčnosti na trgih, predvsem pa na evropskem trgu, saj uporaba teh standardov pomeni tudi izpolnjevanje bistvenih zahtev tehnične zakonodaje EU. Pri tem slovenska nacionalna standardizacija zasleduje določene cilje, ki omogočajo glavne prednosti in koristi standardizacije.

Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST) je slovenski nacionalni organ, ki skrbi za področje priprave in sprejemanja neobveznih standardizacijskih dokumentov in zastopa interese Slovenije v mednarodnih (ISO) in evropskih organizacijah (CEN, CENELEC, ETSI), katerih polnopravni član je (SIST, 2014).

Slovenska nacionalna standardizacija vsebuje preko 15000 standardov, ki pokrivajo različna področja. Omenil bom samo tista področja veljavnih SIST standardov, ki se nanašajo na naslov diplomske naloge (SIST, 2014):

- VARSTVO OKOLJA (cilj teh standardov je podpreti varovanje okolja in preprečevati onesnaževanje v ravnovesju z družbeno-gospodarskimi potrebami, trenutno je veljavnih 87 SIST standardov s tega področja),
- ODPADKI (na tem področju je bilo sprejeto veliko novih SIST standardov, trenutno je veljavnih 202 SIST standardov),
- ODPADNA VODA (trenutno je veljavnih 33 SIST standardov s tega področja).

2.4.3 Standardi iz tujine

Standardi ATV (smernice) – standardi nemškega združenja za vode, odpadne vode in odpadke (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.). ATV norme so že mnogo let osnova projektantom in konstruktorjem pri načrtovanju okoljevarstvenih tehnologij. Skupaj je veljavnih preko 800000 ATV standardov.

Standardi VDI – standardi (smernice) nemškega združenja inženirjev (Verein Deutscher Ingenieure). Število standardov, ki se nanaša na ravnanje z odpadki je 34.

Standardi BS – zbirka britanskih nacionalnih standardov. Skupaj je veljavnih preko 13000 BS standardov.

2.4.4 Nekatere značilne kratice in načela, ki se nanašajo na odpadke

Angleška kratica **BAT** (Best Available Techniques) oziroma v slovenskem prevodu **NRT** - najboljše razpoložljive tehnike, pomeni za naslednje (Gospodarska zbornica Slovenije, 2011):

Najboljše: Pomeni učinkovitost pri doseganju visoke splošne ravni varstva okolja.

Razpoložljive: Vključuje postopke, ki so razviti do stopnje, ko je možna njihova implementacija v določenem industrijskem sektorju pod ekonomičnimi in tehnično izvedljivimi pogoji. Pri tem je potrebno upoštevati stroške in prednosti dokler so ti sprejemljivo dostopni izvajalcu.

Tehnike: Vključuje tako uporabljeno tehnologijo, kot tudi način načrtovanja obrata oz. odlagališča, gradnjo, vzdrževanje, proizvodnjo in dokončno ustavitvev.

BREF – to so referenčni dokumenti, kjer so zbrane informacije v katerih so opisane tehnike za posamezno panogo. Informacije o stanju tehnike na določenem področju posredujejo strokovnjaki iz industrije, ter predstavniki upravnih organov držav članic, raziskovalnih in nevladnih organizacij.

ZERO WASTE je etičen, ekonomski, učinkovit in vizionarski cilj, ki vodi družbo v spremembo življenjskega stila in navad ter k posnemanju trajnostnih naravnih ciklov, kjer so vsi odpadni materiali surovina za nekoga drugega. Zero Waste pomeni oblikovanje in upravljanje izdelkov in procesov tako, da se zmanjša volumen in toksičnost odpadkov, ohranja ter predela vse materiale in se jih ne sežiga ali odlaga (Zero Waste, 2009).

Načelo **PAYT** (pay as you throw) pomeni plačaš ko zavržeš, kar pomeni stroške ravnanja plača povzročitelj odpadkov.

Zelo pogosto v današnji družbi prihaja tudi do pojava sindroma **NIMBY** in **NIMET**.

NIMBY (Not In My Back Yard – ne na mojem dvorišču). Gre za nasprotovanje prebivalcev gradnji odlagališč, cest, trmoelektren in drugih objektov, ki bi bila v bližini njihovih domovanj.

Sindrom **NIMET** (Not In My Election Time) se pojavlja pri politikih. Ti so odvisni od javnega mnenja, kljub temu da se zavedajo, da bi bilo v zvezi z določenim problemom potrebno ukrepati, da se preprečijo bodoče negativne posledice, tega v času svojega mandata niso pripravljene storiti.

3 DEFINICIJA IN DELITEV ODPADKOV

3.1 Definicija odpadka

Pri definiciji odpadkov in načinih ravnanja z odpadki moramo upoštevati določila ustreznih direktiv, zakonov, podzakonskih aktov in standardov. Žal pa v Sloveniji na področju varovanja niso vedno vsi predpisi ustrezno usklajeni. Za to ni tehtnih razlogov, saj obstajajo standardi, ki imajo uradne prevode izrazov v več svetovnih jezikih in slovenščini. Tudi EU direktive s področja varovanja okolja imajo uradne prevode. Pripravljalci predpisov na ministrstvih bi morali upoštevati vse tovrstne standarde in direktive.

Zakon o varstvu okolja določa, da je odpadek določena snov ali predmet, ki ga njegov povzročitelj ali druga oseba, ki ima snov ali predmet v posesti, zavrže, namerava ali mora zavreči.

Uredba o odpadkih definira odpadke drugače, kot jih Zakon o varstvu okolja. Po tem pravilniku je odpadek je vsaka snov ali predmet, razvrščen v eno od skupin odpadkov, določenih v klasifikacijskem seznamu odpadkov, ki ga imetnik ne more ali ne želi uporabiti sam, ga ne potrebuje, ga moti ali mu škodi in ga zato zavrže, namerava ali mora zavreči. Odpadek je tudi vsaka snov ali predmet, razvrščen v eno od skupin odpadkov v seznamu odpadkov, ki ga je treba zaradi varstva okolja ali druge javne koristi prepustiti v zbiranje, oddati v predelavo ali odstranjevanje, prevažati, predelati ali odstraniti na predpisan način.

3.2 Ravnanje z odpadki

Ravnanje z odpadki je zbiranje, prevažanje, predelava in odstranjevanje odpadkov, vključno z nadzorom teh ravnanj in ukrepi po prenehanju delovanja naprave za ravnanje z odpadki. Ravnanje oz. zbiranje, skladiščenje, prevoz, predelava in odstranjevanje odpadkov morajo biti izvedeni tako, da ni ogroženo človekovo zdravje in brez uporabe postopkov in metod, ki bi čezmerno obremenjevali okolje.

Predelava odpadkov je namenjena koristni uporabi odpadkov ali njihovih sestavin in zajema predvsem reciklažo odpadkov za predelavo v surovine in ponovno uporabo odpadkov ter uporabo odpadkov kot gorivo v kurilni napravi ali industrijski peči ali uporabo odpadkov za pridobivanje goriva. Sežiganje komunalnih in drugih odpadkov s toplotno obdelavo z namenom njihovega odstranjevanja ni predelava odpadkov. Predelava odpadkov je eden od načinov ravnanja z odpadki, ki velja za najbolj ustrezen način ravnanja z odpadki, tako z vidika koristne uporabe in zmanjšanja odpadkov kot z vidika varstva okolja.

Za odpadke je treba zagotoviti predelavo, če za njo obstajajo tehnične možnosti in možnosti nadaljnje uporabe teh odpadkov ali njihovih sestavin. Predelava odpadkov je tudi njihova priprava za ponovno uporabo, recikliranje snovi v odpadkih, njihov sežig ali sosežig z energetske izrabo (kot na primer sortiranje) in predelava odpadkov v gorivo. Sežig odpadkov zaradi njihovega odstranjevanja ni predelava odpadkov.

Odpadke, za katere ni mogoče zagotoviti predelave, je treba odstraniti, pri tem pa je odlaganje najslabša možnost. Prepovedano je med seboj mešati različne skupine ali splošne vrste nevarnih odpadkov ali nevarne odpadke z nenevarnimi odpadki, snovmi ali predmeti. Imetnik odpadkov mora odpadke do oddaje ali prepustitve v nadaljnje ravnanje skladiščiti ločeno in zagotoviti, da se odpadki ne mešajo skladno z zahtevami prejšnjega člena, in z njimi ravnati tako, da jih je mogoče obdelati. Odpadki, ki se zbirajo, prevažajo ali skladiščijo, morajo biti pakirani tako, da ne povzročajo škodljivih vplivov na okolje ali zdravje ljudi (Majoranc, 2013).

3.3 Delitev odpadkov

Odpadke je možno razvrščati na različne pristope. Tukaj je naštetih nekaj osnovnih vidikov s pomočjo katerih lahko razvrščamo odpadke:

- po izvoru nastanka,
- po agregatnem stanju (trdo, tekoče in plinasto),
- po mestu nastanka (vrtni, industrijski, gradbeni, kosovni ...),
- po vidiku nevarnostnega potenciala (nevarni in nenevarni),
- po funkcionalnosti in predelavi ...

Najpogostejša delitev odpadkov je glede na njihov izvor, in sicer to je sledeča (Samec, 2005):

- komunalni odpadki (Najbolj pestri po sestavi so komunalni odpadki, proizvaja jih družba s svojim načinom življenja predvsem v urbanih področjih. V splošnem nastajajo komunalni odpadki v:
 - gospodinjstvih,
 - gostinskih obratih, trgovinah in javnih prostorih,
 - vseh sistemih s prisotnostjo človekovega prehranjevanja, oblačenja, čiščenja in obnavljanja,
 - določeni proizvodnji,
 - čistilnih napravah komunalnih odpadkov.),

- industrijski odpadki (To so vsi odpadki, ki nastajajo kot posledica industrijske proizvodnje. Za to vrsto odpadkov je značilna velika stopnja sortiranosti glede na vir nastanka, kar bistveno olajša njihovo nadaljnjo predelavo v smislu reciklaže oziroma deponiranja. Tipični industrijski odpadki so:
 - pepel,
 - razni gorljivi in negorljivi odpadki v gradbeništvu,
 - posebni in nevarni odpadki.),

- posebni odpadki (To so odpadki, ki niso ne komunalni ne nevarni, vendar je treba zaradi količine ali lastnosti ravnati z njimi na poseben način. V to skupino spadajo:
 - energetski (žindre iz galvanizacij, sadra, pepeli),
 - mulji iz čistilnih naprav,
 - proizvodni (kmetijski odpadki),
 - gradbeni odpadki,

- nevarni odpadki (odpadke ki predstavljajo kakršno koli potencialno takojšno ali časovno odvisno nevarnost za ljudi, živali ali rastline, obravnavamo kot nevarne odpadke. Med nevarne odpadke uvrščamo torej vse odpadne snovi, ki imajo vsaj eno izmed naštetih značilnosti:
 - vnetljivost,
 - korozivnost,
 - reaktivnost,
 - toksičnost.).

Nevarni odpadki so lahko tudi komunalni in posebni odpadki, zaradi specifičnih lastnosti, pa se radioaktivni odpadki obravnavajo posebej.

3.4 Usnjarski odpadki

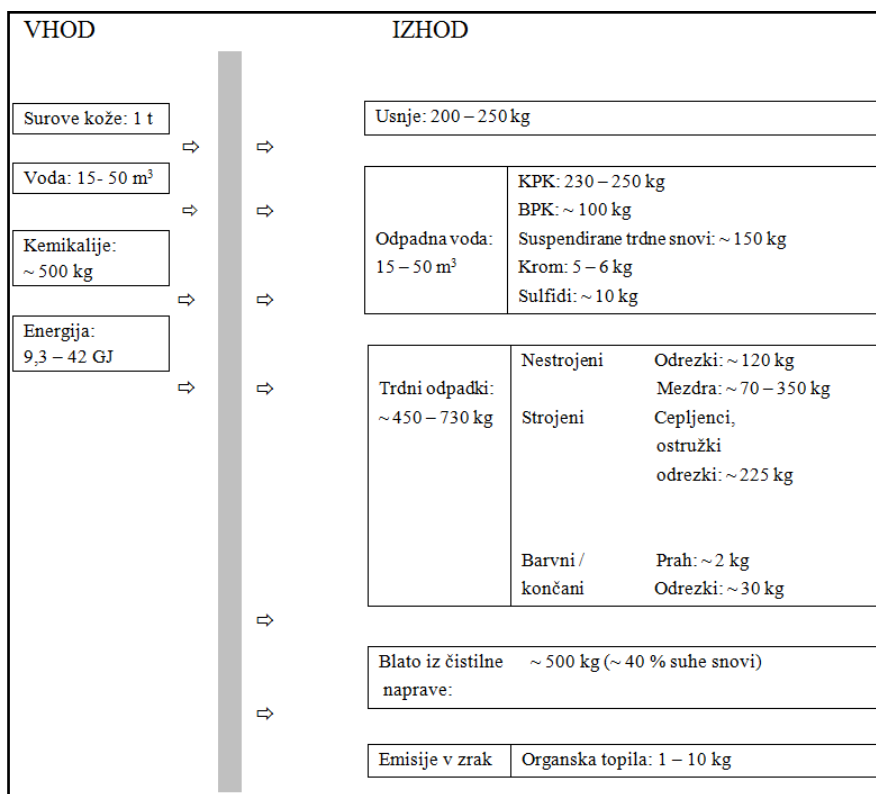
Usnjarstvo je ena od panog, ki za okolje ni ugodna. Vsi vmesni procesi, ki so potrebni za predelavo surovih kož v usnje predstavljajo zaporedje kompleksnih kemičnih reakcij in mehanskih procesov. Ti pa zajemajo ne le obremenjevanje s klasičnimi onesnaževali in njihove koncentracije, pač pa tudi učinke uporabe določenih kemikalij: npr. biocidov, omakal in organskih topil.

Ključni proces pa je strojenje, kje se strojila kemično vežejo z beljakovinasto sestavo kože, zaradi česar se le ta spremeni v usnje. Strojenje usnju zagotovi stabilnost in glavne značilnosti.

Od vseh usnjarn na svetu jih 80 – 90 % uporablja pri strojenju kromove (III) soli. Krom (VI) se zaradi varnosti proizvodov ne uporablja v usnjarstvu, saj velja za bolj nevarnega. Večina usnjarn v Evropi dosega posebne varnostne ukrepe, tako da med procesi preprečijo oksidacijo kroma (III) do kroma (VI).

Vplivi usnjarskih obratov na okolje izvirajo iz tekočih, trdnih in plinastih odpadnih tokov. Vsi ti odpadni tokovi pa so odvisni prav od kvalitete ter vrste uporabljenih surovin in izbranih postopkov, ki se nanašajo na vrsto oziroma namen končnih izdelkov.

Naslednja slika prikazuje osnovni pregled vhodnih in izhodnih tokov za konvencionalni proces (kromovega) strojenja soljenih govejih kož, na tono predelanih surovih kož.



Slika 5: Pregled vhodnih in izhodnih tokov pri kromovem strojenju surovih govejih kož (Rydin, 2013)

Trdne usnjarske odpadke običajno razlikujemo z ozirom na fazo predelave kož, pri kateri nastajajo. Od tega je odvisna tudi možnost za njihovo predelavo. V grobem ločimo nestrojene in strojene trdne odpadke (Gantar, 1984).

Nestrojeni odpadki, med katere spadajo odrezki surovih kož (koža nog, glave ipd.) in mezdra (zelena ali lužena), imajo skupno značilnost v tem, da še niso bili v stiku s strojilnimi sredstvi. To jim po eni strani daje večje potencialne možnosti za predelavo, po drugi strani pa so ti odpadki nestabilni, podvrženi mikrobiološkemu razkroju in zato zahtevajo sprotno predelavo ali deponiranje.

Strojni odpadki so tisti, ki nastajajo pri obdelavi in dodelavi usnja, skupno pa jim je to, da že vsebujejo strojila, zaradi česar so stabilnejši. V to skupino spadajo odrezki strojenih kož in strojenega cepljenca, in odrezki, ki nastajajo v različnih fazah dodelave usnja (po nevtralizaciji, barvanju) ali pri končnem obrezovanju usnja.

Možen vir trdnih odpadkov je tudi blato iz naprav za obdelavo odplak (vendar te obdelave ne opravljajo v okviru obrata v vseh usnjarnah). Mnoge od teh odpadkov pa lahko štejemo za stranske proizvode, saj jih je mogoče kot surovine prodati podjetjem v drugih panogah.

Ker usnjarska industrija velja za zelo velik porabnik vode, posledično temu sledi velika količina odpadnih vod. Glavni izpusti odpadne vode izvirajo iz procesov v mokri delavnici (pri luženju), strojilnici in dodelavi po strojenju. Med usnjarskimi pomožnimi sredstvi, ki so v odplakah, so najpomembnejša:

- konzervirana sredstva (natrijev klorid ...),
- lužilna sredstva (predvsem sulfidi ...),
- strojilna sredstva (kromove spojine, rastlinska in sintetična strojila ...).

Seveda so v odplakah tudi druga pomožna sredstva, kot so sredstva za nevtralizacijo, maščenje, barvanje, večnamenske kemikalije, dodelavna sredstva... Značilnosti (neobdelane), odpadne vode so: visoka kemijska in biokemijska potreba po kisiku, velika obremenitev z organskimi snovmi in usnjarskimi kemikalijami (sulfidi, krom ...).

3.5 Ukrepi BAT (Best Available Techniques) na področju usjarstva

Tudi na področju usnjarske panoge je potrebno uporabljati najboljše razpoložljive tehnologije. O tem, katere so te tehnologije je definirano v BAT (BREF) dokumentu: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins, 2013.

V omenjenem BAT dokumentu o strojenju kož so zelo obsežno predstavljene vse najboljše razpoložljive tehnologije na področju usnjarske panoge, s katerimi je možno omejiti negativne vplive te panoge na okolje.

V nadaljevanju so prikazani naslednji osnovni ukrepi BAT, ki se nanašajo na usnjarske odpadke.

Velike količine odpadkov, zlasti organskih, so neizogibna značilnost usnjarske proizvodnje. Z uporabo BAT v enotah procesa je mogoče v precejšnji meri preprečiti in zmanjšati nastajanje tako frakcij organskih odpadkov kot drugih ostankov. Možnosti za recikliranje je veliko, tako v samem obratu kot

zunaj njega. Možnosti za recikliranje je treba v celoti izkoristiti, za kar je pogoj ločevanje odpadkov. Enako pomembna sta gospodarska izraba odpadkov kot stranskih proizvodov in sodelovanje med usnjariji, ki možnim postopkom recikliranja in ponovne uporabe odpadkov zagotovi gospodarnost.

V naslednji preglednici so v prvem stolpcu našteje možnosti ponovne uporabe, recikliranja, snovne izrabe in obdelave, v drugem stolpcu pa frakcije odpadkov, ki se lahko uporabijo za ustrezno možnost.

Preglednica 1: Možnosti uporabe usnjarskih odpadkov (Rydin, 2013)

Ponovna uporaba / recikliranje / snovna izraba in obdelava	Vrsta odpadkov
Proizvodnja usnja	Ostanki od cepljenja
Proizvodnja usnjene regenerata	Strojni odpadki na splošno, npr. ostanki od cepljenja, struženja, obrezovanja
Drobna usnjena galanterija itd.	Ostanki od cepljenja in strojeni odrezki
Polnila, volna	Dlaka in volna
Želatina in/ali lepila iz kož	Surovi odrezki, »zelena« mezdra, lužena mezdra in ostanki od cepljenja
Ovojnice za klobase	Nestrojeni ostanki od cepljenja
Izraba masti	Surovi odrezki, »zelena« in lužena mezdra
Beljakovinski hidrolizat	Dlaka, surovi in luženi odrezki, »zelena« in lužena mezdra, »zeleni«, luženi in strojeni ostanki od cepljenja in ostružki
Kolagen	Luženi odrezki in ostanki od cepljenja
Kmetijstvo in gnojila	Dlaka zaradi vsebnosti dušika, ostanki kompostiranja in anaerobne presnove, blato iz obdelave odpadne vode. Predpisi o vnosu odpadkov v tla terjajo natančno ločevanje odpadkov in obdelavo po frakcijah
Kompostiranje	Dlaka, »zelena« in lužena mezdra, »zeleni«, luženi in strojeni ostanki od cepljenja in ostružki, masti, maščobe in olja, blato iz obdelave odpadnih vod
Anaerobna presnova	Dlaka, surovi odrezki, »zelena« in lužena mezdra, »zeleni« in luženi ostanki od cepljenja in ostružki, masti, maščobe in olja, blato iz obdelave odpadnih vod
Toplotna obdelava	Masti, maščobe, mešanice nehalogeniranih organskih topil in olja
Recikliranje organskih topil	Organska topila (ne pa njihove mešanice)
Regeneracija filtrov za zmanjševanje emisij v zrak	Filtri z aktivnim ogljem
Ponovna uporaba in recikliranje embalaže z vračanjem dobavitelju v okviru ustreznega sistema recikliranja	Posode, palete, plastika, karton

3.6 Klasifikacija odpadkov

Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 103/2011) je sestavljena iz 78 členov in 5 prilog. Četrta priloga predstavlja klasifikacijski seznam odpadkov. To je seznam odpadkov, tako nevarnih kot nenevarnih, razvrščenih po ustreznih skupinah. Posamezne vrste odpadkov so v seznamu določene s šestmestno klasifikacijsko številko. Prvi dve klasifikacijski številki nam povedo izvor nastanka odpadka, drugi dve številki ga uvrstijo v določeno skupino, zadnji dve številki pa so namenjeni podrobnemu klasificiranju znotraj skupine. Nevarni odpadki so v seznamu določeni s šestmestno klasifikacijsko številko in zvezdico (oznaka nevarnega odpadka). V nadaljevanju sta prikazani dve preglednici, prva prikazuje glavne klasifikacijske skupine odpadkov, druga pa odpadke iz industrije usnja, krzna in tekstilij:

Preglednica 2: Pregled glavnih klasifikacijskih skupin odpadkov (Uredba o odpadkih, 2011, priloga 4)

Klasificacijska 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 ploš 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 navedeni 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

Preglednica 3: Podroben prikaz četrte klasifikacijske skupine, ki vsebuje odpadke iz industrije usnja, krzna in tekstilij (Uredba o odpadkih, 2011, priloga 4)

Klasifiacijska številka	Vrsta odpadka
04 01 00	Odpadki pri proizvodnji usnja in krzna
04 01 01	Mezdra in odpadni luženi cepljenec
04 01 02	Odpadki pri luženju
04 01 03*	Odpadki, ki nastanejo pri razmaščevanju (vsebujejo topila, brez tekoče faze)
04 01 04	Strojilna kopel, ki vsebuje krom
04 01 05	Strojilna kopel, ki ne vsebuje kroma
04 01 06	Blato, ki vsebuje krom, zlasti iz čiščenja odpadne vode na kraju nastanka
04 01 07	Blato, ki ne vsebuje krom, zlasti iz čiščenja odpadne vode na kraju nastanka
04 01 08	Odpadno strojeno usnje, ki vsebuje krom (ostružki, odrezki, brusilni prah)
04 01 09	Odpadki iz oplemenitenja dodelave krzna in usnja
04 01 99	Drugi tovrstni odpadki
04 02 00	Odpadki pri proizvodnji tekstilij
04 02 09	Odpadki iz sestavljenih materialov (impregnirani tekstil, elastomeri, plastomeri)
04 02 10	Organske snovi iz naravnih surovin (npr. maščobe, vosek)
04 02 14*	Odpadki iz dodelave, ki vsebujejo organska topila
04 02 15	Odpadki iz dodelave, ki niso zajeti v 04 02 14
04 02 16*	Barvila in pigmenti, ki vsebujejo nevarne snovi
04 02 17	Barvila in pigmenti, ki niso zajeti v 04 02 16
04 02 19*	Blato, ki vsebuje nevarne snovi, iz čiščenja odpadne vode na kraju nastanka
04 02 20	Blato iz čiščenja odpadne vode na kraju nastanka, ki ni navedeno pod 04 02 19
04 02 21	Odpadna neobdelana tekstilna vlakna
04 02 22	Odpadna obdelana tekstilna vlakna
04 02 99	Drugi tovrstni odpadki

3.7 Odlagališča odpadkov

Odlagališče odpadkov ali deponija je urejeno območje sestavljeno iz polj za odlaganje odpadkov in različnih objektov. Odlaganje odpadkov se izvaja na ustrezno urejeno površino tal ali pod zemljo. Območje odlagališča je določeno s prostorskim aktom, kjer je dovoljena gradnja odlagališča ter drugih naprav in objektov potrebnih za obratovanje odlagališča. Vse zahteve glede načrtovanja, obratovanja, kot tudi zapiranja odlagališča so določene v Uredbi o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14).

Osnovna delitev odlagališč odpadkov je možna na dva načina (Samec, 2005):

- po načinu namestitve v prostor:
 - dolinski tip deponije, pri katerem mora biti dolina v eni smeri odprta zaradi možnosti odvodnjavanja površinskih in izcednih vod,
 - ravninski tip deponije,
 - pobočni tip deponije, kjer se deponija naslanja na pobočje hribine,

- po vrsti odpadkov, ki se odlagajo na deponijski prostor:
 - deponija za nevarne odpadke,
 - deponija za nenevarne odpadke,
 - deponija za inertne odpadke.

Za vsako vrsto odlagališča je določeno kateri odpadki se lahko odlagajo in kaj je na njih prepovedano odlagati. Ni nujno, da se vsako odlagališče uvrsti le v eno od vrst odlagališč. V primeru, da ima odlagališče različna odlagalna polja, glede na odpadke, ki se na njih odlagajo, lahko odlagališče uvrščamo v vse tri vrste odlagališč (Špacapan, 2008).

Pri klasičnem deponiranju odpadkov se običajno dosega stisljivost odpadkov s specifično težo 550 – 650 kg/m³. Omenjena vrednost pa je odvisna od vrste odpadkov, zato ne velja za vse odpadke (Samec, 2005).

Odlagališča imajo velik negativen vpliv na tla, vodo (predvsem podtalnico) in na ozračje. Obseg negativnega vpliva na okolje ter vrsta in trajanje emisij pa so odvisne od lastnosti odloženih odpadkov, tehnične opremljenosti odlagališč in v veliki meri tudi od lokacije odlagališča (Majoranc, 2013).

Posebno pozornost posvečamo predvsem problemu izcednih vod in deponijskemu plinu, ki je posledica anaerobnega procesa v telesu deponije (Samec, 2005).

3.8 Odlagališčni plin

Odlagališčni plin nastane zaradi odloženih odpadkov. Nastajanje le tega je posledica biološke razgradnje, v odlagališče vgrajenih organskih snovi.

Glavni dejavniki, ki vplivajo na nastanek odlagališčnega plina (Likar, 2010):

- sestava odpadkov (organska snov v odpadkih pogojuje nastanek odlagališčnega plina, več kot je organske snovi, več plina nastane pri bakterijski razgradnji),
- kisik v odlagališču (ko se v odlagališču porabi ves kisik, bakterije pričnejo proizvajati metan, večja kot je koncentracija kisika v odlagališču, dlje časa bodo aerobne bakterije razkrajale odpadke),
- vsebnost vlage (vlaga v odlagališču pospešuje nastanek odlagališčnega plina, saj pospešuje rast bakterij in pripomore k transportu nutrientov ter bakterij enakomerno med odpadki),
- temperatura (višje temperature pospešujejo rast bakterijske aktivnosti in posledično tudi nastanek odlagališčnega plina),

- starost odpadkov (odpadki, ki se nahajajo manj časa na odlagališču, bodo proizvajali več plina kakor starejši odpadki).

Deponijski plin, je sestavljen pretežno iz metana in ogljikovega dioksida, katera sta tipična produkta anaerobnega mikrobnega razkroja organskih sestavin odloženih odpadkov (European commission, 2006). Ker metan velja za požarno nevaren plin, lahko pride do nevarnih požarov v notranjosti ali pa na površini odlagališča. Za okolje so veliko bolj moteči plini, ki so strupeni in imajo zelo neprijeten vonj (NH_3 , H_2S , mekraptani, tiofeni, itd.).

Tipična sestava deponijskega plina:

- metan (CH_4),
- ogljikov dioksid (CO_2),
- dušik (N_2),
- vodikov sulfid (H_2S),
- amoniak (NH_3),
- kisik (O_2),
- merkaptani,
- tiofeni..

Odsesavanje odlagališčnih plinov na odlagališčih poteka s pomočjo vgrajenih cevovodov v telesu deponije. Gre za mrežo cevovodov, v katerih je potrebno ohranjati minimalni podtlak, ki omogoča vsesovanje nastalega deponijskega plina v cevovode. Cevovodi so povezani z plinjaki, to so navpični kovinski opaži, v katerih se skrivajo zbiralniki odlagališčnega plina. Ti so razporejeni po površini deponije, na vsakih nekaj deset metrov.

S sistemom zajetja odlagališčnega plina se prepreči nezaželeno uhajanje nastalega odlagališčnega plina v atmosfero, hkrati pa se lahko odlagališčni plin koristni izrabi.

Navadno se zajeti plin sežge (kurjenje na bakli), s tem se delno prepreči onesnaževanje ozračja s škodljivimi snovmi. Za dokončno ekološko rešitev je potrebno zagotoviti še ustrezno čiščenje dimnih plinov. Obstajajo pa tudi druge možnosti, kot je energijsko izkoriščamo preko plinskih motorjev za proizvodnjo električne energije ali kot energent za proizvodnjo toplotne energije v kotlarnah (European commission, 2006). Tudi v tem primeru je potrebno zagotoviti ustrezno čiščenje dimnih plinov.

3.9 Izcedne vode iz odlagališč odpadkov

Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št.10/14) izcedne vode definira, kot vse tekočine, ki se izcejajo iz odloženih odpadkov in se odvajajo ali zadržujejo znotraj telesa odlagališča.

Izcedna voda je v telesu odlagališča odpadkov nastajajoča voda, ki nastane zlasti iz padavinske vode, ki prodira v telo odlagališča in se tu onesnaži zaradi izluževanja, iz onesnažene presežne vode, ki se izceja iz odpadkov z visoko vsebnostjo vode, in iz vode, ki nastaja zaradi razgrajevanja odpadkov. Gre za posebno vrsto odpadne vode, ki vsebuje suspendirane in raztopljene delce odpadkov ter produkte razgradnje odpadkov s številnimi mikroorganizmi (Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov).

Sestava izcedne vode se spreminja. Spremembe so najbolj odvisne od vrste in debeline sloja odloženih odpadkov, oblike in načina obratovanja deponije ter interakcije izcednih vod z okolico. Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na nihanja v kakovosti izcednih vod, so (Petrinič, 2013):

- sestava odpadkov in njihova spremenljivost (določata hitrost procesov razgradnje v deponiji),
- temperatura v deponijskem telesu (niha glede na letni čas in vpliva na rast), mikroorganizmov in hitrost kemijskih reakcij),
- debelina odloženega sloja (debeli sloji odpadkov potrebujejo večje količine vode, da se doseže nasičenje, razgrajujejo se dalj časa),
- način odlaganja odpadkov:
 - zmleti odpadki zvišujejo koncentracije onesnaževal, večajo stopnjo razgradnje odpadkov in tudi celotna masa onesnaževal, ki se izloči na enoto izcednih vod, je višja v primerjavi z nezdobljenimi odpadki,
 - odlaganje trdnih odpadkov skupaj z blatom iz čistilnih naprav lahko ugodno vpliva na procese razgradnje zaradi vnosa mikroorganizmov, vlage in nutrientov,
 - odlaganje komunalnih odpadkov skupaj z odpadki, kot so pepel in apno, povzroči zmanjšanje mobilnosti nevarnih komponent, kot so težke kovine in strupene snovi, v izcedne vode,
 - prisotnost strupenih snovi v odloženih odpadkih zavira biorazgradnjo in izluževanje snovi v izcedno vodo ter njihovo nadaljnje širjenje v okolje,
- starost deponijskega polja (s staranjem deponije koncentracija organskih snovi v izcedni vodi pada hitreje kot koncentracija anorganskih, ker se organske snovi razgrajujejo in izpirajo, anorganske snovi se odstranjujejo samo z izpiranjem) in
- vlaga (močno vpliva na hitrost razgradnje, saj je eden od glavnih dejavnikov, ki pomagajo pri izmenjavi substrata, nutrientov in redčenju inhibitorjev, ter širjenju mikroorganizmov).

