



**URÐUNARSTAÐUR  
SÖLVABAKKA BLÖNDUÓSBÆ**

**Áhættumat vegna sigvatns**

**Norðurá bs.**

**Júní 2010**



---

**EFNISYFIRLIT**

<b>1. INNGANGUR.....</b>	<b>1</b>
<b>2. UPPRUNAEINKENNI MENGANDI ÞÁTTA.....</b>	<b>2</b>
2.1 ÚRGANGUR.....	2
2.2 SIGVATN .....	3
<b>3. FLUTNINGSLEIÐIR VATNS OG TÁLMAR .....</b>	<b>4</b>
3.1 ÚRKOMA OG MYNDUN SIGVATNS .....	4
3.2 JARÐFRÆÐI, VATNAFRÆÐI, TÁLMAR OG GERÐ URÐUNARHÓLFS.....	5
3.3 VATNSJÖFNUÐUR .....	8
<b>4. NIÐURSTAÐA.....</b>	<b>11</b>
<b>5. HEIMILDIR .....</b>	<b>12</b>

## 1. INNGANGUR

Norðurá bs. hefur hafið byggingu nýs urðunarstaðar að Sölvabakka á Refasveit í Blönduósbae. Urðunarstaðurinn þarf að uppfylla kröfur reglugerðar nr. 738/2003 um urðun úrgangs og í grein 20 um aðgerðir sem varða vatn og sigvatn segir:

Gera skal viðeigandi ráðstafanir, m.t.t. einkenna urðunarstaðarins og veðurfarslegra skilyrða, sbr. I. viðauka, í því skyni að:

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

Í grein 25 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 hættu af urðuninni. Ákvörðun Umhverfisstofnunnar 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, s.s. sbr. lið 1; fjarlægðar í viðkvæm svæði, grunnvatns, jarðfræðiskilyrða auk ýmissa þátta sem skapað geta hættu fyrir mannvirkni. 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 rekstrartíma 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 hættu af*“. Þá segir að á botni og hliðum skuli vera jarðlag sem uppfylli þær kröfur sem gerðar eru um lekt (k) og þykkt með sameinaða verkun m.t.t. verndar jarðvegi og grunn- og yfirborðsvatni í heild að minnsta kosti á sambærilegan hátt og yrði þá að uppfylla eftirfarandi kröfu fyrir urðunarstað fyrir almennan úrgang (eins og um ræðir á Sölvabakka):

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

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 3.2 segir „*að til viðbótar jarðfræðilegum tálma, sem lýst er að framan, skal koma kerfi til að safna sigvatni og þetta 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 aðstæður á nýjum urðunarstað samræmast ekki ofangreindum reglugerðaraðstæðum nema að hluta til og þarf því að hanna og útbúa urðunarhólf til að

ná markmiðum reglugerðarinnar til verndar jarðvegi og vatni. Gerð verður gein fyrir hönnun urðunarhólfsins hér síðar. Það er hinsvegar mat framkvæmdaraðila að aðstæður á Sölvabakka séu mjög góðar til byggingar og rekstrar öruggs urðunarstaðar og er tilgangur þessa áhættumats að sýna fram á það. Að auki hefur þegar verið framkvæmt mat á umhverfisáhrifum fyrir urðunarstaðinn.

Til hliðsjónar við gerð áhættumats eru hafðar norskar leiðbeiningar „*Veileder om miljørisikovurdering af bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier*“ gefnar út af SFT, TA-1995/2003 (1). Nokkuð þarf þó að bregða út af spori leiðbeininganna þar sem þær miðast frekar við stækkun núverandi urðunarstaða heldur en byggingu nýrra. Snertir þetta aðallega óþekktar breytur á nýjum urðunarstað og hvernig vatnsjöfnuður (e. water balance) urðunarstaðarins er reiknaður.

