



URÐUNARSTAÐUR Í FÍFLHOLTUM

Áhættumat vegna starfsleyfis

Sorpurðun Vesturlands hf.

Ágúst 2012

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. UPPRUNAEINKENNI MENGANDI ÞÁTTA	2
2.1 ÚRGANGUR.....	2
2.2 SIGVATN OG VIÐTAKAR	4
3. FLUTNINGSLEIÐIR VATNS OG TÁLMAR	13
3.1 ÚRKOMA OG MYNDUN SIGVATNS	13
3.2 JARÐFRÆÐIÐSTÆÐUR, VATNAFAR, URÐUNARHÓLF, TÁLMAR OG ÁFORM	14
3.3 VATNSJÖFNUÐUR Í URÐUNARHÓLFI.....	21
4. NIÐURSTAÐA.....	23
5. HEIMILDIR	26

1. INNGANGUR

Áhættumat þetta er lagt fram með umsókn um endurnýjun starfleyfis fyrir urðunarstað Sorpurðunar Vesturlands hf. í Fíflholtum í Borgarbyggð. Núverandi starfsleyfi urðunarstaðarins var gefið út 14. ágúst 2002 og gildir í 10 ár eða til 14. ágúst 2012. Í starfleyfinu er bráðabirgðarákvæði sem kveður á um að „innan eins árs frá lögleiðingu urðunartilskipunar 31/1999/EB hér á landi ber rekstraraðila að semja og leggja fyrir Hollustuvernd ríkisins (nú Umhverfisstofnun, UST) til samþykktar áætlun um breytingar á urðunarstaðnum, þar á meðal upplýsingar sem taka til þeirra atriða sem talin eru upp í 8. gr. tilskipunarinnar og sérhverjar aðgerðir til úrbóta sem rekstraraðili telur nauðsynlegar til þess að uppfylla þær kröfur, sem settar eru fram í tilskipuninni. Að lokinni kynningu á breytingaráætluninni skal UST taka endanlega ákvörðun um það hvort heimild sé að halda rekstri áfram á grundvelli fyrrgreindrar breytingaráætlunar og tilskipunarinnar. Á grundvelli samþykktu breytingaráætlunarinnar skal UST heimila þá vinnu sem nauðsynleg er og mæla fyrir um aðlögunartíma til að ljúka framkvæmd áætlunarinnar“.

Urðunarstaðurinn þarf því að uppfylla ákvæði reglugerðar um urðun nr. 738/2003, en rekstraraðili getur skv. henni óskað eftir ákveðnum tilslökunum á kröfum varðandi botnþéttingu.

Í 20. gr. í reglugerðinni segir að á urðunarstöðum skuli gera viðeigandi ráðstafanir, m.t.t. einkenna urðunarstaðarins og veðurfarslegra skilyrða, sbr. I. viðauka, í því skyni að:

- a. hafa stjórn á úrkomuvatni sem berst í urðaðan úrgang;
- b. varna því að yfirborðs- og/eða grunnvatn komist í úrgang;
- c. safna saman menguðu vatni og sigvatni;
- d. meðhöndla sigvatn, sem safnað er frá urðunarstaðnum í samræmi við ákvæði starfleyfis.

Í 25. grein í reglugerðinni segir að Umhverfisstofnun geti ákveðið í starfsleyfi að minnka þær kröfur sem settar eru fram í liðum 3.2. og 3.3. í I. viðauka, með tilliti til lektar og sigvatnssöfnunar, þar sem sýnt hefur verið fram á að jarðvegi, grunnvatni eða yfirborðsvatni stafi ekki hætta af urðuninni. Ákvörðun Umhverfisstofnunar skal byggjast á framlögðum gögnum um áhættumat í umsókn um starfsleyfi og, ef við á, mati á umhverfisáhrifum og vera tekin í samræmi við lið 2 í I. viðauka.

I. viðauki reglugerðarinnar lýsir almennum kröfum sem gilda um urðunarstaði. Þar er fjallað um hvers ber að taka tillit til við val staðsetningar, sbr. lið 1; fjarlægðar í viðkvæm svæði, grunnvatns, jarðfræðiskilyrða auk ýmissa þátta sem skapað geta hættu fyrir mannvirkið. 2. liður fjallar um sömu þætti og 20 gr. sbr. hér að framan.

Liður 3.1 segir að jarðveg, grunn- og yfirborðsvatn skuli vernda með því að nýta í senn jarðfræðilegan tálma og botnþéttingu á rekstartíma urðunarstaðar. Í lið 3.2. segir að „um jarðfræðilegan tálma sé að ræða þegar jarðfræðilegar og vatnafræðilegar aðstæður undir urðunarstaðnum og í nágrenni hans veita slíka fyrirstöðu að jarðvegi og grunnvatni stafar engin hætta af“. Þá segir að á botni og hliðum skuli vera jarðlag sem uppfyllir þær kröfur sem gerðar eru um lekt (k) og þykkt með sameinaða verkun m.t.t. verndar jarðvegs og

grunn- og yfirborðsvatns í heild að minnsta kosti á sambærilegan hátt og yrði að uppfylltum eftirfarandi kröfum fyrir urðunarstað fyrir almennan úrgang:

$$k \leq 1,0 \times 10^{-9} \text{ m/s og þykkt} \geq 1 \text{ m.}$$

Uppfylli jarðfræðilegur tálmi ekki þetta skilyrði frá náttúrunnar hendi má fullgera hann og styrkja á annan hátt þannig að hann veiti samsvarandi vörn. Tilbúinn jarðfræðilegur tálmi skal ekki vera minna en 0,5 m að þykkt.

Liður 3.3 segir „að til viðbótar jarðfræðilegum tálma, sem lýst er að framan, skal koma kerfi til að safna sigvatni og þétta botninn í samræmi við eftirfarandi meginreglur í því skyni að tryggja að sem minnst sigvatn safnist fyrir á botni urðunarstaðar“. Í meginreglum er eingöngu tekið fram að fyrir urðunarstað fyrir almennan úrgang sé tilbúin þétting nauðsynleg auk hriplags $\geq 0,5$ m.

Ljóst er að náttúrulegar jarðfræðilegar aðstæður á urðunarstaðnum í Fíflholtum samræmast ekki ofangreindum reglugerðaraðstæðum nema að hluta til og þarf því að hanna og útbúa urðunarhólf eða reinar til að uppfylla sem best markmið reglugerðarinnar til verndunar jarðvegs og vatns. Því er í þessu mati gerð grein fyrir ákveðnum hönnunarforsendum við byggingu nýs urðunarhólfs og tengdra kerfa.

Til hliðsjónar við gerð áhættumatsins eru hafðar norskar leiðbeiningar „Veiledet om miljørisikovurdering af bunntetting og oppsamling av sivevann ved deponier“ gefnar út af SFT, TA-1995/2003 (1).

2. UPPRUNAEINKENNI MENGANDI ÞÁTTA

2.1 ÚRGANGUR

Myndun og uppruni

Þjónustusvæði Sorpurðunar Vesturlands nær allt frá Gilsfirði í norðri og til Hvalfjarðar í suðri. Á svæðinu eru 10 sveitarfélög, Akranes með um 6.300 íbúa, Eyja- og Miklaholtshreppur með um 130, Hvalfjarðarsveit með um 680, Snæfellsbær með um 1.700, Skorradalshreppur með um 60, Grundarfjarðarbær með um 920, Borgarbyggð með um 3.700, Helgafellssveit með um 60, Dalabyggð með um 710 og Stykkishólmur með um 1.100 eða alls um 15.000 íbúar. Fjölgun íbúa á svæðinu hefur verið að jafnaði um 1% á ári. Í lok ársins 2010 samþykkti stjórn Sorpurðunar Vesturlands hf. að hefja móttöku úrgangs frá sveitarfélögum á Vestfjörðum en þá var kominn upp mikill vandi þar í framhaldi af lokun brennslustöðvarinnar Funa á Ísafirði. Vesturbyggð, Tálknafjarðarhreppur, Ísafjarðarbær og Bolungarvíkurkaupstaður hafa gert samning við Sorpurðun Vesturlands um móttöku úrgangs. Er hér um að ræða ca. 4.600 íbúa svæði. Þjónar því urðunarstaðurinn hátt í 20.000 manna byggð.

Frá íbúum fellur til almennur úrgangur s.s. matarleifar, umbúðir, dagblöð og tímarit, klæði, bleyjur. Einnig grófari úrgangur s.s. húsgögn, innréttingar, garðaúrgangur, raftæki, bifreiðar, hjólbarðar, viðhaldsúrgangur, seyra og auk þess falla til spilliefni. Hluti þessa úrgangs fer í flokkun og endurvinnslu en annað fer í urðun í Fíflholtum.

Rekstrarúrgangur af ýmsu tagi kemur frá atvinnustarfsemi á svæðinu en þar eru m.a. þjónustufyrirtæki, verslanir, verkstæði, verktakar, sláturhús og sjávarútvegsfyrirtæki. Nokkur stór iðnaðarfyrirtæki eru á svæðinu og sum hafa eigin förgunarstaði fyrir óvirkan

úrgang og sum flytja jafnvel hluta úrgangs eða endurvinnsluefni til Sorpu og annarra aðila utan þjónustusvæðisins. Þá er öflugur landbúnaður og ferðamannaíðnaður á svæðinu. Úrgangurinn frá þessum rekstraraðilum er m.a. umbúðir, matarleifar, sláturúrgangur, fiskúrgangur, timbur, steypa, rúllubaggaplast og veiðafæri og fer hluti af þessu í endurvinnslu og hluti í urðun í Fíflholtum.

Söfnun, flokkun og endurvinnsla

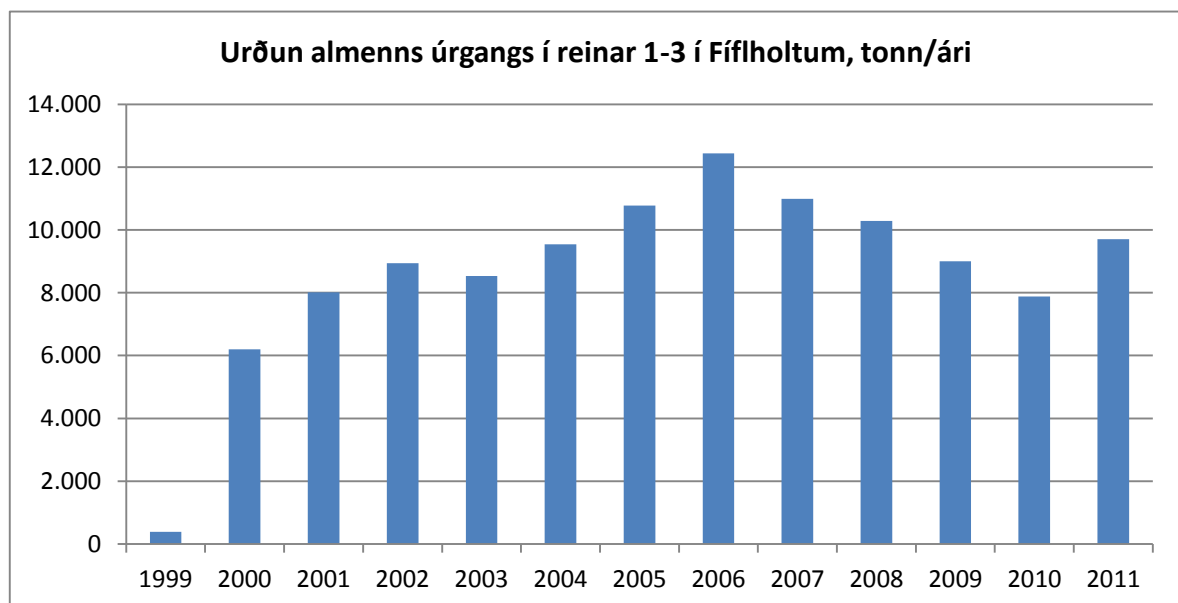
Sveitarfélögin á svæðinu eru í samstarfi um rekstur urðunarstaðarins en hafa hver sitt snið á öðrum sorpþjónustumálum. Öll leggja þau mikla áherslu á flokkun og endurvinnslu og eru ýmist með móttöku-, gáma- eða grenndarstöðvar fyrir flokkun eða eru með flokkunarilát við hús.

Það sem flokkað er frá almennum úrgangi og rekstrarúrgangi og fer því almennt ekki í urðun er m.a. spilliefni, málmar, hjólbarðar, timbur, pappír, raftækjaúrgangur, skilagjaldsumbúðir, garðaúrgangur og sums staðar plastumbúðir og matarleifar. Þá eru nokkur sveitarfélaganna með móttöku á nytjahlutum sem fara í endurnotkun.

Sveitarfélögin eru öll þáttakendur í staðardagskrá 21 og hafa hvatt íbúa til flokkunar á úrgangi auk þess sem reynt er að draga úr myndun hans.