Onesnaževala, ki jih najdemo v izcednih vodah lahko razdelimo v štiri glavne skupine (Šmigoc, 2011):

- organske snovi, kot so KPK, BPK₅, raztopljene organske snovi (izražene kot raztopljeni organski ogljik (TOC) in lahkohlapne maščobne kisline,
- anorganske mikrokomponente, kot so kalcij (Ca²⁺), magnezij (Mg²⁺), natrij (Na⁺), kalij (K⁺), amonij (NH₄⁺), železo (Fe²⁺), klorid (Cl⁻), sulfat (SO₄²⁻) in hidrogen karbonat (HCO₃⁻),
- težke kovine kot so kadmij (Cd), krom (Cr), baker (Cu), nikelj (Ni), cink (Zn) in svinec (Pb),
- organsko nerazgradljive snovi kot so aromatski ogljikovodiki, pesticidi, klorirane alifatske spojine.

4 TEHNOLOŠKE REŠITVE NA PODROČJU RAVNANJA Z ODPADKI

4.1 Ločeno zbiranje

Ločeno zbiranje odpadkov iz gospodinjstev pomeni skrbno in strokovno razvrščanje odpadkov na izvoru, kjer nastanejo, in njihovo pravilno prepuščanje na predvidenih mestih zanje. Bistvo ločenega zbiranja odpadkov je, da le te ločimo in tako usmerimo v ustrezno tehnologijo predelave in reciklaže. Na tak način vplivamo na zmanjšano porabo naravnih virov.

Cilji ločenega zbiranja so:

- zmanjšanje količine odpadkov, ki so namenjeni odlaganju, in podaljšanje življenjske dobe odlagališč,
- ponovna uporaba zbranih sekundarnih surovin in zmanjšanje porabe naravnih virov,
- kompostiranje bioloških odpadkov in zmanjšanje neprijetnih vonjav v okolici odlagališča,
- ločeno zbiranje nevarnih odpadkov in zmanjšanje nevarnosti za okolje,
- aktivno sodelovanje občanov pri zbiranju odpadkov.

Priručnik za pravilno ravnanje z odpadki Komunalnega podjetja Kranj navaja, da, če odpadke ločeno zberemo, jih predelamo in ponovno uporabimo, pomeni:

- da zmanjšujemo količine odpadkov, ki se odlagajo,
- da zmanjšujemo stroške ravnanja z odpadki,
- da zmanjšujemo količino energije, ki je potrebna za proizvodnjo novih izdelkov,
- da zmanjšujemo onesnaževanje okolja,
- da zmanjšujemo porabo naravnih virov.

4.2 Ponovna uporaba

Najprej si moramo ljudje prizadevati in ravnati tako, da ustvarimo čim manj odpadkov. Torej je na prvem mestu preventiva. Nato sledi ponovna uporaba odpadnih snovi, izdelkov.

Odpadki ne sodijo samo na deponije, temveč predstavljajo tudi potencialne surovine. Prav zaradi tega se odpadke vse bolj preusmerja v tehnološko vrhunsko razvito industrijo za predelavo v koristne surovine, kompost ali gorivo. Pri tem postopku preobrazbe odpadkov v ponovno uporabne surovine pa lahko sodeluje prav vsak posameznik in to s tem, da upošteva in izvaja ločeno zbiranje odpadkov. Tako se ohrani možnost njihove ponovne uporabe, na odlagališča pa se odloži le tiste odpadke, ki jih ni mogoče predelati ali kakorkoli uporabiti.

Pri ponovni uporabi stvari ostanejo stvari, ki se ponovno uporabijo, v prvotni oziroma enaki obliki. Tak način je celo boljši od reciklaže, o kateri bo več napisanega v nadaljevanju. Preden kakšno stvar zavržemo kot odpadke je vredno premisliti, ali jo je mogoče ponovno uporabiti. Obstaja veliko načinov, kako je mogoče stvar ponovno uporabiti.

S ponovno uporabo odpadnih materialov dosežemo dva cilja:

- razbremenimo okolje, saj odpadka ni potrebno odlagati,
- hkrati pa zmanjšamo potrebo po naravnih virih materiala.

Ponovna uporaba je pogosto odvisna od drugih dejavnikov, tudi od ekonomskega. V splošnem je ekonomski dejavnik ponovne uporabe odvisen od cene odlaganja, cene transporta odpadkov do mesta ponovne uporabe in od obstoječih okoljevarstvenih predpisov ter morebitnega porasta stroškov zaradi dodatnih analiz, pogostejše tekoče kontrole ali modificiranja tehnologije vgrajevanja v primerjavi z naravnimi materiali.

4.3 Reciklaža

Recikliranje oz. reciklaža je proces predelave že uporabljenih, odpadnih snovi. Gre za sodoben način ravnanja z odpadki. Če odpadne snovi ni mogoče ponovno uporabiti, je naslednji najboljši korak recikliranje. Z recikliranjem je možno zmanjšati količine odpadkov, prav tako pa privarčevati z naravnimi viri in energijo.

Glede recikliranja velja naslednje (Kržan, 1998):

- Recikliranje je kompleksna aktivnost, ki ni odvisna le od tehnologije, ampak tudi od drugih dejavnikov zunaj raziskovalnega in industrijskega okvira.
- Učinkovitost je odvisna od zbiranja in ločevanja odpadnega materiala, ki sta najdražja procesa reciklaže, kar samo po sebi potrjuje njun pomen.
- Po zbiranju in ločevanju sledi predelava materiala, proizvod pa mora imeti znano uporabo in kupca. Prav pomanjkanje načrtovanja pri tem delu procesa recikliranja se je v nekaterih velikih programih izkazalo kot glavna pomanjkljivost.
- Stanje je dodatno zapleteno s sociološko komponento, saj je recikliranje odvisno od pripravljenosti uporabnikov, da odpadke zbirajo.
- To je mogoče doseči z ekološkim ozaveščanjem in izobraževanjem, pri čemer pa obstaja nevarnost, da vse skupaj zaide v ekološki fanatizem, ki pogosto nima veliko skupnega z realnostjo in je v končni fazi škodljiv.

- Pri spodbujanju recikliranja ima pomembno vlogo zakonska regulativa, ki lahko neposredno zahteva recikliranje ali ga na stimulativen način promovira.
- Preobsežna regulativa pa lahko vodi do neučinkovite in predrage reciklaže, kar ima nasprotno učinke od zelenih.

Najbolj razširjene vrste odpadkov, primernih za recikliranje, so:

- embalaža (papir, steklo, les, plastika),
- odpadki iz gradbeništva (beton, asfalt, kovine, steklo),
- industrijski odpadki (lesni, gume, kovine ...),
- vozila,
- električna in elektronska oprema.

4.4 Toplotna obdelava (izraba)

Za toplotno obdelavo odpadkov velja, da spada pod tisti način ravnanja z odpadki, ki je najbolj primeren in ustrezen način, tako z vidika koristne uporabe kot tudi z vidika varstva okolja.

V nadaljevanju so predstavljeni nekateri procesi toplotne obdelave (Škafar, 2005).

- Sežiganje je termični proces, ki poteka pri temperaturi do 1000 °C, kar pomeni, da je primeren za procesiranje odpadkov iz gospodinjstev ali mogoče še za nekatere vrste nevarnih industrijskih odpadkov.
- Piroliza je proces, pri katerem se trdne snovi (odpadki) termično razgradijo brez prisotnosti kisika, kar pomeni, da ne pride do oksidacije kot pri drugih dveh procesih termične obdelave, temveč le do razpada, zaradi povišane temperature, ki ji je snov izpostavljena. Tak postopek se uporablja predvsem pri odpadkih, ki vsebujejo organske molekule, pri tem pa kot produkti nastanejo plini, katran, v vodi netopna olja, vodne raztopine očetne kisline, metanola in drugih organskih spojin ter trdni ostanki. Prednost je predvsem v tem, da so plini, ki nastanejo pri tem procesu, v večini primerov dobri kot gorivo za sekundarni vir toplote in jih ni potrebno čistiti. Slaba stran je, da je v postopek potrebno vložiti veliko energije za termični razpad substanc, zato je, razen v nekaterih specifičnih primerih, neekonomičen za procesiranje odpadkov.
- Incineracija je visokotemperaturna molekulska destrukcija običajno organskih spojin. Temperaturni razpon za proces je običajno od 1100 °C do 1500 °C, lahko tudi več. Gre za zbir kemijsko-fizikalnih procesov, ki se dogajajo pri tem postopku. Kemijski procesi so, poleg razpada molekul zaradi temperature, še kontrolirana oksidacija ali redukcija in zato včasih

nezaželjeno spajanje posameznih molekulskih spojin v nove spojine. Incineracija mora zagotoviti:

- volumsko redukcijo snovi,
- temperaturno konverzijo materialov v neškodljive pline,
- da so trdni ostanki po procesu svojih lastnosti interni in sprejemljivi za okolje,
- izkoriščanje kalorične vrednosti snovi, ki vstopajo v proces; toplota se uporablja za vodenje procesa ali za rekuperacijo.

S toplotno obdelavo odpadkov je mogoče ob najzahtevnejših okoljevarstvenih omejitvah najbolj izrazito zmanjšati prostornino odpadkov, koristno izrabiti njihovo energetske vrednost in še dodatno zmanjšati njihov nevarnostni potencial (Samec, 2005).

Z varno končno oskrbo odpadkov, ki jih ni mogoče reciklirati ali ponovno uporabiti se le ti lahko toplotno obdelajo z izrabo energetske vrednosti odpadkov, sežgejo ali odlagajo.

Statistično gledano vsak prebivalec Slovenije ustvari slab kilogram in pol odpadkov dnevno in od te količine odpadkov je samo manjši del primeren za energijsko izrabo, saj je predhodno potrebno smiselno izrabiti ostale prednostne postopke in sistem ravnanja z odpadki.

4.5 Odlaganje (deponiranje) odpadkov

Odlaganje odpadkov je pravzaprav zadnji oz. končni postopek pri odstranjevanju odpadkov. Preden pride do tega bi morali biti odpadki procesirani in materialno ter energetske izrabljeni. Pri tem je potrebno upoštevati vrsto odpadkov, njegove lastnosti, sam postopek in njegovo ceno, možnost maksimalne izrabe v energetske smislu ipd.

Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14) določa obvezna ravnanja in druge pogoje za odlaganje odpadkov ter pogoje in ukrepe v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč odpadkov ter ravnanja po njihovem zaprtju.

Glavni načini, ki so se ali se še uporabljajo za končno odlaganje ali deponiranje odpadkov, so (Škafar, 2005):

- Odlaganje na površino zemlje, ki je najstarejši postopek odlaganja tako za posebne, kakor tudi za nenevarne ali komunalne odpadke.

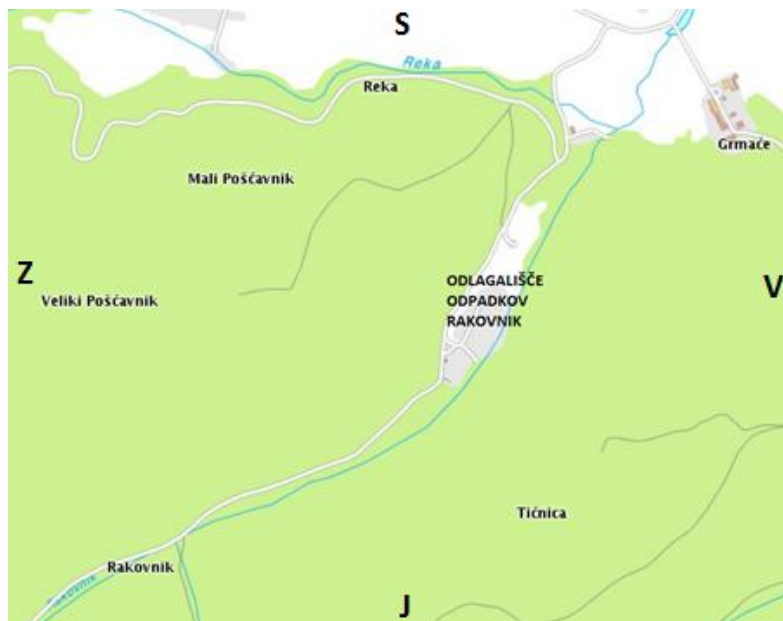
- Injiciranje odpadkov globoko pod zemljo. Gre za postopek, ki se uporablja še danes, čeprav redko. V poštev pride za injiciranje tekočih odpadkov pod nivo podtalnice, tako da odpadki ne pridejo v stik z vodo. Postopek je izredno drag, uporablja pa se za nekatere odpadke petrokemične industrije, predvsem na področjih, ki so daleč od naselij.
- Odlaganje odpadkov (posebnih) v oceane. Ta postopek je sicer po mednarodni zakonodaji prepovedan, čeprav se je pogosto uporabljal, in sicer v povezavi z incineratorji, nameščenimi na ladjah, kjer so procesirali nevarne odpadke, ostanke pa metali v oceane. Kljub sankcijam in prepovedi se ta način marsikje uporablja še danes.
- Odlaganje v opuščene rudnike. Gre za primeren postopek odlaganja posebnih ali celo nevarnih odpadkov. Obe vrsti morata biti pred odlaganjem ustrezno obdelani po postopkih, ki zagotavljajo popolno imobilnost in nevtralnost substanc v odpadkih. Tak postopek je dražji, tehnično-tehnološko zahtevnejši, vendar dolgoročno izredno varen. Prednost je predvsem v tem, da ni potrebno uporabiti novih površin za deponije, hkrati pa mnogokrat tudi pomeni celo delno vzdrževanje rudnika pred posedanjem. Najbolje je tak postopek izvesti v opuščenih rudnikih soli, ki so globoko pod zemljo (tudi do 900 m) in zaradi tega odpadki ne morejo priti v stik s podtalnico.

Za umestitev odlagališča v okolje je najpomembnejša primerna lokacija. Predhodno je potrebno dobro preučiti ranljivost prostora in ugotoviti, katera območja so ekološko bolj in katera manj občutljiva. Prav tako je zaželeno, da deponija leži čim bližje poglavitnim virom odpadkov, sicer nastajajo veliki stroški pri transportu odpadkov. To je v preteklosti veljalo za enega glavnih kriterijev za izbor lokacije odlagališča, vendar pa je prav zaradi tega veliko odlagališč v neposredni bližini urbanih in industrijskih centrov, kar se je izkazalo za zelo moteče. Do deponije mora biti zagotovljena tudi ustrezna infrastruktura (vodovod, elektrika, telefon).

Ne smemo pozabiti omeniti divjih odlagališč, ki veljajo za zelo neurejena in okolju neprijazna. Divja odlagališča se med seboj razlikujejo po velikosti, lokaciji, vrsti in strukturi odpadkov, frekvenci dovoza, zunanji podobi ... Divja odlagališča veljajo za zelo moteča in nezaželena, lahko tudi nevarna, če so odloženi nevarni odpadki. V grobem lahko divja odlagališča razdelimo na manjša odlagališča, kjer gre predvsem za drobne gospodinjske odpadke, in pa večja odlagališča, kjer so odložene večje količine in vrste odpadkov. Ne glede na velikost ima vsako odlagališče neposreden vpliv na kakovost bivalnega okolja.

5 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

5.1 Geografska lega



Slika 6: Odlagališče odpadkov Rakovnik (Zavrstnik, 2014)

Odlagališče Rakovnik se nahaja približno 1 km jugozahodno od naselja Šmartno pri Litiji, južno od vasi Zavrstnik oziroma zahodno od kraja Grmače. Odlagališče leži v dolini potoka Rakovnik med vzpetinama Tičnica na jugovzhodni strani ter Veliki in Mali Poščavnik na severozahodni strani. Dolina oziroma grapa se širi v smeri proti jugozahodu iz doline Reke med Zavrstnikom in Šmartnim je razmeroma široka in se proti jugozahodu razcepi v dva kraka: nadaljevanje Rakovnika in v Dolgo dolino. Oba kraka se razcepita v več manjših grap, ki se proti koncu razmeroma strmo dvigajo do orografske razvodnice (Fortuna, 2012).

Okolica deponije je poraščena z gozdom, rahlo zamočvirjena in nenaseljena. Naseljeno je območje severovzhodno od deponije, približno 500 m oddaljeno od deponije. Tam so tudi travniki in pašniki, na katerih se pase živina KZ Litija.

Lastnik zemljišča, kjer leži odlagališče, je Kmetijsko gozdarska zadruga Litija, s katero je imela IUV najemno pogodbo.

5.2 Splošni opis odlagališča

Odlagališče odpadkov Rakovnik je začelo delovati leta 1969. Odlagališče je uporabljala IUUV za odlaganje usnjarskih odpadkov in to vse do avgusta 2007. Ker odlagališče do julija 2003 ni bilo ograjeno, so bili na njem odloženi tudi nekateri drugi odpadki, ki so jih pripeljali krajani iz okolice.

Odlagališče ima ovalno obliko in celotna površina meri preko 11 000 m². Globina odlagališča na severnem delu je od 10 do 15 m, ob dovozni poti okoli 5 m, na južnem delu pa preko 4 m. Trenutno je celotno odlagališče ozelenjeno oziroma zaraščeno z avtohtono vegetacijo, vključno z brežinami.

Ob vzhodni strani odlagališča, ob hribu, so deloma postavljene kanalete, z iztokom v potok Rakovnik, njihov namen pa je prestrezanje meteorne vode z brežine. Trenutno so v slabšem stanju, saj ni rednega vzdrževanja odlagališča. Na zahodni strani odlagališča, ob hribu in dovozni cesti, pa se zaledne vode odvajajo po zelo neurejenemu jarku, ki je usmerjen proti potoku. Na drugi strani dovozne ceste, pred brežino odlagališča, je manjši kanal, ki naj bi lovil izcedne vode. Pod kanalom naj bi potekala drenažna cev, ki bi morala loviti te vode, vendar na licu mesta zadeva izgleda drugače.

Potok Rakovnik teče po betonskih ceveh pod odlagališčem, ob njegovem desnem robu, v dolžini 230 m. Zacevitev je potekala leta 1988, v istem letu je bilo odlagališče opremljeno tudi z drenažnim sistemom za prestrezanje izcedne vode (padavine, ki padejo na odlagališče in pronicajo skozenj). Izcedna voda se zbira v zbiralnem bazenu ob vznožju odlagališča. Zbiralni bazen je dimenzij 14 m x 10 m x 2 m, raziskave pa so že leta 1993 pokazale, da bazen ni vodotesen.



Slika 7: Prikaz zbiralnega bazena za izcedne vode (lasten posnetek)

Do 20. 8. 2007 so se izcedne vode iz zbiralnega bazena odvažale na mehansko-kemično čistilno napravo v Šmartnem pri Litiji, od 21. 8. 2007 dalje pa jih je podjetje Agrogradnja d.o.o. odvažalo na

bivšo industrijsko čistilno napravo Industrija usnja Vrhnika, na lokaciji Vrhnika. Omenjena čistilna naprava je obsegala:

- lovilec olj,
- bazen, ki je bil v preteklosti namenjen doziranju obarjalnih sredstev, in
- biološko čistilno napravo (3 večji oksidacijski bazeni in naknadni usedalnik).

Zadnja leta pa odvoz izcednih vod iz odlagališča izvaja VGP Drava, in sicer v Ljubljano, natančneje na Snago, kjer je obstoječa čistilna naprava (Izlakar, 2014). V naslednji preglednici so navedene količine izcedne vode od leta 2005 do 2007.

Preglednica 4: Količine izcedne vode za obdobje 2005 – 2007 (Klemenc, 2007)

Leto	Količina (m ³)
2005	9.959
2006	8.030
2007	8.746

5.3 Značilnosti območja deponije Rakovnik

5.3.1 Hidrološke razmere

Največji vodotok v bližini je reka Sava, ki teče približno 1,7 km severno od odlagališča. Preko Save površinske vode odteka v Donavo in Črno morje. Na območju deponije je glavni vodotok Rakovnik, ki prečka deponijo in se približno 300 m dolvodno izlije v potok Reka, ta pa v Savo. (Fortuna, 2012)

Povprečni pretok Rakovnika je relativno velik in znaša 21 l/s, minimalni pretok pa 5 l/s.

Dolina Rakovnika je zasuta z aluvialnimi naplavinami, ki jih je ob neurjih odložil potok Rakovnik, ki ima obsežno zaledno območje. Aluvialne naplavine imajo poleg gruščastega materiala tudi precej glinaste in peščene komponente, kar je posledica tega, da kamnine v zaledju sestavljajo permokarbonske klastične kamnine. Po oceni so aluvialne naplavine debele tudi do 10 metrov. Sestavljene so iz peščeno-grušnatih nanosov. (Ribičič, 2005)

Ob visokih vodah je potok Rakovnik, ki ima zelo obsežno zaledje, že vidno erodiral brežine na obeh straneh doline, kar je najbolj razvidno na desni strani struge, kjer je kamnina razgaljena. (Ribičič, 2005)

Večji del vode, ki priteče do lokacije odlagališča priteče iz Dolge doline (sotočje z Rakovnikom je približno 500 m gorvodno od sedanjega odlagališča), ostalo je iz Rakovnika in nekaj manjših izvirov iz pobočja Velikega Poščavnika. Vsi izviri izvirajo iz preperelega peščenega skrilavca, izvorno mesto pa je spremenljivo glede na vodno stanje. Izjema je izvir ob blizu sotočja Rakovnika in Dolge doline, ki izvira tik ob cesti in je urejen kot manjše zajetje. V izvir je zabetonirana kovinska cev, skozi katero izvira voda. Dolina je od omenjenega sotočja do odlagališča močno zamočvirjena. (Brenčič, 2005).

V okolici sedanjega odlagališča odpadkov je leta 2005 Geološki zavod Slovenije na površinskih vodotokih opravil nekaj meritev elektroprevodnosti, temperature in oceno pretokov. Pri opisu vodnih pojavov so karakteristike v oklepaju podane v naslednjem vrstnem redu: elektroprevodnost v $\mu\text{S/cm}$, temperatura v $^{\circ}\text{C}$ in pretok vode v l/s. Meritev gorvodno od odlagališča, tik pred odlagališčem (354,12.5,<10), in pa še dve meritvi dolvodno od odlagališča (405,12.9,<10) in še malo nižje (450,13,<10) kažejo na to nekaj izcedne vode iz odlagališča pride v potok, kljub temu, da se izcedne vode lovijo v zbiralniku izcednih vod. Tik pod odlagališčem, blizu bazena je merilno mesto, ki dokazuje (15200,18,mezi), da izcedna voda pušča skozi bermo nasipa in se pojavi na površju. (Brenčič, 2005).

5.3.2 Geološke razmere

Na območju deponije se grapa nekoliko razširi. Na obe strani se iz grape dvigajo brežine, poraščene z gozdom, medtem ko je sama grapa poraščena z grmovjem, razen na območju deponije. Nagib pobočja se spreminja od zelo strmega do srednje nagnjenega. V pobočje so vrezane grape, ki imajo, kadar so brez vodotoka, široko ovalno obliko, kadar pa po njih teče potok, obliko črke V s strmimi bregovi. Grebeni so zaobljeni (Ribičič, 2005).

Po podatkih geološke karte ter izvrtanih plitvih raziskovalnih vrtin se širše območje odlagališča Rakovnik nahaja na območju aluvialno-deluvialnega nanosa pootoka Rakovnik ter pobočnih gruščev. Potok Rakovnik predstavlja erozijsko bazo ožjega področja. Ožje območje deponije Rakovnik sestavljajo kvartarne, triasne in permokarbonske plasti.

Približno po sredini doline poteka močna ektonska cona, ki loči triasne plasti od permokarbonskih. Na levem bregu doline, na območju deponije, so vodoneprepustne plasti glinenih skrilavcev in peščenjakov ter le na krajšem odseku močno tektonsko zdobljen dolomit, ki je spremenjen v milonit.

Desni breg potoka, na območju deponije sestavlja v glavnem srednjetriasni močno tektonsko porušeni dolomit in na skrajnem južnem delu deponije srednjetriasne kamnine, tu se menjajo plasti apnenca, meljevca in skrilavca. (Fortuna, 2012)

5.4 Status in dokumentacija odlagališča

Odlagališče je bilo leta 2001 pri tedanjem Ministrstvu za okolje, prostor in energijo registrirano kot odlagališče nenevarnih usnjarskih odpadkov, katerega za lastne potrebe uporablja IUUV. Torej je uradni upravljalec odlagališča IUUV. Na sodišču je bilo več obravnav glede omenjega podjetja, 22. 8. 2013 pa je Agencija Republike Slovenije za okolje izdala odločbo. V tej odločbi je zapisano, da mora upravljalec zaprtega odlagališča, stečajno podjetje IUUV Industrija usnja Vrhnika d.d., v časovnem obdobju najmanj 10 let zagotavljati izvajanje zahtevanega obratovalnega monitoringa, določenega s predpisi. V odločbi je tudi določeno, da omenjeno odlagališče nenevarnih odpadkov Rakovnik z dokončnostjo omenjene odločbe pridobi status zaprtega odlagališča..

Za odlagališče ni bilo nikoli pridobljeno uporabno dovoljenje za obratovanje, pač pa samo lokacijsko dovoljenje (11. 7. 1988) za zacevitev potoka Rakovnik in gradbeno dovoljenje za nekatera pripravljala dela (21. 7. 1988) kot so ureditev gradbišča, ureditev dovozne poti za dostop mehanizacije in čiščenje brežin potoka. Za ureditev vodnega režima so bila poleg lokacijskega dovoljenja pridobljena še določena soglasja. Postopek pridobitve gradbenega dovoljenja za celotna dela je bil večkrat obnovljen, vendar nikoli zaključen, zaradi različnih formalnih razlogov.

Lokacija je bila kot odlagališče evidentirana tudi v občinskem planu in predvidevana za ureditev regijskega odlagališča nenevarnih komunalnih odpadkov. Leta 2003 je bila opravljena študija za ugotovitev primernosti lokacije nameravane regionalne deponije nenevarnih komunalnih odpadkov na mestu in z razširitvijo ter sanacijo sedanje deponije usnjarskih odpadkov. Celotni stroški takšne investicije so bili ocenjeni zelo visoko, tako da se je projekt ustavil. Leta 2005 pa je bila podana ideja o preureditvi industrijskega odlagališča v odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov. Podana so bila nekatera ekspertna mnenja strokovnjakov, na podlagi opravljenih analiz kot so hidro-geološke in inženirsko-geološke razmere, ki so bile ocenjene kot zelo zahtevne. Tako odlagališče ni prišlo v ožji izbor območij za postavitev jedrskega skladišča.

5.5 Opis načrtovanja in izvedbe zacevitve potoka Rakovnik

Zacevitev potoka Rakovnik je izvedel VGP Hidrotehnik leta 1988, glede na tedanje tehnično poročilo sledeče (Globokar, 1988):

Na podlagi podatkov o velikosti prispevne površine ($F = 1,64 \text{ km}^2$) in povprečne letne višine padavin ($H = 1235 \text{ mm}$) je bila izvrednotena stoletna voda, ki znaša: $Q_{100} = 8,06 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vrednosti visokih vod ostale pogostosti so:

- $Q_{50} = 6,78 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{20} = 5,39 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_{10} = 4,53 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_5 = 3,81 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_1 = 2,55 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $Q_N = 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Regulacija potoka Rakovnik je bila izvedena v ceveh in trapeznem profilu. Trapezni profil je bil izveden na odseku dolžine 30 m gorvodno od vtočnega objekta, kot priključek na obstoječo strugo. Trapezni profil je bil v dnu širok 1,5 m, z nagibom brežin 1:1,5. Brežine so bile do višine 0,7 m zavarovane s strojnim lomljencem, nad tem pa sta bili brežini do kote terena zasajeni s travo. Vzdolžni padec profila je znašal 1 %. Pri normalni globini 1,10 m bi prevajal $Q_{100} = 8,06 \text{ m}^3/\text{s}$.

Skozi leta so se izvajala še dodatna dela, zato se je oblika trapeznega profila popolnoma spremenila in je danes tako rekoč ni več.

Na odseku 230 m so bile položene betonske cevi premera 140 cm, ki so se praktično prilagajale trasi obstoječe struge. Vzdolžni padec položenih cevi je 2,5 %, kar omogoča pretok $Q = 9,463 \text{ m}^3/\text{s}$, kar je več kot Q_{100} . Cevi so bile položene v beton, tudi stiki med cevmi so bili zafugirani s fino cementno malto ter obdelani s hladnim bitumenskim premazom, na katerega se je privaril izitekt. Ob cevi, na vsaki strani in po celotni dolžini, sta bili položeni drenažni cevi, premera 125 mm. Cevi sta bili položeni na glinen naboj in zasuti najprej z gramoznim filtrom. Naloga teh drenažnih cevi je odvajanje izcejajočih vod iz deponije in preprečevanje vdora teh vod v cevi, skozi katere teče potok.

Vtočni objekt, kjer se potok izliva v cev, je bil izveden kot peskolov z dimenzijami dolžine 4,0 m, širine 2,0 m in višine 2,40 m. Debelina sten pa je 25 cm. Na vtoku v peskolov so izvedene grablje za lovljenje plavin (Globokar, 1988).

5.6 Vrsta in količina odloženih odpadkov

Spodaj je prikazan seznam posameznih vrst in količin odpadkov, katere je IUUV odložil na odlagališče Rakovnik. Odpadke označujejo šestmestne klasifikacijske številke določene s predpisi. Prikazane so količine odpadkov, za katere je IUUV uradno priznal, da jih je odložil. Podatka, od katerega leta dalje so odpadke začeli evidentirati in tehtati, ni bilo na voljo, zato prikazane količine niso ravno prikazatelj realnega stanja odloženih odpadkov.

Datum, ko se je na odlagališče prenehalo odlagati odpadke je 31.8.2007.

Preglednica 5: Vrsta in količina odloženih odpadkov do konca leta 2007 (Klemenc, 2007)

Zap. št.	Klasifikacijska številka	Naziv odpadka	Celotna količina odloženih odpadkov (t)	Postopek odstranjevanja odpadkov
Nenevarni odpadki				
	0 4 0 1 0 1	mezdra in odpadni luženi cepljenec	2.417	odlaganje
	0 4 0 1 0 8	odpad. strojeno usnje, ki vsebuje krom	17.508	odlaganje
	0 4 0 1 0 9	odpadki iz dodelave krzna in usnja	2.445	odlaganje
	0 4 0 1 0 6	mulj iz čišč. odp. vod, ki vsebujejo krom	34.530	odlaganje
	2 0 0 3 0 1	mešani komunalnim podobni odpadki	1.661	odlaganje
SKUPNA KOLIČINA (odloženih odpadkov iz IUV)			58.561	odlaganje

Podroben opis usnjarskih in krznarskih odpadkov je opisan že v poglavju 3, vendar vsekakor je dobro ponovno omeniti, da se pri proizvodnji uporabljajo naslednje kemikalije v večjih količinah: površinsko aktivne snovi, emulgatorje, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaCl , HCOOH , $\text{H}_2(\text{SO})_4$, kromove (III) soli, encimatska sredstva, razna barvila... Omenjene kemikalije, ki predstavljajo grožnjo okolju, so vsekakor vsebovane v odloženih odpadkih, ki so prikazani v zgornji preglednici 5.