## 2. UPPRUNAEINKENNI MENGANDI ÞÁTTA

### 2.1 ÚRGANGUR

Starfsleyfi urðunarstaðar á Sölvabakka mun gera ráð fyrir að allt að 21.000 tonn af almennum úrgangi verði urðað þar árlega. Fyrstu árin er þó áætlað að magnið sé um 11.000 – 14.000 tonn árlega. Þar af koma um 4.000 – 5.000 tonn frá starfssvæði Norðurár bs. en um 7.000 – 9.000 munu koma frá Eyjafjarðarsvæði samkvæmt samningi við Flokkun Eyjafjörður ehf. Í heildina falla nú til á starfssvæði Norðurár bs. um 15.000 – 16.000 tonn árlega, en stór hluti þess fer í endurvinnslu.

Urðunarstaðurinn er gerður fyrir almennan úrgang skv. reglugerð 738/2003 en ekki spilliefni. Inn á urðunarstaðinn munu því koma flestar gerðir heimilis- og rekstrarúrgangs og væntanlega nokkur iðnaðarúrgangur t.d. frá Steinullarverksmiðjunni á Sauðárkróki.

Landeigandi á Sölvabakka hefur sett eina takmörkun varðandi úrgang og tekur hún alveg fyrir urðun á öllum sláturúrgangi og úrgangi frá sýktum dýrum. Þar með dregur verulega úr magni lífræns úrgangs sem urðaður verður en áætlað er að þessi úrgangur geti verið um 3.000 tonn á ári á starfssvæði Norðurár bs., eða nærri 20% af heildarúrgangi þar. Tvö stór sláturhús eru á starfssvæðinu. Þá hefur Norðurá bs. einsett sér að nánast allur fiskúrgangur, garðaúrgangur, timburúrgangur, dýraúrgangur auk stórs hluta pappírs og pappa fari í endurvinnslu en verði ekki urðaður. Þá hafa sveitafélög í Norðrá bs. uppi áform um að taka sem mest af lífrænum heimilisúrgangi úr eldhúsi í endurvinnslu og eru sum byrjuð á því. Á Eyjafjarðarsvæðinu starfar jarðgerðarstöð sem tekur við mestu af sláturúrgangi á því svæði en hún tekur einnig við öðrum lífrænum úrgangi. Akureyrarbær er nú að innleiða flokkun við heimili þar sem pappírs- og pappaumbúðir auk dagblaða munu fara í sér tunnu við heimili og lífrænn úrgangur úr eldhúsi í aðra. Stærstur hluti umbúða úr pappa frá rekstri fer nú í endurvinnslu á báðum svæðum. Í svæðisáætlun um meðhöndlun úrgangs (2) er fjallað um þessa þætti og þar áætlað magn þeirra og er vísað í hana til frekari glöggvunar. Lögð er áhersla á þetta hér þar sem styrkur efnainnihalds sigvatns ræðst að mestu leit af magni þessa úrgangs. Miklar líkur eru því á að þessar ráðstafanir á starfssvæðum urðunarstaðar dragi verulega úr þeirri mengunarhættu sem oft er á slíkum stöðum vegna sigvatns og gass.

Í öllum sveitarfélögum á starfssvæðum urðunarstaðarins er móttaka fyrir spilliefni og meðhöndlun þerra í góðum farvegi, en þau eru sá úrgangur sem skapar mesta mengunarhættu fyrir jarðveg og grunnvatn komist þau inn á urðunarstaðinn. Þá er á

Þjónustuplani urðunarstaðar gert ráð fyrir að hægt sé að skoða valda farma úrgangs m.a. til að sjá hvort þar séu spilliefni innanborðs.

Norðurá bs. gerir því allt sem í hennar valdi stendur til að stuðla að og draga eins og unnt er úr ógn vegna mengunar á jarðvegi og grunnvatni.

## 2.2 SIGVATN

Eiginleika sigvatns á nýjum urðunarstað Sölvabakka þarf að áætla út frá mælingum á öðrum urðunarstöðum og mismuni á eiginleikum úrgangs sem þar hefur verið urðaður og á þeim úrgangi sem áætlað er að urða á Sölvabakka. Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður mælinga á sigvatni fyrir urðunarstaði á Íslandi og birtar eru í skýrslu Tema Nord (3). Taflan sýnir talsverða breidd í niðurstöðum frá þeim 8 urðunarstöðum þar sem mælingar voru gerðar. Eru þær í samræmi við það sem ætla má þar sem efnasamsetning og styrkur eru alla jafna mjög breytileg eftir gerð urðunarstaðar og þroskastigi eða aldri úrgangs.