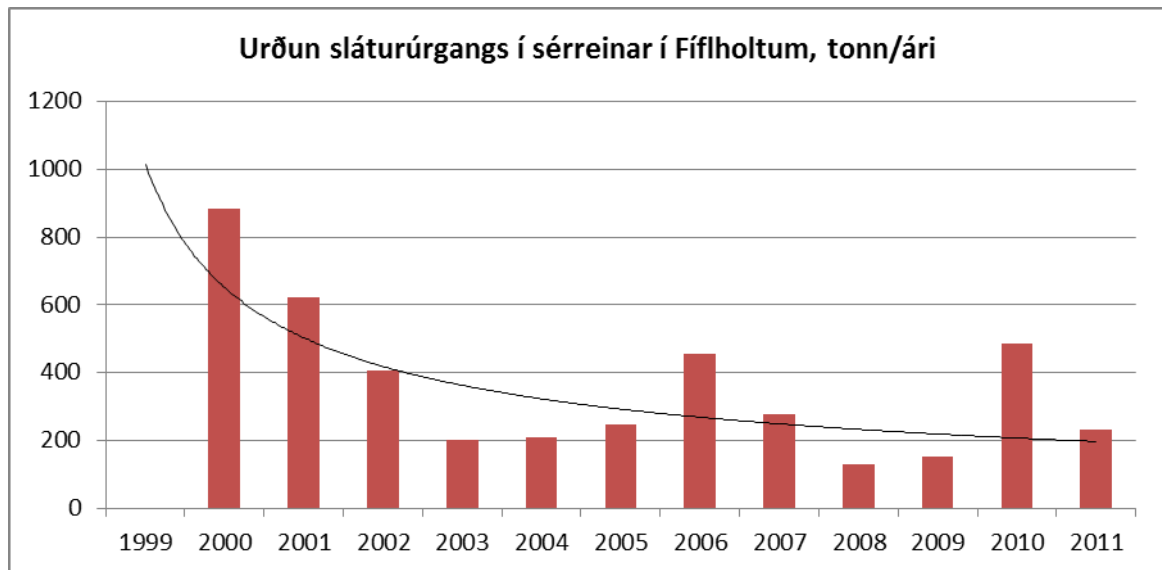
Urðun

Urðað hefur verið í Fíflholtum síðan árið 1999 en þá fékk urðunarstaðurinn starfsleyfi eftir undangengið umhverfismat, kynningar og skipulagsbreytingar. Urðunarstaðurinn er gerður fyrir almennan úrgang skv. reglugerð 738/2003 og hlutlausan úrgang og þar með ekki nein spilliefni. Inn á urðunarstaðinn koma því flestar gerðir óflokkaðs heimilis- og rekstrarúrgangs eins og að framan er lýst. Gildandi starfsleyfi urðunarstaðarins gerir ráð fyrir að allt að **15.000 tonn** séu urðuð þar árlega, en það mark hefur ekki verið nýtt nema að hluta eins og sést á mynd 1.



Mynd 1 Urðað magn í reinar 1-3 á hverju starfsári

Magn óx að jafnaði árlega frá árinu 2000 til 2006 en minnkaði þá jafnt og þétt fram til 2010 en óx aðeins 2011. Í heildina hafa nú verið urðuð um 113.000 tonn í reinar 1-3 eða um 8.700 tonn á ári að meðaltali. 1.800 tonn bárust frá Vestfjörðum árið 2011.



Mynd 2 Urðaður sláturúrgangur hvert starfsár

Eins og sést á mynd 2 hefur dregið úr urðun sláturúrgangs frá upphafi urðunar en þó eru töluverðar sveiflur í magni síðustu árin. Í heild hafa verið urðuð um 4.300 tonn af sláturúrgangi eða um 360 tonn á ári að meðaltali, sem er um 4% af urðuðum úrgangi.

Í heildina hafa því verið urðuð um 117.000 tonn í Fíflholtum af úrgangi eða um 9.700 tonn árlega sem er um 65% af því sem starfleyfi leyfir. Búið er að urða á um 3 ha af landi af þeim 10-15 sem fyrirhugað var að urðað yrði á. Urðunarþykktin í reinum hefur verið allt frá 3 metrum, í elstu reininni upp í um 6-8 m í reininni sem nú er að fyllast, þ.e. urðunarrein nr. 3.

Mikil breyting hefur orðið á eðli úrgangs sem urðaður er miðað við það sem áður var og hefur hlutfall lífræns úrgangs dregist mest saman s.s. urðun á pappírsumbúðum, dagblöðum og tímaritum, timbri og slátur- og fiskúrgangi. Lífrænn úrgangur á lang stærstan þátt í mengun sigvatns á urðunarstöðum fyrir almennan úrgang sem jafnan leiðir til hás hlutfalls lífrænna efna (BOD) og næringarefna s.s. köfnunarefnis og fosfórs (N og P). Urðun málma hefur dregist stöðugt saman með tilkomu framleiðsluábyrgðar á innflutning og framleiðslu raf- og rafeindatækja 1. Janúar 2009 og hækkandi markaðsverði málma. Þá eru öll sveitarfélögin með móttöku fyrir spilliefni og sum með söfnun þeirra í dreifbýli, en sá úrgangur er hættumestur hvað varðar mengun frá sigvatni í náttúrunni. Þessar þróun heldur áfram með aukinni fræðslu, flokkun og endurvinnslu og mun því í framtíðinni að öllum líkindum draga verulega úr mengunarhættu vegna sigvatns og gass á urðunarstaðnum.

2.2 SIGVATN OG VIÐTAKAR

Mælingar, sýnatökur og greiningar hafa farið fram reglubundið á sigvatni frá urðunarstaðnum í Fíflholtum og grunnvatni og viðtaka síðan árið 2002 skv. ákvæðum gildandi starfsleyfis. Ákvæði starfsleyfis eru í stuttu máli:

- A) **Sigvatn.** Mæla rennsli stöðugt. Tvisvar á ári: COD, NH₄, leiðni, pH, hitastig, olía og fita. Einu sinni á ári: NO₃, heildar N, heildar P, Pb, Hg, Cd, AOX. Á fjórða ári: Fe, Cr, Cu, Zn, As og Ni.
- B) **Sigvatn eftir hreinsun.** Sömu mælingar og í A.
- C) **Norðlækur** ofan innrennslis frá hreinsuðu sigvatni. Rennsli stöðugt. Einu sinni á ári: BOD₅, NH₄, O₂, leiðni, pH, hitastig. Á fjögurra ára fresti í seti: Pb, Cd, Hg, AOX,.
- D) **Norðlækur** neðan við innrennsli frá hreinsuðu sigvatni. Sömu mælingar og í C.
- E) **Grunnvatn.** Mæla hæð grunnvatns 4 sinnum á ári.

Viðmiðunarmörk skv. starfsleyfi:

1. Í B: Ekki sýnleg olía, fita, hlutir, agnir.
2. Ákvæði rg. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og rg. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.
3. Í A: Ef Hg > 0,03 mg/l, Cd > 0,05 mg/l, Pb > 0,1 mg/l þarf að fjölga mælingum og meta.



Mynd 3 Sýnataka Fíflholtum (Myndi Grænt bókhald, Stefán Gíslason)

Rennsli hefur verið mælt reglulega fyrir sigvatn en ekki stöðugt. Rennsli hefur ekki verið mælt í læknum. Sýni hafa annarsvegar verið tekin úr aðrennsli sigvatns í hreinsivirki neðan urðunarreina og hinsvegar úr frárennsli frá hreinsivirki. Að auki hafa sýni verið tekin úr hreinsuðu frárennsli sigvatns frá urðunarsvæði fyrir sláturúrgang. Þá hafa sýni verið tekin í Norðlæk neðan við þjóðveg þ.e. eftir íblöndun hreinsaðs sigvatns frá urðunarstað auk jarðvegsýna bæði ofan og neðan íblöndunar.

Í töflu 1 eru birt meðaltöl árlegra greininga á sýnum frá Fíflholtum, frá ofangreindum mælipunktum. Mælingar í Norðlæk eru neðan innrennslissvæðis frá urðunarstað.

Tafla 1. Eiginleikar sigvatns á urðunarstaðnum í Fíflholtum og vatns í Norðlæk (11)

Mæling	Eining	Sigvatn meðaltal	Sigv. e. hrei. meðaltal	Sigv. e. hrei. slát. meðalt.	Norðurlækur meðaltal
Rennsli	L/sek		0,20	0,19	
pH	pH	6,8	6,6	7,1	7,4
Leiðni	µS/cm	2.451	667	974	199
COD	mg/L	538	98	291	15
AOX	µg/L	54	26	14	
Olía/fita	mg/L	8,7	0,3	3,1	
Cl ⁻	mg/L				
SO ₄ ^{-S}	mg/L				
NH ₄ ⁺	mg/L	135	7	36	2
NO ₃ ⁻	mg/L	1,7	1,7	2,0	0,1
Heildar -N	mg/L	152,6	2,8	18,5	0,1
Heildar-P	mg/L	2,46	0,16	0,72	0,02
Pb	µg/L	<17	<0,4		
Cd	µg/L	<0,7	<0,2	<0,3	
Hg	µg/L	<0,2	<0,1		
Fe	mg/L	14	17	19	
Zn	mg/L	0,05			
Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Ni	mg/L	0,03			
Cu	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	
As	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	
AOX jarðveg (ofan áhr/v. veg)	mg/kg				136/82
Cd jarðveg (ofan áhr/v. veg)	mg/kg				0,13/0,09
Hg jarðveg (ofan áhr/v. veg)	mg/kg				0,56/0,05
Pb jarðveg (ofan áhr/v. veg)	mg/kg				

Til samanburðar eru birtar niðurstöður tiltækra mælinga á sigvatni fyrir urðunarstaði á Íslandi í töflu 2. Íslensku niðurstöðurnar koma úr skýrslu Tema Nord (2). Taflan sýnir talsvert mikla breidd í niðurstöðum frá urðunarstöðunum, en það er í samræmi við það sem ætla má þar sem efnasamsetning og styrkur eru alla jafna mjög breytileg eftir gerð urðunarstaðar, stærð og þroskastigi eða aldri úrgangs.

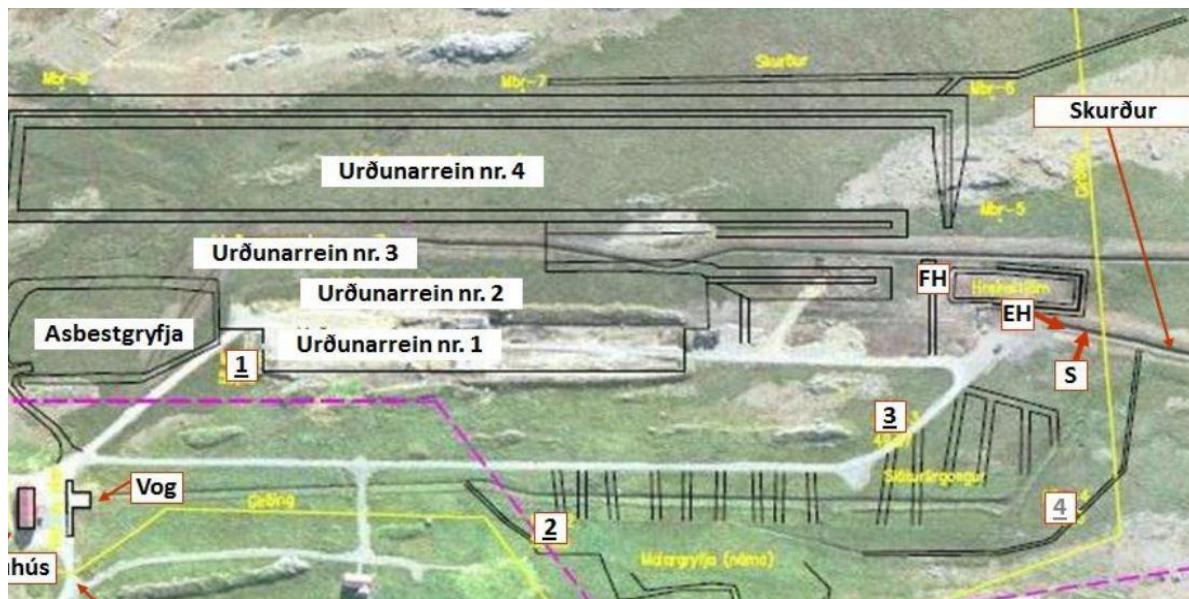


Mynd 4 Norðlækur vestan urðunarsvæðis, efri sýnatökustaður (Stefán Gíslason)

Tafla 2. Eiginleikar sigvatns á íslenskum urðunarstöðum(2)

Pollutant/parameter	Category 1 landfills (4)	No of landfills considered	Category 2 landfills (7)	No of landfills considered
Leachate flow (l/sec)	0,1 - 7	2	No data	
nLeachate temp. (°C)	9-23	3	No data	
pH	6,6-7,8	4	6,6-8,0	4
Conductivity (µS/cm)	600-14.500	4	115-1490	4
COD (mg/l)	190-4820	4	<10-850	4
AOX (mg/l)	0,003-0,6	3	Below measuring levels	1
Oil/fat (mg/l)	5,5-20	1	No data	
Cl ⁻	1100-1500	1	No data	
SO ₄ -S	48-65	1	No data	
NH ₄ ⁺ /NH ₃ (mg/l)	16-1285	4	<0,03-15,9	3
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,01-120	3	0,1-0,6	1
Total-N(mg/l)	5-770	2	0,6-20,2	3
Total-P(mg/l)	0,02-6,6	2	<0,07-0,29	3
Pb(mg/l)	0,001-1 ⁽¹⁾	4	<0,05	3
Cd(µg/l)	0,08-0,47	4	<0,005	3
Hg(µg/l)	0,01-3	4	<0,05	3
Fe(mg/l)	18-130	3	0,2-26,6	2
Zn(mg/l)	0,08-5,4	4	<0,01-0,11	2
Cr(mg/l)	0,005-0,40	4	<0,03	2
Ni(mg/l)	0,09-0,2	2	<0,02	2
Cu(mg/l)	0,002-0,08	4	<0,02	2
As(mg/l)	<0,002-0,02	2	<0,01	2
Mn(mg/l)	2,5-5	1	No data	