V nadaljevanju so prikazane slike iz odlagališča Rakovnik, ko je bilo v obratovanje. Nekatere slike dokazujejo, da so se na odlagališču odlagali tudi drugi odpadki, ki v zgornji preglednici niso označeni pod ustrezno šestmestno klasifikacijsko številko.



Slika 8: Fotografija, ki prikazuje stanje na odlagališču Rakovnik iz dne 16.4. 2005 (Slanc, 2005)



Slika 9: Fotografija, ki prikazuje stanje na odlagališču Rakovnik iz dne 9.9. 2006 (Slanc, 2006)

Vse odpadke na deponiji so v višini 30–50cm prekrili z jalovino iz kamnoloma in drugi pridobljeni inertni materiali. Po vrhu tega pa je še z 1 m debelo plastjo komposta IUUV, ki služi kot rekultivacijski sloj. Prekrivanje s kompostom je potekalo od severnega proti južnemu delu odlagališča, v nagibu 2–3 %, v prečni smeri od vzhoda proti zahodu.

Glede primernosti komposta oziroma biološko obdelanega odpadnega blata za prekrivanje odlagališča, je bila 26.6.2006 v Kemijskem inštitutu, Ljubljana opravljena analiza. Ta je pokazala prekoračeni vrednosti antimona (rezultat: 0,12 mg/kg s.s., mejna vrednost: 0,06 mg/kg s.s.) in celotnega kroma (rezultat: 6 mg/kg s.s., mejna vrednost: 0,5 mg/kg s.s.).

Ne glede na te prekoračene vrednosti, se je kompost uporabil, saj se po 38. členu 4. odstavka takrat veljavne Uredbe o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS 32/06,) se za rekultivacijsko plast lahko uporabijo komposti in drugi biološko obdelani odpadki, ki po sestavi sicer ne izpolnjujejo pogojev iz predpisa, ki ureja vnos v tla, vendar noben od parametrov njihovih izlužkov, razen celotnih raztopljenih snovi in DOC, ne sme presegati vrednosti parametrov izlužka, ki veljajo za odlaganje na odlagališča za inertne odpadke. Ne glede na določbe prejšnjega odstavka lahko ministrstvo v 5. členu upravljavcu odlagališča dovoli uporabo komposta ali drugih biološko obdelanih trdnih odpadkov, pri katerih največ 2 parametra njegovega izlužka presegata vrednosti, ki veljajo za odlaganje na odlagališča za inertne odpadke, pri tem pa ne presegata vrednosti, ki veljajo za odlaganje na odlagališča za nevarne odpadke. (Klemenc, 2007)

5.7 Obratovalni monitoring

Za obravnavano odlagališče odpadkov smo uspeli pridobiti Poročilo o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode ob odlagališču Rakovnik za leto 2011 in delno za 2012. Prav tako smo pridobili Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje IUUV d.d. – v stečaju, za leto 2011, 2012 in 2013. Monitoring je opravil Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto, ki trenutno spada pod Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Maribor. Za tekoče leto 2014 pa se po nekaterih informacijah zahtevani monitoring za deponijo Rakovnik sploh ne izvaja. V nadaljevanju so iz omenjenih poročil o monitoringu povzete in opisane ključne analize o vplivu obstoječega odlagališča na okolje.

5.7.1 Predhodno opravljene analize glede odlagališča

Za ugotovitev sestave aluvialnega zasipa potoka Rakovnik, z namenom vzpostavitve monitoringa podzemne vode, so bile prve raziskave izdelane leta 1993. Severozahodno ob deponiji, v okolici pregrade in zbiralnega bazena, so bili izkopani trije raziskovalni jaški, v katerih so izvršili nalivalne preizkuse in izračunali koeficiente vodoprepustnosti aluvija. Ugotovili so, da se vodoprepustnost peščeno gruščnato prodne plasti hitro menja. V jašku blizu pregrade je aluvialni zasip slabo prepusten ($k = 1 \times 10^{-6}$ m/s), nekoliko stran od tega jaška je gruščnato-prodno-peščena plast, ki je dobro srednje vodoprepustna ($k = 1 \times 10^{-5}$ m/s). V jašku poleg bazena izcednih voda, je gruščnato-prodno-meljasta plast, ki je nekoliko bolj prepustna (Fortuna, 2012).

V letu 1993, ko so izkopali raziskovalne jaške, so predvidevali, da so zaradi slabe prepustnosti nanosa potoka na območju med pregrado in bazena izcednih vod izgube izcednih vod zelo majhne. Takrat opravljena analiza vode je pokazala na prisotnost izcednih voda. Temu pa so pripisali vzrok pronicanja izcednih voda v peščeno-prodno zasip iz drenaže (v času višjih vodostajev), ki poteka pod pregrado. V primeru, da čelna pregrada ni temeljna na raščeni kamnini in da stik ni tesnjen, se verjetno manjše količine izcednih voda pretakajo po peščeno-prodnem zasipu pod pregrado (Fortuna, 2012).

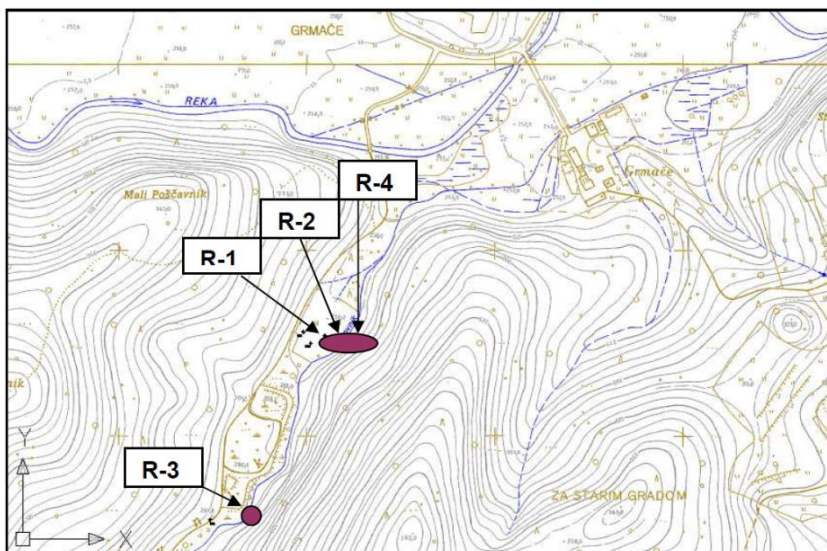
Na zahodnem delu deponije, kjer so plasti glinenih skrilavcev in peščenjakov, za katere vodoprepustnostni koeficient znaša $k = 1 \times 10^{-10}$ m/s, je bilo predvidevano, da pretakanje izcednih vod iz deponije skozi omenjene kamnine v sosednjo dolino ni mogoče. Vzhodni del deponije sestavlja močno tektonsko porušen dolomit, ki je slabo vodoprepusten, saj njegov koeficient znaša $k = 1 \times 10^{-7}$ m/s. Na južni strani deponije se menjajo plasti apnenca, meljevca in skrilavca, za katere velja, da so zaradi hitrega menjavanja praktično vodoneprepustne, z ocenjenim koeficientom $k < 1 \times 10^{-8}$ m/s.

Iz vseh navedenih ugotovitev je bilo mnenje, da se skozi tla in boke odlagališča izcedne in ostale podzemne vode ne pretakajo v sosednje doline Črnega potoka in Reke (Fortuna, 2012).

Na območju odlagališča so bile leta 2003 izdelane tri nove plitve raziskovalne vrtine z oznako R-1, R-2 in R-3, globina posamezne vrtine je 5 m. Leta 2007 pa je bila izdelana še vrtina R-4, ki seže 30 m globoko. Namen vrtin je hidrogeološki in kemični monitoring podzemne vode, dolvodno od odlagališča. V opazovalne vrtine so bile vgrajene tlačne sonde na različne globine. V vrtinah R-1 do R-3 v globino 4 m od ustja votline, v vrtini R-4 pa v globino 22 m od ustja vrtine. Opazovalne vrtine R-1, R-2, R-4, ležijo dolvodno od odlagališča Rakovnik, medtem ko leži vrtina R-3 gorvodno od deponije (Fortuna, 2012).

Preglednica 6: Osnovni podatki opazovalnih vrtin (Fortuna, 2012)

Vrtine	Koordinate vrtin (Gauss – Kruger)			Nadmorska višina podzemne vode (m)	Gobina vrtine (m)
	Y	X	Z		
R-1	5 487 004	5 099 650	257,69	255,38	5,00
R-2	5 487 014	5 099 635	257,58	255,36	5,00
R-3	5 486 880	5 099 398	257,17	269,27	5,00
R-4	5 487 033	5 099 645	257,46	-	30



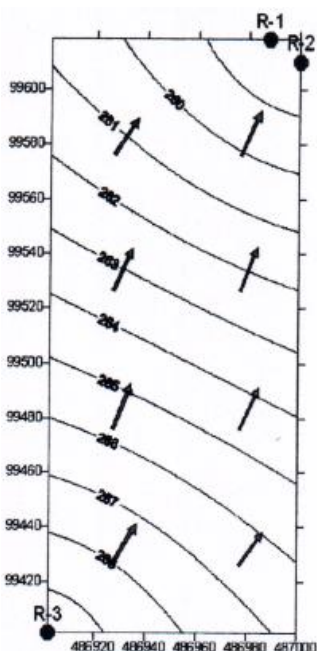
Slika 10: Lokacija opazovalnih vrtin (Fortuna, 2012)

5.7.2 Generalna smer in hitrost toka podzemne vode

Generalna smer toka podzemne vode na obravnavanem območju je jugozahod-severovzhod, to je v smeri potoka Rakovnik, lokalno pa se podzemna voda pretaka iz obrobja grape proti sredini. Pri določitvi generalne smeri toka podzemne vode so možna lokalna odstopanja, ki jih pogojuje energija nastanka toka potoka Rakovnik (Fortuna, 2012).

Glede na podatke o nivoju podzemne vode iz obravnavanih vrtin je možno sklepati, da se podzemne voda napajajo delno iz potoka Rakovnik, padavin ter zaledja.

Za določitev smeri toka podzemne vode so bile izdelane sledeče tokovnice podzemne vode, ki potekajo v smeri JZ – SV ter ponazarjajo generalno smer toka podzemne vode.



Slika 11: Smer toka podzemne vode na območju med opazovalnimi vrtinami (Fortuna, 2012)

Hitrost toka podzemne vode se nanaša na že omenjene koeficiente vodoprepustnosti, ki so bili določeni že v raziskavah leta 1993. Če se upošteva te že omenjene podatke, predvsem rezultate izvedenih nalivalnih preizkusov ($k = 1 \times 10^{-5}$ m/s) ter efektivno poroznost na 0,15, ki se sicer lahko lokalno zelo razlikuje, pa še gradient podzemne vode na 0,007, lahko predpostavimo, da realna hitrost podzemne vode znaša 1,851 m/dan. Pri tem je potrebno opozoriti, da je realna hitrost morebitnih polutantov manjša. Prav tako je potrebno poudariti, da gre za računsko oceno hitrosti podzemne vode v aluvialnem zasipu. Glede na stanje odlagališča pa ni zanikana možnost posamičnega direktnega iztekanja polutantov v potok Rakovnik, za katerega ne drži računsko ocena (Fortuna, 2012).

5.7.3 Rezultati analiz vzorčenja podzemnih vod in potoka Rakovnik

Vrednotenje izmerjenih vrednosti je bilo izvedeno v skladu z Programom monitoringa in Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS št.: 49/06). Vrednotenje dobljenih rezultatov merjenih parametrov je izračun povprečnih vrednosti za obdobje izvajanja monitoringa, izračun sprememb glede na ničelno vrtino in primerjavo sprememb parametrov z opozorilnimi spremembami. Na osnovi primerjave teh dveh vrednosti se ocenjuje vpliv odlagališča na podzemno vodo. Odlagališče ima vpliv na podzemno vodo, če sprememba vsaj enega osnovnega ali indikativnega parametra presega opozorilne vrednosti iz Programa monitoringa.

Glede na podatke iz poročila o obratovalnem monitoringu so bili v letu 2005 odvzeti vzorci podzemne vode iz vrtine R-2 in R-3, na osnovi katerih je bil izdelan nadaljni program monitoringa.

Opazovalno obdobje vrednotenja vpliva odlagališča na podzemne vode je bilo sedem let (od 2006 do 2012). V obravnavanih vrtinah so se meritve izvajale dvakrat letno. Iz rezultatov analiz in izračunanih sprememb parametrov je bilo ugotovljeno, da ima odlagališče IUUV Rakovnik v celotnem obdobju meritev zaznaven vpliv na podzemno vodo. V nadaljevanju so za posamezna odvezna mesta opisani vsi parametri, ki so celo obdobje izvajanja monitoringa presegali opozorilne spremembe. Izračun sprememb parametrov za vrtine R-1, R-2 in R-4 se nanaša glede na ničelno vrtino R-3.

Vrtina R-1:

Od osnovnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: nitrat, klorid, magnezij in bor.

Od indikativnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: aluminij, v letu 2012 pa še baker, barij, cink, krom – skupni, vanadij.

Vrtina R-2:

Od osnovnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: TOC, AOX, amonij, kalcij, magnezij, hidrojenkarbonati, nitrat, klorid, sulfat in bor.

Od indikativnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: nitriti, baker, kadmij, kobalt, krom – skupni, krom 6+, nikelj, svinec, vanadij in fenolne snovi – skupno.

Vrtina R-4:

Od osnovnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: amonij, kalcij, magnezij, nitrati, sulfat in klorid.

Od indikativnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: nitriti

Potok Rakovnik dolvodno, za odlagališčem:

Od osnovnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: amonij.

Od indikativnih parametrov presegajo opozorilno spremembo: nitriti.

5.7.4 Rezultati analize vzorčenja izcednih vod

Glede na pridobljeno Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod odlagališča Rakovnik za leto 2011, 2012 in 2013 so v nadaljevanju prikazane posamezne vrednosti izmerjenih parametrov. Z rdečo barvo so napisane vrednosti parametrov, ki prekoračujejo eno izmed mejnih vrednosti za izpust izcedne vode v javno kanalizacijo ali pa neposredno in posredno v vode.

Preglednica 7: Rezultati vzorčenja izcednih vod deponije Rakovnik (Čampa, 2014)

NAZIV MERJENEGA PARAMETRA	ENOTA	ANALIZA VZORCA 2011-(1)	ANALIZA VZORCA 2011-(2)	ANALIZA VZORCA 2012-(1)	ANALIZA VZORCA 2012-(2)	ANALIZA VZORCA 2013-(1)	ANALIZA VZORCA 2013-(2)	MEJNA VREDNOST ZA IZTOK V:	
								VODE	KANALIZAC.
datum vz.	dd.mm.ll	16.06.11	07.07.11	26.09.12	26.11.12	31.05.13	07.10.13	/	/
čas vz.	hh:mm	9:40	10:00	12:00	12:00	12:30	10:00	/	/
Q v času vz.	(m ³)	/	/	/	/	/	/	/	/
Temperatura	°C	18,8	21,5	15,2	11,2	13,5	13,7	30	40
pH	pH	8,03	8,16	7,83	7,96	8,12	8,26	6,5-9,5	6,5-9,5
Nerazt. sn.	mg/l	199	218	57	53	107	24	/	/
Used. sn.	ml/l	1	0,10	0,2	1,3	0,2	0,1	0,5	10
KPK	mg/l	513	1297	564	1011	1114	172	300	/
BPK ₅	mg/l	345	663	327	716	653	18	30	/
Strupenost	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Cu	mg/l	LOD	LOD	0,02	LOD	LOD	0,02	0,5	0,5
Cd	mg/l	0,003	0,0005	LOD	LOD	0,003	LOD	0,1	0,1
Cr _{VI}	mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/
Ni	mg/l	0,014	0,02	0,016	0,019	0,018	0,017	0,5	0,5
Pb	mg/l	0,022	0,033	0,014	0,015	0,0093	0,0069	0,5	0,5
Hg	mg/l	LOD	LOD	0,001	0,001	0,001	LOD	0,01	0,01
Adsorbiljivi organski halogeni (AOX)	mg/l	0,072	0,14	0,079	0,13	0,10	0,12	0,5	/
Celotni fosfor	mg/l	1,95	2,23	0,60	1,17	1,22	0,32	2	/
Celotni dušik	mg/l	672	1540	815	1260	1400	621	/	/
Amonijev dušik	mg/l	628	1533	864	1202	1231	534	50	200
Nitratni dušik	mg/l	3	7,65	0,6	0,6	3	8,56	/	/

Biološka razgradljivost	/	57	68	63	71	72	10	/	>50
Cink	mg/l	0,70	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	2	2
Krom - skupno	mg/l	0,25	0,62	0,27	0,51	0,45	0,24	0,5	0,5
Klorid	mg/l	186	545	242	178	362	167	/	/
Sulfid	mg/l	0,94	0,85	0,27	6,2	1,59	LOD	0,5	2
Mineralna olja	mg/l	44	4,3	0,25	0,100	0,10	LOD	10	20
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)	mg/l	0,014	/	0,02	0,053	0,037	0,05	0,1	0,5
Benzen	mg/l	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	/	/
Toluen	mg/l	0,030	LOD	0,03	0,053	0,037	LOD	/	/
Ksilen	mg/l	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	LOD	/	/

Iz zgoraj podanih rezultatov analiz izcedne vode je razvidno, da je edini parameter, ki je vseskozi prekoračen amonijev dušik. Tudi sulfid, KPK in BPK₅ so velikokrat prekoračeni.

Kot mejne vrednosti za izpust izcedne vode v okolje, sta zgoraj napisani obe vrsti zahtev. Ena izmed zahtev za doseganja izpusta izcednih vod velja za izpust v javno kanalizacijo. Ta mejna vrednost tudi uradno velja v poročilu o obratovalnem monitoringu, kajti očiščena izcedna voda iz industrijske čistilne naprave Industrija usnja Vrhnika, kamor se je vsa leta izcedna voda vozila, se je izpuščala v javno kanalizacijo. Ker pa se že zadnjih nekaj let, v zadnjem času pa zelo pogosto, izcedna voda neredno odvaža na čistilno napravo, se višek iz zbiralnika izteka v le nekaj metrov oddaljen potok Rakovnik. Zato so v zgornji preglednici napisane tudi zahteve mejnih vrednosti za izpust izcedne vode neposredno in posredno v vode.

5.8 Odlagališčni plini

Kemijski inštitut, Ljubljana je leta 2003 opravil določene analize in podal sledeče strokovno mnenje o biorazgradljivosti odpadnega kromovega usnja. V deponijskih razmerah velja kromovo strojeno usnje za stabilen material, ki ni podvržen biološkemu razpadanju. V daljšem časovnem razdobju organska snov v usnju mineralizira v netopne visokokondenzirane huminske in fuminske snovi, pri tem pa ne oddaja plinov. Zato ga ne moremo prištevati k odpadkom, ki povzročajo toplogredne pline.

Glede na podano strokovno mnenje, se meritve odlagališčnega plina niso velikokrat izvajale, oziroma po pridobljenih podatkih samo 27.10 2005. Takrat je podjetje IKEMA d.o.o. izvedel meritve emisij plinov iz telesa odlagališča. Meritve so bile možne le na enem jašku, ostala dva jaška sta bila

neaktivna, podrobnejši pregled jaškov pa je pokazal, da je v telesu deponije, kjer so nameščeni jaški, voda in ni odvajanja plinov. Bilo je podano mnenje, da plini izhajajo iz celotne površine deponije telesa in zato niso merljivi kot emisija. Tako deponija nima plinjakov za odvajanje odlagaliških plinov.

5.9 Analize izcednih vod deponije Rakovnik, ki so bile opravljene po naročilu občine Šmartno pri Litiji

Na območju deponije je bilo v preteklosti izvedeno že veliko analiz izcedne vode, kot tudi potoka Rakovnik. Rezultati analiz so se vseskozi nekoliko razlikovali, vendar so v večini primerov pokazali, na povečano vsebnost nevarnih snovi.

Leta 2003 je po naročilu občine Šmartno pri Litiji italijansko podjetje Ambiente 2001 S. R. L. opravilo analizo izcednih voda v zbiralnem bazenu in potoka Rakovnik. Rezultati analize so bili zelo zaskrbljujoči. Analiza izcednih voda v zbiralnem bazenu je pokazala, da je celotnega kroma (težka kovina – rakotvorna) 19 miligramov na liter, za izpust v kanalizacijo pa bi ga smelo biti največ 0,5 miligrama na liter. Amonijevega dušika (draži dihalne poti) je bilo 3660 miligramov na liter, dovoljena količina pa je največ 200 miligramov na liter, kloridov pa 3200 miligramov na liter. Odkrit je bil tudi cianid, in to kar 120 miligramov na liter, cianid sploh ne bi smel biti prisoten v izcedni vodi.



Slika 12: Vidna obremenjenost potoka Rakovnik (lasten posnetek)

V nadaljevanju so prikazani rezultati analize voda, ki jih je leta 2009 naročila občina Šmartno pri Litiji. Vzorec je bil vzet ob zahodni strani roba deponije, v kanalu ob dovozni cesti, približno v višini sredine odlagališča. Kanal je namenjen prestrezanju površinskih vod iz deponije. Že na terenu je bilo

ugotovljeno, da ima vzorec vode senzorične lastnosti tipične za odpadno izcedno vodo odlagališča. V nadaljevanju je podano poročilo o preskušanju vzorca omenjene vode, ki ga je opravil Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto.

Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto		SLOVENSKA AKREDITACIJA			
Novo mesto, Mej vrti 5; tel.: (07)39 34 100; fax: (07)39 34 101 elektronska pošta: info@zzv-nm.si / splet: www.zzv-nm.si		SIST EN ISO 17025 LP-019			
Sanitarno-kemični laboratorij Novo mesto, Dalmatinova ul. 3; tel.: (07)39 34 161; fax: (07) 39 34 179		Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost			
Poročilo o preskušanju			Lab. št.: 2009/8606		
Vrsta vzorca:	Odpadne vode				
Naročnik:	Občina Šmartno pri Litiji, Tomazinova ulica 2, 1275 Šmartno pri Litiji				
Delovni nalog:	Naročilnica št. 2009/000189				
Vir:	Občina Šmartno pri Litiji - Deponija IUV Rakovnik - izcedna voda				
Mesto odvzema:	Deponija IUV Rakovnik - izcedna voda				
Namen:	Po naročilu lastnika				
Začetek odvzema:	06.10.2009 12:00				
Odvzel:	Uroš Flek, dipl.inž.kem.teh				
Analizirano do:	03.11.2009				
Datum izpisa:	04.11.2009				
Vremenski podatki					
Vremenske razmere v času vzorčenja	jasno				
Vremensko obdobje	suho obdobje				
Senzorične lastnosti					
Barva	rjava				
Motnost	motna				
Vonj	po izcednih vodah				
Uporabljene terenske metode dela (vzorčenje)					
	Metoda	Opomba			
Vzorčenje odpadnih vod	SIST ISO 5667-10: 1996	Trenutni vzorec			
Homogenizacija vzorca	# DIN 38402-30	Metoda se ne akreditira			
Konzerviranje vzorca	# SIST EN ISO 5667-3	Metoda se ne akreditira			
Terenske meritve					
Parameter	Enota	Rezultat	Normativ	Metoda	Opombe
Temperatura zraka	st C	20.5		SIST DIN 38404-C4-2: 2000	
Temperatura vode	st C	23.0	30	SIST DIN 38404-C4-2: 2000	
pH		8.25	6.5-9.0	SIST ISO 10523: 1996	T= 23,0°C
Temperatura zraka	st C	20.5		SIST DIN 38404-C4-2: 2000	
- # - rezultati se nanašajo na neakreditirano dejavnost - krepko označen rezultat ni v skladu z normativom					

Slika 13: Prikaz rezultatov analize izcedne vode (ZZV Novo mesto, 2009)

Parameter	Enota	Rezultat	Normativ	Metoda	Opombe
Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto					
Novo mesto, Mej vrti 5; tel.: (07)39 34 100; fax: (07)39 34 101 elektronska pošta: info@zzv-nm.si / splet: www.zzv-nm.si					
Sanitarno-kemični laboratorij					
Novo mesto, Dalmatinova ul. 3; tel.: (07)39 34 161; fax: (07) 39 34 179					
SLOVENSKA AKREDITACIJA SIST EN ISO/IEC 17025 LP-019 Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost Lab. št.: 2009/8606					
Rezultati preskušanja Sanitarno kemičnega laboratorija					lab. št. 2009/8606
SPLOŠNI PARAMETRI					
Neraztopljene snovi	mg/L	108	60	SIST EN 872: 2005	filter Sartorius, GMF 3
Ušedljive snovi po 2 urah	ml/L	[0.1]	0.5	DIN 38409-H9: 1980	
BIOLOŠKI PARAMETRI					
Strupenost za vodne bolhe	SD	67	4	SIST EN ISO 6341: 1996/AC: 2004	
ANORGANSKI PARAMETRI					
Mikrovalovni razklop			#	SIST EN 13656:2004-modif.	
Baker	mg/L Cu	[0.01]	0.5	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Cink	mg/L Zn	[0.05]	2	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Kadmij	mg/L Cd	[0.0003]	0.1	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Krom - skupno	mg/L Cr	1.3	0.5	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Nikelj	mg/L Ni	0.078	0.5	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Svinec	mg/L Pb	0.048	0.5	SIST EN ISO 17294-2: 2005	
Živo srebro	mg/L Hg	<0.001	0.01	SIST EN 1483-točka 5: 1998-modif.	
Amonij	mg/L N	3839	50	SIST ISO 5664: 1996	
Nitrati	mg/L N	11.9	30	SIST EN ISO 10304-2: 1996	
Klorid	mg/L Cl	2240	#	SIST EN ISO 10304-2: 1996	
Fosfor celotni	mg/L P	5.02	1.0	SIST EN ISO 6878-Točka 8: 2004	
Sulfid	mg/L S	0.83	0.5	SIST ISO 13358: 2000	
ORGANSKI PARAMETRI					
Celotni vezani dušik	mg/L N	3715		DIN 38409-H28: 1992	
KPK	mg/L O2	4931	300	SIST ISO 6060: 1996	
BPK5	mg/L O2	3487	30	SIST EN 1899-1,2: 2000	Iz zamrznjenega in homogeniziranega vzorca. Dodan zaviralec nitrifikacije. Voda vsebuje reducirajoče snovi.
Mineralna oja	mg/L	0.19	10	SIST EN ISO 9377-2: 2001	
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)	mg/L	0.16	0.1	SIST EN ISO 15680: 2004	
Benzen	mg/L	[0.01]		SIST EN ISO 15680: 2004	
Toluen	mg/L	0.16		SIST EN ISO 15680: 2004	
Ksilien	mg/L	[0.01]		SIST EN ISO 15680: 2004	
Adsorbirani organsko vezani halogeni (AOX)	mg/L Cl	0.13	0.5	SIST EN ISO 9562: 2005	Vzorec je analiziran po odstranitvi kloridov.
<ul style="list-style-type: none"> - # - rezultati se nanašajo na neakreditirano dejavnost - krepko označen rezultat ni v skladu z normativom - vse dodatne informacije o opravljenem preskušanju so dostopne v laboratoriju - rezultat v oglednem oklepaju pomeni, da je vrednost pod LOD. 					
Normativi so iz predpisa:					
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov, (Ur.l.št.:62/08), iztok v vode					

Slika 14: Prikaz rezultatov analize izcedne vode 2 (ZZV Novo mesto, 2009)

Na osnovi rezultatov analiz je bilo ugotovljeno, da ima voda lastnosti močno obremenjene izcedne vode in je povsem neprimerna za izpust v naravni odvodnik. Razvidno je, da devet parametrov prekoračuje dovoljene mejne vrednosti.

6 MOŽNE VARIANTNE REŠITVE

6.1 Sanacija deponije z različnimi tehnološkimi rešitvami na obstoječi lokaciji

Kot je bilo opisano že v prejšnjem poglavju je pod deponijo v celotni vzdolžni smeri (cca. 230 m) zacevljen potok Rakovnik. Ker že v splošnem velja, da voda in odpadki ne gredo skupaj, bi bilo potrebno preprečiti dostop vode oziroma potoka Rakovnik skozi telo deponije. Kljub temu da je bila zacevitev potoka izvedena vodoneprepustno, obstaja velika možnost vdora izcednih voda.

Potok bi bilo potrebno speljati ob zahodni strani deponije, kjer je dovozna pot, in sicer pod dovozno potjo ali pa zahodno ob njej, kjer je že obstoječ kanal za zaledne vode iz hriba. V primeru preložitve ob dovozni poti bi bilo potrebno izvesti odsek v brežino hriba, saj se brežina prične vzpenjati takoj ob dovozni poti oziroma ob obstoječem kanalu. Nagib pobočja velja za bolj strmega in je poraščen z grmovjem in gozdom. Ob večjem odseku v hrib bi se povečala možnost plazenja.

Nastajanja izcednih vod ne moremo v celoti preprečiti, lahko pa jih očistimo tako, da ne bodo več prekomerno obremenjevale okolja. Cilj čiščenja vseh onesnaženih vod je varovanje okolja, kar pomeni, da je potrebno pridobiti takšno kakovost vode, ki zadošča okoljskim standardom in jo lahko izpustimo nazaj v okolje. Za čiščenje izcedne vode je na voljo več že predstavljenih postopkov čiščenja.

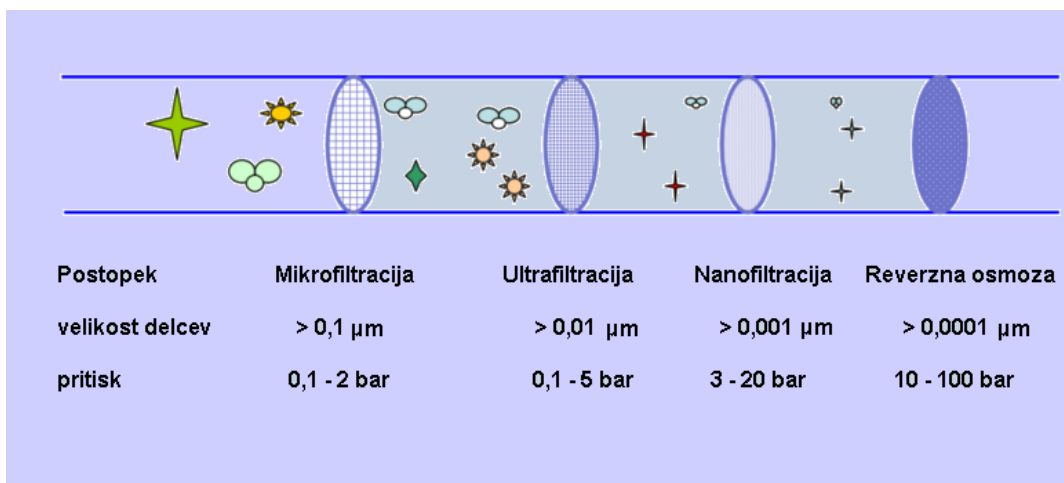
V nadaljevanju so predstavljene nekatere možnosti variantnih rešitev čiščenja izcednih vod, ki bi jih bilo možno uporabiti za obravnavano deponijo. Predstavljene metode spadajo pod napredne postopke čiščenja, izjema so ionski izmenjevalci, ki veljajo za klasično metodo.