Eins og frá greinir er urðunarstaðurinn á Sölvabakka gerður fyrir almennan úrgang. Ætla má að þar sem tekið verður á móti minna af lífrænum úrgangi á Sölvabakka en á eldri urðunarstöðum að efnastyrkur sigvatns verði mun minni. Gríðarlegar breytingar hafa átt sér stað á meðhöndlun spilliefna á landinu og fer nú ekki nema brot af þeim í urðun (eitthvað fer enn vegna þekkingarskorts) miðað við það sem áður var. Því má búast við því að málmar og ýmiss lífræn efni mælist þar í minna magni.

Ekki er gert ráð fyrir í þessu mati að þurfi að reikna eða skýra áhrif sigvatns er lekur út úr urðunarhólfi í viðtaka og því ekki farið í nánari umfjöllun um það.

Tafla 1. Eiginleikar sigvatns á íslenskum urðunarstöðum(3)

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 <sup>-</sup>	1100-1500	1	No data	
SO <sub>4</sub> -S	48-65	1	No data	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NH <sub>3</sub> (mg/l)	16-1285	4	<0,03-15,9	3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (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 <sup>(1)</sup>	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	

### 3. FLUTNINGSLEIÐIR VATNS OG TÁLMAR

#### 3.1 ÚRKOMA OG MYNDUN SIGVATNS

Meðalúrkoma (P) fyrir Sölvabakka er áætluð vera um 500 mm á ári út frá mælingum á Blönduósi (478 mm), Sauðárkróki (498 mm) og Hrauni (580 mm), sbr. ritið Veður á Íslandi eftir Markús Á. Einarsson (4).

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 á Sölvabakka þar sem tekið verður við mjög litlu magni af fljótandi úrgangi. Berist slíkur úrgangur á staðinn er líklegast að það sé seyra úr rotþróum, sem oft er á mörkum þess að vera fljótandi eða föst, en hún færi þá í gryfju ofarlega í urðunarhólfi, þar sem hún lendir ekki undir miklum þrýstingi sem kreistir úr henni vatn. Sjá einnig umfjöllun í málsgrein hér neðar. Gildið S er því áætlað 0.

Í Veður á Íslandi (4) er fjallað um uppgufun hér á landi og þá einkum gnóttargufun sem er frá grasfleti og mæld er með jöfnu Penmans. Raunuppgufun (E) frá berri jörð þar sem nægt vatn til uppgufunar er ekki alltaf til staðar er jafnan minni en gnóttargufun. Áætla má að gnóttargufun á Sölvabakka sé um 440 mm á ári. Í ritinu Flóðrakning fyrir Blöndulón (5) er raunuppgufun á beru landi áætluð um 5-10% af gnóttargufun. Áætlað er að raunuppgufun á Sölvabakka sé 15% af gnóttargufun þar sem hitastig þar er hærra en við Blöndulón þ.e. um 66 mm. Gildið má e.t.v. hækka eitthvað síðar þegar gróðurþekja er komin yfir urðunarsvæðið. Hér er raunuppgufun væntanlega frekar van- en ofáætluð. Í greininni „*Er vatn takmarkandi þáttur í landgræðslu*“ (6) er raunuppgufun áætluð rúm 20% af gnóttargufun.

Rakainnihald úrgangs sem berst á urðunarstað getur verið mjög breytilegt en það er oft á bilinu 15 – 45% (7). Haldgeta úrgangs á vatn 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. Eftir settun 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. Á Sölvabakka verður öllu yfirborðsvatni beint frá hólfi með skurðrásum og þar er grunnvatnstaða neðar en botn svo ekki verður um innstreymi grunnvatns að ræða. Nánar er fjallað um þessar aðstæður í kafla 3.2.