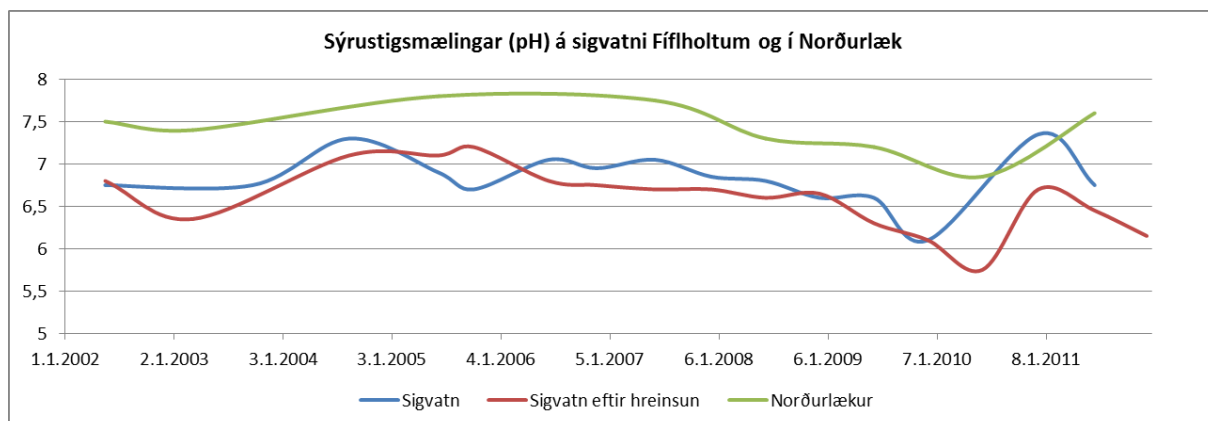
Rennsli: Rennslismagn sigvatns hefur verið mælt á tveimur stöðum á frárennsli hreinsitjarnar, merkt EH á mynd 5 og á frárennsli frá sláturúrgangssvæði merkt S. Úr útrás reina 1-3 koma að meðaltali um 0,2 l/s en 0,15 l/s ef einu toppgildi er sleppt Frá sláturúrgangsgryfjum koma að meðaltali um 0,2 l/s. Í umhverfismati fyrir urðunarstað (3) var gert ráð fyrir um 1,5 l/s af heildarurðunarsvæði sem áætlað var 10 ha. Nú hefur verið urðað í um 3 ha og ætti sigvatn skv. því að vera um 0,45 l/s. Rennsli frá nýrri rein 4 ætti að verða um 0,6 l/s til viðbótar.



Mynd 5 Reinar og staðsetning mæli- og sýnatökustaða Fíflholtum en merkingar fyrir borholur 5, 6 og 7 vantar upp með rein 3 og hafa þær nú verið lagðar af og nýjar eru fyrirhugaðar í staðinn.

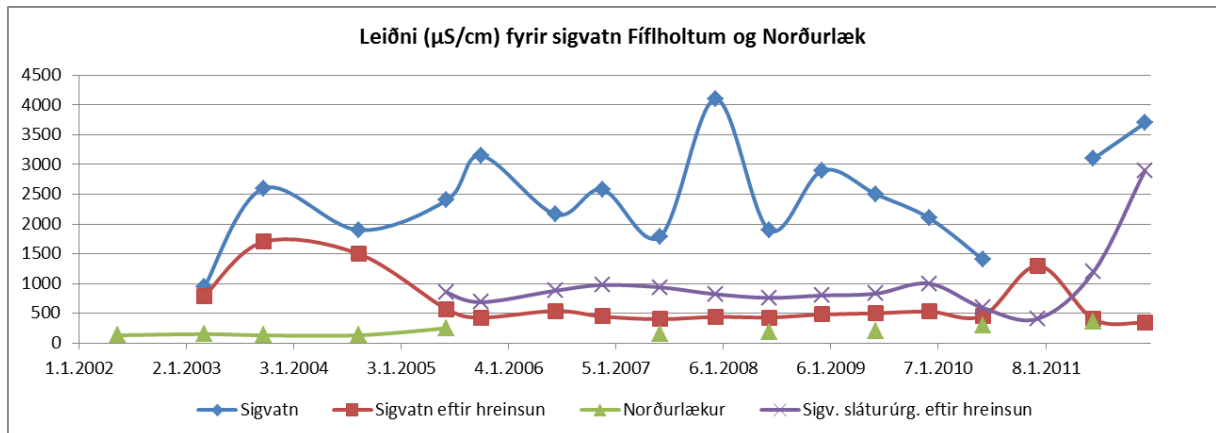
Efnasamsetning sigvatnsins á urðunarstöðum einkennist jafnan af gerð úrgangs sem urðaður er og er styrkur þess nokkurn veginn í hlutfalli við magn lífræns úrgangs og niðurbrotshraða en aðrar breytur hafa einnig áhrif þar á. Hraði niðurbrots ræðst af efnæiginleikum lífræna úrgangsins, blöndun, rakainnihaldi o.fl. Þá hefur aldur úrgangsins eða stig niðurbrots einnig áhrif og getur einkennt sigvatnssamsetninguna sem kemur venjulega greinilegast fram á sýrustiginu (pH).

pH: Þegar sýrustigníðurstöður sigvatns í Fíflholtum eru skoðaðar yfir mælitímabil, sjá mynd 6, sést að það sveiflast nokkuð milli mælinga en er nokkuð stöðugt í heildina og er meðaltalið 6,8. Jafnan fellur sýrustig nokkuð hratt í upphafi urðunar í svokölluðum sýrufasa en þá er súrefni í úrgangi og holrýmum að klárast og mikið myndast af koltvísýringi. Sýrustig getur þá jafnvel farið niður í pH 5-6. Sýrustig hækkar jafnan aftur þegar metanfasinn hefst og fer þá jafnvel upp í pH 7. Niðurbrot í metanfasa er óloftháð og er framkvæmt af annarri tegund baktería en vinna í sýrufasanum. Sýrustigið í Fíflholtum er innan marka fyrir íslenska urðunarstaði, sbr. töflu 2. Ekki er gott að segja af hverju sýrustig hér sveiflast meira í lok mælitímabils. En af meðaltalinu mætti ráða að urðunarstaðurinn sé í metanfasa.



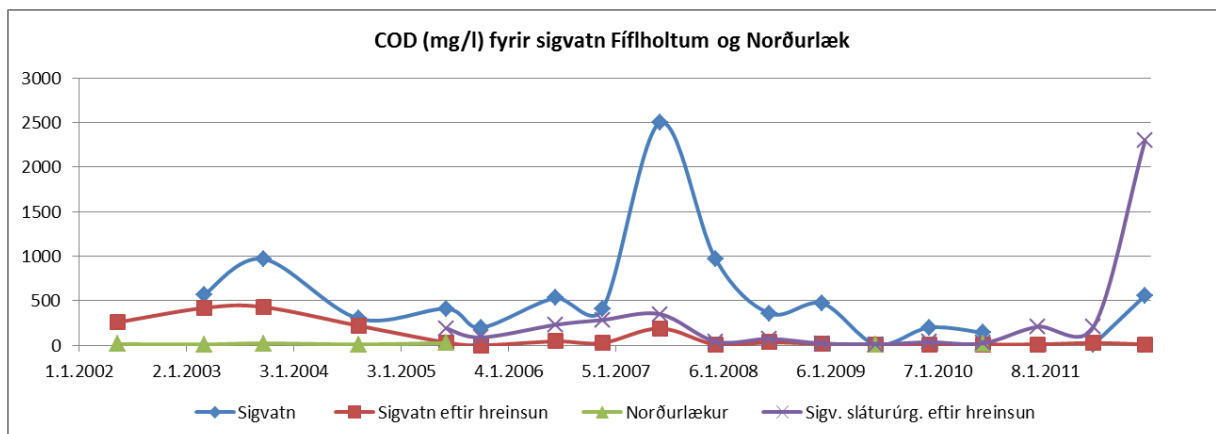
Mynd 6 Mælingar á sýrustigi sigvatns í Fíflholtum og vatns í Norðlæk

Leiðni: Leiðni einkennir gjarnan styrk uppleystra efna í sigvatni. Leiðnimæling yfir mælitíma sveiflast og sýnir að leiðni er yfirleitt lægri á sumrin en veturna en ekki er neina langtímbreytingu að sjá, sjá mynd 7. Meðaltalið er um 2.500 $\mu\text{S}/\text{sm}$. Þetta er innan marka í töflu 2 sem eru 115 – 14.500 $\mu\text{S}/\text{sm}$.



Mynd 7 Mælingar á leiðni sigvatns og vatns í Norðlæk

COD: Efnafræðileg súrefnisþörf lýsir einnig magni uppleystra efna í vatninu þar á meðal magni lífrænna efna. Á mælingum, mynd 8, sjást einstaka sveiflur en engin greinileg langtímbreyting. Meðaltalið í Fíflholtum er 540 mg/l, en mörkin fyrir íslenskt sigvatn eru 10 – 4.820 mg/l. Á urðunarstöðum erlendis er bilið fyrir meðaltöl oft 3.000 – 20.000 mg/l (4). Styrkurinn í Fíflholtum er lágur miðað við þessi bil og einnig borið saman við t.d. þýsk losunarmörk í viðtaka (5) sem eru 200 mg/l og finnast einnig í einstökum starfsleyfum urðunarstaða hérlendis. Styrkur eftir hreinsun sigvatns í Fíflholtum er svo enn lægri eða um 100 mg/l. Styrkurinn fer þó yfir III. umhverfismörk í reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og telst því vera næringarríkt vatn. Ólíklegt er þó að umrætt magn sigvatns og þessi styrkur eftir blöndun við grunnvatn geti valdið ofauðgun í viðtaka.

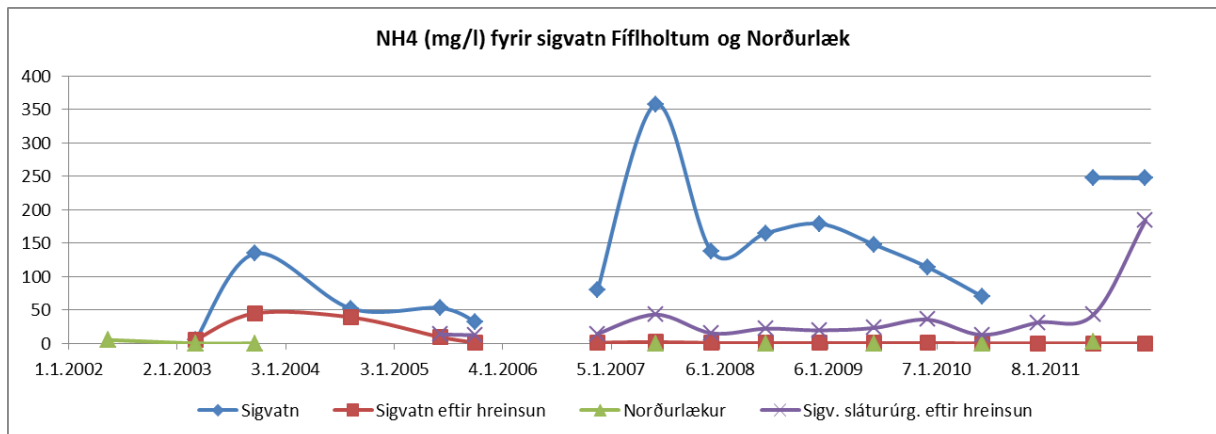


Mynd 8 Mælingar á COD sigvatns og vatns í Norðlæk

AOX (adsorbable organic halogens): Gefur til kynna ef klórbundin lífræn efni eru í sigvatninu, þ.e. spilliefni. Meðaltal fyrir Fíflholt er 54 $\mu\text{g}/\text{l}$ en mörkin á Íslandi eru á bilinu 3 – 600 $\mu\text{g}/\text{l}$. Á erlendum urðunarstöðum eru meðaltöl á bilinu 1.000 – 2.000 $\mu\text{g}/\text{l}$ og viðmiðunarmörk í Þýskalandi fyrir losun í viðtaka eru 500 $\mu\text{g}/\text{l}$ (5). Styrkurinn í Fíflholtum er því mjög lágur. Eftir hreinsun er styrkurinn 26 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Olía og fita: Meðaltalsgildi í Fíflholtum er 8,7 mg/l en mörkin fyrir íslenskt sigvatn eru frá 5,5 – 20 mg/l. Styrkur í Fíflholtum er því mjög lágur. Eftir hreinsun er styrkurinn 0,3 mg/l.