6.1.1 Variantna rešitev 1

6.1.1.1 Membranska tehnologija obdelave voda

V izcedni vodi so prisotne prekomerne količine več različnih onesnaževal, ki jih ni možno odstraniti z navadnimi biološkimi čistilnimi napravami. Med te problematične parametre spada predvsem krom, ki zelo negativno na biokemijske procese čiščenja odpadnih voda. Tudi nekatere druge strupene snovi (BTX, sulfidi, itd.) so zelo neprimerne za biološko čiščenje. Membranska tehnologija je zaradi tega ena izmed možnih rešitev. Različne težke kovine in tudi organska strupena onesnaževala (AOX, BTX, cianidi, itd.) lahko z reverzno osmozo učinkovito odstranimo iz odpadne vode (Baker, 2004). Z reverzno osmozo lahko odstranimo tudi vsa druga organska in anorganska onesnaževala. Vendar pa je to z tehnološkega in ekonomskega vidika neprimerno. Ostala onesnaževala, ki jih lahko odstranimo na

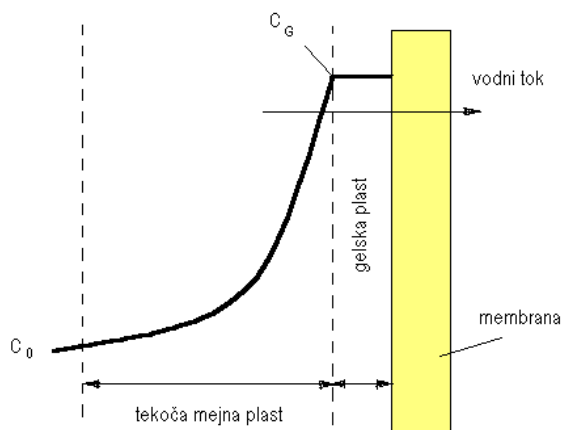
enostavnejši način, odstranimo v fazi predhodnega čiščenja. Na reverzno osmozni membranski modul pride dobro predhodno očiščena voda, da se po nepotrebnem ne obremenjujejo zelo fine membrane. Reverzno osmozni moduli potrebujejo relativno velike pritiske, da je možen pretok skozi membrano. To je razvidno iz naslednje slike.



Slika 15: Potrebni pritiski za različne vrste membranske filtracije (Drev, 2014)

Pri čiščenju izcedne vode iz deponije se navadno uporablja kot predhodno čiščenje fina klasična filtracija. S takšno filtracijo bi v konkretnem primeru odstranili relativno veliko vsebnost neraztopljenih snovi. Na referzno osmozno membrano bi prišla skoraj prozorna odpadna voda iz katere bi nato odstranili problematična raztopljena onesnaževala (krom, BTX, sulfid, amonij, itd.).

Pri membranskih filtrih se praviloma tvori na površini gelska plast, ki zmanjšuje pretok, oziroma prestavlja upornost. Debelina gelske plasti pri določeni odpadni vodi je odvisna od vrste membrane in konstrukcijske rešitve membranskega modula.



Slika 16: Prikaz tvorbe gelske plasti na membrani, ki zmanjšuje izmenjavo pretoka (Drev, 2014)

$$J = K \cdot \ln \frac{C_G}{C_0} \quad (1)$$

Kjer pomenijo:

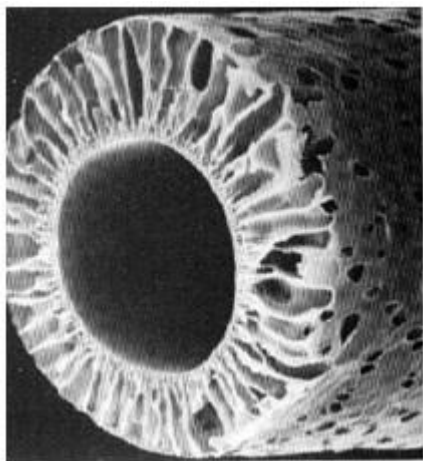
J	pretok [L/m ² h]
K	koeficient prehoda mase
C ₀	koncentracija snovi v vodi [g/L]
C _G	koncentracija snovi v gelski plasti [g/L]

Na membrane, ki ni imajo oleoforne lastnosti (PTFE, polisiloksani, PVDF, itd.), se delci ne sprimejo, zato je gelska plast tanjša. Če je filtracijski modul konstruiran tako, da gre za pretočno filtracijo, je gelska plast bistveno tanjša, saj se s tokom vode ta plast sproti v veliki meri tudi odstranjuje.

6.1.1.2 Vrste in oblike filtracijskih membran in modulov

Filtracijske membrane so lahko (Sutherland, 2008) :

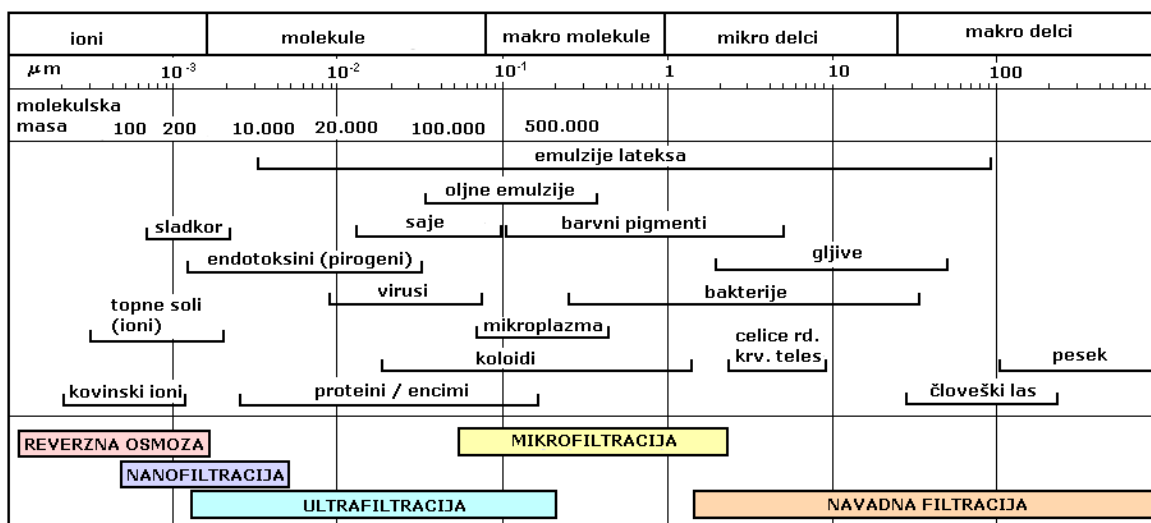
- Simetrične (poroznost je enakomerno porazdeljena po celem preseku membrane)
- Asimetrične (na vrhu je zelo tanka mikro - porozna struktura, nato pa sledi debelejši grobo porozni sloj)



Slika 17: Prikaz asimetrične membrane v obliki votle cevčice (Hollow – Fiber) (el. mikroskop, 200 krat). (Drev, 2013)

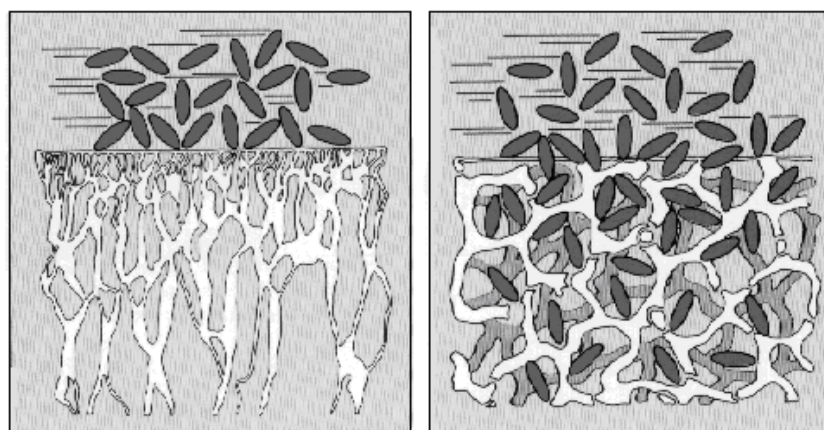
Po kemični sestavi so membrane:

- polimerne kompozitne (polimer + ojačitev)
- kovinske
- keramične
- steklene



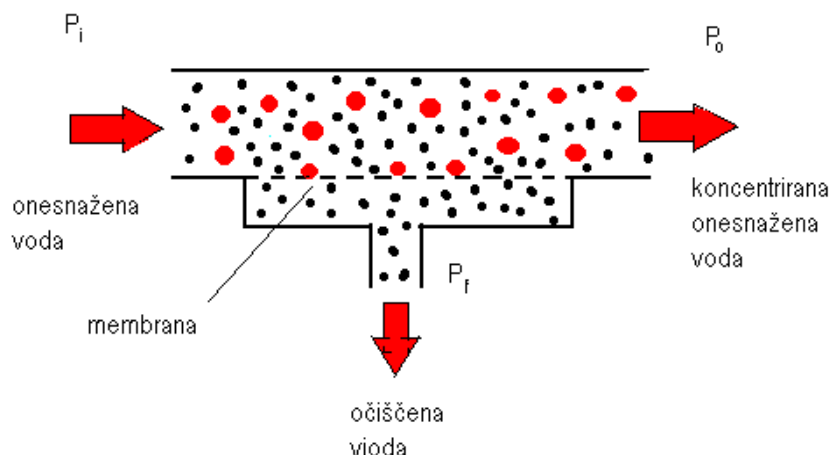
Slika 18: Vrste filtracije glede na velikost delcev (Drev, 2013)

Z vidika poteka filtracije so asimetrične membrane primernejše, saj je filtracijski sloj zelo tanek in s tem ne predstavlja tako velikega upora pri filtraciji. Tudi do zamašitve membrane pride bistveno pozneje.



Slika 19: Prikaz strukture asimetrične in simetrične filtracije ter poteka filtracije (Drev, 2013)

Poleg strukture membrane je pomembna tudi oblike membranskega modula. Pri pretočnem membranskem modulu se čista voda izloča iz onesnažena vode na ta način, da se ne nabira sloj trdnih snovi na membrani, saj tok onesnažene vode odnaša nastalo trdno snov na membrani (Sutherland, 2008). Takšen postopek je uporaben takrat, ko želimo izločiti čisto vodo iz onesnažena vode.



Slika 20: Primer pretočnega načina membranske filtracije (Drev, 2014)

$$\Delta P = P_i - P_0 \quad (2)$$

$$\Delta PTM = \frac{P_i - P_0}{2} - P_f \quad (3)$$

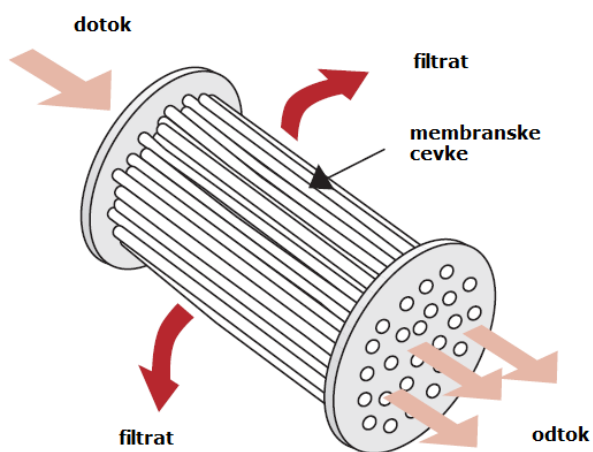
Kjer pomenijo:

ΔP padec pritiska na membrani [bar]

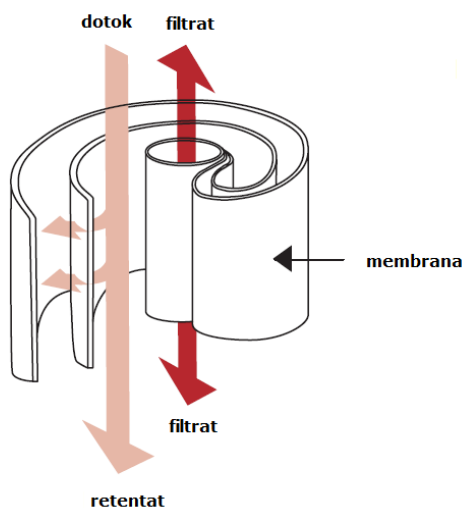
P_i pritisk na dotoku membranskega filtra [bar]

P_0 pritisk na iztoku iz membranskega filtra [bar]

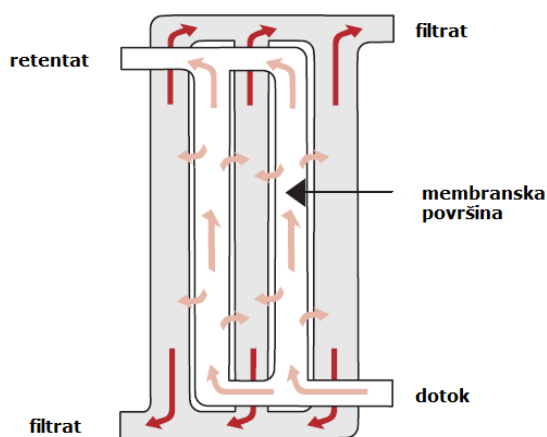
Membranski moduli imajo lahko različne konstrukcijske rešitve, odvisno od vrste membran. Najbolj atraktivni so filtracijski moduli, ki imajo vgrajene votle cevke, saj je na ta način zagotovljeno največ aktivne filtracijske površine na membranski modul.



Slika 21: Filtracija skozi votle cevke (Drev, 2013)



Slika 22: Filtracija skozi membranske folije (Drev, 2014)



Slika 23: Filtracija skozi porozno membrano na kasetnem filter modulu (Drev, 2014)

6.1.1.3 Opis procesa reverzne osmoze

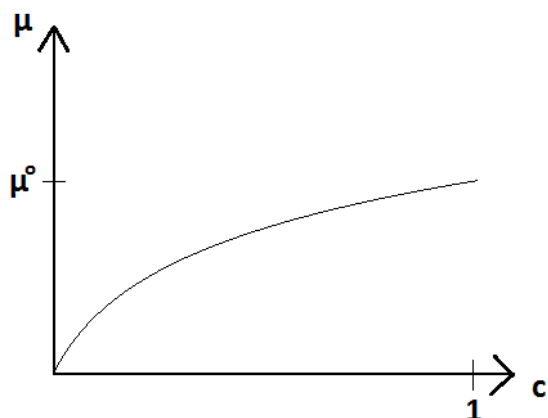
Koncentracija raztopine je odvisna od kemičnega potenciala po naslednji enačbi (Mortimer, 2008):

$$\mu = \mu^0 + RT \cdot \ln \frac{c}{c^0} \quad (4)$$

Kjer pomenijo:

- μ^0 kemični potencial pri standarsnih pogojih
- μ kemični potencial [J/mol]
- c koncentracija soli v raztopini [mol/dm³]

Iz diagrama odvisnosti kemičnega potenciala od koncentracije je razvidno, da se pri različnih koncentracijah vrši masni tok topljenca tako, da se koncentracija raztopine zmanjšuje.



Slika 24: Prikaz odvisnosti kemičnega potenciala od koncentracije soli (Drev, 2014)

Masni tok v raztopini je na podlagi odvisnosti kemičnega potenciala od koncentracije usmerjen v smeri razredčevanja. Če pa želimo tok obrniti v drugo smer, moramo premagati ta potencial, ki se imenuje osmotski pritisk.

$$J = -K \frac{\partial \mu}{\partial x} = -K \cdot \frac{RT}{c} \frac{\partial c}{\partial x} = -D \frac{\partial c}{\partial x} \quad (5)$$

Kjer pomenijo:

J	masni tok [mol/m ² .s]
K	koeficient [mol ² .s/kg.m ³]
x	dolžina [m]
R	splošna plinska konstanta [J/K.mol]
T	temperatura [K]
D	difuzijski koeficient [m ² /s]
T	čas [s]
p	osmotski tlak [Pa]

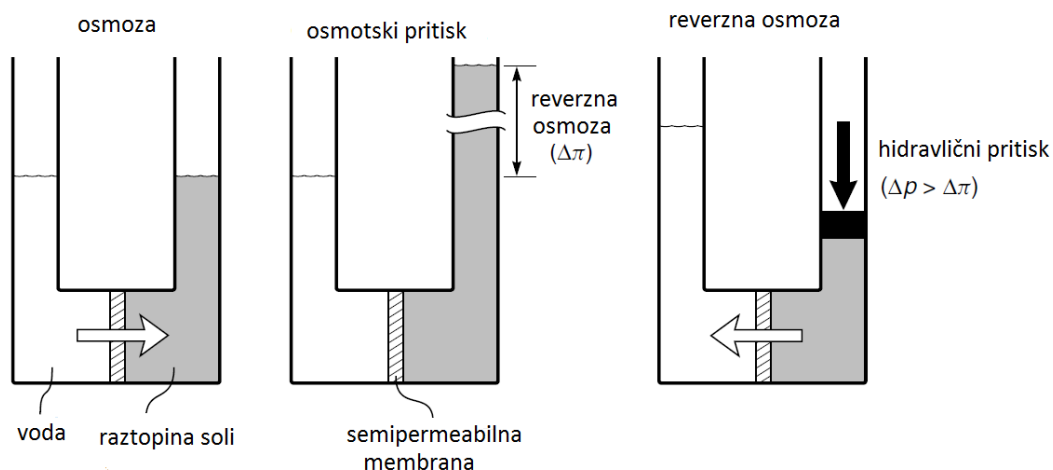
Na meji med vodno raztopino in vodo se pojavi osmotski tlak, ki iztiska topljenec iz raztopine v čisto vodo. Ta pritisk se izračuna po naslednji formuli:

$$\pi = c.R.t \quad (6)$$

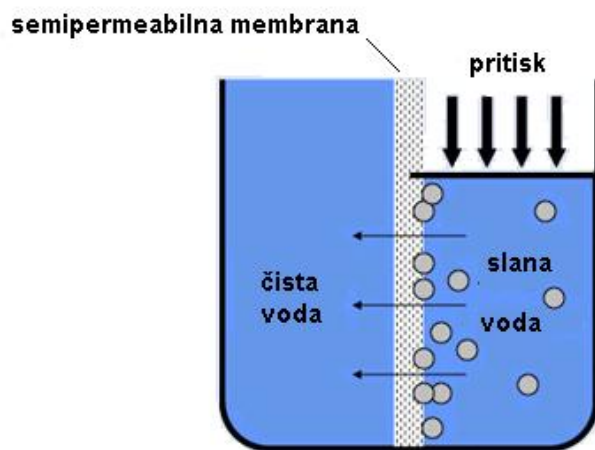
Če želimo izraziti osmotski tlak v obliki vodnega potenciala, uporabimo naslednjo formulo:

$$\psi = p - \pi + g \cdot h \cdot \rho_{H_2O} \quad (7)$$

- ψ vodni potencial [Pa]
 p hidrostatski tlak [Pa]
 $g \cdot h \cdot \rho_{H_2O}$ gravitacijski potencial [Pa]



Slika 25: Prikaz transportnih procesov pri osmozi in reverzni osmozi (Baker, 2004)



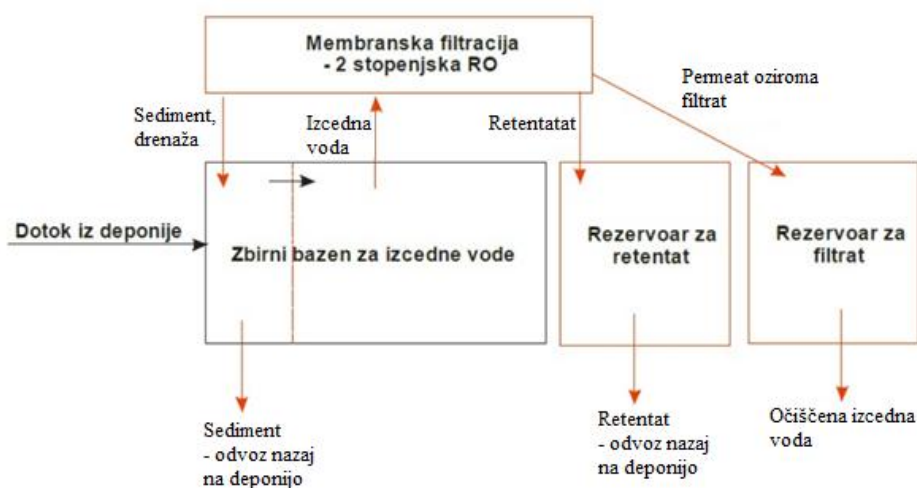
Slika 26: Prikaz delovanja reverzno osmoznega membranskega filtra (Drev, 2013)

6.1.1.4 Čiščenje izcednih vod s postopkom reverzne osmoze

Reverzna osmoza je dobro razvita tehnologija, ki je zelo primerna za čiščenje problematičnih izcednih vod iz deponij. Predstavlja robusten proces, na katerega ne vplivajo spremenljivi pogoji, v okviru katerih mora čistilna naprava delovati. S postopkom reverzne osmoze izcedno vodo razdelimo na

prečiščen permeat oziroma filtrat in onesnažen koncentrat oziroma retentat. Permeat je del izcedne vode, ki se prečisti do take stopnje, da se lahko direktno, brez dodatne obdelave, izpušča v odprte vodotoke. Medtem ko koncentrat predstavlja del vode, ki ga zadrži polprepustna membrana in vsebuje povečano vsebnost nečistoč. Tako je s postopkom reverzne osmoze možno odstraniti od 98 % do 99 % organskih in anorganskih substanc, ki jih izcedna voda vsebuje. Celoten proces se lahko natančno spremlja preko merjenja fizikalnih parametrov (elektroprevodnosti), kar omogoča dobro kontrolo čiščenja in ponovljivost procesa ne glede na zunanje vremenske pogoje.

Dobljeno razmerje med permeatom in koncentratom se v praksi giblje med 80% in 90%, skladno s tem se izcedna voda koncentrira na približno 10% do 20% začetne količine. To je odvisno od kemijske sestave izcedne vode. V nadaljevanju je prikazana poenostavljena tehnološka shema za čiščenje izcednih vod.



Slika 27: Primer poenostavljene tehnološke sheme čiščenja izcednih vod (Cerod, 2014)

Kot je že bilo opisano, je permeat je del očiščene izcedne vode, večji problem predstavlja retentat, ki ga lahko obravnavamo kot tekoči odpadke in potrebuje ustrezno nadaljnje ravnanje. Čiščenje le tega je možno s kemijsko – mehanskim postopkom, kjer se izloči problematične polutante, preostanek pa gre v ustrezni tehnološki postopek čiščenja.

V skladu z Evropskimi direktivami in IPPC BAT tehnologijami pa so se pojavile tudi nekatere alternativne tehnike porabe koncentrata, ki jih lahko razdelimo na:

- sežig koncentrata v primemo opremljenih in akreditiranih sistemih za uničevanje visoko onesnaženih tekočin,
- strjevanje koncentrata z različnimi materiali in odlaganje v suhem stanju in
- cirkulacija in vračanje koncentrata na telo odlagališča (odvajanje retentata na vrh deponije, kjer se distribuira po telesu deponije).

6.1.1.5 Uporaba postopka reverzne osmoze za čiščenje izcedne vode na obstoječi deponiji Rakovnik.

Proces reverzne osmoze velja za enega izmed redkih samostojnih tehnoloških postopkov, s katerim je mogoče očistiti izcedne vode do zahtevanih vrednosti. Sam postopek, bi bilo možno izvesti tudi na deponiji Rakovnik. Za začetek bi bilo potrebno zagotoviti vodotesnost obstoječega zbiralnika za izcedne vode. Nato bi bilo potrebno v bližini obstoječega zbiralnika za izcedne vode zgraditi dva dodatna vodotesna rezervoarja. Eden bi bil namenjen za naknadno očiščeno izcedno vodo oziroma permeat, ki bi se po opravljenih analizah izpuščal v okolje. V drugem rezervoarju pa bi se zbiral koncentrat, ki bi se odvažal nazaj na deponijo. V primeru da bi prihajalo do prevelikih količin koncentrata, bi bilo smiselno te količine zmanjšati s pomočjo uparevanja ali sušenja. Tako bi bilo potrebno zagotoviti še dodaten prostor in pripadajočo infrastrukturo za sušenje. Ključni del vsega pa bi bila mobilna enota za izvajanje reverzne osmoze. Na voljo je tako konstruirana enota, ki je lahko montirana v kontejnerju standardne ISO velikosti z možnostjo njenega prestavljanja v druge prostore. Takšni enoti je potrebno zagotoviti samo osnovne infrastrukturne vode (komunalni, energetski in telekomunikacijski vodi), teh pa trenutno obstoječa deponija nima. Bilo bi jih sicer možno pridobiti, saj so v neposredni bližini. Omenjeno mobilno enoto je možno pričeti uporabljati takoj, ko je dostavljena na zeleno lokacijo.

6.1.2 Variantna rešitev 2

6.1.2.1 Osnovno o bakterijah, encimih in kemikalijah

Bakterije so žive celice s sposobnostjo, da se hranijo oziroma porabljajo odpadke različnih vrst. Ko bakterije porabijo odpadne materiale, nastanejo stranski produkti kot sta ogljikov dioksid in voda.

V primerih ko so odpadne snovi zelo zapletene po sestavi, bakterije proizvajajo encime, s pomočjo katerih lahko kompleksne odpadke pretvorijo v preprostejše spojine, ki jih lahko prebavijo. Poenostavljeno povedano; bakterije so tovarne za čiščenje, ki jih narava uporablja za odstranjevanje prisotnih onesnaževal.

Encimi niso živi, temveč so kompleksne kemikalije, ki jih proizvajajo bakterije. Sami niso sposobni porabljati in razgrajevati odpadnih materialov. Njihova naloga je pretvorba zapletenih odpadkov v preprostejše oblike. Bakterije so še vedno potrebne, da porabijo odpadni material. Ni nujno, da so encimi slabi za okolje, vendar imajo zelo omejene koristi, nimajo takšnih prednosti kot jih zagotavljajo bakterije. Tudi kemikalije niso žive in nimajo sposobnosti samostojnega razmnoževanja. Lahko se uporabljajo, da posnemajo lastnosti bakterij in encimov, vendar so večinoma okolju neprijazne in

neučinkovite. Nekatere kemikalije, ki imajo zmožnost oksidacije odpadnega blata in amoniaka, veljajo za zelo nevarne kemikalije, manj nevarne pa na splošno sploh niso učinkovite.

6.1.2.2 Specialni dodatek eco-tabs

Med sodobne in napredne metode čiščenja odpadnih in onesnaženih vod spada tudi specialni dodatek, ki se imenuje eco-tabs. To je patentirani večnamensko inženirsko dodelani dodatek v obliki nestrupenih tablet, ki služijo razbremenjevanju onesnaženih vod. Specialni dodatek izvira iz Združenih držav Amerike, natančneje iz Floride, začetki uporabe pa segajo v leto 2007.



Slika 28: Prikaz specialnega dodatka v obliki tablet (Eco Tabs, 2013)

Dodatek ima naslednje funkcije:

- obogatitev vode s kisikom;
- preprečevanje neprijetnega vonja;
- biološka razgradnja organskih / kemijskih onesnaževal;
- preprečevanje nastajanja korozije;
- splošno poboljšanje kvalitete odpadnih voda;
- sproži aerobno biološko razgradnjo organskega blata, vključno z naravnimi olji in mastjo.

Tudi možnost uporabe je zelo raznolika, uporablja se na različnih področjih, in sicer za čiščenje (Eco Tabs, 2014):

- komunalne in industrijske odpadne vode;
- odplak v prenosnih WC kabinah;
- onesnažene vode v avtopralnicah;
- odpadnih maščob v tovrstnih lovilcih;
- greznic;
- ribnikov, jezer, lagun in drugih vodnih teles.

6.1.2.3 Osnovna sestava in delovanje specialnega dodatka

Sestava specialnega dodatka ni konstantna, temveč se prilagaja glede na potrebe onesnažene vode. Pred uporabo dodatka je potrebno obvezno opraviti laboratorijsko analizo tiste onesnažene vode, ki jo želimo razbremeniti. Na podlagi te analize se določi količina in vsebnost dodatka.

Dodatek je v osnovi zasnovan na tehnologiji ločitve na mikroravni. Sestavljen je iz različnih komponent kot so soda bikarbona, minerali, dekstroza, hranilne snovi, kisik, različni pufri in aerobne bakterije, ki so bistvenega pomena, saj prav ti mikroorganizmi pospešujejo biokemijski proces razgradnje onesnaževal. Skupaj je v sestavi okoli 14 različnih vrst aerobnih bakterij, ki so zelo učinkovite pri razpadu organskih snovi, maščob, olja ...

Vse bakterijske združbe, ki jih vsebujejo dodatki, so naravne, varne in nepatogene, prav tako niso gensko ustvarjene ali kakorkoli spremenjene. Glavna naloga le-teh je zmanjšati vsebnost onesnaževal in izboljšati kakovost vode. Običajno te bakterije domujejo na dnu sistema z odpadno vodo in so sposobne zmanjšati nabiranje odpadnega organskega blata do 75 %.

Ta bakterijska tehnologija se lahko uporablja tudi za izboljšanje ali ohranjanje čiste vode v ribnikih, jezerih, rekah in potokih.

Dodatek je namenjen za čiščenje celotne odpadne vode, ki je v zbiralniku, ne samo nesnag na vodni površini. Tako omogoča razgradnjo odvečnih hranilnih snovi, odpadnega blata, kemičnih onesnaževalcev, amoniaka, fosforja, sprošča aktivni kisik ...

Uporaba dodatka je enostavna, saj se proces prične nemudoma, ko dodatek vstavimo v zbirni bazen oziroma rezervoar z onesnaženo vodo. Takoj ko tableta pade v raztopino, se prične raztapljati, hkrati pa se potopi na dno. Med raztapljanjem se tako prične sproščati aktivni kisik, razne hranilne snovi, pufri, aerobni mikroorganizmi in ostali dodatki. Raztapljanje poteka počasi in z enakomerno hitrostjo, kar omogočajo naravni vodotopni polimeri in sintetično nenevarna polimerna veziva.

Ta patentirana tehnologija ima posebno razvit sistem za dodajanje kisika, saj so mehurčki, ki z raztapljanjem sproščajo kisik 10-krat manjši, kot so običajni. Ti mikroskopski mehurčki lažje prodrejo v različne onesnažene plasti masti, pa tudi učinkovitejše povečujejo skupno vsebnost kisika. Tako se naknadni kisik razprši po celotnem sistemu odpadne vode in takoj reagira z vsakim vodikovim sulfidom (prav tako z ostalimi sulfidi, merkaptani in tioli). Tako ustvarja nestrupeni natrijev sulfid in različne soli organskih sulfidov. Zaradi odprave kisline vodikovega sulfida in drugih naravno prisotnih kislin v odpadni vodi se preprečuje nastajanje korozije v ceveh, zasunih in črpalkah. Aktivni kisik tudi učinkovito povečuje rast bakterijskih združb (Zaviršek, 2014).

Ko tableta med raztapljanjem pade na dno zbiralnika, kjer so prisotne usedline oziroma odpadno blato, tudi v njem povzroči aktivnost. Koristni mikroorganizmi pričnejo s hitro stopnjo razmnoževanja, saj se reakcija doseže že v 5 urah po vstavitvi dodatka.

Uspešnost teh specialnih dodatkov v načrtovanih sistemih s konstantnim pretokom je, glede na opravljene raziskave, zelo visoka. Nenehna uporaba omenjenih dodatkov omogoči odstranitev velikega deleža onesnaževal. V zaprtih sistemih, kjer ni stalnega pritoka in odtoka, je stabilizacija sistema nekoliko težja, saj lahko pride do prevelikega števila razmnoženih bakterij, ki pokvarijo doseženo kvaliteto vode.