Niðurstaðan fyrir sigvatnsmagn  $L_A$  er því að 434 mm hripi niður úr úrgangsfyllingu urðunarhólfs á ári hverju og fellur það magn á tálma á hliðum og botni.

### 3.2 JARÐFRÆÐI, VATNAFRÆÐI, TÁLMAR OG GERÐ URÐUNARHÓLFS

Jarðfræði urðunarsvæðisins á Sölvabakka og nágrennis er tíunduð í skýrslunni „*Sölvabakki – fyrirhugaður urðunarstaður – jarðkönnun og jarðfræði*“ (9) og í matskýrslu fyrir urðunarstaðinn (10). Hér er einungis dregið á helstu atriði sem talin eru skipta mestu máli fyrir jarðvegs- og vatnsvernd, vatnsjöfnuð urðunarstaðarins og tálma og þéttingar.

Sölvabakki er á þekktu tertíer blágrýtissvæði þar sem berggrunnurinn er um 3 - 8 milljón ára gamall og er bergið því jafnan talið holufyllt og þétt. Um 2,5 km austur af Sölvabakka er fjallið Refsborg og hallar basaltberggrunnurinn frá því í vestur að hafi. Í fjöru neðan urðunarstaðarins sést í berggrunninn rétt ofan sjávarmáls og á stöku stað þar út með ströndinni standa lágir berghamrar upp úr landinu. Víðast hvar með ströndinni, í norður og suður af urðunarstað, og upp að fjallsrótum eru leifar af fornum sjávarkömbum, en slíkir sjávarkambar eru einnig áberandi, t.d. við Skagafjörð. Kambarir eru ummerki um hærri sjávarstöðu sem var við lok ísaldar. Kambur þessi, eða melur, á Sölvabakka hallar lítillga til sjávar og eykst hallinn þegar kemur upp undir Refsborg. Hæð yfirborðs hans er víða á bilinu



30 – 50 metrar y.s.m. Næst sjó á lóð urðunarstaðar er melurinn á tveim stöllum eða pöllum og er sá hærrí í um 40 m hæð og sá lægri í um 30 m.y.s. Í bröttum og veðruðum sjávarbökkum við ströndina neðan urðunarstaðar sést fornt sjávarsetlag gert úr silti/leirsteini. Þetta lag er áætlað vera um 15 m þykkt og sést það víða með ströndinni og inn í rofgiljum sem ná inn í landið.

Tvö slík rofgil sem eru á svæði urðunarstaðarins hafa myndast í setbunkanum og er örlítill spræna í botni annars þeirra. Engar ár eða lækir renna inn á svæðið og þar er ekki nein vatnsuppistaða. Ásýnd svæðisins bendir til að það sé allt mjög þurrt, utan leysingartíma en þá flæðir vatn um á frosnu yfirborði. Nánast eina vatnið sem berst inn á svæðið er vegna úrkomu og jarðvatns sem seytlar ofan á silt/leirlaginu og kemur úr fjallendinu í austri. Lítillega berst svo þangað af sjó í landstæðum stormveðrum. Rofgilin á svæðinu hafa að líkindum myndast í leysingaflóðum þegar klaki hefur verið á mel, en engir skýrir farvegir eru á melnum ofan gilendanna. Úrkoma sem fellur á landið virðist að mestu hripa beint niður í gljúpan jarðveginn þegar ekki er frost í jörðu.

Megin grunnvatnstraumar á Skaganum renna í átt frá vatnaskilum sem eru inn á miðju hálandinu milli Húnaflóa og Skagafjarðar eða frá fjöllum austan við Sölvabakka og til sjávar. Straumarnir sveigja svo að einhverju leyti að dýpstu árfarvegum og koma sumstaðar fram í ám. Berggrunnurinn er gamall og holufylltur og frekar þéttur, en einhverjar sprungur geta verið í honum sem leiða vatn, en þær munu þó ekki vera algengar á þessu svæði. Eiginlegt megin grunnvatnsborð svæðisins liggur í berggrunninum við sjávarmál við ströndina og hækkar það svo inn að vatnaskilum svæðis. Á urðunarsvæðinu og í nágrenni þess má gera ráð fyrir að til viðbótar við þetta grunnvatnsborð sé önnur grunnvatnslinsa ofan á silt/leirlaginu. Stöðuþrýstingur þessarar grunnvatnslinsu er væntanlega mjög lítil þar sem yfirborði silt/leirlagsins hallar til sjávar og vatn rennur því hratt ofan af því í sandlögum sem liggja þar ofan á. Halla leirlags að sjó má sjá í botni rofagilja. Einhverjar sveiflur eru í hæð grunnvatnsborða á svæðinu eftir úrkomu og árstíma.