NH₄: Meðaltal fyrir ammoníum í Fíflholtum er 135 mg/l en mörkin fyrir íslenskt sigvatn eru á bilinu 0 – 1.300 mg/l. Á urðunarstöðum erlendis eru meðaltalið um 700 mg/l og viðmiðunarmörk fyrir losun heildarköfnunarefna í viðtaka í Þýskalandi 70 mg/l (5). Styrkur er lágur miðað við þessi viðmið en nokkuð hár fyrir t.d. losunarmörk 10 mg/ sem er að finna í einstökum starfsleyfum urðunarstaða hérlendis. Styrkur eftir hreinsun er 7 mg/l, svo neikvæðra áhrifa ætti því vart að gæta í viðtaka. Styrkurinn eftir hreinsun er þó yfir V. umhverfismörkum reglugerðar 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, sem gefur ástæðu til aðgætni.



Mynd 9 Mælingar á NH₄ sigvatns og vatns í Norðlæk

Heildar – N: Meðaltal heildar köfnunarefnis í Fíflholtum er 153 mg/l en mörkin fyrir íslenskt sigvatn eru frá 0,6 – 770 mg/l. Eftir hreinsun er styrkur um 3 mg/l. Sama má segja um hugsanleg áhrif heildar köfnunarefnis og sagt var í niðurstöðu um ammoníum hér að ofan.

Heildar – P: Meðaltal heildar fosfórs í Fíflholtum er 2,5 mg/l en mörkin fyrir íslenskt sigvatn eru frá 0 – 6.6 mg/l. Á urðunarstöðum erlendis er meðalstyrkurinn um 7 mg/l og viðmiðunarmörk fyrir losun í viðtaka í Þýskalandi eru 3 mg/l (5). Eftir hreinsun er styrkurinn í Fíflholtum 0,2 mg/l. Sama má segja um heildar köfnunarefni og sagt var í niðurstöðu fyrir ammoníum hér að ofan en fosfór er yfir IV umhverfismörkum reglugerðar 796/1999.

Málmar: Meðaltal fyrir blý í sigvatni Fíflholtum er undir 17 µg/l. Skv. starfsleyfi þarf að fjölga mælingum og láta fara fram mat ef styrkur Pb í frárennsli urðunarstaðar (ekki er skýrt hvort þetta er fyrir eða eftir hreinsun sigvatns) er yfir 100 µg/l. Þýsk viðmiðunarmörk fyrir losun í viðtaka eru 500 µg/l. Meðaltal fyrir kadmín er undir 0,17 µg/l. Skv. starfsleyfi þarf að fjölga mælingum og láta fara fram mat ef styrkur er yfir 50 µg/l. Þýsku viðmiðunarmörkin fyrir Cd eru 100 µg/l. Meðaltal fyrir kvikasilfur er undir 0,2 µg/l. Skv. starfsleyfi þarf að fjölga mælingum og láta fara fram mat ef styrkur er yfir 30 µg/l. Þýsku viðmiðunarmörkin fyrir Hg eru 50 µg/l. Meðaltal fyrir járn er 14 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk ekki til. Meðaltal fyrir sínk er undir 0,05 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk fyrir Zn eru 2 mg/l. Meðaltal fyrir króm er undir 0,05 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk fyrir Cr eru 0,5 mg/l. Meðaltal fyrir nikkell 0,03 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk fyrir Ni eru 1 mg/l. Meðaltal fyrir kopar er undir 0,05 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk fyrir Cu eru 0,5 mg/l. Meðaltal fyrir silfur er undir 0,05 mg/l en þýsk viðmiðunarmörk fyrir Ag eru ekki til.

Samantekt um sigvatn

Þegar efnastyrkur næringarefna N og P auk COD sigvatns frá urðunarstaðnum í Fíflholtum er borinn saman við niðurstöður frá öðrum íslenskum urðunarstöðum kemur í ljós að hann er mjög lágur. Þessi munur er enn meiri ef sigvatnið er borið saman við niðurstöður frá erlendum urðunarstöðum. Eftir hreinsun sigvatns í Fíflholtum er styrkur efna kominn niður í mjög lág gildi sem eru t.d. í öllum tilfellum langt undir t.d. þýskum viðmiðunarmörkum fyrir losun (5) sem hér er greint frá að framan.

Sama má segja um styrk lífrænna klórbundinna efna AOX og einnig olíur og fitur en styrkur eru mjög lágur fyrir þessi efni og gefur vísbendingu um að spilliefni séu ekki í neinu markverðu mæli að berast inn á urðunarstaðinn.

Málmar eru einnig í mjög lágum styrk í sigvatninu sem staðfestir einnig að lítið komi af spilliefnum í úrgangi til urðunar í Fíflholtum.

Samt sem áður eru bæði lífræn klórbundin efni að mælast í sigvatni auk olíu og þungmálma sem gefur ástæðu fyrir rekstraraðila að vera á varðbergi og að knýja á um að flokkun spilliefna í sveitarfélögunum sé bætt enn frekar t.d. með bættri aðstöðu og fræðslu. Þá á rekstraraðili að vera með virkt eftirlit með spilliefnum við móttöku úrgangs á urðunarstaðnum og skrá niðurstöður þess eftirlits í dagbækur og grænt bókhald.

Vísbendingar eru frá mælingum á magni sigvatns um að hluti þess fari annað en inn í söfnunarkerfi í botni urðunarreina. Frárennsli frá reinum 1-3 er um 0,14-0,2 l/s en ætti skv. áætlun að vera um 0,54 l/s. Aðrar vísbendingar eru um að hluti af sigvatninu úr reinum 1-3 renni á bergklöpp yfir í nýju reinina nr. 4. Á mynd 10a sést sú hlið urðunareinar nr. 4 sem liggur upp að rein nr. 3. Á myndinni, vinstra horni, sést vatn sem líklega kemur að hluta undan rein 3 og einnig sést á myndinni lega drenlagnar í botni sem liggur niður að brunni neðst í reininni.



Mynd 10 (a) Urðunarrein 4 útbúin.



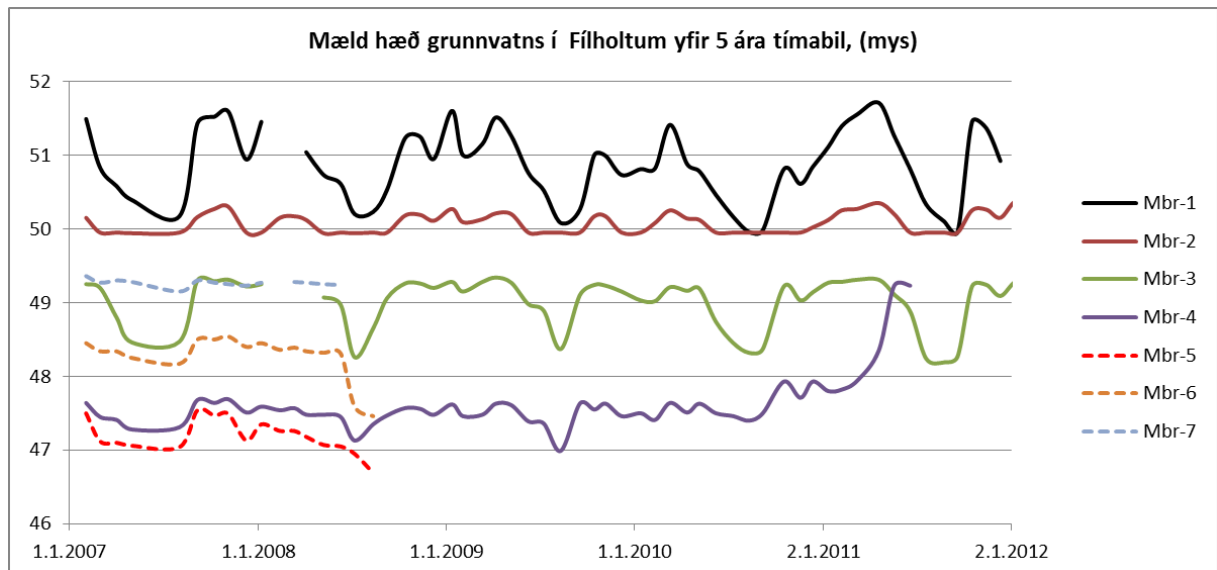
(b) Sigvatns brunnur neðst í urðunarrein 4.

Á mynd 10b sést ofan í þann brunn sem sameinar rennsli úr sigvatnssöfnunarkerfi reinarinnar. Við skoðun í brunninn, í þurri, þann 12. febrúar 2012 var þar töluvert rennsli (sjónmat: ca. 0,5-1 l/s) sem greinilega var mengað sigvatni. Einnig fannst þar brennisteinslykt, sem gjarnan er af sigvatni urðunarstaða. Þrátt fyrir þetta er ekki hægt að útiloka að einhver hluti sigvatns frá reinum 1-3 renni framhjá sigvatnssöfnunarkerfi þeirra

reina og út af urðunarsvæði. Ef svo er færi það vatn líklega í suðvesturátt eins og land lækkar á svæði. Komið verður að þessum möguleika nánar hér síðar.

Grunnvatn

Sjö brunnar voru gerðar til mælinga á grunnvatnshæð í Fíflholtum og byrjuðu mælingar í þeim í janúar 2007. Brunnar 1-4 eru staðsettar niður með vesturhlið urðunarsvæðis (rein 1) og brunnar 5-7 upp með austurhlið (nú rein 4). Á mynd 11 sést grunnvatnshæð í þeim yfir 5 ára mælitímabil en mælingar í brunnnum 5-7 hættu þegar farið var að vinna við gröft reinar 4.



Mynd 11 Mæld hæð grunnvatns í mælibrunnum Fíflholtum. Brotalínur eru fyrir brunna sem voru í rein 4.

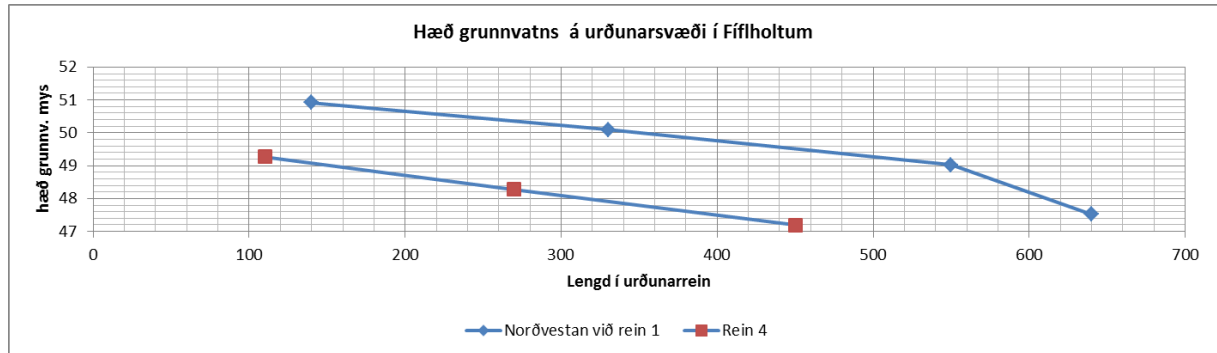
Nokkuð miklar sveiflur eru í grunnvatnshæð brunna 1, 3 og 4 vestan við urðunarsvæði en minni í brunni 2. Greinilegt er að grunnvatnsstaðan er hærri yfir vetrarmánuðina en lækkar að jafnaði yfir sumarið. Í töflu 3 sést meðalgrunnvatnshæð í brunnnum. Þar sést einnig að sveiflan er um 1,4 metrar í brunni 1 og 0,9 m í brunni 3 sem er töluvert mikið. Grunnvatnshæðin er stöðugri í brunni 2 og 4 en þeir standa nokkuð vestar en hinir og virðast standa handan ílangrar hraunlagabrunnar sem skagar aðeins upp úr yfirborðinu, sjá mynd 5.

Tafla 3 Hæð grunnvatns í brunnnum í Fíflholtum og árstíðaflokt (metrar yfir sjó)

Mælipunktur	Lokhæð borholu	Meðalhæð grunnv. mys	Sumarmin ca	Veturmax ca	Flökt ca
Mbr-1	52,13	50,92	50,1	51,5	1,4
Mbr-2	53,25	50,09	49,9	50,3	0,4
Mbr-3	49,97	49,02	48,4	49,3	0,9
Mbr-4	49,23	47,52	47,2	47,6	0,4
Mbr-5	48,94	47,19	47,0	47,5	0,5
Mbr-6	50,80	48,28	48,1	48,5	0,4
Mbr-7	51,33	49,27	49,2	49,3	0,1

Afgerandi er hve lægra grunnvatnsborðið er á austurhluta urðunarsvæðis en því vestara og munar það 1,2 metrum að meðaltali, sjá mynd 12. Skýring á þessu er líklega sú að skurður

var austan við brunna 5-7 sem gæti hafa verið dýpri en drenskurður sem er við brunna 1-4 og þar með dregið grunnvatnsborðið þar niður. Greinilegur jafn halli er á grunnvatnsborðinu á báðum stöðum til SSV eða í átt til Norðlækjar og sjávar en grunnvatnsborð fellur aðeins við brunn 4 sem gæti stafað af dýpri drenskurði neðan sláturúrgangsvæðis. Vegna drenáhrifa skurða og urðunarreina á grunnvatnshæð á svæðinu er ekki talið gagnlegt að reikna nákvæmar út stefnu grunnvatnsstraums út frá hæð í brunnnum eins og gera mætti á óröskuðu svæði. Líklegt er þó að yfirborð grunnvatns halli nokkurn vegin í samræmi við landhalla, sagt er í umhverfismati fyrir framkvæmd (3) að urðunarsvæði sé einhalla alla leið frá efsta hluta reina og að Norðlæk, með um 0,5-0,8% halla.