Ko se dodatek začne uporabljati, je za začetek nujno potreben relativno visok odmerek, saj omogoči bakterijskim združbam konkurenčno prednost, da pričnejo z delovanjem, hkrati pa se doseže zahtevano ravnovesje, ki se nato vzdržuje z dodatnimi manjšimi odmerki, ki se uporabljajo tedensko, mesečno ali po potrebi. V primeru ko zelo močno deževje prinese svežo vodo v obravnavani sistem z odpadno vodo, lahko pride do točke preobremenitve, ki zahteva ponovno odmero dodatka za stabilizacijo sistema.

Zadrževalni čas meri, koliko časa so bakterije, ki jih dodatek vsebuje, dejansko prisotne v vodi, ki je onesnažena. Ključni parameter, ki vpliva na ta čas, je pretok. Na primer, jezovi ali zaprti zbiralni rezervoarji imajo dolgotrajen zadrževalni čas, kar je po eni strani koristno, saj omogoča večji čas razmnoževanja bakterij, po drugi strani pa lahko vpliva negativno, če se razmnoži preveliko število bakterij. V premikajočih vodnih telesih je potrebno količine dodatka in raven kisika povečati, tako se nadomesti krajši zadrževalni čas.

Dodatno mehansko prezračevanje pogosto ni potrebno, saj dodatek omogoča tako kratkoročno kot dolgoročno ustvarjanje kisika. To je ključnega pomena, da se ohrani raven kisika blizu ravni nasičenosti. Visoka raven kisika je potrebna za hitro reprodukcijo bakterij.

6.1.2.4 Delovanje mikroorganizmov

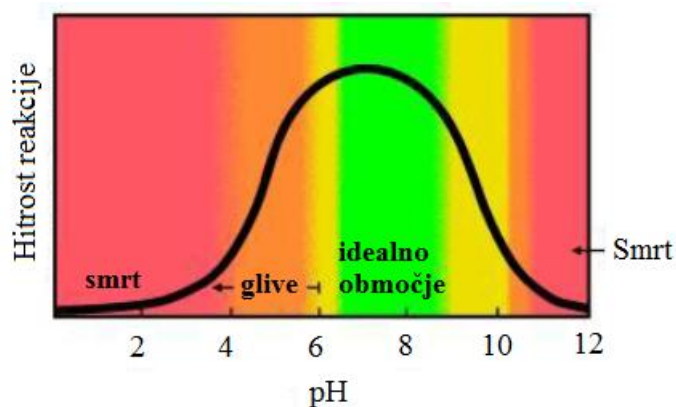
Heterotrofne bakterije (mikroorganizmi, ki uporabljajo organske snovi za energijo in rast) in avtotrofne bakterije (mikroorganizmi, ki pridobivajo energijo iz anorganskih materialov z uporabo ogljikovega dioksida kot edini vir ogljika) kot vir energije uporabljajo organske izločke živali. Idealne aerobne bakterije prebavijo in utekočinijo organska hranila, s tem pa razgradijo in preprečijo kopičenje strupenih snovi. Ko so zaželeno naravne bakterijske populacije nezadostne, jih je potrebno dodatno nadomestiti s pravilno kombinacijo aktivnih bakterij in tako okrepiti proces razgradnje.

Mikroorganizmi imajo pomembno vlogo pri normalnem biološkem ciklu s pretvorbo topne organske spojine v nove bakterijske celice in anorganske elemente. Ta naravni biološki proces omogoča pretvorbo odpadnih organskih snovi (ostanki živali in rastlin) v ogljikov dioksid in vodo.

Patogene bakterije povzročajo bolezni pri ljudeh in živalih, medtem ko nepatogene bakterije predstavljajo manjše tveganje nevarnosti. V naravi najdemo večjo populacijo nepatogenih bakterij, to ravnotežje pa je v odpadnih vodah običajno porušeno in velja ravno obratno. S pomočjo dodatka, ki vsebuje veliko število nepatogenih bakterij, je to možno spremeniti.

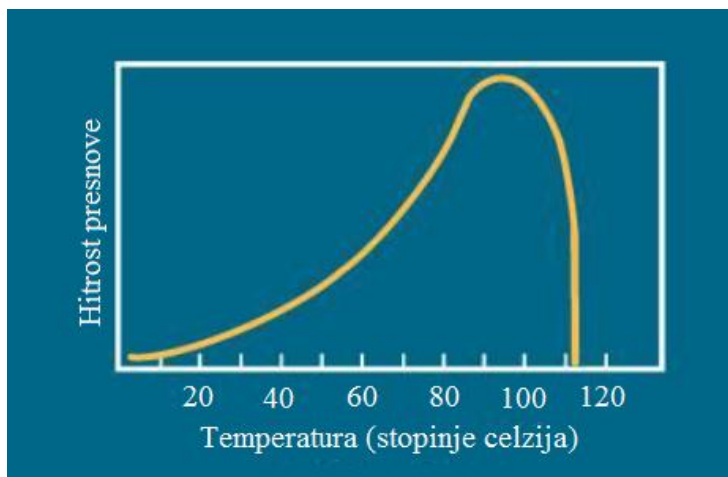
Biokemične reakcije v živih celicah, ki omogočajo sprejemanje hrane, ki jim zagotovi energijo za svojo rast in razmnoževanje, imenujemo presnova. Hitrost presnove je odvisna od količine razpoložljivih hranil in od prisotnosti ter učinkovitosti posebnih vrst bakterij. Glavna parametra, od katerih je odvisna učinkovitost stopnje rasti bakterijskih združb, sta temperatura in pH vrednost. Če so doseženi boljši pogoji, sta tudi učinkovitost in hitrost bakterijske razgradnje organskih odpadkov višja.

Idealno pH območje, ki omogoča največjo rast za skupino bakterij, ki razgrajujejo organske odpadke, je od 6,5 do 8,5.



Slika 29: Prikaz idealnega pH območja za bakterije (Eco Tabs Africa, 2011)

Idealno temperaturno območje za največjo stopnjo razmnoževanja večine bakterij je med 80 in 105 stopinj Celzija.



Slika 30: Prikaz temperaturnega območja razmnoževanja bakterij (Eco Tabs Africa, 2011)

Začetna faza rasti mikrobov se imenuje logaritemska rast, kjer je proces presnove kjučen, saj v določenem času omogoči celično delitev, kar pripelje do podvojitve mikrobov. Hitrost omenjene logaritemske rasti se razlikuje od seva do seva.

Na neki točki količina preostale hrane začne omejevati stopnjo rasti. Zato se rast upočasni in preide v fazo, ko se število živih celic ne povečuje; to imenujemo stacionarna faza. Ta faza lahko traja tudi več dni. Običajno stacionarni fazi sledi faza odmiranja, kjer se število mikroorganizmov v populaciji progresivno zmanjšuje, saj ni dovolj hrane za njihovo ohranjanje. Nekatere celice ostanejo sposobne za življenje, druge se spremenijo v mirujoče stanje (nastanek spor), vseskozi pa se stopnja obnavljanja zmanjšuje. Vsem ostalim celicam sledi samouničenje, s tem pa se preobrazijo v dodaten vir hrane za preostale še žive celice. Ko so popolnoma vsi viri hranil odstranjeni, takrat odmrejo še preostale žive celice. V primeru vsebnosti nevarnih toksinov nad sprejemljivo ravniyo pa celice odmrejo, kljub zadostni vsebnosti hranil.

Za pravilno delovanje bakterij so ključnega pomena encimi, zato jih bakterije neprestano proizvajajo. Sprva bakterije izločajo encime, ki zmanjšujejo velike delce in trdne snovi. Nato se ti zmanjšani delci absorbirajo skozi zunanjo membrano, kjer jih celični encimi razgradijo. Kasneje pa se celični encimi absorbirajo v notranjost celice, kjer popolnoma zmanjšajo organski delež ali hrano.

Kot je bilo že omenjeno, dodatek vsebuje 14 različnih vrst aerobnih bakterij, ki so zelo učinkovite pri razpadu organskih snovi. Tako je v eni tableti skupno prisotnih preko 5 500 000 000 bakterij. Dodatek vključuje osnovno obliko bakterijskih združb, ki se imenujejo *Bacillus* in *Pseudomonas* ter so ključne pri preprečevanju in zmanjševanju organske obremenitve v obremenjeni vodi, ki se kaže v obliki blata.

V nadaljevanju so naštet in opisane nekatere lastnosti bakterij, ki so prisotne v dodatku. V osnovi veljajo za nenevarne. Začetno ime pove, kateremu rodu pripada, drugo ime pa predstavlja vrsto (Bain, 2013):

- *Bacillus megaterium* (po velikosti velja za izjemno veliko bakterijo, zaradi tega je bila zelo pogosto uporabljena za preučevanje njene strukture, uporablja se za pomembne medicinske, znanstvene in industrijske napredke, saj ponuja obilo različnih proteinov),
- *Bacillus polymyxa* (se nahaja v tleh, rastlinskih koreninah in morskih usedlinah, do nekaterih patogenih mikroorganizmov in pa tudi rastlin in živali deluje sovražno, zato se uporablja pri proizvodnji komercialnih protimikrobnih zdravil),
- *Bacillus licheniformis* (je zelo razširjena vrsta v naravi in zaradi vsebnosti velikega števila različnih encimov bistveno prispeva h kroženju hranil, učinkovita pa je tudi proti številnim vrstam gliv),
- *Bacillus brevis*/ *Brevibacillus parabrevis* (nekateri sevi imajo sposobnost aerobne oksidacije ogljikovega monoksida),
- *Bacillus subtilis* (velja za izredno raznoliko bakterijsko vrsto, ki je sposobna rasti v mnogih okoljih in ima sposobnost, da oblikuje vzdržljive in odporne endospore, ki ji omogočajo, da organizem prenaša ekstremne okoljske razmere),
- *Bacillus pumilus* (pogosto se nahaja v prsti in pa na rastlinah, za to vrsto bakterije pa je bilo ugotovljeno, da je zelo odporna na neugodne pogoje kot je pomankanje razpoložljivih hranil, skrajna izsušitev, UV sevanje, kemična dezinfekcija in vodikov peroksid),
- *Bacillus macerans* (ta bakterija ima sposobnost pretvorbe dušikovega plina v amoniak, katerega rastline lažje uporabljajo, lahko pa raste tudi ob prisotnosti kisika),
- *Bacillus amyloliquefaciens* (nahaja se v vzorcih zemljine, ima sposobnosti zunajcelične razgraditve proteinov kar je bilo ugotovljeno za zelo koristno, preživi lahko dalj časa, to ji omogočajo endospore, ki jih proizvaja sama),
- *Pseudomonas fluorescens* (ime je dobila po vodotopnih fluorescenčnim pigmentih, ki jih proizvaja po površini, še zlasti v pogojih nizke razpoložljivosti železa, saj le te vsebujejo železo),
- *Pseudomonas putida* (to je prvi patentiran organizem na svetu, po sestavi je edinstvena zato, ker ima večino genov, ki sodelujejo pri razgradnji različnih organskih topil in ogljikovodikov, ki so obravnavani kot nevarne kemikalije in nastajajo pri gorenju goriva, premoga, tobaka in drugih organskih snovi),
- *Lactobacillus acidophilus* (je vrsta bakterij, ki proizvajajo mlečno kislino in se uporabljajo za različne izdelke, vključno z proizvodnjo jogurta, prisotna je pri živali in ljudeh, pri slednjih se nahaja v ustni votlini in prebavnem traktu).

Dodatek vsebuje tudi bakterije rodov *Nitrosomonas* in *Nitrobacter*, ki so najbolj zanesljive za hitro oksidacijo amonijaka v nitrate. Kajti velik problem v obremenjenih vodah običajno predstavlja tudi amonijak. Ko se v vodi pojavi amonijak v velikih količinah, ga je potrebno zmanjšati, saj predstavlja nevarnost. To je možno storiti s procesom nitrifikacije. Biološki proces nitrifikacije je pretvorba ali oksidacija amonijevih ionov v nitrit in nato v nitratne ione ob prisotnosti kisika. Nitrifikacija poteka z omenjenimi avtotrofnimi bakterijami, ki se nahajajo praktično v vseh vodah, od morskih pa do sladkih, vključno z onesnaženimi vodami. Celoten proces poteka v dveh stopnjah, najprej se visoke koncentracije amonijaka s pomočjo bakterij *Nitrosomonas* oksidirajo v nitrit, kajti ravno visoke količine amonijaka zavirajo učinkovitost bakterijske vrste *Nitrobacter*, zato do naslednje stopnje ne pride, vse dokler prej omenjene bakterije ne zmanjšajo visokih koncentracij amonijaka. Ko se le-te zmanjšajo, pričnejo delovati bakterije *Nitrobacter*, ki nitrit oksidirajo do nitrata. Pomembno je, da se nitriti v čim večji meri pretvorijo v nitratne ione, ker je akumulacija nitritov toksična za rastline.

Čeprav je več organizmov, ki so sposobni oksidirati amonijeve in nitritne ione, pa sta ti dve vrsti bakterij najbolj učinkoviti. Učinkovitost se lahko poveča z zagotovitvijo dodatne gladke podlage, na katero se lahko omenjene bakterije pritrdijo.

6.1.2.5 Eksperimentalni preizkus specialnega dodatka na terenu

Ker je predstavnik opisanega dodatka *eco-tabs* promocijsko omogočil nekaj količin tega dodatka, potrebno kemijsko analizo vode pa je omogočil Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, v okviru Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, smo se odločili za preizkus le-tega. Preizkus bomo opravili v napihljivem bazenu.

Za pravilno količino odmerka in vsebnosti dodatka je bilo za začetek potrebno zajeti vzorec izcedne vode deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik in opraviti analizo. Tako smo 1. 10. 2014 ob 16.30 odvzeli vzorec izcedne vode. Do odlagališča smo se pripeljali z rovokopačem, nakar smo z zadnjo kiblo nakladalnika dobro premešali celotni zbiralnik izcedne vode. Zbiralnik je dimenzij 14 m x 10 m, maksimalna višina vode pa je lahko 2,5 m. Tstega dne je bilo v njem vode, merjeno od tal, v višini 1,8 metra. Če bi vzorec vzeli samo iz zgornje plasti, potem vrednosti parametrov ne bi bile realne. Ko smo celoten zbiralnik premešali, to smo strojno počeli približno 30 minut, smo v plastično posodo z oznako PP (izdelana iz polipropilena), prostornine 5 litrov, zajeli izcedno vodo. Izcedna voda je na prvi pogled izgledala zelo obremenjena, tudi vonj, ki ga je oddajala, je bil zelo neprijeten. Tako smo naslednje jutro vzorec pripeljali v Ljubljano, na Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, kjer je bila v okviru Fakultete za gradbeništvo in geodezijo dne 3. 10. 2014 opravljena analiza.



Slika 31: Prikaz mešanja zbiralnika izcedne vode s pomočjo zadnje kible rovokopača (lasten posnetek)

Glede analize izcedne vode smo se odločili, da bomo zaradi splošne omejenosti v laboratoriju zaprosili za analizo le ključnih parametrov. V nadaljevanju so prikazani rezultati analize, ki jo je opravila dr. Sabina Kolbl.

Preglednica 8: Analiza vzorca izcedne vode

PARAMETER	ENOTA	METODA	OPREMA	REZULTAT	MEJNE VREDNOSTI
pH- vrednost	pH	ISO 10523	Multimeter HACH HQ40d	7,88	6,5-9,0
Usedljive snovi	mg/l	DIN 38409-H9	Sedimentacijski stožec	/	0,5
Neraztopljene snovi	mg/l	SIST ISO 11923	Analitska tehtnica Mettler Toledo AL204	/	60
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	mg/l	ISO 6060	Spektrofotometer HACH DR 2800	2254	300
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	mg/l	SIST EN 1899 - 2	Manometer WTW Oxi top	700	30
Amonijev dušik (NH ₄ ⁺ -N)	mg/l	ISO 7150 - 1,2	Spektrofotometer HACH DR 2800	0,09	50
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	SIST ISO 10530	Spektrofotometer HACH DR 2800	2	(a)
Klorid (Cl)	mg/l	DIN 38405	Spektrofotometer HACH DR 2800	1,9	(b)
Celotni organski ogljik	mg/l	SIST ISO 8245	Spektrofotometer HACH DR 2800	334	(a)

(TOC)					
Celotni krom	mg/l	SIST ISO 11083	Spektrofotometer HACH DR 2800	1,05	0,5
Raztopljen kisik (O ₂)	mg/l	elektrometrično	Multimeter HACH HQ40d	0,25	(a)
Aluminij (Al)	mg/l	DIN 38406-E9	Spektrofotometer HACH DR 2800	0,29	0,5
Baker (Cu)	mg/l	Porphyrin	Spektrofotometer HACH DR 2800	0	0,5
Nikelj (Ni)	mg/l	SIST ISO 8288	Spektrofotometer HACH DR 2800	0,11	0,5

(a)- mejna količina tega parametra ni določena v Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov

(b)- mejna koncentracija kloridov v izcedni vodi je določena posredno s strupenostjo za vodne bolhe

V preglednici so podani vsi ključni parametri, ki so bili analizirani, poleg tega je zraven podana tudi klasifikacija metode, po kateri se je izvajala analiza, in pa opis uporabljene opreme. V zadnjem stolpcu so podane mejne vrednosti za posamezne parametre, ki veljajo za odvajanje neposredno in posredno v vode. Te vrednosti so določene v Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov, ki je bila objavljena v Uradnem listu RS, št. 62/08. Omenjene mejne vrednosti parametrov izcedne vode iz uredbe veljajo za odlagališča inertnih, nenevarnih, nevarnih odlagališč in iz naprav za ravnanje z rudarskimi odpadki.

Dobljeni rezultati so pokazali, da so najbolj prekorajeni naslednji trije parametri: kemijska potreba po kisiku, biokemijska potreba po kisiku in pa celotni krom.

Ko smo imeli rezultate opravljene analize izcedne vode, je bilo dovolj podatkov za odmero dodatka, zato smo se odločili opraviti preizkus. Tako smo 21. 10. 2014 ob 15.00 v neposredni bližini obstoječega zbiralnika izcedne vode, približno 4 metre stran, postavili napihljiv bazen, premera 457 cm. Ponovno smo ponovili postopek, kot takrat, ko smo vzeli prvi vzorec. Z zadnjo kiblo nakladalnika smo dobro premešali celotni zbiralnik izcedne vode, tokrat je bila višina vode v zbiralniku, merjeno od tal, 1,1 meter. Po približno 30 minutnih mešanja smo pričeli s črpanjem vode iz zbiralnika v napihljiv bazen. To smo napravili s pomočjo visokopretočne vodne črpalke in pa agregata, kajti v neposredni bližini ni speljanih električnih vodov. Črpanje je potekalo relativno hitro, saj smo bazen napolnili do zahtevane višine v 10 minutah in tako je bilo v bazenu približno 8 kubičnih metrov vode. Preden smo pričeli črpati, smo črpalko s pomočjo verige privezali na zadnjo kiblo nakladalnika in jo potopili v sredino zbiralnika. Potopili smo jo do polovice nivoja vode, tako je sesalni del črpalke črpal vodo na globini 0,55 metra, merjeno od tal.

Ko je bil napihljiv bazen napolnjen z izcedno vodo, sem takoj s pomočjo plastične posode z oznako PP, prostornine 5 litrov zajel vzorec vode. Nato smo se odločili da dodamo prvi odmerek dodatka, ki je sicer bil v trdnem agregatnem stanju, ampak ne v obliki tablet. Bil je v obliki belega praška zapakiranega v prozorni ovitek, ki je prav tako topen v vodi, saj je sestavljen iz vodotopnih materialov. Prvi dodatek je običajno v obliki praška ali pa v takojšnji kombinaciji z dodatki v obliki tablet, kajti vsebina praška je nekoliko večja kot pa vsebina tablete. Prva količina dodatka je vedno večja kot preostale, to je zaradi hitre vzpostavitve stabilnega sistema. Ko smo dodatek v obliki praška vstavili v sredino bazena, se je že po nekaj minutah vidno začel topiti, saj so na površini nastali beli madeži. Po navodilih predstavnikov tega dodatka, ki sta bila prisotna, poleg mentorja, dodatno mešanje po bazenu ni bilo potrebno, saj za to vrsto dodatka, ki je v obliki praška, to ni potrebno. Skupna masa tega dodatka je bila 250 gramov. Kar se tiče sestave dodanega dodatka, je šlo predvsem za veliko vsebnost kisika in ostale dodatke, kot so dekstroza, soda bikarbona in različni minerali. Delež bakterijskih združb v prašku se je gibal okoli 35 %, medtem ko je v dodatku v obliki tablet ta delež bistveno večji. Raztapljanje praška poteka zelo hitro, tako zagotovi takojšnje povečanje kisika, medtem ko tablete oddajajo bakterije več ur.



Slika 32: Trenutek, ko sem v sredino bazena dodal dodatek (lasten posnetek)

Glede doziranja dodatkov smo se odločili, da jih bomo izvajali v tedenskih intervalih. Na teren smo prihajali vsak dan, da smo preverili, kakšno je stanje z bazenom; če je napihljivi obroč bazena izpustil kaj zraka, smo ga ponovno napolnili z zrakom, pregledali smo celotno stanje in pa občasno smo ga premešali s pomočjo kosa lesa v obliki vesla. Ko je 28. 10. 2014 minilo sedem dni, odkar smo dodali prvi odmerek, je nastopil čas za novo doziranje. Dodatek v obliki tableta smo, kot nam je bilo naročeno, razdelili na štiri enakovredne dele. To smo enostavno storili z rokami, saj dodatek ni pretirano trd. Potem smo dve četrtini oziroma, skupaj gledano, polovico ene tablete vstavili v bazen, vsako v svojo stran, tako da se ni raztopila samo na enem mestu. V nekaj minutah smo že opazili majhne mehurčke na površini, kar je pomenilo, da se je pričel proces raztapljanja. Raztapljanje cele tablete običajno traja od 6 do 8 ur, v tem primeru pa, ko sta bili samo dve četrtini, pa je proces verjetno

potekal hitreje. Ko smo dodatek dodali, smo po nekaj minutnem ogledovanju stanja pričeli z mešanjem, kar je potekalo približno 20 minut. Nato smo vsak dan, ko smo prišli na teren, nekoliko premešali po bazenu. Ko je minilo osem dni, torej 5. 11. 2014, smo spet ponovili opisani postopek z dodajanjem dveh četrtin tableta in mešanjem. Toda preden smo dodali dodatek, smo s pomočjo plastične posode z oznako PP, prostornine 5 litrov, zajeli vzorec vode. Vzorec smo po predhodnem mešanju vzeli približno na polovici globine in ne čisto za robom, temveč kolikor smo dosgli proti sredini bazena. Takoj ko smo vse to opravili, smo vzorec peljali na laboratorijsko analizo, saj čas od odvzema do analize ne sme biti daljši od 4 ur, sicer rezultati niso rentabilni. Če je čas daljši od omenjenega, potem začnejo zajeti mikroorganizmi odmirati in s tem se kvaliteta vzorca poslabša. Opisani postopek smo, vključno s tedenskim odvzemom vzorcev, ponavljali vse do 19. 11. 2014. Po končanem eksperimentu smo omenjeni bazen pospravili in odpeljali iz terena.

Specifikacija uporabljenega izdelka:

vrsta agregatnega stanja: trdno agregatno stanje,

oblika: okrogla,

premer: 7,6 cm,

debelina 2,23cm,

teža: 130g,

barva: rjavkasta,

rok uporabe: 5 let.



Slika 33: Prikaz uporabljenega dodatka v obliki tableta (lasten posnetek)

6.1.2.6 Rezultati preizkusa

Analizo vzorcev izcedne vode smo ob pomoči dr. Sabine Kolbl, univ. dipl. inž. vki., opravljali sami. To je potekalo na že prej omenjenem Inštitut za zdravstveno hidrotehniko. V nadaljevanju so v preglednici prikazani rezultati opravljenih analiz. Uporabljena metoda in oprema je enaka, kot je bila pri predhodni analizi (Preglednica 8), zato v nadaljevanju ni ponovno napisana.

Preglednica 9: Skupna analiza vzorcev izcedne vode

PARAMETER	ENOTA	ANALIZA VZORCA (21.10. 2014)	ANALIZA VZORCA (5.11. 2014)	ANALIZA VZORCA (12.11. 2014)	ANALIZA VZORCA (19.11. 2014)	MEJNE VREDNOSTI	
						Odvajanje neposredno in posredno v vode	Odvajanje v javno kanaliz.
pH- vrednost	pH	7,04	8,17	8,17	8,26	6,5-9,0	6,5-9,0
Prevodnost	μ S/cm	8,15	7,15	5,67	5,18	(a)	(a)
Raztopljen kisik (O ₂)	mg/l	0,32	0,41	1,02	2,13	(a)	(a)
Usedljive snovi	ml/l	/	minimalno (0,01)	/	/	0,5	0,5
Neraztopljene snovi	mg/l	128	160	148	90	60	(c)
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	mg/l	1472	1287	2184	940	300	(a)
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	mg/l	780	720	520	480	30	(a)
Amonijev dušik (NH ₄ ⁺ -N)	mg/l	0,723	0,05	0,683	0,700	50	200
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	9	2	1	1	(a)	(a)
Klorid (Cl ⁻)	mg/l	3,1	8,1	0,8	1,1	(b)	(a)
Celotni krom	mg/l	0,06	0,03	0,01	0,09	0,5	0,5
Aluminij (Al)	mg/l	0,493	0,03	0	/	(a)	(a)
Baker (Cu)	mg/l	/	0	/	/	0,5	0,5
Nikelj (Ni)	mg/l	1,22	0,17	0,09	0,05	0,5	0,5

(a)- mejna količina tega parametra ni določena v Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov

(b)- mejna koncentracija kloridov v izcedni vodi je določena posredno s strupenostjo za vodne bolhe

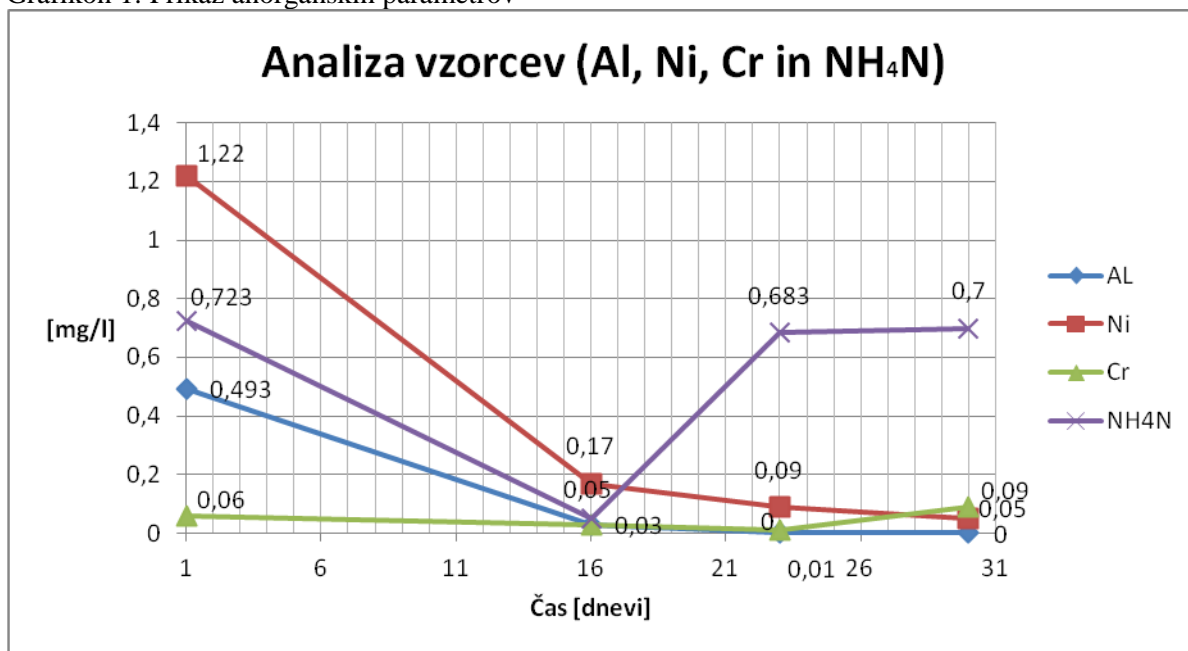
(c)- mejna koncentracija neraztopljenih snovi v izcedni vodi se določi v okoljevarstvenem dovoljenju na podlagi mnenja upravljavca javne kanalizacije in komunalne ali skupne čistilne naprave

V zgornji preglednici so prikazani vsi rezultati analiz izcednih vod. Analiza začetnega vzorca, zajetega dne 21. 10. 2014, ko v bazenu še ni bilo nobenega dodatka, ni bila opravljena takoj, temveč je bila opravljena šele 19. 11. 2014. V vmesnem času pa je bil vzorec shranjen v laboratoriju, in sicer v hladilniku. Ker je bil vzorec toliko časa skladiščen, so se vrednosti merjenih parametrov, kljub ustreznemu hranjenju, nekoliko spremenile. Sicer bi bile nekatere vrednosti višje, saj je bila vrednost KPK pri prvi predhodni analizi, ki je bila zahtevana s strani predstavnika dodatka, kar 2254 mg/l, pa tudi vrednosti drugih parametrov bi bile nekoliko drugačne.

Celoten preizkus je trajal 29 dni, rezultati so bili pozitivni, saj so se vrednosti vseh parametrov, z izjemo celotnega kroma, izboljšale. Količina celotnega kroma se je nekoliko zvišala, toda to je skoraj

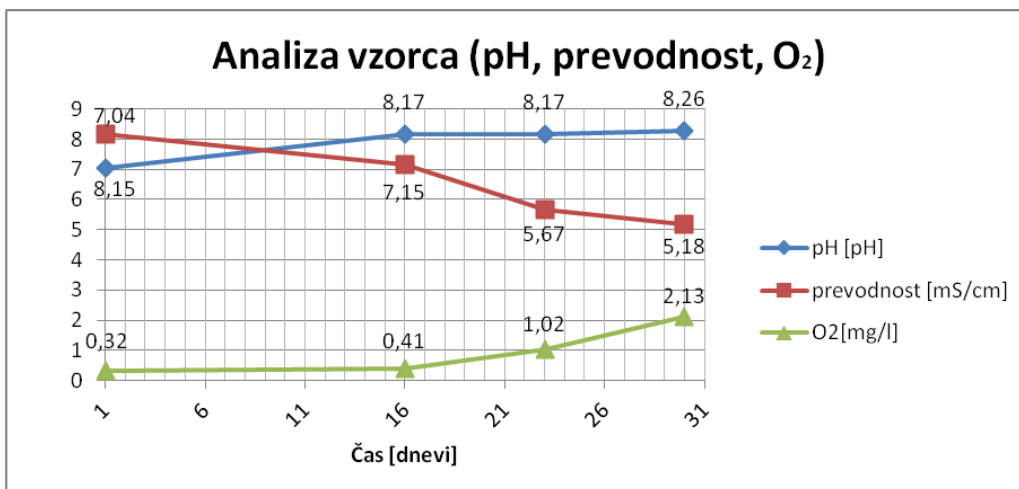
zanemarljiva vrednost. V naslednjem grafikonu so prikazani obravnavani anorganski parametri. Iz grafa je razvidno kako so se količine zmanjšale. Mejno vrednost je prekoračil samo nikelj, vrednost katerega se je zmanjšala skoraj na nič. Tudi količina aluminija je bila visoka, vendar se je popolnoma odstranila. Pri analizi bakra ni bilo zaznati, zato tudi nisem več opravljal analize tega parametra. Večje nihanje je bilo zaznati pri vrednosti amonijevega dušika, saj se je vrednost zelo spreminjala, na koncu pa se približala začetni izmerjeni vrednosti.