Ársúrkoma á svæðinu, um 500 mm á ári, verður að teljast lítil úrkoma samanborið við marga aðra staði á Íslandi. Þar sem flestir urðunarstaðir eru á suður- og suðvesturlandi, er úrkoma um 800 mm – 1.000 mm á ári. Þetta leiðir til lágs grunnvatnsborðs og hægra grunnvatnsstrauma.

Helsta hættu sem skapast gæti á mengun grunnvatns er undir og neðan við lóð urðunarstaðarins á beltí sem nær til sjávar og þá vegna sigvatns sem myndi sleppa út fyrir urðunarhólfið. Vatnsbólum í nágrenninu eða annarri nýtingu grunnvatns stafar engin hættu frá urðunarstaðnum. Neðan við urðunarstað seytlar jarðvatn fram á yfirborði leir/siltlags sem hugsanlega gæti mengast af sigvatni virki sigvatnskerfið í urðunarstaðnum ekki sem skyldi. Þá er einnig hugsanlegt að náttúrulegu leir/siltlagi, sem er undir urðunarhólfinu halli í norður, í átt að Dalalæk, sem liggur sunnan Laxár, og gæti leitt sigvatn í þá átt, en tekið er á því eins og fram kemur hér síðar í þessu mati.

Markmið reglugerðarinnar um urðun er að velja staðsetningu urðunarstaðar þannig að nýta megi jarð- og vatnafræðilegar aðstæður á sem hagkvæmastan hátt til að vernda jarðveg og vatn. Þetta var haft að leiðarljósi við staðarval hjá Norðurá bs. og af þeim kostum sem voru skoðaðir uppfyllti Sölvabakki þessi skilyrði best. Aðstæður á Sölvabakka eru samt nokkuð frábrugðnar þeim aðstæðum sem reglugerðin miðar við eða gerir ráð fyrir. Hún gerir ráð fyrir að urðunarhólf sé annað hvort grafið í leirlag (jarðfræðilegan tálma) með tilgreinda eiginleika eða sem næst því. Ef slíkt jarðlag er ekki fyrir hendi er gert ráð fyrir að leir sé

fluttur annarstaðar frá (tilbúinn jarðfræðilegur tálmi) í hólfið og hann þjappaður þar í hliðar og botn. Á Sölvabakka er leirlag sem nýta má í tálma en það er ekki á yfirborði heldur á um 20 m dýpi undir lausum jarðlögum og ekki er neinn staður í nágrenninu þar sem hægt er að ná í leir með rétta eiginleika og flytja að urðunarstaðnum á hagkvæman hátt.

Á Sölvabakka er, vegna ofangreindra aðstæðna, sótt um til Umhverfisstofnunnar að fara aðra leið við hönnun tálma og þéttingar urðunarstaðar og verndun jarðvegs og vatns þar. Sú leið felst í því að lagður er sérhæfður og viðurkenndur bentonít leirdúkur (GCL) á hliðar urðunarhólfsins. Urðunarhólfið er grafið í laus yfirborðsjarðlög sem eru að mestu möl og sandur og eru hliðar hólfsins með halla 1:3 (lóðrét:lárétt), en rætur hliðanna verða á leirlagi sem undir er. Botn urðunarhólfs verður á leirlaginu og nýtist það því sem tálmi. Botninn verður skafinn og formaður þannig að hann hafi jafnan 2% halla að sjó. Allt sigvatn sem fellur á botninn frá ofanáliggjandi úrgangi og frá hliðarfláum rennur í söfnunarkerfi sem byggt er ofan í rásir í botninn, með um 15 m millibili, og rennur þaðan að hreinsistöð.