Mynd 12 Hæð grunnvatns á urðunarsvæðinu í Fíflholtum

3. FLUTNINGSLEIÐIR VATNS OG TÁLMAR

3.1 ÚRKOMA OG MYNDUN SIGVATNS

Úrkoma á Mýrum í Borgarfirði er á bilinu 800 – 1.000 mm á ári skv. ritinu Veður á Íslandi eftir Markús Á. Einarsson (6). Úrkomumælir var settur upp af Veðurstofunni í Fíflholtum og eru til mælingar þar frá því í mars 2006. Samkvæmt þeim er meðalúrkoma um 770 mm á ári. Meðalúrkoma (P) fyrir urðunarsvæði í Fíflholtum er því áætluð vera um 770 mm á ári.

Til að áætla myndun sigvatns er stuðst við jöfnuna:

$$L_A = P + S - E - W_A$$

L_A = Sigvatn frá virku svæði.

P = Úrkoma.

S = Poruvatn úr úrgangi.

E = Uppgufun (raunuppgufun).

W_A = Upptaka vatns í úrgangi.

Vatn í gropum (e. pores) úrgangs, þ.e. í nánast mettuðum úrgangi er ekki talið auka sigvatn í Fíflholtum en þar er tekið við mjög litlu magni af mettuðum fljótandi úrgangi í urðunarreinar fyrir almennan úrgang. Slíkur úrgangur er helst seyra úr rotþróum, sem oft er á mörkum þess að vera fljótandi eða föst. Einnig getur verið um slátur- eða fiskúrgang að ræða og fer þessi úrgangur í sér gryfjur vestast á urðunarsvæðinu utan reina, þar sem hann

lendir ekki undir fargi sem mundi kreista úr honum vatnið. Sjá einnig umfjöllun síðar. Gildið S er því áætlað 0.

Í Veðurfar á Íslandi (6) er fjallað um uppgufun hér á landi og þá einkum gnóttargufun sem er frá grasfleti og oft áætluð er með jöfnu Penmans. Raunuppgufun (E) frá berri jörð þar sem nægt vatn er til uppgufunar er ekki alltaf til staðar, en sé það svo er raunuppgufun jafnan minni en gnóttargufunin. Gnóttargufun er jafnan meiri á sumrin en á veturna og skýrir e.t.v. að hluta hvað grunnvatnsborð fellur í Fíflholtum á sumrin sbr. mynd 11. Áætla má að gnóttargufun í Fíflholtum sé um 400 mm á ári skv. (6), og áætlað er hér að raunuppgufun þar sé um 50% af gnóttargufun, þar sem hitastig er jafnan frekar hátt á Suðvesturlandi og yfirborð eldri urðunarreina er að jafnaði vel gróíð grasi. Er hún því áætluð um 200 mm. Skv. umhverfismati (3) í greinargerð Orkustofnunar er uppgufun áætluð 200-300 mm.

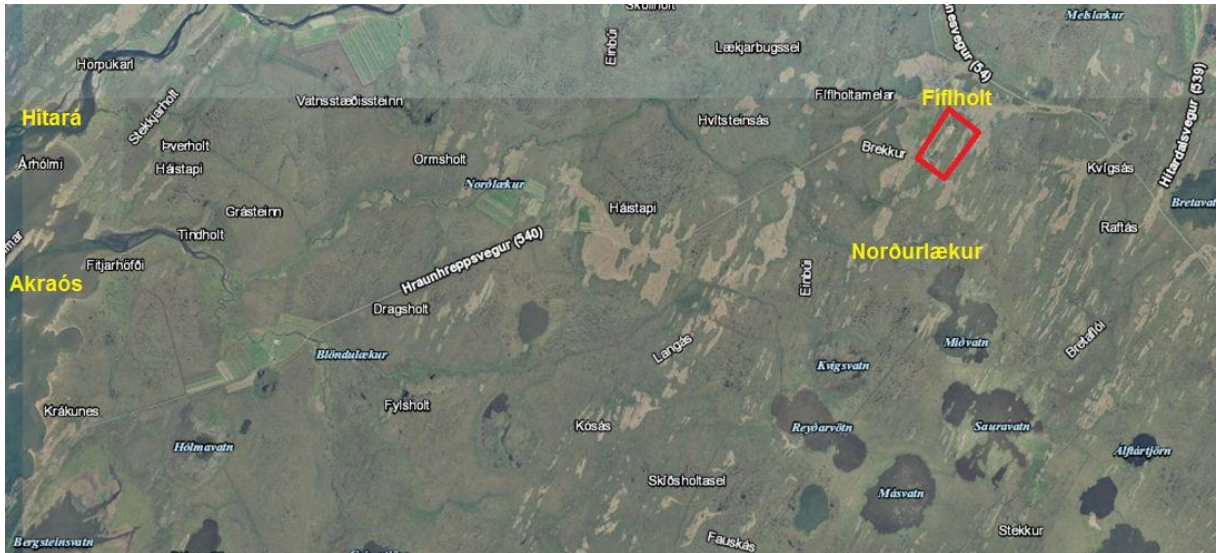
Rakainnihald úrgangs sem berst á urðunarstað getur verið mjög breytilegt en er oft á bilinu 15 – 45% (7). Haldgeta úrgangs á vatni í urðunarstað gegn þyngdarafli er hinsvegar oft 50-60% (8) og þar af leiðandi myndast ekki sigvatn í venjulegum úrgangi nema að til komi annað vatn t.d. regnvatn. Þessi liður, W_A , er áætlaður hér vera 0 þótt færa megi rök fyrir því að haldgeta úrgangs á vatn sé nokkuð mikil en minnkar stöðugt vegna t.d. minnkandi pappírs á urðunarstöðum. Eftir að metnun er náð fer þó vatn að síga gegnum úrganginn.

Það sem eftir situr varðandi myndun sigvatns er það vatn sem getur flætt inn í urðunarhólf, annaðhvort af yfirborði svæðis við hólfið eða sem grunnvatnsinnstreymi. Í Fíflholti er yfirborðsvatni beint frá hólfi með jarðvegsmönnum en ekki er hægt að fullyrða að ekki sígi eitthvað vatn inn í reinarnar. Nánar er fjallað um þessar aðstæður í kafla 3.2.

Niðurstaðan fyrir sigvatnsmagn L_A er því að 570 mm hripi niður úr úrgangsfyllingu urðunarhólfs á ári hverju og fellur það magn á innri hliðar og botn hólfsins. Þetta gera um 0,18 l/(s ha) eða 1,8 l/s af 10 ha heildarurðunarsvæði. Skv. umhverfismati (3) er gert ráð fyrir um 1,5 l/s af þessu svæði og skýrist það með að þar er líklega reiknað með hálfþéttu yfirlagi sem leiðir hluta úrkomu á yfirborði út fyrir reinina.

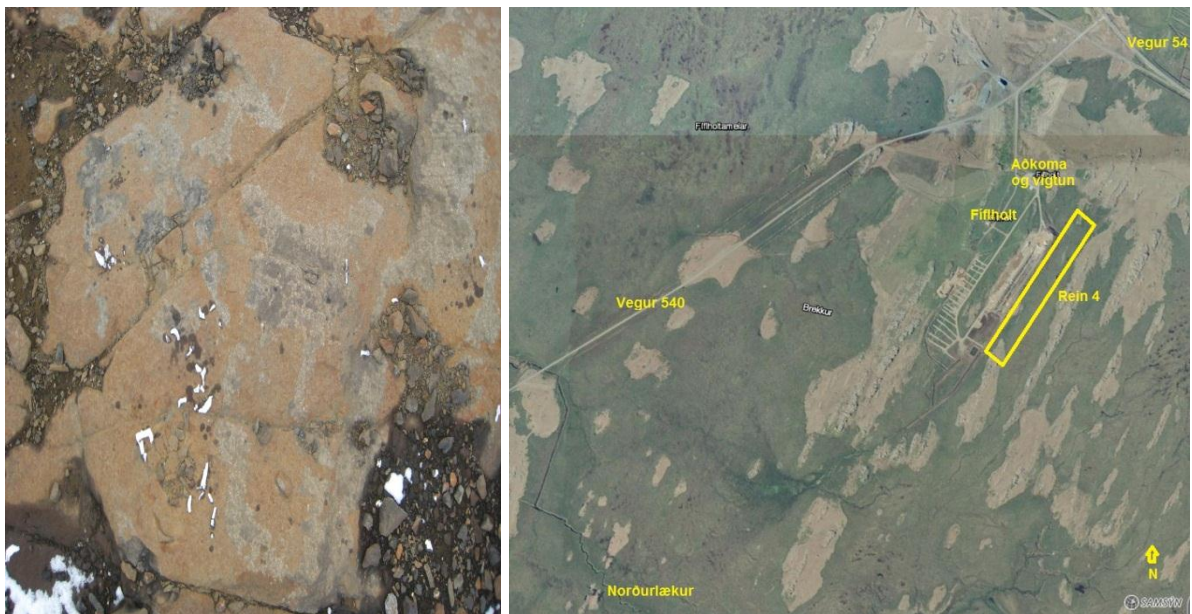
3.2 JARÐFRÆÐIADSTÆÐUR, VATNAFAR, URÐUNARHÓLF, TÁLMAR OG ÁFORM

Í greinargerð Orkustofnunar í umhverfismati (3) er fjallað nokkuð um jarðfræðilegar forsendur fyrir urðun sorps í Fíflholtum og þar byggt á þeirri þekkingu sem til var þá hjá stofnuninni. Hér er dregið á helstu atriðum þar og almennri vitneskju um svæðið sem skipta megin máli vegna mats á jarðvegs- og vatnsvernd, vatnsjöfnuðar urðunarstaðarins og eiginleika botntálma fyrir sigvatnssöfnun.



Mynd 13 Yfirlitsmynd, Mýrar og land að sjó (SAMSÝN)

Það sem einkennir helst Mýrar og umhverfi urðunarstaðarins er frekar flatt land hulið mýrum, sjá mynd 13, litlum grunnum vötnum og á víð og dreif standa ílöng ber klapparholt allt að nokkurra metra há upp úr landinu sem stefna í ca. NNA frá sjó, sjá myndir 13 og 14. Klappirnar eru flestar brúnir á hraunlögum frá seinni hluta tertíertíma. Hraunlögin hafa halla ca. 8-9° niður í NV átt, en VNV sunnan til á Mýrum. Ísaldarjökullinn, sem var, rann frá hálandi til sjávar í ca. VSV átt og svarf hraunlagastaflann niður, meira þar sem mýkra berg var og myndaði misbreiðar rennur eða sund inn á milli breið og bollalaga í botninn en fyllt upp með jökulruðningi og mýrarjarðvegi. Landhæð er þar nú um 50 m yfir sjó en í lok ísaldar var landið undir sjó. Berggrunnurinn hefur sprungið gegnum tíðina vegna jarðhræringa eða annars en sprungurnar eru nú almennt vel holufylltar en sumstaðar hafa þær opnast örlítið síðar við yfirborð m.a. vegna einhverra krafta, en gera má ráð fyrir að þær séu þéttari þegar dýpra er farið niður.



Myndi 14 (a) ber klöpp í rein 4.

(b) Staðsetning reinar 4 og stefna klappa á svæði

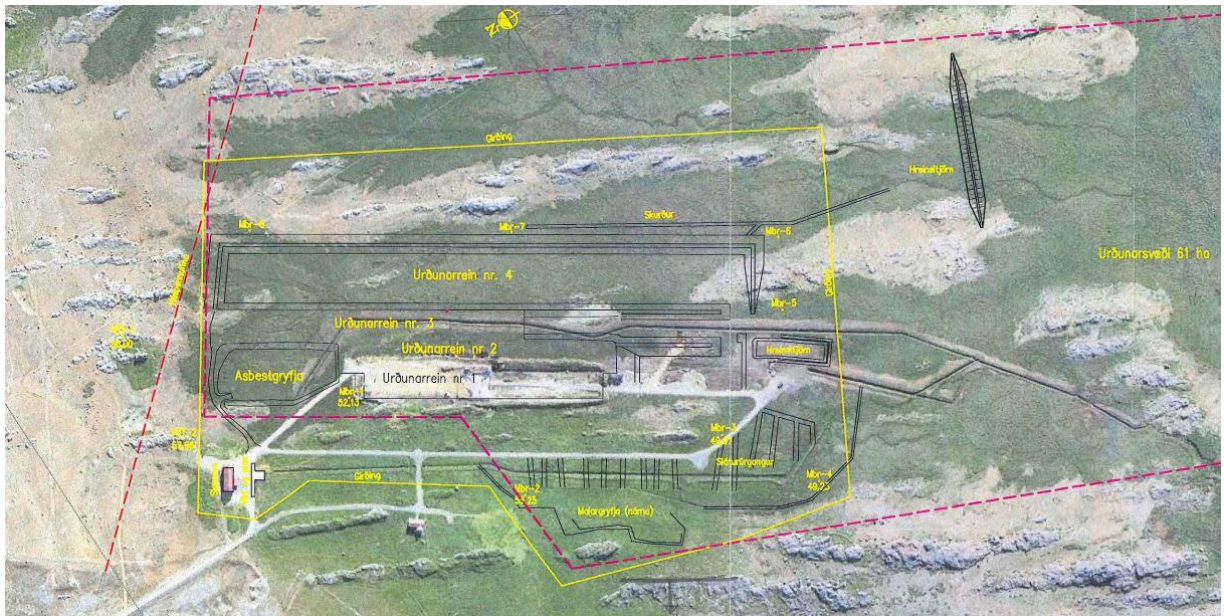
Á mynd 14(a) má sjá yfirborð, ca. 1 m² af jökulnúnni klöpp í botni nýs urðunarhólfs, rein 4. Þar sést að sprungur með ca. 40 cm millibili liggja í allar áttir og eru almennt fylltar með

hörðu efni, en sumar aðeins opnaðar, ca. 1 mm. Enduropnunin gæti stafað af frostverkun, jarðhræringum eða færslu vegna sprengingar klappar í reininni.