Grafikon 1: Prikaz anorganskih parametrov



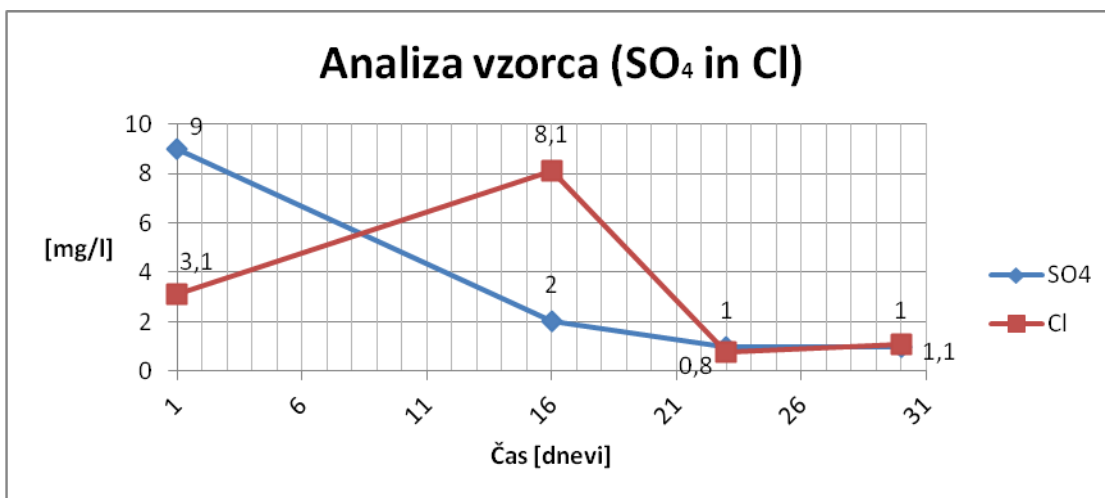
V grafikonu 2 so prikazani trije splošni parametri, ki so bili merjeni elektrometrično, s pomoč multimetra. Pri vrednostih je lepo viden naraščajoč oziroma padajoč trend. Količina raztopljenega kisika se je vseskozi večala, kar je posledica specialnega dodatka. To potrjuje tudi rezultat padanja prevodnosti, kar pomeni, da se je količina težkih kovin res zmanjšala. Tudi vrednost pH se je nekoliko zvišala, saj je optimalna vrednost pH za mikroorganizme v obravnavanem dodatku od 8,2 do 8,3.

Grafikon 2: Prikaz splošnih parametrov



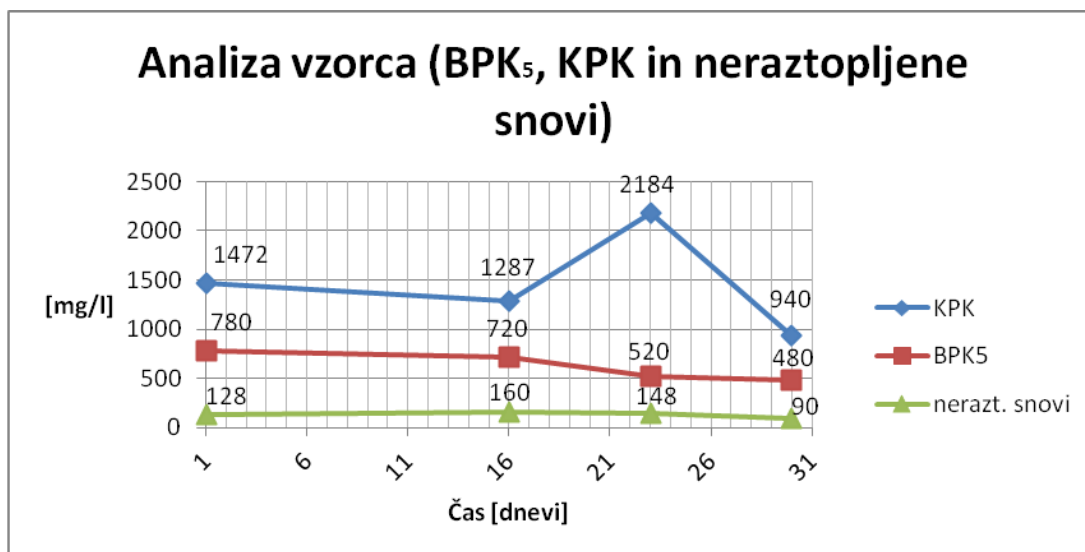
Naslednji grafikon 3 prikazuje količini sulfata in klorida, ki sta se, kljub nihanju sulfata nekoliko znižali.

Grafikon 3: Prikaz vrednosti sulfata in klorida



V naslednjem grafikonu 4 so prikazani vsi trije parametri, ki kljub dodajanju dodatka še vedno presegajo mejne vrednosti, ki so določene v Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov. Pri vseh treh parametrih se je vrednost v primerjavi z začetno znižala, toda ne zadostno. Kemijska in biokemijska potreba po kisiku sta še vedno v veliki meri prekoračeni, prva je 313,3 %, medtem ko druga presega kar za 1600 % dovoljene vrednosti.

Grafikon 4: Prikaz dveh ključnih organskih parametrov in neraztopljenih snovi



6.1.2.7 Primernost dodatka za čiščenje izcedne vode na obstoječi deponiji Rakovnik

Glede na rezultate opravljene analize izcedne vode deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik se obravnavana variantna rešitev ne more obravnavati kot popolnoma samostojna rešitev. Lahko pa se uporablja v kombinaciji s katero od drugih postopkov čiščenja izcednih vod, morda z rastlinsko čistilno napravo. Sicer so rezultati glede analiziranih bioloških parametrov uspešni, saj se je količina merjenih parametrov po večini zmanjšala. Glede na pogovor s predstavniki obravnavanega specialnega dodatka bi bilo možno vrednosti KPK in BPK₅ nekoliko izboljšati. Obravnavana izcedna voda vsebuje zelo malo organskega blata, ki pa je pri uporabi tega dodatka zelo zaželen, saj predstavlja glaven vir hranil za bakterijske združbe, ki jih dodatek vsebuje. V obravnavanem primeru je prišlo do pomanjkanja hranil, zaradi česar se bakterije niso več razmnoževale, nekatere so morda celo odmrle, kar pa ima za posledico, da se je stopnja padanja KPK in BPK₅ ustavila. Ta problem se zelo pogosto pojavlja v zaprtih sistemih, kjer ni stalnega dotoka. Rezultati bi verjetno bili boljši, če bi v eksperimentalni bazen dodali nekaj organskega blata iz kakšne čistilne naprave. Tako bi bakterijam zagotovili hrano.

6.1.3 Variantna rešitev 3

6.1.3.1 Izvor in zgodovina zeolitov

Izvor zeolitov sega 100 milijonov let v preteklost, ko so se izoblikovali kontinenti. Takrat so bili vulkanski izbruhi dogodki večjega obsega. Milijone ton vroče lave in pepela je izbruhnilo iz

notranjosti Zemlje v ozračje. Ta vroča masa je v stiku z morskovo vodo ustvarila nekaj izjemnega, to je mikroporozna kamnina z unikatnimi sposobnostmi, ki se imenuje zeolit. Njihova glavna značilnost je velika absorpcijska moč in velika kapaciteta ionske izmenjave. Samo ime zeolit izhaja iz grških besed zein, ki pomeni vreti in pa lithos, ki pomeni kamen. (Biocin, 2014)



Slika 34: Prikaz kristalizacije lave z morskovo vodo (Svijet oko nas, 2012)

Začetek uporabe zeolitov sega v drugo polovico 19. stoletja, ko je bilo dokazano, da lahko pride do zamenjave strukturnih kationov iz zeolita z nekaterimi kationi iz vodne raztopine. V prvi polovici 20. stoletja so jih uporabljali pretežno za mehčanje vode, tudi v seznam mineralov so jih uvrstili. V začetku druge polovice 20. stoletja so se pokazale možnosti uporabe zeolitov za obdelavo obremenjene vode z radioaktivnimi odpadki. Prišlo je tudi do iznajdbe umetnih oziroma sintetičnih zeolitov, ki so se začeli uporabljati v komercialni namen, za ločevanje majhnih molekul ter za sušenje hladilnih in naravnih plinov. V zadnjih nekaj desetletjih pa so se lastnosti in struktura zeolitov preučile zelo podrobno, tudi uporaba se je zelo razširila, saj imajo zelo pozitivne lastnosti.

6.1.3.2 Naravni in sintetični zeoliti

V osnovi se zeoliti delijo na naravne in sintetične. Zaradi razlik v temperaturi, v geografskem poreklu, in v drugih pogojih, ki so vplivali na kemijsko reakcijo med vodo, lavo, pepelom in zrakom med značilnostmi, je v sestavi in kakovosti zeolitov prišlo do razlik. Kasnejši geomehanski in geofizikalni vplivi so oblikovali skoraj 300 vrst naravnih zeolitov z lastnostmi, kakršne poznamo danes. Najbolj znana najdbišča naravnih zeolitov so na Kubi, v Kaliforniji, na Slovaškem, v Rusiji, Srbiji ... (Zeolitnatura, 2014)

Preglednica 10: Sestava in lastnosti nekaterih naravnih zeolitov (Obal, 1991)

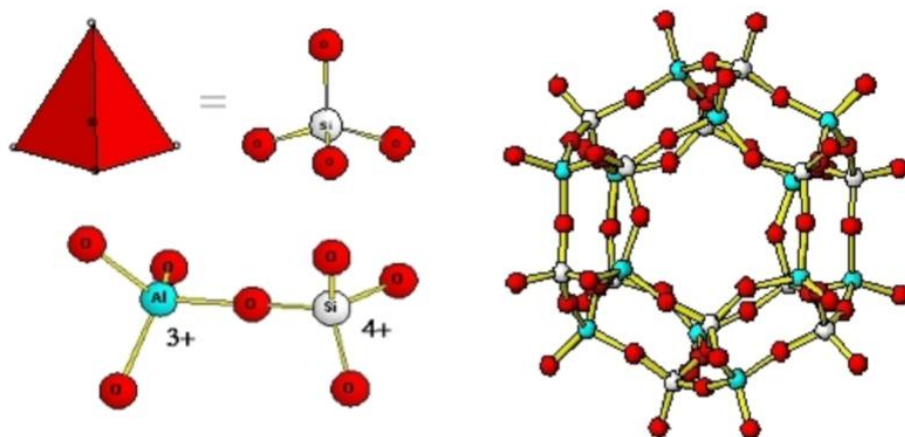
zeolit	kemijska sestava	poroznost (%)	kapaciteta (mekv/100 g)	dominantni kation
Analcim	$\text{Na}_{16} (\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$	18	454	Na

Filipsit	$(\text{Ca}_{0,5} \text{Na}, \text{K})_6 (\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32}) \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	31	387	Ca ali Na, K
Laumonitit	$\text{Ca}_4 (\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{49}) \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$	34	425	Ca
Erionit	$(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}_2, \text{Na}_2)_{4,5} (\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27 \text{H}_2\text{O}$	35	312	Ca ali Na, K
Chabazit	$\text{Ca}_2 (\text{Al}_{16}\text{Si}_8\text{O}_{24}) \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$	47	381	Ca ali Na
Natrolit	$\text{Na}_{16} (\text{Al}_{16}\text{Si}_{24}\text{O}_{80}) \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$	23	526	Na
Mordenit	$\text{Na}_8 (\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	28	229	Ca ali Na
Klinoptilolit	$\text{Na}_6 (\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	34	254	Na

Sintetični zeoliti so umetno pridobljeni zeoliti. V svetu so povzročili pravo revolucijo, saj so vsestransko uporabni, učinkoviti in neškodljivi. Kljub temu da so umetno pridobljeni, imajo tudi nekatere prednosti pred naravnimi zeoliti. Za dobro učinkovitost morajo biti zeoliti izdelani enotno, iz čistih sestavin, kar pa je v naravi le redko, saj so zelo pogosto prisotni različni minerali, kot je kremen. Tudi čas proizvodnje oziroma nastanka se zelo razlikuje, saj naravni zeoliti potrebujejo tisoče let za nastanek, medtem ko je sintetične možno v laboratoriju ustvariti relativno hitro.

6.1.3.3 Kemična sestava in struktura zeolitov

Zeoliti spadajo v družino alumosilikatov, ker imajo značilno tridimenzionalno mrežo SiO_4^{4-} in AlO_4^{5-} tetraedrov, ki so med seboj povezani preko oglišč s skupnimi kisikovimi atomi. Notranjost te mreže pa je sestavljena iz kanalov, votlin ter nanopor, ki lahko potekajo v eni, dveh ali treh smereh. Večina zeolitov ima premer por od 0,2 do 1 nm, zato jih uvrščamo med mikroporozne materiale, katerih premer por znaša od 0,3 do 2 nm.



Slika 35: Model tetraedra s središčnim atomom Si ali Al (levo zgoraj) in primer združevanja v prostoru (Krečič, 2010)

Razmerje Si/Al je v vseh zeolitih večje od ena. Ker ima Al valenco 3+ in Si 4+, je osnovno ogrodje negativno nabito. Da je struktura nevtralna, dodaten pozitiven naboj priskrbijo kationi, kot so natrij, kalij, magnezij, kalcij in drugi. Ti niso neposredno vezani v mreži, ampak se svobodno gibljejo v porah oziroma kanalih zeolitov, v katerih so vezane tudi vodne molekule. Delež kationov je pogojen s količino AlO_4^{5-} tetraedrov v ogrodju. Omenjeni kationi se lahko zamenjujejo z drugimi prisotnimi kationi v raztopini, s katero je zeolit v kontaktu. Ti se ne vežejo, temveč le ujamejo v porozno strukturo zeolita na principu molekularnega sita. (Krečič, 2010)

Splošna strukturna formula zeolitov je sledeča: $\text{M}_{x/n}[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y]w\text{H}_2\text{O}$, kjer M predstavlja kation v porah, x in y število AlO_4^{5-} in SiO_4^{4-} tetraedrov na osnovno celico, n valenco kationa in w število molekul vode. Če je za sintetične izmenjevalce značilna mikrokristalinična struktura, potem je za izmenjevalce iz naravnih materialov običajno značilna amorfnost struktura.

6.1.3.4 Lastnosti in uporaba zeolitov

Področje mikroporoznih materialov, kjer so najpomembnejši predstavniki zeoliti, se je v zadnjih 50 letih razvilo v široko vejo znanosti in uporabe. To so namreč materiali prihodnosti, saj njihovo pridobivanje, uporaba in odstranjevanje spadajo med čiste tehnologije, za katere je značilno (Krečič 2010):

- majhna poraba energije,
- minimiziranje odpadkov,
- izogibanje (neuporaba) korozivnih, eksplozivnih, hlapljivih in biološko nerazgradljivih materialov.

Zeoliti imajo redko sposobnost visoke adsorpcije oziroma ionske izmenjave pozitivno nabitih snovi iz okolice, ne da bi pri tem izgubil ali spremenil lastno strukturo. V nadaljevanju so predstavljene osnovne lastnosti zeolitov:

- 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 ($500 - 1000 \text{ }^\circ\text{C}$),
- delež vode v porah do 50 %,
- adsorbira vonjave.



Slika 36: Prikaz zeolita v obliki večjega kosa (zgoraj levo) in v obliki manjše zrnivosti (zgoraj desno)
(Mineral zeolita, 2012)

Omenjene lastnosti omogočajo vsestransko uporabo zeolitov, ki je sledeča:

- v poljedelstvu in sadjarstvu (se poveča stopnja donosnosti),
- za proizvodnjo visoko prečiščenega kisika,
- v živinoreji, prašičjereji, govedoreji (kot dodatek hrani izboljšajo zdravstveno stanje živali in njihovo donosnost),
- za razstrupljanje človeškega telesa in izboljšanje imunskega sistema,
- mehčalno sredstvo za trde vode,
- v industriji kot adsorbenti pri sušenju hladilnih sredstev ter pri odstranjevanju vode iz etana, olefinskih ogljikovodikov in naravnih plinov,
- kot gradbeni kamen (lahko kot lahki agregat v cementih in betonih),
- v medicini,
- ribogojništvu (kot dodatek k prehrani in pa odstranjevanje svinca iz vode, ki škodljivo vpliva na ribe),
- kot sestavina detergentov (preko 80% vseh sintetičnih zeolitov na svetu se porabi za detergente),
- pri obdelavi komunalne in industrijske odpadne vode...

Odpirajo pa se še nove možnosti uporabe zeolitov, na primer za učinkovito shranjevanje vodika, za proizvodnjo nanocevk, zdravil, biomembran in visoko selektivnih biosenzorjev. Na področju energetike raziskujejo uporabo zeolitov kot sorpcijskih hranilnikov energije za ogrevanje bivalnih prostorov, mobilnih hranilnikov energije in v modulih za povečanje izkoristkov plinskih kotlov (Krečič, 2010).

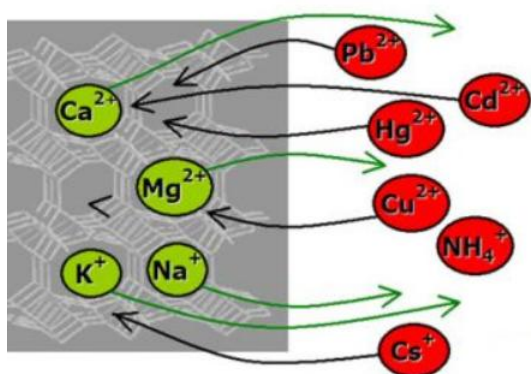
6.1.3.5 Uporaba naravnih zeolitov pri čiščenju odpadnih in deponijskih izcednih vod

Tehnoloških odpadnih vod pogosto ni mogoče očistiti z biološkimi čistilnimi napravami. Razlog za to je lahko njihova sestava, ki zavira biokemijske razgradne procese. Zelo pogosto vsebujejo tehnološke odpadne vode kovinske ione, sulfate, kloride, fluoride in še nekatere druge snovi, ki niso biološko razgradljive. Tudi amoniak je v preveliki koncentraciji strup za bakterijsko združbo na biološki čistilni napravi. Podobno velja tudi za preveč kisle ali bazične odpadne vode. Takšne odpadne vode nastajajo v različnih industrijskih obratih, posebno še v kovinsko predelovalni industriji. Tudi izcedne vode iz deponij so lahko precej obremenjene s kovinskimi ioni in amoniakom. Če želimo ustrezno očistiti takšne odpadne vode, je potrebno izbrati pravilno tehnologijo čiščenja. Ena izmed možnosti čiščenja takšnih onesnaženih vod je s pomočjo uporabe že zgoraj opisanih naravnih zeolitov. Ti naravni ionski izmenjevalci imajo sposobnost kemijskega vezanja kovinskih ionov in amonjaka ter tudi relativno veliko sposobnost adsorpcije raznih koloidnih delcev. Uporaba omenjene tehnologije čiščenja ne velja za popolnoma samostojno, saj je običajno potrebno na začetku uporabiti ustrezno stopnjo predhodnega čiščenja. (Drev in sod., 2007).

6.1.3.6 Ionska izmenjava in adsorpcija zeolitov

Ionsko izmenjavo lahko opišemo kot stehiometrično zamenjavo enega ekvivalenta potencialnih ionov z drugimi ioni iz raztopine. Poteka med izmenljivimi kationi (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} in Mg^{2+}) iz zeolita in kationi iz raztopine. Moč vezave molekul in ionov v strukturi zeolita je odvisna od elektronskih privlak oziroma od van der Waalsove sile med ogrodjem zeolita in molekulami. Eden izmed pogojev za ionsko izmenjavo so tudi primerljivi premeri kationov. Ioni težkih kovin (As^{3+} , Hg^{2+} , Pb^{2+}), ki so običajno prisotni v raztopini so manjši in močnejše pozitivno nabiti kot izmenljivi ioni iz zeolita, kar pomeni, da se le-ti bolje ujamejo v strukturo zeolita.

Najprej pride do tvorjenja kompleksov na zunanji površini zeolita, ki je hitro in reverzibilno. Sledi notranja kompleksacija (ionska izmenjava), ki je počasnejša in v veliko primerih nereverzibilna. Difuzija iz raztopine ali površine v notranjost je pogojena z različnimi parametri in se zmanjša, ko je do izmenjalnih mest dolga pot ali pa so le-ta zasedena z drugimi kovinskimi ioni.



Slika 37: Prikaz ionske izmenjave (Panaceo, 2014)

Ko na površini zeolita ni več aktivnih mest, ki bi tvorila komplekse, v raztopini pa so še prisotni kovinski kationi s tendenco adsorpcije, lahko pride do agregacije in tvorbe klastrov na površini. Agregacija poteka do stopnje nasičenja na površini in je odvisna od koncentracije kovinskih kationov. Če poteka zelo hitro, lahko pride do blokiranja vhodov v kanale, s tem pa tudi do zmanjšanja deleža adsorpcije glede na razpoložljiva mesta (Inglezakis in sod, 2005).

Hkrati z ionsko izmenjavo, kompleksacijo in agregacijo poteka tudi raztapljanje zeolita zaradi prehajanja atomov Al^{3+} ali Si^{4+} iz ogrodja v raztopino. Potek te reakcije je odvisen od več faktorjev. V šibko kislem do šibko alkalnem območju je raztapljanje neznatno. V kislem pH območju je uhajanje Al^{3+} v raztopino hitrejše, medtem ko je za uhajanje Si^{4+} potreben zelo nizek ali zelo visok pH.

6.1.3.7 Vpliv različnih parametrov na učinkovitost zeolitov

pH vrednost medija

Vrednost pH ima zelo pomemben vpliv na odstranjevanje kovinskih kationov iz raztopine. V kislem področju imajo H_3O^+ ioni podobno privlačnost kot kovinski kationi, tako ti ioni pri procesu ionske izmenjave ogrožajo kovinske katione. Tudi v bazičnem področju medija lahko pride do težav, saj se lahko pojavi tvorba netopnih hidroksidov, ki zavirajo proces. Glede na nekatere podatke iz literature je optimalna pH vrednost za ionsko izmenjavo v območju od 4 do 5,5 toda to ni konstantna vrednost za vse vrste ionov. Najugodnejša pH vrednost pri izmenjavi bakrovih ionov je 10, medtem ko za ostale težke kovine, kot so nikelj, krom, svinec, aluminij, itd., veljajo spet druge vrednosti (Krečič, 2010).

Velikost hidratiziranih kationov težkih kovin

Med zelo pomembne parametre ionske izmenjave sodi tudi velikost hidratiziranih kationov. Kajti na splošno velja čim manjši je radij hidratiziranega iona, večja je afiniteta. Velikost hidratiziranih

kationov ima na izmenjavo večji vpliv, kot pa prosta energija hidratizacije. Dokaz za to je primer zelo uspešne ionske izmenjave Pb^{2+} , ki nima tako zelo visoke stopnje proste energije hidratacije, vendar se nahaja v relativno majhnem hidratiziranem radiju, kar je ključnega pomena.

Tako povečan kation lahko prodira samo skozi dovolj velike kanale zeolita. Če je premer kationa precej manjši od kanalov, je povečana gibljivost tako v notranjosti kakor tudi iz notranjosti navzven (Krečič, 2010). V nadaljevanju so v preglednici 11 prikazani ionski in hidratizirani radiji različnih kationov.

Preglednica 11: Radiji različnih kationov (Krečič, 2010).

Kation	Ionski radij (Å)	Hidratizirani ionski radij (Å)	Prosta energija hidratacije (kcal/mol)
Cd^{2+}	1,03	4,26	-430,5
Co^{2+}	0,82	4,23	-479,5
Cu^{2+}	0,82	4,19	-498,7
Na^{+}	0,98	3,58	-98,2
Ni^{2+}	0,72	4,04	-494,2
Pb^{2+}	1,32	4,01	-357,8
Zn^{2+}	0,83	4,4	-484,6
Mg^{2+}	0,65	4,28	-450
K^{+}	1,33	3,31	-79
Ca^{2+}	0,99	4,12	-373

Temperatura raztopine in čas vezanja kationov težkih kovin na zeolit

Temperatura raztopine vsekakor vpliva na proces ionske izmenjave. Kot velja za večino kemijskih procesov, namreč da višja temperatura pospeši proces, tudi v tem primeru velja enako. Hitrost hidratiziranih ionov se pri višji temperaturi povečuje, hkrati pa se velikost omenjenih ionov zmanjša. To pa lahko proces izmenjave vsekakor pospeši, vendar laboratorijske raziskave se opravljajo pri običajni temperaturi raztopine. Namen tega je doseganje takšnih pogojev kot so v realnosti, primer tega so različne čistilne naprave, kjer je temperatura medija odvisna od okolja.

Čas ionske izmenjave oziroma vezanja kationov težkih kovin na zeolite je zelo kratek, odvisen je od vrste in lastnosti zeolita in pa tudi od vsebovane raztopine. Običajno je ravnotežje ionske izmenjave

doseženo že po nekaj urah, pri določenih vrstah zeolitov, tako naravnih kot sintetičnih, pa je to lahko celo manj kot 30 minut.

Modifikacija in vpliv velikosti delcev zeolita

Učinkovitost ionske izmenjave se lahko poveča z uporabo modifikacije oziroma predobdelave zeolita. Za to se uporabljajo različni postopki, eden izmed najbolj preprostih je sušenje. S pomočjo predhodnega sušenja zeolitov je možno doseči nekoliko večjo učinkovitost ionske izmenjave. Bolj učinkovit način modifikacije je s pomočjo raztopine NaCl. V porah zeolitov so prisotni različni kationi, kot so: K^+ , Na^+ , Mg^{2+} in Ca^{2+} , vendar zeoliti, ki imajo po večini samo eno vrsto kationov, veljajo za uspešnejše pri ionski izmenjavi. Zato je možno s pomočjo raztopine NaCl omenjene katione izmenjati z Na^+ kationi, saj zeoliti najraje vežejo prav te ione. Na koncu postopka predobdelave je potrebno odstraniti presežene Na^+ in Cl^- ione; to se stori s pomočjo izpiranja z vodo.

Tudi velikost delcev zeolita oziroma zrnavost ima velik vpliv na ionsko izmenjavo. Običajno ima finejša zrnavost večjo učinkovitost kot groba zrnavost. Razlog za to je v velikosti kontaktne površine na stiku med raztopino in zeolitom, kajti manjši delci imajo v primerjavi z večjimi delci večjo zunanjo površino. Pri postopku ionske izmenjave lahko pride do blokiranja por zeolita. Razlog za to je lahko v zelo finem zeolitskem prahu, ki nastane pri mletju večjih zeolitskih delcev. Tako je vstop kationov v notranjo strukturo zeolita onemogočen oziroma utežen. Blokiranje por pa ne nastane samo zaradi finega prahu, temveč tudi zaradi tvorjenja klastrov ali netopnih hidrooksidov (Krečič, 2010).

6.1.3.8 Nadaljno ravnanje z zeoliti, ki vsebujejo katione težkih kovin

Pravilno shranjevanje ali nadaljnja uporaba zeolitov, ki vsebujejo težke kovine, je zelo pomembno. Ko je proces ionske izmenjave končan sicer nastane nekoliko večja količina trdnega odpadka v obliki zeolita, kar pa je manj problematično od običajnega. Kovinski ioni so v odpadku relativno trdno vezani, zaradi česar se ne izlužijo v vodi (Drev in sod, 2007). Te vrste odpadkov je možno tudi naknadno obdelati ali jih uporabiti za druge namene. Ena izmed možnosti je imobilizacija v gradbene materiale, kot so na primer cementni ali opečnati izdelki. Sicer pa se lahko deponirajo na deponiji za odpadke, saj ne predstavljajo grožnje za okolje (Krečič, 2010).

6.1.3.9 Uporaba naravnih zeolitov za čiščenje izcedne in podzemne vode na obstoječi deponiji Rakovnik

Kot je zgoraj opisano, so sposobnosti naravnih ionskih izmenjevalcev zelo učinkovite na večjih področjih. Zato bi jih bilo možno uporabiti tako za čiščenje izcedne kot tudi podzemne vode na obravnavanem območju deponije Rakovnik. Za čiščenje izcedne vode se ionska izmenjava ne smatra kot individualni postopek čiščenja, saj je na začetku potrebna ena ali dve stopnji predhodne mehansko-kemijske obdelave. S tem poskrbimo, da se iz vode odstranijo vsa groba onesnaženja in elektroliti, ki bi preobremenili ionski izmenjevalec. Nato sledijo ionski izmenjevalci, ki imajo veliko sposobnost kemijskega vezanja kovinskih ionov in amonijaka, kar obravnavana izcedna voda tudi vsebuje. Ker podzemna voda na obravnavanem območju vsebuje velike količine amonijaka, bi se za čiščenje le-te lahko uporabili ionski izmenjevalci. Dolvodno od obstoječe deponije bi bilo potrebno izdelati večje število vrtin velikega premera, skozi katere bi se dodajal naravni zeolit. Ko bi se proces ionske izmenjave končal, bi moral biti omogočen povratni zajem dodanega zeolita, ki bi vseboval amonijeve ione in ione raznih kovin. V omenjenem procesu bi sicer nastajale nekoliko večje količine odpadkov, ki pa bi bili relativno stabilni glede vezave kovin, zato bi jih bilo mogoče odlagati na telo obstoječe deponije.

6.1.4 Variantna rešitev 4

Kot ena izmed možnih tehnoloških rešitev je kombinacija fizikalno kemijskih postopkov čiščenja ter naknadnega dokončnega čiščenja z rastlinsko čistilno napravo. S fizikalno kemijskimi postopki čiščenja bi kemijsko in fizikalno izločili neraztopljene snovi in problematična anorganska in organska onesnaževala (krom, sulfid, BTX, itd.) ter večina organskih onesnaževal v obliki maščob.

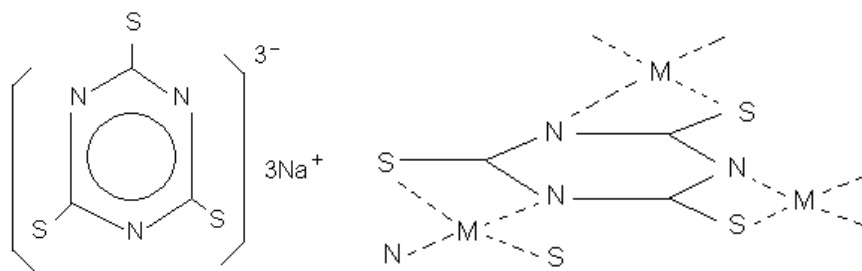
To bi lahko izvedli na več načinov. Kovinske ione bi morda lahko izločili pri ustrezni pH vrednosti, ko se bi začele izločati v obliki netopnih oborin. Lahko pa bi uporabili različne specialne dodatke, ki so dostopni na tržišču.

Postopek kemijskega obarjanja omogoča odstranitev kovinskih ionov iz odpadnih vod. Kovinski ioni se ob poteku večih kemijskih reakcij pretvorijo v netopno obliko, ki jih je od raztopine možno ločiti s filtriranjem ali pa oborino. Učinkovitost postopka je odvisna od več dejavnikov, ko so: obarjalnega sredstva, koncentracije ionov in pa pogojev reakcije, predvsem pH vrednosti. V nadaljevanju je prikazana preglednica, ki prikazuje pH vrednosti za kovinske ione v odvisnosti od različnih obarjalnih sredstev.