Undanþága Norðurá bs. frá reglugerð 738/2003 snýst um :

1. Í stað 1 m þykkis jarðfræðilegs tálma á hliðum með lekt  $k = 5 \times 10^{-9}$  m/s yrði notaður bentonít leirdúkur (GCL liner) um 7 mm á þykkt og með lekt  $k = 5 \times 10^{-11}$  m/s. Dúkurinn samsvarar í raun um 0,7 m þykkum jarðfræðilegum tálma eins og reglugerð lýsir. Sýnt er fram á í þessu áhættumati að dúkurinn nægi til verndar jarðvegi og grunnvatni.
2. Í botni urðunarstaðar verði þykkur og þéttur jarðfræðilegur tálmi nýttur til sigvatnssöfnunar en ekki sett viðbótarþétting þar ofan á. Sýnt er fram á í þessu áhættumati að það nægi til verndar jarðvegi og grunnvatni.

Samkvæmt norsku 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 það með útreikningi hvaða hlutfall sigvatns skilar sér í hreinsikerfi urðunarstaðarins.

Á Sölvabakka er gripið til ýmissa aðgerða til að draga úr myndun sigvatns og hættu á flóðum sem hér er lýst í stuttu máli. Dregið verður eins og unnt er úr myndun sigvatns með því að beina hugsanlegu yfirborðsvatni í leysingum frá urðunarhólfi með leiðiskurðum. Vísbendingar sjást á loftmynd um að vatn hafi flætt um svæðið sem er suðaustur af urðunarstaðnum, sérstaklega handan Neðribyggðarvegar við Langavatn og í norðvesturátt. Lítil merki eru þó um þetta á melnum næst urðunarstaðnum. Þar hallar land bæði að sjó og einnig í norður og eru því allar líkur á að hugsanlegt leysingarflóð eða leysingavatn þarna mundi renna í átt að Dalalæk, norðan við lóð urðunarstaðar, og þar til sjávar, rofagil suður af Dalalæknum staðfesta þetta. Einnig eru merki um að vatn hafi farið um mel handan Neðribyggðarvegar og suður fyrir Sölvabakka til sjávar. Neðribyggðarvegur verður byggður upp um 0,6- 1 m frá Sölvabakka og upp að Skagastrandarvegi og ræsum komið fyrir þar sem yfirborðsvatni handan Neðribyggðarvegar yrði beint framhjá urðunarstaðnum til Dalalækjar og suður fyrir Sölvabakka. Þá verður gerður veituskurður á suðausturhluta lóðar urðunarstaðarins til að beina hugsanlegu yfirborðsvatni, sem kæmi á svæðið milli lóðar og Neðribyggðarvegar til Dalalækjar. Við hönnun urðunarhólfs var valið form sem lágmarkar eins og unnt er flatarmál þess og fellur því minna regn í hólfi en ella og minna myndast af

sigvatni. Halli hliða og botns er góður sem leiðir til þess að sigvatn skilar sér hratt að söfnunarrörum og lítið byggist upp af sigvatni ofan á tálma. Það veldur því að minni stöðuprýstingur verður á botninn og minna gegnumstreymi sigvatns. Ef í ljós kemur við gröft hólsins að leir í botni halli til norðurs í átt að Dalalæk og erfitt reynist að forma botn þannig að halla sé beint að sjó verður gerður drenskurður í botninn meðfram norðurhliðinni til að fanga sigvatnið sem þangað streymir og það leitt í söfnunarrörum að hreinsistöð. Við sjávarhlið botns í urðunarhólfi (í fláakverk) er slíkur drenskurður með lögnum sem fangar allt sigvatns sem þangað rennur bæði af hliðum og botni. Við hinar tvær hliðar botnsins sem næst eru síðari áföngum urðunarhólfs eru drenskurðir sem fanga ofanvatn (regn) af fláum með óhreyfðri mól og sandi sem þar eru og því vatni er beint í skurðum til sjávar. Engin mengun á að vera í þessu vatni.