Þykkt lausra jarðlaga ofan á klöppinni í mýrarsundinu þar sem urðunarreinar eru er breytileg en ca. 1-3 m og lagskiptist. Í ca. 1-2 m af mó og ca. 1-2 m af möl, sandi og silti.

Sýnilegt yfirborðsvatn hefur ekki verið á nærsvæði urðunarstaðarins, utan polla, en í nágrenninu er Norðlækur um 1 km S og SV af reinum með um um 150-350 l/s rennsli. Hæðarmunur á urðunarsvæði og læknum er um 15 m. Lækurinn á upptök sín í Miðvatni sem er grunnt vatn um 3 km suður af reinunum og rennur hann í Kálfalæk um 8-9 km neðar sem síðan rennur í Akraós sem sést í á mynd 13. Fjarlægð í sjó frá urðunarsvæði er um 10 km og á um 170° geirlaga svæði. Þar á milli er mikið af litlum tjörnum og grunnum vötnum. Um 5 km NV af urðunarstaðnum er Hítará sem einnig rennur í Akraósinn. Norður af urðunarsvæðinu er svo Melalækur í um 2 km fjarlægð og rennur hann til VNV í Fiskilæk sem svo rennur í Hítarána.

Í kaflanum að ofan um sigvatn og viðtaka var fjallað um grunnvatnshæð í mýrarsundinu þar sem urðunarreinar eru og gefin sú mynd af því að það lækki eins og landið til SSV í átt að Norðlæk en það sé jafnframt lækkað eða dregið niður í átt að skurðakerfi á svæðinu. Grunnvatnsborðið hefur að öllum líkindum staðið nánast upp að landyfirborði áður en svæðinu var raskað eða eins og sjá má í öllu nánasta umhverfi urðunarstaðarins þar sem áhrifa framræsingar gætir ekki. Á mynd 11 sést greinilega að grunnvatnsborðið sveiflast mikið og reglubundið milli árstíða en ekki markvert milli ára. Þetta gefur til kynna að mýrarsundið sé nokkuð einangrað efra grunnvatnskerfi. Vatni er haldið uppi af þéttum berggrunninum að neðan og af klöppum á alla þrjá vegu nema að SSV sem snýr að Norðlæk þar sem opnast út úr klapparholtunum og landið lækkar.



Myndi 15 Urðunarstaðurinn í Fíflholtum og nánasta umhverfi

Ofan við mýrarsundið þar sem urðunarreinar eru, þ.e. vinstra megin á mynd 15, er mjög þétt á milli klappanna eða hraunlagabrúnanna og mynda þær þar tálma sem dregur úr aðstreymi bæði yfirborðsvatns og grunnvants. Þó er ekki fullyrt að ekki renni þar neitt í gegn. Rétt þar fyrir NNA, ofan þjóðveggarins (nr. 54), sker svo Melalækurinn þvert á

aðstreymi vatns frá hækkanði landi ofar á Mýrum svo að einhverstaðar á milli lækjarins og urðunarstaðarins eru staðbundin vatnaskil.

Klapparrenningarnir, bæði að VNV og ANA við mýrarsundið, virðast nokkuð samfelldir og mynda líka tálma sem eru samhliða grunnvatnsstefnunni að Norðlæk. Eitthvert streymi getur þó verið þarna í gegn og þá frekar úr mýrarsundinu til vesturs en austurs, en núverandi lækun grunnvatnsborðs í sundinu snýr þessu líklega við.

Í berggrunninum sjálfum undir urðunarsvæðinu er líklega nokkuð sjálfstætt og víðfeðmt grunnvatnskerfi. Streymi grunnvatns þar er almennt frá hálandi og í átt til sjávar eða í ca. SV. Berggrunnurinn er almennt talinn mjög þéttur og streymi grunnvatns þar því mjög lítið og hægt og þar sem landið er frekar flatt er streymið líklega nokkuð samsíða landyfirborði og skilar sér út til sjávar. Engin þekkt lindarsvæði eru þarna SV af urðunarsvæðinu. Einhverstaðar geta svo verið lekari jarðlög í berggrunninum eða stærri sprungur sem leiða vatn í meira mæli og á meiri hraða.

Lekt berggrunnins hefur verið mæld á nokkrum stöðum á urðunarsvæðinu. Fyrst á tíma umhverfismatsins, eða 1998, af ÁGVST jarðfræðistofu (3) og fékkst lektargildi undir 1×10^{-8} m/s rétt við jaðar gamla túnsins í Fíflholtum sem sést neðst á mynd 14. Mælingin var gerð á um 12 m kafla í borholu FI-1 frá 9,6-21,6 m dýpi, en holan var um 22,5 m djúp (ÁGVST, 1998). Vegna þessa áhættumats voru gerðar boranir og mælingar af Stapa - jarðfræðistofu (9) í byrjun árs 2012 og fram á sumar alls 12 holur í nýju urðunarreininni og rétt utan hennar auk jarðfræðiathuganna, sjá skýrslu Stapa. Í töflu 4 er samantekt mælinga og meðalgildi lektar í bergi.

Tafla 4. Lekt berggrunnis á urðunarsvæðinu í Fíflholtum (9)

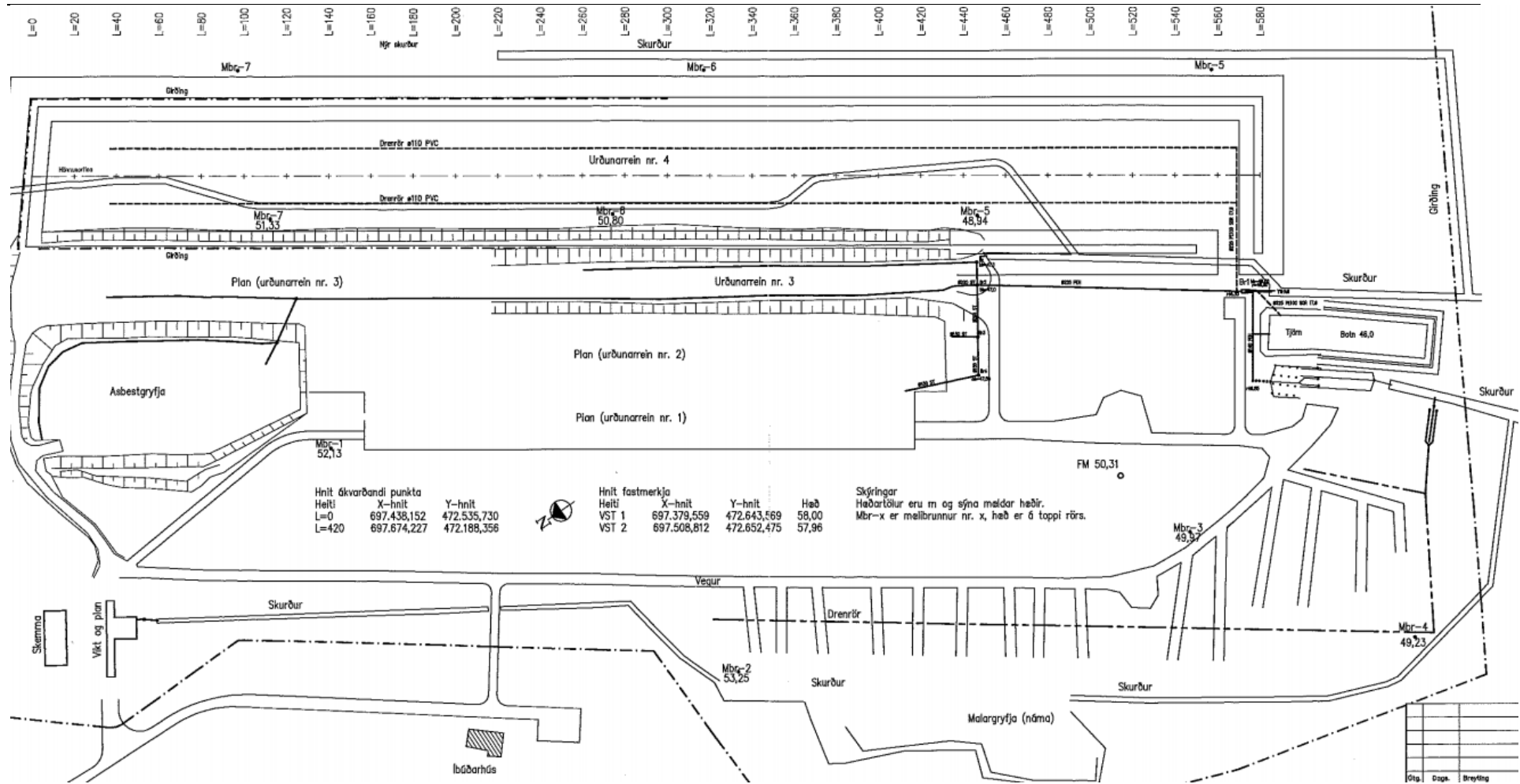
Mæld	Borholur	K (m/s)	Bergþekja	K (m/s)
bergtegund		meðalg.	% af svæði	vegið meðalg.
Þóleiít basalt	FL-07,	9,10E-08	10	
Berggangur	FL-09,FL-16	2,50E-06	5	1,47E-07
Dílabasalt	FL-14,FL-15,FL-18,FL-19	1,58E-08	85	

Í fjórum borholum var ekki unnt að mæla lektargildi þar sem vatn lak of hratt út, sem álitíð er geta stafað af sprunguáhrifum vegna sprenginga á klöpp í yfirborði hólfsins. Vegið meðalgildi lektar í rein 4 er því um $1,5 \times 10^{-7}$ m/s.

Mæling á lekt var gerð á jöfnunarlagi í botni hólfs 4 (unnið úr sjávarmöl og silti). Efnið kom úr greftri hólfsins og var það notaður að hluta í jöfnun yfir öldótta klöppina og í hliðar urðunarhólfsins. Meðalgildi mælinga gaf lekt $1,7 \times 10^{-6}$ m/s. Þá var tekið sýni úr mó sem notaður var í hliðar urðunarhólfs og gaf meðalgildi mælinga lektina $3,7 \times 10^{-7}$ m/s.

Lekt í lausum jarðlögum utan við urðunarstað hafa ekki farið fram. Skv. greinargerð Orkustofnunar í umhverfismati (3) má gera ráð fyrir að í yfirborðslægðum berggrunnins sé víða fíngert set þar sem landið stóð undir sjó við lok ísaldar en þar ofan á er víða mól eða jökulruðningur. Lektin getur því verið breytileg frá $1 - 1 \times 10^{-3}$ m/s og en enn lægri í fínni setefnum næst klöppinni.

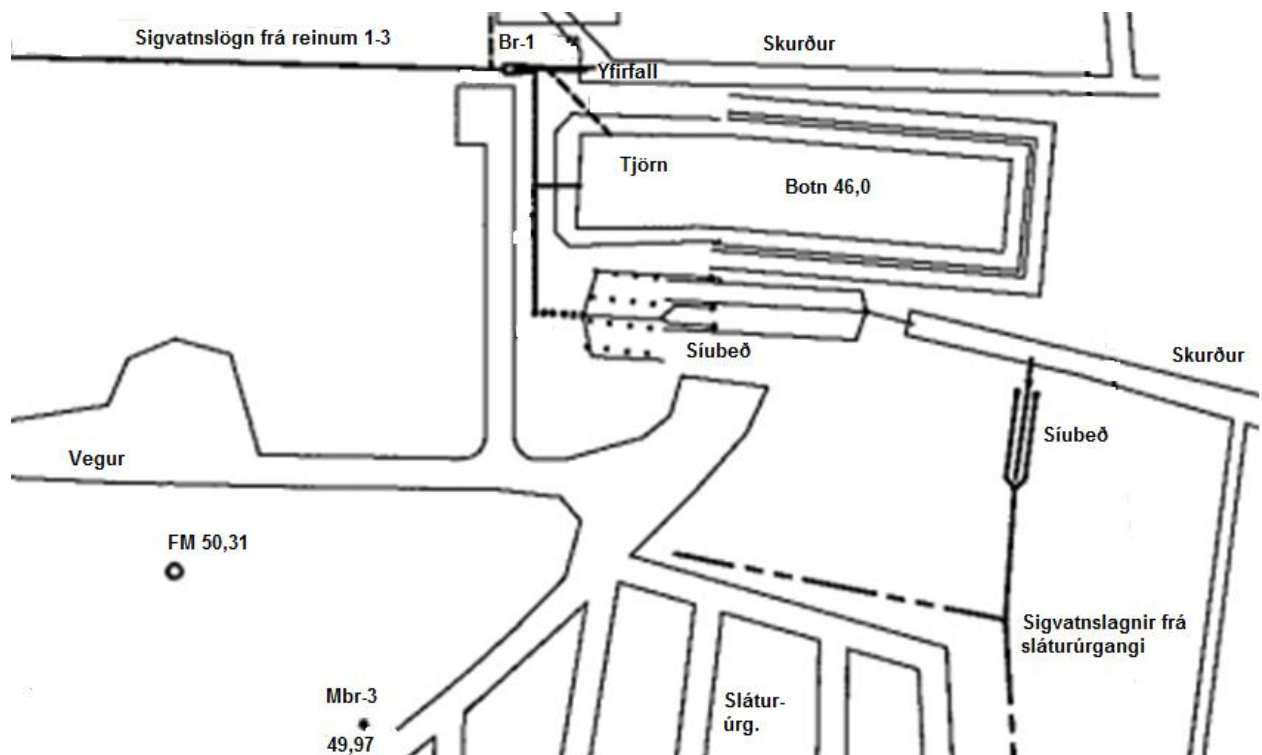
Á mynd 16 má sjá skipulag á urðunarsvæðinu og fyrirkomulag urðunar. Í norðurhorninu er aðkoma, gæsla og vigt og þar fyrir austan er gryfja fyrir asbestúrgang. Fyrir SSV gryfjuna eru elstu reinarnar 1 og 2 og fyrir vestan þær er staðsetning gryfja fyrir sláturúrgang.