Preglednica 12: Obarjanje kovinskih ionov pri različnih pH vrednostih (Drev, 2014)

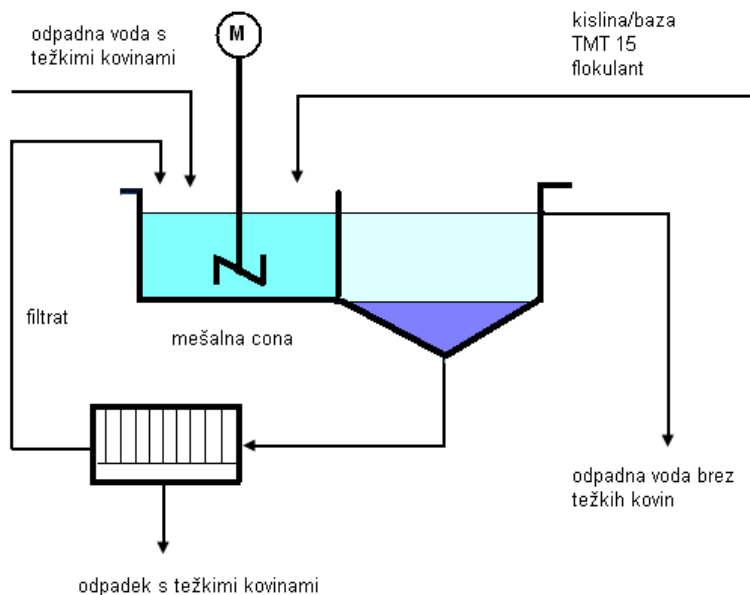
Mejne vrednosti pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pb ²⁺ <0.5 mg/l						Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes
Cd ²⁺ <0.2 mg/l									Vertical stripes	Vertical stripes
Ni ²⁺ <0.5 mg/l								Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes
Zn ²⁺ <2.0 mg/l							Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes
Fe ²⁺ <3.0 mg/l							Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes
Cu ²⁺ <0.5 mg/l							Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes	Diagonal stripes
Cr ³⁺ <0.5 mg/l							Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes
Al ³⁺ <3.0 mg/l			Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes
Sn ²⁺ <2.0 mg/l		Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes
Fe ³⁺ <3.0 mg/l	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes	Vertical stripes
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vrednosti pH pri katerih se raztopljene snovi spremenijo v kovinske hidrokside z natrijevim hidroksidom										
Območje vrednosti pH z uporabo apnenega mleka										
Območje vrednosti pH z uporabo natrijevega karbonata										

Kot uspešen in dostopen dodatek na tržišču, ki omogoča odstranjevanje kovinskih ionov je TMT 15®. Gre za organski sintetični ionski izmenjevalec, ki veže koninske ione v skupek oziroma oborino, ki jo je na relativno enostaven način možno odstraniti iz raztopine. Za doseganje boljših rezultatov je potrebno pH vrednost naravnati na nevtralnno oziroma rahlo alkalno območje. V nadaljevanju je prikazano vezanje kovinskih ionov v strukturo TMT 15®.



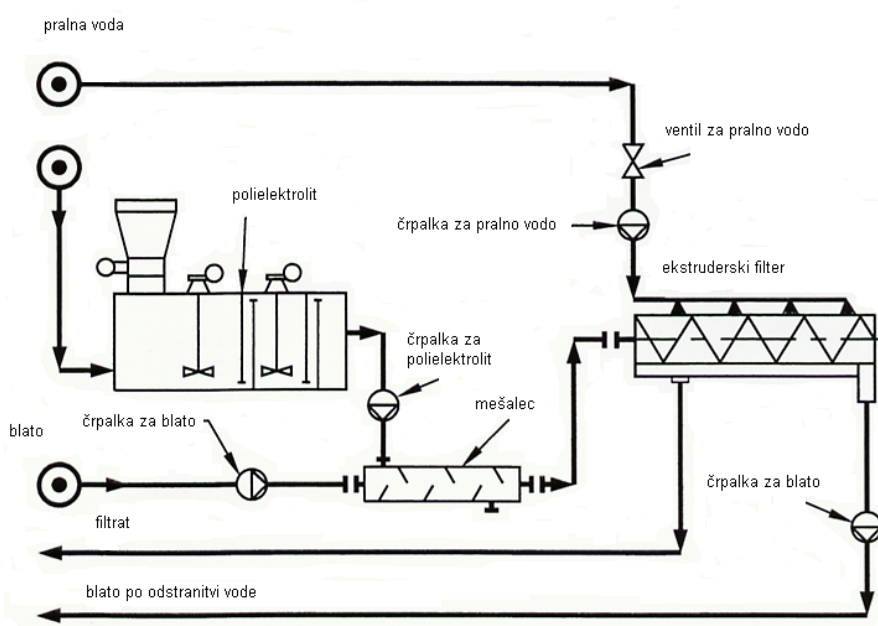
Slika 38: Prikaz vezanja kovinskih ionov v strukturo TMT 15 (Drev, 2014)

Naslednja slika prikazuje osnovni princip čistilne naprave, ob pomoči katere bi bilo smiselno uporabiti omenjeni dodatek TMT 15®.



Slika 39: Prikaz čistilne naprave z dodatki za odstranjevanje težkih kovin (Drev, 2014)

V nadaljevanju je prikazana tehnološka čistilna naprava z uporabo polielektrolita. Polielektroliti so velike in razvejane organske molekule, ki na svojih polarnih vejah nudijo oprimke za polarne (nabite) koloidne delce.



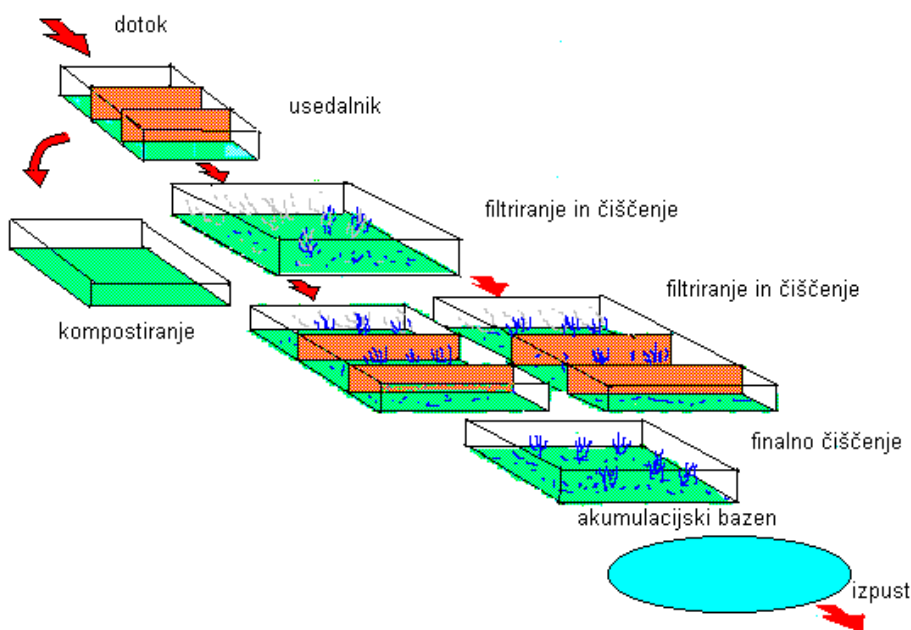
Slika 40: Primer tehnološke čistilne naprave z uporabo polielektrolita (Drev, 2014)

V zadnjem času pa se vse bolj uveljavljajo alternativni postopki čiščenja odpadnih vod z rastlinskimi čistilnimi napravami (RČN). Rastlinske čistilne naprave veljajo za enostavni, učinkoviti in sonaravni pristop čiščenja odpadnih voda, kot tudi energetsko in stroškovno nezahteven. Sestavljene so iz zaporednih gredi, ki so izolirane s folijo in napolnjene s substratom, skozi katerega se voda podpovršinsko pretaka, voda pa se čisti s sodelovanjem mikroorganizmov in močvirskih rastlin (Solano, M. L. in sod, 2004).

Rastlinske čistilne naprave so v osnovi sestavljene iz usedalnika in mokrišča. Postopek čiščenja običajno poteka v dveh fazah, pri čemer se v prvi fazi v usedalniku izloči večina mehanskih nečistoč, nato pa v drugi fazi v mokrišču potečeta aerobna in anaerobna mikrobiološka razgradnja preostalih nečistoč.

Rastlinska čistilna naprava za svoje delovanje potrebuje rast rastlin na relativno veliki površini. Pomankljivost pri takšnih čistilnih napravah je slabše delovanje pozimi zaradi upočasnitve ali prekinitve vegetacije ob nizkih temperaturah. Takrat je učinkovitost delovanja zelo omejena, vendar ni ustavljena, saj je poudarek čiščenja na mikroorganizmih, ne samo na rastlinah.

Takšno vrsto čiščenje, bi se lahko uporabilo kot končni postopek čiščenja izcedne vode na odlagališču Rakovnik, seveda v kombinaciji s katero od opisanih možnosti. Izjema je postopek reverzne osmoze, ki je že sam dovolj učinkovit. V nadaljevanju je prikazan primer takšnje čistilne naprave.



Slika 41: Možna konstrukcija rastlinske čistilne naprave za dokončno čiščenje izedne vode (Drev, 2014)

6.2 Sanacija deponije Rakovnik s postavitvijo novega odlagalnega polja in preložitev odpadkov na novo ustrezno odlagalno polje

Kot možna rešitev glede sanacije obstoječe deponije Rakovnik se ponuja postavitve novega odlagalnega polja in preložitev vseh že odloženih odpadkov na novo ustrezno urejeno odlagalno polje. Gradnja novega odlagališča oziroma odlagalnega polja, bi potekala skladno z vsemi predpisi. To pomeni, da bi se negativni vpliv na okolje vsekakor zmanjšal, saj bi bilo tako dno deponije kot tudi boki neprepustni, prav tako pa bi bile upoštevane tudi druge zahteve. Vsega tega pa za obstoječo deponijo Rakovnik ne moremo ravno zagotavljati. Novo ustrezno lokacijo za izgradnjo odlagališča vsekakor ni enostavno najti. Eno izmed glavnih meril je oddaljenost nove lokacije od obstoječega odlagališča. Prednost imajo lokacije v ožjem območju obstoječega odlagališča, zato je moja predlagana lokacija v neposredni bližini odlagališča. Gre za tako imenovano Dolgo dolino, ki je v odcepu doline potoka Rakovnik, to je približno 500 m gorvodno od obstoječega odlagališča. Spodaj na sliki 42 je prikazana geografska lega obstoječega odlagališča in nove predlagane lokacije.



Slika 42: Prikaz območja nove predlagane lokacije odlagališča

Dolga dolina je ozka, relativno zaprta in z drevjem poraščena dolina, obdana z vzpetinami nadmorske višine 370 oziroma 400 m. Po dolini teče manjši potok, v katerega se zliva nekaj hudourniških pritokov, ter kolovozov do okoliških parcel oziroma vlak (Hodalič, 2003). Prav ta omenjeni potok v primeru gradnje novega odlagališča za prestavitev odpadkov predstavlja največjo oviro. Po pregledu celotnega ožjega območja obstoječe deponije, so zaradi geološke in hidrološke sestave terena vsepovsod prisotni manjši potoki in hudourniki. Predlagana lokacija ima v primerjavi z lokacijo obstoječega odlagališča bolj homogeno geološko sestavo. Pri gradnji novega odlagališča bi bilo potrebno posvetiti posebno pozornost izvedbi zacevitvi potoka.

6.2.1 Zahteve glede načrtovanja in gradnje odlagališča

Glavni predpis, ki se nanaša na načrtovanje, gradnjo, obratovanje in zapiranje odlagališč odpadkov, je Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14), ki je že bila predstavljena v drugem poglavju z naslovom Pravni okvir. Omenjena uredba velja za tri vrste odlagališč, in sicer za odlagališča nevarnih, nenevarnih in inertnih odpadkov. V nadaljevanju so iz uredbe povzete nekatere glavne zahteve glede prostorskega načrtovanja in gradnje odlagališča.

Zahteve glede prostorskega načrtovanja odlagališča:

Odlagališče odpadkov ne sme ležati tako na ožjem kot širšem vodovarstvenem območju, vplivnem območju kopalnih vod ter na območju objektov vodne infrastrukture. Prepoved velja tudi za območje, ki ga ogrožajo plazovi, podori, posedanje ali druga gibanja zemeljskih mas ter za območje z neenotnimi geotehničnimi lastnostmi na površini in v podtalju, ki ogrožajo odlagališče, če le-teh ni mogoče preprečiti s tehničnimi ukrepi. Prav tako ne sme ležati na območju, kjer je kamninska podlaga močno razpokana, kjer je dobra vodoprepustnost in so tokovi podzemne vode nedoločljivi ter na zemljišču s prosto tekočo podzemno vodo, če je raven najvišje pričakovane gladine podzemne vode ob upoštevanju možnega usedanja manj kakor 1 m pod temeljnimi tlemi odlagališča in te razdalje prav tako ni mogoče zagotoviti s tehničnimi ukrepi. Pri načrtovanju odlagališča je treba zagotoviti, da je zunanji rob telesa odlagališča najmanj 300 metrov oddaljen od območij stanovanj, ki so namenjena bivanju ter družbenim dejavnostim, območjih zelenih površin, območij za turizem, rekreacijo, površinskih vod in območij vodne infrastrukture, območij za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Tudi območja kmetijskih zemljišč morajo biti oddaljena od odlagališča vsaj 50 metrov, izjemoma je dovoljeno manj, če odlagališče ne pomeni večjega tveganja za kmetijsko zemljišče. Prav tako je treba z naravnimi ali umetnimi ovirami zagotoviti, da telo odlagališča ni v vidnem polju oken, balkonov in vhodnih vrat, v primeru, da je odlagališče oddaljeno do 600 m v vodoravni smeri od zunanje meje odlagališča.



Slika 43: Primer gradnje novega odlagalnega polja (Še sedem let poceni smeti, 2014)

Zahteve glede gradnje odlagališča:

Podtalje odlagališča mora biti vsaj na območju telesa odlagališča geološko in hidrogeološko enotno in take geološke sestave, da zagotavlja varstvo tal ter podzemne in površinske vode pred onesnaževanjem. Povprečna vodoprepustnost tal na območju telesa odlagališča mora biti manjša od:

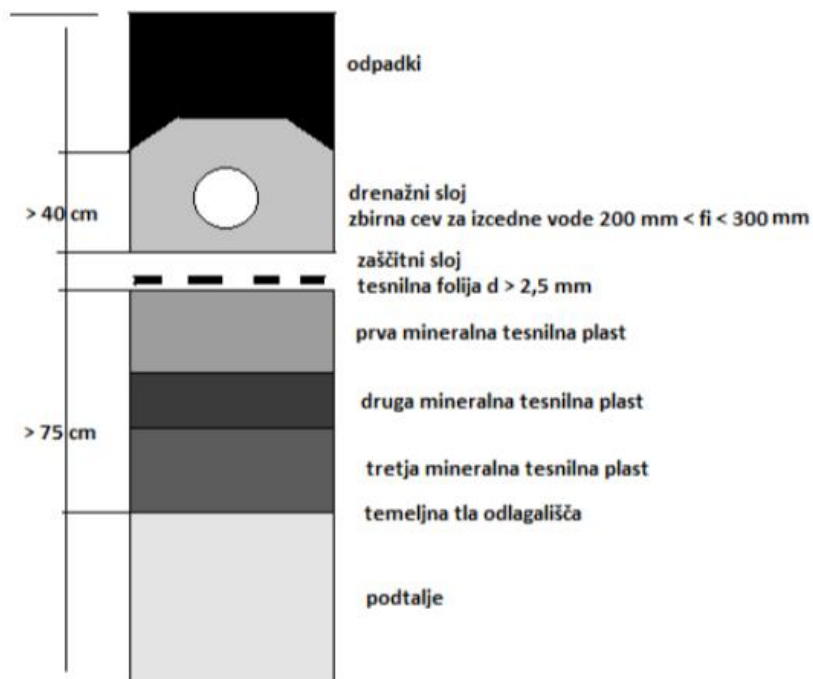
- $1 \cdot 10^{-9}$ m/s v debelini tal najmanj pet metrov za odlagališče za nevarne odpadke,
- $1 \cdot 10^{-9}$ m/s v debelini tal najmanj enega metra za odlagališče za nenevarne odpadke in
- $1 \cdot 10^{-7}$ m/s v debelini tal najmanj enega metra za odlagališče za inertne odpadke.

Izpolnitev zgornjih pogojev se lahko zagotovi tudi z nanosom umetnih tesnilnih plasti iz mineralnih zemljin na temeljna tla odlagališča, ki ga je treba utrditi tako, da se pridobi enakovredno sposobnost tal glede vodoprepustnosti in zadrževanja vode. Umetna plast nanosa mineralnih zemljin ne sme biti tanjša od pol metra. Za odlagališče inertnih odpadkov ter odpadkov, ki vsebujejo trdno vezani azbest, pa zgornjih zahtev ni potrebno zagotoviti, če se ugotovi, da ni škodljivih vplivov na okolje.

Telo odlagališča in njegovo podtalje morata biti dolgoročno stabilna, tako da možne deformacije ne bi negativno vplivale zlasti na tesnjenje odlagališčnega dna, odvajanje izcedne in padavinske vode ali odplinjanje odlagališča. Potrebna je tudi ustrezna izvedba talnih tesnilnih in drenažnih slojev. Pri ureditvi temeljnih tal je treba upoštevati nagib, ki je potreben zaradi tesnjenja odlagališčnega dna in odvajanja izcedne vode ter zagotoviti potrebno ravnost temeljnih tal.

Na temeljnih tleh odlagališč za nenevarne in nevarne odpadke in na nagnjenih stranskih površinah temeljnih tal je potrebno zagotoviti tesnjenje, ki skupaj s sistemom odvajanja izcedne vode preprečuje pronicanje izcedne vode v podtalje. Zaradi teh zahtev je potrebno na temeljna tla odlagališča položiti

tesnilno folijo in na njo drenažni sloj debeline več kot pol metra. Za tesnjenje odlagališčnega dna se lahko uporabijo tudi druge metode in tehnike, če je z njimi doseženo enakovredno tesnjenje.



Slika 44: Shematski prikaz tesnjenja odlagališča za nenevarne in nevarne odpadke (Pravilnik o odlaganju odpadkov)

Načrtovanje drenažnega sloja, drenažnih cevi in jaškov mora biti izvedeno na osnovi izračuna vodne bilance in tako, da je možno delovanje sistema za dreniranje izcedne vode nadzorovati in ga vzdrževati.

Zaradi neprekinjenega zbiranja in odvajanja izcedne vode je potrebno urediti ustrezen sistem odvajanja izcedne vode, ki je sestavljen iz drenažnega sloja in v njem položenih zbirnih cevi za odvajanje izcedne vode, ki omogočajo, da voda odteka prosto samo zaradi vpliva gravitacije. Z vgradnjo zaščitnega sloja nad drenažnim slojem ter z razpršenim vnašanjem odpadkov v telo odlagališča se mora preprečevati vdiranje odpadkov v drenažni sloj. Za vzdrževanje in nadzor zbirnih cevi za odvajanje izcedne vode je treba zgraditi zadostno število jaškov in rovov, ki morajo biti stabilni in na stabilnem podtalju. Za začasno zadrževanje izcedne vode, ki se odvaja iz telesa odlagališča, je treba v območju odlagališča zunaj območja odlaganja odpadkov postaviti primerno velik neprepusten zbiralnik izcedne vode. Zbiralnik mora biti odporen pred kemičnim vplivom izcedne vode ter varen pred eksplozijo, v primeru izcednih vod z močnim vonjem pa tudi zaprt. Ob poškodbah je treba zbiralnik izcedne vode hitro in varno izprazniti ter zagotoviti zbiranje izcedne vode drugje, da ne pride do onesnaževanja okolja.

Zelo pomembna je zagotovitev, da zaledne vode s površin in podzemne vode iz območja odlagališča ali zunaj njega ne pridejo v stik s telesom odlagališča.

Površine zapoljenih delov telesa odlagališč za nenevarne in nevarne odpadke je treba prekrivati in zagotoviti potrebno površinsko tesnjenje z vgrajenim sistemom površinskega odvajanja padavinske vode ter odplinjanja. V naslednji preglednici, je prikazana struktura posameznih plasti za prekrivanje površin zapoljenih delov telesa odlagališča.

Preglednica 13: Priporočena struktura posameznih za prekrivanje odlagališč (Uredba o odlagališčih odpadkov, priloga 6)

Vrsta odlagališča	Odlagališče za nenevarne odpadke	Odlagališče za nevarne odpadke
plast za odplinjanje	zahtevana	ni zahtevana
tesnilna folija	ni zahtevana	zahtevana
mineralna tesnilna plast	zahtevana	zahtevana
drenažni sloj > 0,5 m	zahtevan	zahtevan
rekultivacijska plast > 1 m	zahtevana	zahtevana

Za površinsko tesnjenje pri prekrivanju telesa odlagališča se lahko uporabijo tudi druge metode in tehnike, če se z njimi doseže enakovredne pogoje tesnjenja, kot jih prikazuje preglednica 13. Zahtevana povprečna vodoprepustnost mineralne tesnilne plasti mora biti manjša od 1×10^{-9} m/s.

Za rekultivacijsko plast se lahko uporabi kompost ali digestat 1. ali 2. razreda kakovosti v skladu s predpisom, ki ureja predelavo biološko razgradljivih odpadkov in uporabo komposta ali digestata. Lahko se uporabi tudi zemljina, če se z oceno njene kakovosti dokaže izpolnjevanje pogojev za vnos v skladu s predpisom, ki ureja obremenjevanje tal z vnašanjem odpadkov.

Ministrstvo lahko v okoljevarstvenem dovoljenju za rekultivacijsko plast dovoli uporabo komposta ali digestata v skladu s predpisom, ki ureja predelavo biološko razgradljivih odpadkov in uporabo komposta ali digestata ali zemljin, če niso presežene največje vrednosti zemljin za vnos v skladu s predpisom, ki ureja obremenjevanje tal z vnašanjem odpadkov, pri čemer v obeh primerih vlogi za okoljevarstveno dovoljenje ni treba priložiti podatkov o koncentraciji nevarnih snovi v tleh.

Če na odlagališču za nenevarne ali nevarne odpadke nastajajo odlagališčni plini, se mora za njihovo zajemanje in sežiganje zagotoviti vgradnja naprav, ki so za ocenjene količine nastalih plinov primerno velike, obstojne in eksplozijsko varne. Zajemanje, obdelavo in uporabo odlagališčnih plinov je treba izvesti tako, da se kar najbolj zmanjšajo vplivi na okolje ali njegovo razvrednotenje in na tveganje za zdravje ljudi. Če se zajeti odlagališčni plini ne morejo uporabiti za pridobivanje energije, jih je treba

sežigati na območju odlagališča ali preprečiti njihovo emisijo v zrak z uporabo drugih postopkov, ki so enakovredni sežiganju plinov.

Upravljavca odlagališča mora za obratovanje odlagališča imeti okoljevarstveno dovoljenje v skladu z zakonom, ki ureja varstvo okolja. Prav tako pa mora zagotavljati izvajanje obratovalnega monitoringa in sicer: 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 na vplivnem območju odlagališča in meritve parametrov onesnaženosti podzemne vode z nevarnimi snovmi, če je na vplivnem območju odlagališča.

Upravljavca odlagališča mora najpozneje do 31. marca tekočega leta ministrstvu predložiti poročilo o izvedbi obratovalnega monitoringa za preteklo leto (Uradni list RS, št. 10/2014).

6.2.2 Predhodno opravljena študija predlagane lokacije

Že leta 2003 je Razvojna Agencija Ljubljanske urbane regije naročila izdelavo študije za ugotovitev primernosti lokacije nameravane regionalne deponije nenevarnih komunalnih odpadkov na mestu in z razširitvijo ter sanacijo deponije odpadkov IUUV V Šmartnem pri Litiji. Omenjeno študijo je opravilo podjetje E-NET d.o.o. (Hodalič, 2003) in podalo sledeče mnenje. Predvideno regionalno odlagališče se v nobenem primeru ne more izgraditi na mestu obstoječega odlagališča kot njegova nadgradnja ali razširitev, ker le-to ni stabilno, poleg tega pa je okolje (tla in vode) na tej mikrolokaciji že preveč onesnaženo. Kot primerna lokacija odlagališča nenevarnih komunalnih odpadkov pa je bila navedena prav Dolga dolina. Za omenjeno lokacijo je bila opravljena okvirna zasnova z oceno stroškov za izvedbo odlagališča. Predvidena je bila gradnja dolinskega tipa odlagališča, kjer bi bila dolina v eni smeri odprta in bi omogočala odvodnavanje površinskih in izcednih vod. Do gradnje pa ni prišlo, saj so bili mnenja, da gre za prevelik finančni vložek. V nadaljevanju so iz študije povzete nekatere analize o primernosti lokacije in zasnove odlagališča.

6.2.2.1 Okoljska preveritev lokacije

Kar se tiče geološke sestave, je Dolga dolina grajena iz srednjetriasni dolomiti, ki so plastnati in razpokani. Vpadajo proti jugovzhodu. Prepustnost dolomita je odvisna od stopnje pretrtosti: v milonitno moko zdrobljeni dolomit je slabo prepusten, medtem ko je razpokan dolomit prepusten. Dolomit je stabilen, razen v pretrtih conah. Domneva se da je dolomit v Dolgi dolini manj pretrt kot v dolini Rakovnik. Zaradi vpada plasti bi bila potrebna posebna pozornost pri tesnitvi desnega boka (na

desnem bregu potoka) odlagališča. Plasti vpadajo v brežino, zato je možno iztekanje izcednih vod v razpokan dolomit. Potrebno bi bilo tesniti tudi levi bok, čeprav plasti vpadajo proti predvidenemu odlagališču in se izcedna voda ne bi mogla iztekati v kamnino. Pač pa bi se lahko stekale iz dolomita v odlagališče (Hodalič, 2003).

Iz hidrološkega vidika je primernost lokacije nekoliko bolj zapletena. Skozi obravnavano dolino teče manjši potok, ki se z juga kot desni pritok steka v potok Rakovnik. Vsi dotoki potoka, ki gre skozi Dolgo dolino, se že v zgornjem delu združijo v enotno strugo. Tako potok na območju kjer bi bila deponija nima nobenih večjih pritokov. Poleg tega so prispevne površine zalednih vod in vplivi pobočnih vod z okoliških vzpetin minimalne (Hodalič, 2003).

Glede na literaturne podatke na območju Dolge doline ni zavarovane naravne in kulturne dediščine.

6.2.2.2 Zasnova predvidevanega regijskega odlagališča nenevarnih komunalnih odpadkov

Na zgornjem koncu odlagališča je potrebno zgraditi AB hidravlično pregrado ustreznih dimenzij, za zadrževanje oziroma zajemanje vode potoka, ki teče po dolini. Temeljenje pregrade mora biti v trdnem stanju ob bokih in v tleh grape ter zagotovljena tesnost. Potok, ki poteka vzdolž lokacije, je potrebno speljati s prepustom oziroma AB cevjo premera 150 cm in dolžine 600 m pod odlagališčem. Cev mora biti tesna in postavljena na utrjenem terenu. Padec cevi ne sme biti večji od 8 %, zato je potrebno kinetično energijo vode nevtralizirati z ustreznim številom kaskadnih jaškov (Hodalič, 2003).

Poleg površinskih vod obstajajo še precejne vode terena, ki se pretakajo pod tesnilnim slojem. Te vode je potrebno z ustreznim drenažnim sistemom odvajati pod folijo.

Relativno veliko površino dna lokacije (4 ha) je potrebno ustrezno oblikovati, utrditi in razdeliti hidravlično neodvisna polja, ki se sukcesivno priključujejo na sistem odvajanja izcednih vod. Poleg tega hidravlična polja predstavljajo dodatno varnost in možnost kontrole v primeru netesnosti, ki se omeji le na eno polje. Velikost posameznega polja naj bi bila največ 3000 m². Ureditev hidravlično neodvisnih polj zahteva izgradnjo ustreznega AB predora višine 1,8 m in širine 1,6 m ter dolžine 600 m, v katerem ima vsako polje na levi in desni strani svoj zbirni jašek s plinsko zaporo in priključkom drenaže (Hodalič, 2003).

V jašku je možno izvajati kontrolo drenaže vsakega polja s kanalsko video kamero in tudi možnost hidravličnega izpiranja drenažnih cevi. Te ne smejo biti manjše od PEHD 200 mm. Vsi jaški so priključeni na skupni zbirni vod izcednih vod z iztokom v čistilno napravo (Hodalič, 2003).

Oblikovanje in tesnenje notranjih brežin lokacije (brežin, na katere se naslanja odlagališče) bi se moralo izvajati postopno v višinah po 10 m. Skupno bi bilo tako za 50 m višine od dna do vrha odlagališča potrebnih 5 sektorjev. Notranje brežine morajo biti pred tesnenjem ustrezno pripravljene in njihov nagib ne sme biti večji od 1 : 2. Vsak sektor se zaključi z bermo širine minimalno 3 m, na kateri se postavijo jarki za sidranje PEHD folije, položene na bentonitni tepih, zaščiten z geotekstilom 800 g/m². Jarki za sidranje, napolnjeni do dve tretjini, s čim večjo granulacijo kamenja, služijo tudi za odvajanje pobočnih vod z višje ležečih površin. Kasneje prevzamejo funkcijo drenaže izcedne vode (Hodalič, 2003).

Tesnenje dna bo izvedeno s PEHD folijo 2,5 mm, položeno na bentonitni tepih. Preko bo položen netkani geotekstil 1200 g/m² za zaščito folije. Tesnenje dna mora poleg osnovne funkcije tesnenja zagotavljati tudi zadovoljive koeficiente trenja med posameznimi tekstilnimi in zaščitnimi sloji. Drenažni sloj debeline 30 cm je izveden s prodcem 16/32 in vgrajenimi drenažnimi cevmi PEHD, premera najmanj 200 mm (Hodalič, 2003).

Zunanji boki odlagališča na jugu in severu bodo oblikovani po generalnem nagibu 1:2,5, pri čemer je na vsakih 10 m vertikalne razdalje predvidena berma širine 5 m. Nagib brežine med dvema bermama pa je 1:2. Pod navedenimi pogoji bo telo odlagališča stabilno tudi v potresnih razmerah.. Boke je otrebno zavarovati še s protierozijskimi geomrežami in rekultivirati (Hodalič, 2003).

Zaključno površino odlagališča je potrebno ustrezno prekriti s predpisanimi sloji v skladu z zakonodajo. Pri tem je potrebno upoštevati, da prekritje ne sme biti popolnoma neprepustno, saj bi s tem preprečili nadaljno razgradnjo in stabilizacijo odpadkov v odlagališču, kakor tudi nastajanje plina (Hodalič, 2003).

6.2.3 Možnost uporabe analizirane lokacije, kot novo odlagališče za preložitev obstoječih usnjarskih odpadkov iz deponije Rakovnik

V opravljeni študiji o primernosti gradnje odlagališča za nenevarne komunalne odpadke je bila predvidena gradnja regijskega odlagališča. To pa pomeni, da bi komunalne odpadke vozili iz območja celotne ljubljanske regije, kar vključuje 25 občin. Prav zaradi tega je bila opravljena zasnova odlagališča, na podlagi potrebne ustrezne prostornine odlagališča. Pod zasnovanimi pogoji je bila načrtovana kapaciteta odlagališča od 2 800 000 do 3 000 000 m³ odlagalnega polja, ki bi po takratnih izračunih zadoščala za 8 let odlaganja.