Mynd 16 Hönnunarteikning fyrir urðunarstað Fíflholtum frá Verkís. (Frárennsli sigvatns frá rein er breytt).

ASA við rein 2 er rein 3 sem er að fyllast en hún hefur verið framleng til VSV niður undir hreinsivirkin sem eru þar neðst á svæðinu, síubeð og tjörn. Fráveita sigvatns frá rein 4 hefur breyst frá þessari teikningu.

Sigvatnshreinsikerfi var byggt fyrir reinar 1-3 árið 2003 og sést á mynd 17. Sigvatni er safnað saman frá reinum og leitt í brunn Br-1, þaðan rennur það nú yfir í tjörn sem er nokkur hundruð m³ að stærð og virkar bæði til hreinsunar og sem jöfnunarþró fyrir síubeð, sjá mynd 17. Úr tjörninni fer vatnið í síubeð sem sést við hlið tjarnarinnar. Síubeðið er hannað að írskri fyrirmyndi og er þannig útbúið að grafin er gryfja sem fyllt er í botninn með drenmöl og frá drenlagi liggur frárennislögn í skurð. Ofan á drenmöl kemur svo síulag úr mó, sem skipta þarf út þegar virknin minnkar. Þar ofan á kemur drenlag með dreifilögnum fyrir sigvatnið. Kerfið er byggt sem tilraun og reiknað er með að það sé stækkað síðar meir neðan núverandi staðar. Eins kerfi er fyrir síun sigvatns frá sláturúrgangsgryfjum nema að þar er ekki jöfnunartankur heldur fer sigvatn beint í síubeð. Frá brunni Br-1 er svo yfirfall yfir í skurð sem tekur við rennsli sigvatns ef t.d. frís í tjörn og síubeði.



Mynd 17 Hreinsikerfi fyrir sigvatn reina 1-3 í Fíflholtum

Austan við rein 3 er svo nýja reinin nr. 4 og er sú stærsta sem gerð hefur verið í Fíflholtum, en lengd hennar er um 580 m og breiddin um 50-60 m. Heildarflatarmál reinar er því um 35.000 m² eða um 3,5 ha að hallandi hliðum meðtöldum.



Mynd 16 (a) Séð upp eftir efri hluta reinar 4. (b) Séð upp eftir neðri hluta reinar 4 frá brunni fyrir sigvatn

Rein 4 er þannig útbúin að grafið var alveg niður á berggrunninn (klöpp) sem var með hæðótt yfirborð á köflum. Mó moldarlag og jökulruðningur var flutt til hliðar og til uppbyggingar hallandi hliða sem ná um 3-5m upp fyrir landyfirborðið. Þá voru allar hæstu hæðirnar í botninum sprengdar burt til að ná jafnhallandi fleti langs niður hólfið og nægum vatnshalla að sigvatnssöfnunarkerfi. Eins og sést á mynd 16 liggja tvær drenlagnir langs niður reinina og voru þær fleygaðar niður í rás og umluktar lekri drenmöl. Þannig er lengsta rennslisfjarlægð af botni reinar í drenkerfi um 12 m. Halli að drenlögnum er breytilegur eftir hæð klaparinnar en langshalli að brunni neðst í reininni er innan við 1%. Ofan á klapparbotninn er sett jöfnunarlag úr jökulruðningi og svo 0,5 m þykkt hriplag með mikla lekt til að sigvatn skili sér hratt til söfnunarkerfis og myndi ekki uppistöðu og þar með vatnsþrýstihæð á klöppina. Hliðar urðunarhólsins eru með halla um 1:1 til 1:2 og er efni í þeim blandað jökulruðningi og ætti megnið af sigvatni sem á þær fellur því að skila sér hratt niður að bergbotninum og í drenkerfið.

Drenlagnirnar í botni eru 100 mm gataðar plastlagnir og liggja þær í tengibrunn neðst í reininni. Frá þeim brunni liggur svo þétt steinlagn til suðurs út úr hólfinu (en ekki eins og mynd 16 sýnir að eldri hreinsitjörn) og á að tengjast þar nýju hreinsivirki. Fyrirhugað er nýta þar svipaða aðferð og nú er nýtt fyrir hreinsun sigvatns frá reinum 1-3, þ.e. hreinsi- og jöfnunartjörn og síubeð.

Eitt megin markmið reglugerðarinnar um urðunn nr. 738/2003 er að velja staðsetningu urðunarstaðar þannig að nýta megi jarð- og vatnafræðilegar aðstæður á sem hagkvæmasta hátt til að vernda bæði jarðveg og vatn. Þetta var gert við staðarval fyrir urðunarstaðinn í Fíflholti á sínum tíma þar sem tveir kostir voru bornir saman og aðstæður metnar. Aðstæður við urðunarsvæði eru samt nokkuð frábrugðnar þeim aðstæðum sem reglugerðin miðar við eða gerir ráð fyrir. Hún miðar við að urðunarhólf sé annað hvort grafið beint í náttúrulegt leirlag (jarðfræðilegan tálma) með tilgreinda eiginleika eða sem næst því. Ef slíkt jarðlag er ekki fyrir hendi er gert ráð fyrir að leirinn sé fluttur að annarstaðar frá (tilbúinn jarðfræðilegur tálmi) í hólfið og hann þjappaður þar í hliðar og botn. Í Fíflholti eru ólíkar aðstæður þar sem leir er hvorki til staðar né að finna í næsta nágrenni til flutnings. Í staðinn er treyst á berg sem þar er undir sem þéttingu og ýmsar aðrar aðstæður til verndar vatnsauðlindum og til mengunarvarna.

Við Fíflholt er, vegna ofangreindra aðstæðna, sótt um til Umhverfisstofnunnar að fara aðra leið við hönnun tálma og þéttingar í nýju urðunarhólfi urðunarstaðarins og við verndun jarðvegs og vatns í nágrenninu. Hún fellst í hönnun sem lýst er að ofan þar sem

berggrunnurinn er nýttur sem tálmi og sigvatni af honum safnað í kerfi og það flutt til hreinsunar.

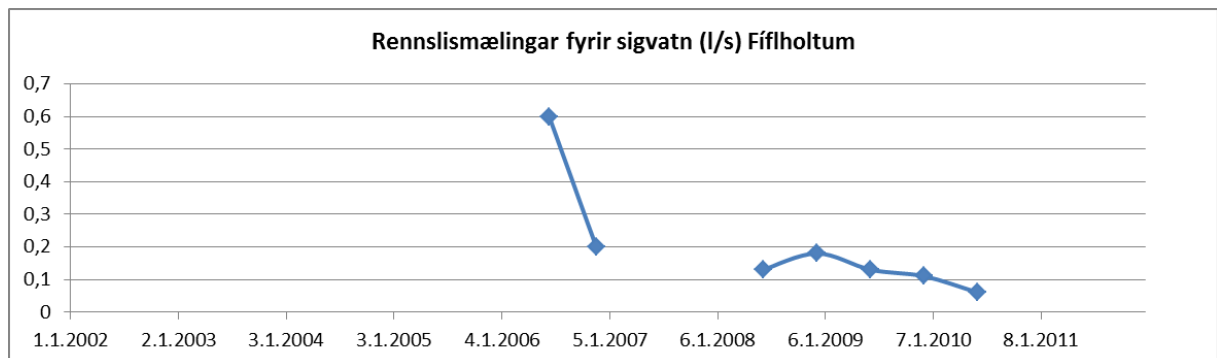
Í stað 1 m þykks jarðfræðilegs tálma í botn með lekt $k = 1 \times 10^{-9}$ m/s eins og reglugerð 738/2003 gerir ráð fyrir er í Fíflholtum áætlað að nota berggrunn sem tálma með lekt nærri $k = 1,5 \times 10^{-7}$ m/s. Í hliðum sem eru með um 30-35° halla er notaður mó uppgröftur með lekt um $3,7 \times 10^{-7}$ m/s. Sýnt er fram á í þessu áhættumati að það nægi til að uppfylla settar kröfur.

Samkvæmt norskum leiðbeiningunum (1) sem hafðar eru til hliðsjónar í áhættumatinu þarf að sýna fram á að yfir 95% af því sigvatni sem myndast skili sér í hreinsikerfi urðunarstaðarins. Sé magnið undir 95% þarf að fara í könnun á því hvort það sigvatn sem sleppt er út í umhverfið hafi þar neikvæð áhrif á jarðveg eða á viðtaka. Í áhættumatinu verður því sýnt fram á með útreikningi hvaða hlutfall sigvatns skilar sér í hreinsikerfi urðunarstaðarins og magn. Að auki hvaða afleiðingar sá hluti sigvants gæti haft fyrir umhverfis sem ekki fer í hreinsikerfi.

3.3 VATNSJÖFNUÐUR Í URÐUNARHÓLFI

Þegar um stækkun núverandi urðunarstaða er að ræða gera norsku leiðbeiningarnar ráð fyrir að fyrir liggi langtíma mælingar á magni sigvatns auk úrkomumælinga. Þannig að áætla megi það regn sem á botn hripar og er mismunur þess og mælds sigvatns það magn sem sígur gegnum botn urðunarstaðarins. Þá er gert ráð fyrir að sami jarðfræðilegi tálmi sé nýttur í stækkunarrein og þar gildi sama áætlun. Í Fíflholti gæti þetta átt við þar sem mælingar á úrkomu og sigvatni hafa farið fram.

Á mynd 17 sjást stakar mælingar sem til eru á rennsli sigvatns frá reinum 1-3 (lögn úr hreinsivirki). Meðaltal er tekið af 6 mælingum sem virðast í samræmi, en firstu mælingu sleppt, og fæst þá 0,14 l/s rennsli. Skv. áætlun sem að framan greinir má gera ráð fyrir um 0,18 l/(s ha) af sigvatni og ættu því að koma um 0,54 l/s af þessum reinunum. Skv. þessu fara því 0,4 l/s annað en í safnkerfið. Að framan var sýnt fram á að hluti sigvatns úr reinum 1-3 streymdi á klapparbotninum yfir í rein 4 og gæti það hugsanlega numið þessum 0,4 l/s miðað við áætlað rennsli í nýjum brunni þar.



Mynd 17 Mælingar á rennsli sigvatns í Fíflholtum

Þar sem nokkur óvissa er með afdrif sigvatns úr reinum 1-3 er könnuð önnur leið til áætlunar þess sigvants sem gæti farið gegnum botnþéttinguna í nýju reininni. Sú leið felst, eins og fyrr var gert, í áætlun á magni sigvatns sem mun síga gegnum úrgangsfyllingu og lenda á botni nýrrar urðunarreinar og var um 0,18 l/(s ha) eða 0,6 l/s. Þá er hæð vatns sem

safnast upp á botni reinarinnar reiknuð en uppsöfnunin myndar þar stöðuþrýsting sem drífur sigvatnið í gegnum tálmann. Út frá uppsöfnun og áætluðum lektarstuðli (frá mælingum) fyrir berggrunninn eða tálmann og áætlaðri þykkt tálma eða þéttisvæðis (matsatriði) er magn þess sigvatns sem sígur í gegn reiknað. Þannig fæst líka áætlað magn sigvatns sem mun skila sér af botni urðunarhólfs inn í lagnakerfið og hreinsivirkið.

Virgni söfnunarkerfis í urðunarhólfi veltur jafnan á nokkrum þáttum, þ.e. magni sigvatns, bili milli fráveitulagna sem taka við sigvatni frá yfirborðinu þ.e. rennslisvegalegd sigvatns, afrennslishalla yfirborðs tálma, lagnagerð og vídd, lektarstuðli tálma og ekki síst eiginleikum hriplags ofan á tálmanum.