Na obstoječi deponiji Rakovnik je po uradnih podatkih bivšega podjetja IUV skupaj odloženih 58 561 ton odpadkov. Podatka, koliko pa to znaša v prostorninskem pomenu, pa v moji dostopni

dokumentaciji od bivšega podjetja IUV nisem zasledil. Glede na upoštevano stopnjo kompaktiranosti vgrajenih odpadkov, ki znaša približno 500 kg/m^3 , bi lahko povzeli, da je odloženih $117\,122 \text{ m}^3$ odpadkov. Vendar se upoštevana stopnja kompaktiranosti nanaša na mešane komunalne odpadke in pa ustrezno vgraditev odpadkov. V tem primeru pa je delež odloženih mešanih komunalnih odpadkov zelo majhen, prevladoval naj bi odpadni mulj, zato izračun glede prostornine ni ravno ustrezen. Prav tako naj bi, po podatkih nekaterih bivših uslužbencev podjetja IUV, vgrajevanje odpadkov potekalo brez sprotnega utrjevanja. Ko so zaradi dovoza odpadkov nastali večji kupi odpadkov, so jih s pomočjo nakladača samo poravnali, da je bil omogočen nadaljni dovoz.

Zato predvidevamo, po nekaterih podatkih iz literature glede višine nanosa odpadkov na posameznih mestih in pa večkratnega ogleda deponije, da je po naši grobi oceni odloženih preko $130\,000 \text{ m}^3$ odpadkov. Ocenjena količina odloženih odpadkov je v primerjavi s kapaciteto zasnovanega odlagališča za nenevarne komunalne odpadke bistveno manjša, le okoli 5 % prostornine zasnovanega odlagališča. To pomeni, da bi bilo odlagališče bistveno manjših dimenzij. Tako ne bi bila potrebna zacevitev potoka v dolžini 600 m, temveč bistveno manj, tudi skupna višina deponije ne bi bila v 5 sektorjih po 10 m, temveč bi zadostoval že en sam sektor. Vsekakor pa bi bilo potrebno upoštevati vse ostale ukrepe glede tesnenja dna in bokov deponije ter ustreznega odvodnjavanja in zajema vseh vod (zalednih, površinski, povodnih, padavinskih, izcednih itd.).

Sanacija obstoječe deponije, s prestavitvijo odpadkov na novo ustrezno odlagališče, je zelo dolgotrajna in bi skupaj lahko potekala kar nekaj let. Za začetek je potrebno sodelovanje uradne in civilne iniciative. Družbeni vpliv na izgradnjo novega odlagališča je vsekakor zelo pomemben, saj gre za trajnostno spremembo v prostoru. Pridobitev soglasja javnosti za izgradnjo je zelo zahtevna. Hkrati je na podlagi Zakona o urejanju prostora potrebno preveriti prostorski izvedbeni akt za obravnavano območje in po potrebi sprejeti novega, kar je zopet lahko zelo dolgotrajno. Ko je vse to urejeno, je potrebna izdelava investicijske dokumentacije in poročila o vplivu na okolje. Nato je potrebna še tehnična dokumentacija, na kar sledi pridobitev gradbenega dovoljenja. Ko je vse to pridobljeno, se lahko prične z gradnjo.

Gradnja odlagališča pa ne obsega le gradnjo odlagališča v ožjem pomenu besede, ampak zavzema tudi gradnjo infrastrukture do odlagališča. Na lokaciji bodočega odlagališča ni komunalnih, telekomunikacijskih in energetskih vodov, zato bi jih bilo potrebno zagotoviti. Prav tako bi bila potrebna rekunstrukcija dostopne ceste, po kateri bi bil omogočen transport odpadkov s težkimi transportnimi vozili. Ko bi bila izgradnja obravnavanega odlagališča končana, bi bila potrebna pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja. Z okoljevarstvenim dovoljenjem, v katerem se določi vrsto odlagališča in podatke o odpadkih, ki se bodo nanj odlagali, je omogočeno obratovanje odlagališča.

Glede na podatke iz dokumentacije o odlagališču, bi bilo potrebno pred začetkom prelaganja odpadkov, zgornji dve plasti iz starega obstoječega odlagališč ločeno odložiti na posebna mesta. Gre za zgornjo 1 m debelo plast komposta IUUV, ki je služil kot rekultivacijski sloj. Pod tem slojem pa je še ena plast jalovine iz kamnoloma in podobni inertni materiali, v višini 30–50cm. Omenjeni plasti bi ponovno laboratorijsko analizirali, če bi vsem zahtevam ustrezalo se lahko ponovno uporabili kot rekultivacijski sloj na novi deponiji.

Med prelaganjem odpadkov, bi bilo potrebno opravljati analizo odpadkov, kot tudi obratovalni monitoring, ki obsega meritve emisij v zrak, meritve emisij snovi pri odvajanju izcedne vode in meritve onesnaženosti podzemnih voda. Ponovno bi bilo potrebno opraviti analizo o biorazgradljivosti vsebovanih odpadkov, če je potrebno urediti odplinjevanje. Sedanja deponija ne vsebuje plinjakov, saj so bile opravljene analize in podano strokovno mnenje, da odpadno kromovo usnje ni podvrženo biološkemu razpadanju in pri tem ne oddaja plinov. Vendar na deponiji so odloženi tudi drugi odpadki, ki pa morda so podvrženi biološkemu razpadanju.

Nova deponija bi vsekakor morala vsebovati ustrezno tehnologijo čiščenja vsebovanih izcednih vod. Za to bi se lahko uporabila katera od že obravnavanih metod (reverzna osmoza, ionska izmenjava, itd.), ki so bile predstavljene v prejšnjih poglavjih. Potrebno bi bilo zgraditi ustrezne infrastrukturne objekte namenjene čiščenju izcedne vode (rezervoarje, itd).

Ko bi bilo prelaganje odpadkov na novo deponijo končano, bi se pričelo prekritje površine telesa odlagališča. Mineralno tesnilna plast, ki bi se uporabila za površinsko tesnenje odlagališča, bi morala ustrezati zahtevam iz uredbe. To pomeni, da mora biti povprečna vodoprepustnost te plasti manjša od 1×10^{-9} m/s. Potreben je tudi ustrezen sistem za odvajanje površinske padavinske vode ter po potrebi odplinjevanje.

V primeru, če po opravljenih laboratorijskih analizah zaključena rekultivacijska plast iz obstoječega odlagališča ne bi ustrezala skladno s predpisi, bi bilo potrebno uporabiti takšno, ki ustreza, omenjeno pa odložiti na ustrezno mesto.

Sledilo bi zaprtje odlagališča, o čemer odloči ministrstvo, ko na podlagi poročila inšpektorata, pristojnega za varstvo okolja, ugotovi, da so izpolnjene vse zahteve, povezane z zapiranjem le-tega, in določi upravljavca zaprtega odlagališča. Upravljavec mora za zaprtje odlagališča izdelati poročilo o izvedenih predpisanih ukrepih. Po zaprtju odlagališča je upravljavec dolžan vzdrževati in zagotavljati varovanje odlagališča ter izvajati meritve v obsegu, določenem za izvajanje obratovalnega monitoringa odlagališča. V sklopu nadzora telesa odlagališča so potrebni redni pregledi stanja telesa. Upravljavec je za vsako koledarsko leto dolžan izdelati poročilo o stanju odlagališča in poročilo o opravljenih meritvah ter ju dostaviti ministrstvu in pristojnim službam lokalne skupnosti, na območju katere je odlagališče.

6.3 Uničenje odpadkov

Ko so odpadki zbrani se ti na ustrezen način po potrebi skladiščijo, obdelajo ali, če je to potrebno, uničijo. Procesi oziroma dejavnosti za uspešno obvladovanje odpadkov tako potekajo po naslednjem vrstnem redu:

- reciklaža,
- odlaganje odpadkov,
- izraba odpadkov kot vir energije,
- uničevanje odpadkov.

Odvoz in uničenje izvajajo podjetja, ki opravljajo odvoz in uničenje odpadkov kot svojo registrirano dejavnost. Omenjena podjetja, ki se ukvarjajo s tovrstnimi dejavnostmi, morajo imeti evidentiran in dokumentiran celoten postopek ravnanja z odpadki, s končno lokacijo uničenja ali uporabe odpadkov. Prav tako morajo razpolagati s primerno tehnologijo in opremo, ki je za to potrebna. Odpadke se odvažajo na mesto uničenja, katerega lokacija mora biti jasno določena. Tudi prevoz odpadkov mora biti ustrezno organiziran, urejene morajo biti ustrezne transportne listine.

Varna končna oskrba odpadkov (ki jih ni mogoče ponovno uporabiti ali reciklirati) poteka po naslednjem vrstnem redu (Samec, 2005):

- toplota obdelava z izrabo energetske vrednosti odpadkov,
- sežig,
- odlaganje.

Na spletni strani Ekostran pojasnjujejo, da odpadke uničujejo predvsem na termični način s sežigom in sosežigom, saj tako zmanjšajo količino slabo razgradljivih odpadkov. Dodajajo, da je pri tem nujno potrebno upoštevati ekološke principe, kar pomeni, da je med sežiganjem potrebno obvladovati tudi emisije plinov (CO₂ in predvsem ostalih strupenih plinov), po sežigu pa ustrezno obravnavati trdne ostanke po gorenju.

Vse nevarne odpadke, ki nastajajo v dejavnosti ali proizvodnji pa je potrebno neposredno oddati podjetjem, ki so pooblaščen za zbiranje in nenevarno uničenje odpadkov.

Odpadki, nevarni in nenevarni (tudi tekstil, krzno in usnje) se lahko uničijo s sežigom. Na območju naprave za sosežig ali sežigalnice morajo biti zagotovljene dovolj velike površine za izvajanje prevzema in preverjanja dostavljenih odpadkov.

Reševanje problematike nevarnih odpadkov v podjetjih, ki vsebujejo nevarne snovi in nastajajo v procesu dejavnosti podjetja, zajema (Varstvo, 2014):

- analiziranje in klasifikacija nevarnih odpadkov,
- odvoz iz podjetja naročnika v skladu z veljavnimi predpisi,
- uničenje teh odpadkov po predpisani tehnologiji,
- izdaja evidenčnega lista.

Glede sežiga nevarnih odpadkov Uredba o sežiganju odpadkov (Uradni list RS, št. 68/08) določa, da mora ocena nevarnih odpadkov vsebovati:

- oznako, naziv, opis odpadkov in njihovih fizikalnih in glavnih kemičnih lastnosti,
- opis nevarnih lastnosti odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, in navedbo snovi, s katerimi se odpadki ne smejo mešati,
- oceno dopustnosti in primernosti sežiganja odpadkov v napravi za sosežig ali sežigalnici,
- opis predhodne obdelave odpadkov pred sežigom ali sosežigom ali utemeljitev opustitve predhodne obdelave in
- navedbo potrebnih varnostnih ukrepov pri ravnanju z odpadki pred sežigom ali sosežigom.

6.3.1 Odvoz že odloženih odpadkov iz obstoječe deponije Rakovnik na uničenje

Odvoz odpadkov na uničenje iz obstoječe deponije Rakovnik je iz okoljskega vidika najboljša možna rešitev. Tako bi bil celoten problem rešen. Po uradnih podatkih bivšega podjetja IUUV je skupaj odloženih 58 561 ton odpadkov, toda nekateri bivši uslužbenci tega podjetja ter tudi bližnji krajanji, so mnenja, da je odloženih odpadkov bistveno več, zato bi bil odvoz le-teh zelo dolgotrajen in zahteven.

Odpadke bi bilo potrebno odkopavati postopoma, po sektorjih, tako bi bilo minimalno pronicanje padavinske vode v telo odlagališča. V neposredni bližini odlagališča bi bilo potrebno urediti ustrezno urejen plato, kamor bi se odkopani odpadki za začetek odložili. Dno platoja bi moralo biti neprepustno, kar bi se lahko doseglo s PEHD folijo. Zaželeno bi bila tudi streha, sicer bi bilo potrebno v primerih padavin odpadke ustrezno zaščititi. Sledilo bi ločevanje odpadkov med seboj ter odstranitev morebitne vsebovane zemlje, nakar bi se te ločeno zbrane odpadke naložilo v pokrite zabojnike večje prostornine (npr. 40 m³). Ko bi bili zabojniki napolnjeni, bi bilo potrebno vsebovane odpadke predati ustreznemu podjetju na uničenje. Vseskozi bi bilo potrebno opravljati analizo odpadkov, glede na katero bi se določil način razstrupljanja oziroma uničenja zajetih odpadkov. V kolikor to ne bi bilo možno izvesti v Sloveniji, bi se izvoz teh odpadkov izvršil izven meja domače države.

Po odvozu vseh odpadkov bi bilo nujno izvesti tudi dekontaminacijo dna odlagališča. Deponirani odpadki so vsekakor pustili vpliv na tla pod odlagališčem. Zgornji sloj zemljine bi bilo potrebno odkopati in odpeljati na ustrezn postopek čiščenja, ki bi se določil glede na zgornjo mejo onesnaženosti.

Možni bi bili naslednji postopki (Šlauer, 2008):

- pranje z vodo,
- ekstrahiranje z organskimi topili,
- termična obdelava,
- utrjevanje zemljišča in
- biološko čiščenje.

S takšnimi postopki obdelave obravnavane zemljine bi dosegli 90 % čistost. Tako očiščene materiale bi vrnil v odlagališče (Šlauer, 2008). Po grobi oceni bi postopek odkopavanja, ločevanja, odvoza in rekultivacije odlagališča trajal 3 leta. Iz finančne strani velja opisana varianta za najdražjo, vendar tudi za najboljšo.

7 PREDLOG IZBRANIH REŠITEV

Glede na analizo obstoječega stanja je bilo ugotovljeno, da ima odlagališče Rakovnik zaznaven vpliv tako na podzemne vode kot tudi na neposredno okolico in potok Rakovnik. Velik problem pa povzročajo odlagališčne izcedne vode, ki se že kar nekaj časa neredno vozijo na ustrezno tehnološko obdelavo, zato se občasno iztekajo neposredno v bližnji potok Rakovnik. V ta namen so bile v prejšnjem poglavju predstavljene nekatere možne variantne rešitve sanacije deponije.

Predstavljene so bile nekatere tehnološke rešitve na obstoječi lokaciji, s katerimi bi bilo možno čistiti izcedne vode. Kot popolnoma samostojni postopek čiščenja obravnavane izcedne vode bi se lahko uporabila reverzna osmoza, s pomočjo katere je možno očistiti obremenjene vode do potrebnih mejnih vrednosti za izpust v okolje. Za ostale predstavljene postopke čiščenja, pa bi bil potreben še kakšen dodaten postopek obdelave. Ena izmed takšnih možnosti je uporaba rastlinske čistilne naprave. Toda pred uporabo katerekoli od opisanih variantnih rešitev bi bilo potrebno na obstoječi lokaciji opraviti nekaj ključnih tehničnih posegov.

Prenoviti bi bilo potrebno obstoječi zbiralnik izcednih vod, za katerega velja, da ni popolnoma vodotesen. Tudi zacevitev potoka Rakovnik, ki je v dolžini 230 m pod obstoječo deponijo, bi bilo potrebno s pomočjo ustrezne tehnike (kamera) preveriti, v kakšnem stanju je, ali je vodotesna. Najustreznejše pa bi bilo obstoječi potok ponovno vodotesno zaceviti ob zahodni strani deponije, kjer je dovozna pot, in sicer pod dovozno potjo ali pa zahodno ob njej, kjer ni odloženih odpadkov.

Za vsako zaprto odlagališče je zelo pomemben zakrivni sloj, saj je od tega odvisno, če je preprečeno pronicanje padavinskih oziroma površinskih vod v telo deponije. Zahtevana povprečna vodoprepustnost mineralne tesnilne plasti mora biti manjša od 1×10^{-9} m/s. Ustreznost zakrivnega sloja bi bilo potrebno tudi za deponijo Rakovnik preveriti, ali je ustrezna. Na poljubno izbranih območjih bi bil potreben odkop in temeljit pregled. V primeru ugotovitve neustreznosti tega sloja bi bilo potrebno celotno površino deponije ponovno ustrezno prekriti.

Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi zalednim vodam, te morajo biti zajete in odvodnjavane stran od odlagališča. To ima obravnavano odlagališče zelo slabo urejeno. Ob vzhodni strani odlagališča so deloma postavljene kanalete, z namenom prestrežanja zalednih vod z brežine. Iztok letih je v potok Rakovnik. Zaradi nerednega vzdrževanja deponije se je v omenjenih kanaletah nabralo veliko nanosa in je zato odvodnjavanje težje. Na zahodni strani odlagališča, ob dovozni cesti, pa se zaledne vode odvajajo po zelo neurejenemu jarku, ki je usmerjen proti potoku Rakovnik. To bi bilo potrebno ustrezno urediti in preprečiti možnost dostopa zalednih vod v telo deponije.

Ker je analiza obstoječega stanja pokazala, da ima odlagališče vpliv tudi na podzemne vode, bi bilo smiselno tudi te vključiti v čiščenje. Dolvodno od odlagališča bi bilo potrebno izvrtati nekaj vrtin, iz katerih bi se prečrpavala podzemna voda in se skupaj z izcedno vodo obdelala s pomočjo ustreznih tehnoloških metod, ki so predstavljene kot variantne rešitve.

Za razbremenitev onesnažene prsti v neposredni bližini odlagališča, kot tudi na površini odlagališča bi bilo smiselno uporabiti fitoremediacijo. Tako bi s pomočjo lesnatih in zelnatih rastlinskih vrst čistili prst. Glede na predhodno opravljene raziskave, so za odlagališče Rakovnik, za katerega velja ključna onesnaženost s kromom predlagani naslednji lesnati vrsti: topol (*P. panonica*) in vrba (*S. viminalis*), uporabne pa so tudi blitva, sončnice in bučke (Rozman, 2008).

Kot možne variantne rešitve sta bili predstavljeni tudi dve zelo ustrezni rešitvi, za kateri pa velja da sta, gledano iz ekonomskih kriterijev zelo težko dosegljivi. Gre za preložitev odpadkov na novo ustrezno urejeno odlagalno polje, v neposredni bližini obstoječe deponije in pa odvoz odpadkov na uničenje oziroma predelavo. Zadnja rešitev velja splošno gledano za najboljšo, saj bi bil celoten problem rešen.

8 ZAKLJUČEK

Osnovni namen diplomske naloge je bil predstaviti okoljski problem, ki ga predstavlja deponija usnjarskih odpadkov Rakovnik in podati idejne rešitve kako deponijo ustrezno sanirati oziroma urediti. V diplomski nalogi so opisane tudi teoretična izhodišča in razne definicije, ki se nanašajo na temo odpadkov.

V prvem delu naloge je predstavljen pravni okvir na področju odpadkov. Gre za pregled veljavne zakonodaje in ostalih predpisov znotraj Republike Slovenije, kot tudi tistih predpisov in smernic, ki veljajo za Evropsko unijo. Vsekakor so se na tem področju začele v zadnjem obdobju dogajati bistvene spremembe na bolje. Ta del vsebuje tudi definicije in delitve odpadkov. Prav tako je prikazan pregled glavnih klasifikacijskih skupin odpadkov in ravnanje z odpadki. Podane so tudi tehnološke rešitve na področju ravnanja z odpadki.

Drugi del naloge vsebuje analizo obstoječega stanja deponije usnjarskih odpadkov Rakovnik. Prikazane so uradno potrjene količine in vrste odloženih odpadkov. Tudi rezultati analiz izcednih vod iz poročila o obratovalnem monitoringu so dodani, ki kažejo vpliv deponije na okolje. Nato so bile predstavljene nekatere možne variantne rešitve na obstoječi lokaciji. Med te variantne rešitve so bili vključeni različni tehnološki postopki čiščenja, kot so: reverzna osmoza, specialni dodatki, ionski izmenjevalci, kemijsko obarjanje in rastlinske čistilne naprave. Opravljen je bil tudi eksperimentalni preizkus čiščenja omenjene izcedne vode z uporabo specialnega dodatka eco-tabs v obliki večjih tablet. Preizkus se je izvajal 29 dni, dodatek se je dodajal v tedenskih intervalih. V takšnih intervalih so potekale tudi analize zajete izcedne vode, kjer so bili analizirani le osnovni parametri. Končni rezultat je sicer bil pozitiven, saj so se vrednosti obravnavanih parametrov zmanjšale, vendar nekatere kljub temu niso dosegale mejnih vrednosti za izpust v okolje. Obravnavani dodatek bi bilo potrebno uporabiti v kombinaciji s katero od drugih predstavljenih tehnologij čiščenja. Kot samostojni, individualni postopek čiščenja bi bil mogoč le z metodo reverzne osmoze.

Kot možni variantni rešitvi sta bili obravnavani tudi preložitev odpadkov na novo zgrajeno odlagalno polje v neposredni bližini in pa odvoz odpadkov na predelavo oziroma uničenje. Ti dve rešitvi veljata okoljsko gledano, za najboljši, saj bi se deponija ustrezno sanirala. Vendar v splošnem gledano je potrebno upoštevati tudi ekonomski vidik.

VIRI

Albin, R. 2011/2012. Zapiski s predavanj predmeta Komunalne naprave.

Bain, S. 2013. Microbiological Risk Assessment of Eco-Tabs. Keiser University: 9 str.

Baker, R.W. 2004. Membrane Technology and Applications. 2nd Edition. John Wiley&Sons, Ltd: 538 str.

Brenčič, M. (ur.). 2005. Geološka ekspertna ocena za potencialno lokacijo odlagališča NSRAO Rakovnik 2 – Šmartno pri Litiji. Ljubljana: str. 5–15.

Biocin. 2014.

<http://www.biocin-natura.com/o-zeolitu.html> (Pridobljeno 27. 10. 2014.)

Cerod. 2014.

<http://www.cerod-2.info/slike/slike/shema.jpg> (Pridobljeno 15. 9. 2014.)

Čampa, G. (ur.). 2013. Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod za podjetje IUUV d.d. – v stečajju. Odlagališče Rakovnik. Novo mesto. Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto, Sanitarno kemični laboratorij: priloga 1.

Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv 312: 3–30.

Drev, D., Bukovec, P., Panjan, J. 2007. Proces čiščenja tehnoloških odpadnih voda z naravnimi ionskimi izmenjevalci. Ljubljana Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 12 str.

Drev, D. 2013. Postopki izdelave različnih mikroporoznih filter medijev in njihova možnost uporabe. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 154 str.

Drev, D. 2014. Slikovno gradivo. Osebna komunikacija. (9. 1. 2014.)

Eco Tabs. 2013.

<http://www.eco-tabs.com.au/product/eco-tabs/> (Pridobljeno 6. 10. 2014.)

Eco Tabs. 2014.

<http://www.eco-tabs.com/product-profile.html> (Pridobljeno 6. 10. 2014.)

Eco Tabs Africa. 2011. Nitrogen Cycle and Bacteria. Chestnut Cr., Nelspruit: 14 str.

European commission. 2006. Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries: 592 str.

European Environment Agency. 2014.

<http://www.eea.europa.eu> 3.2 (Pridobljeno 15. 2. 2014.)

Felc, M. 2013. Zakaj je propadlo usnjarsko podjetje IUUV.

<http://www.delo.si/zgodbe/nedeljskobranje/zakaj-je-propadlo-usnjarsko-podjetje-iuv.html> (Pridobljeno 18. 2. 2014.)

Fortuna, D. (ur.). 2012. Poročilo o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode ob odlagališču Rakovnik (odlagališče nenevarnih usnjarskih odpadkov IUUV Rakovnik) za leto 2011. Novo mesto. Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto, Sanitarno kemični laboratorij: 52 f.

Gantar, A. 1984. Tehnologija usnja. Domžale. Zavod SR Slovenije za šolstvo: 102 str.

Geografski atlas Slovenije. 1998.

<http://giam.zrc-sazu.si/?q=sl/node/91> (Pridobljeno 3. 1. 2015)

Globokar, T. 1988. Deponija Rakovnik. Tehnično poročilo. Ljubljana: str. 1–5

Gospodarska zbornica Slovenije. 2011.

http://www.gzs.si/slo/skupne_naloge/varstvo_okolja/emisije_iz_industrijskih_virov/referencni_dokumenti_najboljsih_razpolozljivih_tehnologij (Pridobljeno 19. 3. 2014.)

Hodalič, J. (ur.). 2003. Študija za ugotovitev primernosti lokacije nameravane regionalne deponije nenevarnih komunalnih odpadkov na mestu in z razširitvijo ter sanacijo sedanje deponije industrijskih odpadkov IUUV v Šmartnem pri Litiji, E-NET d.o.o., Ljubljana: str. 25–47.

Inglezakis, V. J., Zorpas, A. A., Loizidou, M. D., Grigoropoulou, H.P. 2005. The effect the copetitive cations and anions on ion exchange of heavy metals. Separation and Purification and Tehnology: str. 202–207.

Izlakar, M. 2014. Informacije o odlagališču Rakovnik iz Občine Šmartno pri Litiji. Osebna komunikacija. (11. 4. 2014.)

Klemenc, B. (ur.). 2007. Dokumentacija v postopku izdaje odločbe za zaprtje odlagališča. Vrhnika: log. pag.

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, (samozaložba M. Krečič): 67 str.

Kravos, A. 2008. Uporaba celovite rešitve Oracle EBS v nabavnem procesu s prototipno rešitvijo. Diplomaska naloga. Kranj. Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, (samozaložba A. Kravos): 57 str.

Kržan, A. 1998. Pregled stanja pri recikliranju polimernih materialov. Ljubljana. Kovine zlitine tehnologije: str. 237–240.

Likar, I. 2010. Izraba deponijskega plina v centru za ravnanje z odpadki Nova Gorica. Diplomaska naloga. Nova Gorica. Univerza v Novi Gorici. Fakulteta za znanosti o okolju, (samozaložba I. Likar): 48 str.

Majoranc, N. 2013. Ravnanje z odpadki v Zasavski regiji. Seminarska naloga. Ljubljana, (samozaložba N. Majoranc): 60 f.

Mineral zeolita. 2012.

<http://lat.rtrs.tv/vijesti/vijest.php?id=76120> (Pridobljeno 31. 10. 2014.)

Ministerstvo za okolje in prostor. 2014a.

http://www.arhiv.mop.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/ (Pridobljeno 6. 3. 2014.)

Ministerstvo za okolje in prostor. 2014b.

http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/ravnanj_odpadki.pdf (Pridobljeno 6. 3. 2014.)

Mortimer, R.G. 2008. Physical Chemistry. Third Edition. Elsevier: 1385 str.

Nacionalni program varstva okolja. Uradni list RS, št. 83/99 in 41/04 - ZVO-1.

Obal M., Rozman S., Jager R., Kolenc M. 1991. Uporabnost naravnih zeolitov iz ležišča Zaloška Gorica za čiščenje odpadnih voda s povečano vsebnostjo ionov kovin. Rudarsko-metalurški zbornik, str. 4.

Panaceo. 2014.

<http://www.panaceo-sport.si/zeolit> (Pridobljeno 5. 11. 2014.)

Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja 2005-2012 (ReNPVO). Uradni list RS, št. 2/2006.

Petrinič, I. 2013 Uporaba reverzno osmoznih RCDTV modulov za čiščenje izcednih vod.

<http://www.sdzv-drustvo.si/si/2013> (Pridobljeno: 9. 5. 2014.)

Ribičič, M. 2005. Ekspertno mnenje: za opredelitev vidika naravne danosti – pasivne varnosti na lokaciji Rakovnik 2 pri Šmartnem pri Litiji. Ljubljana: str. 1–7.

Rozman, R. 2008. Fitoremediacija sedimentov in drugih kontaminiranih zemljin. Diplomsko delo. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, (samozaložba R. Rozman): str. 60.

Pravilnik o odlaganju odpadkov. Uradni list RS, št. 5/2000: 98.

Priročnik za pravilno ravnanje z odpadki. 2014.

http://www.komunala-kranj.si/images/stories/odpadki/prirocnik_krlocuj_web_POSODOBLJEN.pdf
(Pridobljeno 3. 5. 2014.)

Rydin, S., Black, M., Scalet, B. M., Canova, M. 2013. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins. Institute for Prospective Technological Studies, European Bureau. Seville, Spain: 272 str.

Samec, N., 2005. Ravnanje z odpadki. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Katedra za energetska, procesna in okoljska inženirstvo: 101 str.

Slanc. R., 2005. Slikovno gradivo (online). Za: Majoranc, N. 22. 5. 2014. Osebna komunikacija.

Slanc. R., 2006. Slikovno gradivo (online). Za: Majoranc, N. 22. 5. 2014. Osebna komunikacija.

Slovenski inštitut za standardizacijo. 2014

http://www.sist.si/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=167 (Pridobljeno 8. 3. 2014.)

Solano, M. L., Soriano, P., Ciria, M. P. 2004. Constructed wetlands as a sustainable solution for wastewater treatment in small villages. *Biosystems Engineering* 87,1: 109–118.

Standardizacija. 2014.

<http://fs-server.uni-mb.si/si/inst/ips/ltm/Tabele/Dat/Studijska/Zapiski-standardizacija.pdf> (Pridobljeno, 7. 3. 2014.)

Statistični urad Republike slovenije. 2014. http://www.stat.si/tema_okolje_okolje.asp (Pridobljeno 30. 12. 2014.)

Sutherland, K. 2008. *Filters and Filtration Handbook*. Fifth Edition. Elsevier: 523 str.

Svijet oko nas. 2012.

<http://www.svijetokonas.net/zanimljivosti-iz-svijeta/impresivni-susret-vulkanske-lave-i-morske-vode/> (Pridobljeno 28. 10. 2014.)

Še sedem let poceni smeti. 2014.

<http://www.delo.si/novice/slovenija/se-sedem-let-poceni-smeti.html> (Pridobljeno 4. 12. 2014.)

Škafar, B. 2005. *Odpadki*. Murska Sobota: Pomurski ekološki center: Saubermacher & Komunala: str. 125, 126.

Šlauer, D. 2008. *Sanacija odlagališča nevarnih odpadkov Metava*. Diplomsko naloga. Maribor. Višja strokovna šola Maribor, (samozaložba D. Šlauer): str. 42–43.

Šmigoc, M. 2011. *Obdelava predčiščene izcedne vode s kombinacijo adsorpcija / nanofiltracija / razplinjevanje*. Magistrsko delo. Maribor. Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, (samozaložba M. Šmigoc): 91 str.

Špacapan, M. 2008. *Izbira lokacij odlagališč komunalnih odpadkov*. Diplomsko naloga. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, (samozaložba M. Špacapan): 81 str.

Uredba o odpadkih. Uradni list RS, št. 103/2011.

Uredba o odlagališčih odpadkov. Uradni list RS, št. 10/14.

Uredba o sežiganju odpadkov. Uradni list RS, št. 68/08, št. 68/08 in 41/09.

Varstvo. 2014.

http://www.varnost.si/varstvo_okolja1 (Pridobljeno 18. 12. 2014.)

Vrščaj, A. 2005. Tehniški predpisi in projektiranje.

http://sc-nm.com/scnm/_visja/Documents/Knjiga%20TPP12_1del.pdf (Pridobljeno 12. 3. 2014.)

Zakon o graditvi objektov. Uradni list RS, št. 110/13.

Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS, št. 39/2006.

Zaviršek, T. 2014. Informacije o specialnem dodatku eco-tabs. Osebna komunikacija. (21. 10. 2014.)

Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto. 2009. Poročilo o preskušanju. Sanitarno–kemični laboratorij: str. 1–2.

Zavrstnik. 2014.

http://www.geopedia.si/#T105_x486697_y99486_s16_b4 (Pridobljeno 15. 4. 2014.)

Zeolitnatura. 2014.

<http://www.zdravljenje-minerali.com/zeoliti.html> (Pridobljeno 9. 11. 2014.)

Zero Waste. 2009.

<http://ebm.si/p/zw/o-zero-waste/definicija-zero-waste/> (Pridobljeno 19. 3. 2014.)