Til glöggvunar má benda á að ef flæði er reiknað gegnum jarðfræðilegan tálma eins og reglugerð um urðun tekur mið af, þ.e. 1 m þykkann tálma (úr leir) með lekt $k = 1 \times 10^{-9}$ m/s og stöðuþrýsting 0,3 m og lögmál Darcys er notað ($Q=k \times A \times i$) fæst að um 10 l/(m² ári) flæða í gegn. Við hönnun urðunarstaða erlendis er oft miðað við að uppsöfnun vatns (stöðuþrýstingur) á tálma verði undir 30 cm (8) og verður því hriplag ofan á tálma að vera a.m.k. 30 cm, og skiptir efnisval þess meginmáli varðandi þessa uppsöfnun.

Ofan á botntálma reinar 4 í Fíflholtum kemur malarhriplag sem er um 0,5 m þykkt og hefur þar þann megin tilgang að leiða sigvatnið sem hraðast að frárennsliskerfinu og að takmarka uppsöfnun vatns á botni og þar með stöðuþrýsting og flæði gegnum tálma. Reiknað er með að í hriplagð sé notað malarefni með lekt minni en 1×10^{-3} m/s.

Við áætlun hér er gengið út frá því að tálminn sjálfur, berggrunnurinn, sé vatnsmettaður sbr. háa vatnstöðu sem þó er haldið niðri með drenskurðum umhverfis reinar. Þannig að einungis það vatn sem ofan á tálma er myndi stöðuþrýsting sem drífur sigvatnið í gegnum tálmann. Þá er gert ráð fyrir að straumgráðent undir grunnvatnsborði urðunarstaðarins sé lítill og því næst samhliða botnhalla, þ.e. lóðréttur þáttur kemur til vegna uppsöfnunar ofan á bergið.

Til að reikna hæðina á sigvatni á tálma er hér notuð aðferð sem kennd er við Moore (10) og hefur t.d. Umhverfisstofnun Bandaríkjanna, USEPA, vitnað í varðandi tæknileg leiðbeiningargögn fyrir urðunarstaði. Aðferðin er af sumum sögð gefa nokkuð hátt gildi uppsöfnunar sigvatns á botn (10).

$$h_{max} = \frac{L \sqrt{c}}{2} \left[\frac{\tan^2 \alpha}{c} + 1 - \frac{\tan \alpha}{c} \sqrt{\tan^2 \alpha + c} \right]$$

L = rennslisfjarlægð að röri, hér 12 m

c = q/K₁, hér $1,8 \times 10^{-5}$ ef

q = hluti úrkomu sem hripar niður á botnþéttingu, hér 0,57 m³/m²ári og

K₁ = lekt hriplags, hér 1×10^{-3} m/s eða 31.536 m/ári og

α = halli tálma (halli á botni þvert á lagnir), hér arctan 0,002, þ.e. 0,2% eða 0,1° botnhalli. Hér er gert ráð fyrir að þverhalli botns reinar þ.e. að söfnunarlögnum sé nánast enginn þar sem ekki er hægt að móta klöppina með góðu móti heldur er hún bylgjött. Þetta kemur þó ekki verulega að sök þar sem rennslisfjarlægðin að lögn er lítill.

Niðurstaðan fyrir mesta stöðuprýsting á botn er $h_m = 0,02$ m og meðalstöðuprýsting yfir botn því um $0,01$ m = h_c .

Darcy lögmálið: $Q = K A i$ eða $q' = k i$ þar sem

q' = gegnumstreymi sigvatns (m^3/m^2s)

k = lekt botnþéttingar, hér $1,5 \times 10^{-7}$ m/s

$i = (h_c/2)/\text{þykkt botnþéttingar } d$, hér áætlað $d = 2,5$ m. Eins og fram kom eru hallandi hraunlög undir urðunarstað og sorfnir endar þeirra mynda botninn. Halli berglaganna er um 9° og þykkt þeirra þar gæti verið um 5 m. Þá er lengd sorfins flatar um 30 m og gætu því verið um tveir slíkir fletir undir rein 4. Lóðrétt meðalþykkt gegnum hraunlag í botni er um 2,5 m og er hér áætluð sem þykkt tálma og þá gert ráð fyrir að neðan við hann sé hraunlag með eitthvað lægri lekt en notuð er fyrir tálmann sjálfann. Þá er gert ráð fyrir að grunnvatn standi nánast alveg upp undir botn reinar og sigvatnssöfnun þar ofan á myndi ein stöðuprýsting.

$q' = 0,017$ m^3/m^2 ári

Hlutfall sem fer í gegn er því $0,017/0,57 \cdot 100\% = 3\%$ af því sigvatni sem hripar gegnum úrgang niður á botninn. Á hann falla um 570 l/m^2 á ári af sigvatni og af því fara um 17 l/m^2 á ári í gegnum tálmann en í hreinsikerfi 553 l/m^2 á ári.

Í gegnum hliðar urðunarhólfs fer heldur hærra hlutfall sigvatns en í gegnum botninn, eða um $5,4\%$ af því sigvatni sem hripar gegnum úrgang. Hinsvegar kemur á móti að hliðarnar þekja minna svæði en botn og stærstur hluti þess sem sígur í gegnum hliðar fer niður á klöppina sem hallar að er virðist að mestu inn í hólfið. Ein safnlögnin fyrir sigvatn sem liggur upp eftir hólfi 4 er staðsett alveg við austurjaðar (fót) hliðarinnar lang leiðina svo leiða má að því líkur að mest af þessu sigvatni skili sér í safnkerfið.

4. NIÐURSTAÐA

Út frá þeim forsendum og áætlunum sem lagðar hafa verið til grundvallar í þessu mati fæst að með náttúrulegum tálma úr bergi á urðunarstaðnum í Fíflholtum má gera ráð fyrir að yfir 95% af sigvatni skili sér í söfnunarkerfi og hreinsivirki urðunarstaðarins. Ef lítið er á greiningu og umfjöllun um sigvatn í kafla 2.2. sést enn fremur að sigvatn frá urðunarstað inniheldur ekki hættuleg efni eins og þungmálma eða önnur spilliefni í markverðu mæli og lítið magn af næringarefnum miðað við urðunarstaði héraendis og erlendis. Hreinsikerfi Fíflholts virðist mjög virkt og hjálpar þar til lítið magn sigvatns. Næringarefni mælast mjög lág í Norðlæk og hækkun efna í setsýnum mælist þar ekki. Samanburður næringargilda í sigvatni við reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns gefur þó til kynna að aðgátar sé þörf við aukningu magns urðunar lífræns úrgangs. Aukið magn sigvatns eftir stækkun urðunarreina kallar á að vandað verði til við byggingu og rekstur nýs hreinsivirkis og eldra lagna og hreinsivirki verði tekið út og endurbætt ef þörf er á.

Eins og að framan greinir er ákveðin óvissa í ákvörðun raunlektar fyrir botn urðunarstaðarins sökum nokkurrar jarðfræðilegrar óeinsleitni berggrunnins, óvissu um skil hraunlaga í botni og sprungna. Auk þess er þekking á innviðum berggrunnis takmörkuð á stærri skala og

jarðvatnsstraumar sem þar eru. Þá er óvissa sem að framan greinir um að allt sigvatn sem á botn eldri reina fellur skili sér í hreinsivirki. Hugsanlegur leki hluta sigvatns niður gegnum botn gæti þá leitað á nokkra staði. Lendi sigvatnið í hraunlagi eða millilagi með hærri lekt fer það í átt til sjávar í þeim leiðara en sigur þó stöðugt dýpra sökum hærri eðlisþyngdar og þynnist sökum blöndunar. Endanlega lenda leifar efna úr þessu sigvatni í sjávarfylltu bergi út við ströndina. Engir þekktir grunnvatnsstraumar eru á svæði neðan við urðunarstað að sjó sem koma upp á yfirborðið og mynda lindir og ekki eru þar nein þekkt nýting á borholuvatni. Lendi hluti sigvats af botni reinar í grunnu sprunguneti í klöppinni rennur það í átt til Norðlækjar en dreifist út á stórt svæði á leiðinni og kæmi fram síað og útþynnt í læknum. Samkvæmt áður nefndum vatnsballans urðunarstaðarins yrði magn sigvatns sem færi þessa leið líklega minna en 0,4 l/s en til samanburðar er rennsli Norðlækjar á bilinu 150 – 300 l/s. Sigvatn sem ekki lendir í hreinsikerfi gæti hugsanlega leitað frá rein ofan á klöppinni undan halla og yrðu afdrifin þau sömu, þ.e. sigvatnið færi í Norðlækinn. Á leið sinni þangað um sjávarset og mómyri myndi það síast og hreinsast.

Sveitarfélögin sem að Sorpurðun Vesturlands standa hafa undanfarin ár gert átak í flokkun og endurvinnslu úrgangs og dregið verulega úr urðun úrgangs af lífrænum toga eins of fram kemur. Átak í flokkun og endurvinnslu heldur áfram sem leiðir til að stöðugt hærra hlutfall úrgangs sem fer í urðun er nánast óvirkt m.t.t. myndunar mengaðs sigvatns og gass og ætti því að draga stöðugt úr hugsanlegum neikvæðum áhrifum frá urðunarstaðnum í Fíflholtum.

Að framan hafa verið leiddar líkur að því að sigvatn frá urðun muni ekki hafa áhrif á grunn- eða yfirborðsvatn í nágrenni urðunarstaðarins og ekki ógna þar umhverfinu. En sökum óvissubátta sem nefndir eru og þeim möguleika á að inn á urðunarstað hafi óvart borist hættuleg efni sem ekki hafa enn dreifst eða eigi eftir að berast þangað sökum mistaka er mælt með eftirfarandi varúðarráðstöfunum í áframhaldandi rekstri urðunarstaðar:

1. Úttekt sé gerð á öllu sigvatnslagnakerfi urðunarstaðarins sem m.a. felur í sér að skoða hvort teikningar og lýsingar endurspegli raunverulegt kerfi, hvort rör og brunnar, og aðrir kerfishlutar séu heilir, hreinir og virki eins og til er ætlast m.a. með myndun kerfis. Úrbætur yrðu gerðar og teikningar yrðu uppfærðar ef frávik finnast.
2. Vöktunaráætlun urðunarstaðar yfirfarin og endurskoðuð til að meta hvort bæta megi vöktun með bættri eða breyttri aðstöðu og hvort mælistaðir, sýnatökur, tíðni og greiningarþættir séu þeir bestu til að meta umhverfisáhrif urðunar.
3. Bætt sé við borholum eða gröfnum brunnum utan urðunarsvæðis, einni ofanstraums og a.m.k tveim neðanstraums við rein 4 fyrir mælingar og sýnatöku á grunnvatni. Ef sú óvissa sem um er fjallað vegna óeinsleitni botntálma og óvissu um magn sigvatns sem hripar gegnum botn eða gæti borist úr urðunarhólfi í átt að Norðlæk leiðir til að það sigvatn sé vanáætlað eiga mælingar í borholum neðanstraums að gefa um það viðvörun. Mælist markverð mengun þar yrði brugðist við með aðgerðum til að draga úr sigvatnsmyndun í fylltum reinhluta og endurhanna þann hluta reinar sem ófylltur er.
4. Tryggt að hriplagsefni urðunarreinar 4 uppfylli ákvæði reglugerðar auk sigvatnskerfis og hreinsivirkis.
5. Ofanvatni norðaustan við urðunarreinar veitt betur framhjá urðunarstað.
6. Ofanvatni í asbestgryfju veitt út fyrir urðunarsvæði.

7. Kannað hvort skógrækt sé möguleg á mýrarsvæði milli urðunarstaðar og Norðlækjar og hvort hún gæti dregið úr mögulegri aukningu næringarefna sem berast niður mýrina í framtíðinni.
8. Eftirlit skv. kröfum starfleyfis vaðandi spilliefni í förmum verði skoðað og endurbætt og gert virkara.

5. HEIMILDIR

- (1) Veileder om miljørisikovurdering af bunntetting og opsamling av sigevann ved deponier, SFT, TA-1995/2003
- (2) Ketil Harstad ed., 2006, Handling and assessment of leachates from municipal solid waste landfills in the Nordic countries, TemaNord 2006:594.
- (3) Mat á umhverfisáhrifum sorpurðunar í landi jarðanna Fíflholta í Borgarbyggð og Jörfa í Kolbeinsstaðahreppi, 1997. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen.
- (4) Environmental Engineering, 1985, McGraw-Hill Publishing Company.
- (5) Leachate management: leachate generation, collection, treatment and costs. Leachate management. K.-U. Heyer, R. Stegmann. Leachate Management. Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft.
- (6) Markús Á. Einarsson, 1976:Veðurfar á Íslandi.
- (7) Robert K. Ham; Landfill Gas, Leachate, and related Problems; University of Wisconsin-Madison.
- (8) David E. Daniel;1993, Geotechnical Practice for Waste Disposal; Chapman and Hall.
- (9) Fíflholt á Mýrum – Könnun á lekt í botni urðunarreinar. 2012. Stapi jarðfræðistofa.
- (10) Masada, T.,1998, Leachate Flow Mound Equations for Steady – State Flow Over a Landfill Geosynthetic Bottom Liner. Geosynthetic International, 5(4),383-397.
- (11) Upplýsingar um vöktun og mælingar Fíflholtum, Stefán Gíslason og Grænt bókhald, Sorpurðun Vesturlands frá árunum 2002-2011.