Leirlag sem liggur undir yfirborðsjarðlögum og nýta á sem tálma á botni hefur ekki verið rannsakað nema að því marki sem hægt var án verulegs kostnaðar. Þversnið leirlagsins sem sýnlegt er við sjóinn hefur verið metið af jarðfræðingi með skoðun. Þá hefur þéttleiki þess og vinnsluhæfni verið metin sjónrænt í prufuholu sem tekin var með stórri gröfu í könnun í júní 2008. Þessi hluti leirlags hefur á hinn bóginn verið opinn fyrir veðrunaráhrifum og búast má við að eiginleikar þess séu aðrir þegar komið er undir setbunkann. Ekki hafa enn verið framkvæmdar lektarprófanir á leirnum en fyrirhugað er að gera það þegar grafið hefur verið niður á yfirborð leirs í urðunarhólfi. Áætlað er að það verði í september í ár en opna á urðunarstaðinn 1. nóvember næstkomandi. Ekki fundust neinar rannsóknir á eiginleikum leirsins á þessu svæði við Húnafjörðinn en rannsókn er til sem gerð var á hliðstæðu leirlagi í sjávarbökkum í Skagafirði rétt sunnan Kolkuóss. Þar var fyrirhugað fyrir rúmum áratug að byggja urðunarstað en ekki varð af framkvæmdinni. Gerðar voru tvær mælingar með þríása tæki fyrir lekt á leirkjörnum á Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins og fengust þessar niðurstöður:

$$\text{Sýni 1, } k = 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$$

$$\text{Sýni 2, } k = 5 \times 10^{-10} \text{ m/s}$$

Í grein um bakka við sjó á norðurlandi (11) er fjallað um jarðfræði bæði svæðisins nærri Kolkuós og einnig í nágrenni Blönduóss og má út frá þeirri umfjöllun áætla að eðliseiginleikar leirs á þessum tveim stöðum geti verið svipaðir. Við reikninga á flæði gegnum leirbotn á Sölvabakka er því notað lektargildið  $k = 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ , sem er besta nálgun sem hægt er að gera við þessar aðstæður, en einnig eru gerðir reikningar með lægri gildi lektar til að sjá hvaða áhrif það hefur.

### 3.3 VATNSJÖFNUÐUR

Í tilfelli Sölvabakka er ekki vitað fyrirfram um í hvaða magni sigvatn skilar sér frá urðunarhólfi og að hreinsistöð, eins og ef um eldri urðunarstaði væri að ræða. Sú leið er farin hér að áætla magn regnvatns sem mun síga gegnum úrgang og reikna þá uppsöfnun vatns sem verða mun ofan á tálma. Uppsöfnun sigvatns myndar stöðuprýsting sem drifur sigvatnið gegnum tálmann. Út frá þessum og ýmsum öðrum breytum er magn sigvatns áætlað sem sígur gegnum tálmann og gegnum þéttingar urðunarhólfsins. Þannig fæst líka áætlað magn sigvatns sem mun skila sér frá urðunarhólfi í hreinsistöð. Reiknað er þá annarsvegar það magn sigvatns sem mun fara gegnum dúkþéttingu á hliðum (fláum) urðunarhólfs sem þekur um 70% af 1. áfanga urðunarhólfs, sem nú verður byggt en

hinsvegar er reiknað það magn sigvatns sem mun fara gegnum botn urðunarhólfs með eingöngu þykka náttúrulega leirbotnþéttingu.

Virgni söfnunarkerfis í urðunarhólfi veltur á nokkrum þáttum svo sem magni sigvatns, bili milli fráveitulagna sem taka við sigvatni frá tálma þ.e. rennslisvegalengd sigvatns, afrennslishalla tálma, lektarstuðli tálma og eiginleikum hriplags ofan á tálmanum.

Í kafla 3.1 er komist að þeirri niðurstöðu að af um 500 mm úrkomu árlega hripi um 434 mm gegn um úrgangsfyllingu og myndi sigvatn sem lendi á þéttingu í hliðum og á botni urðunarhólfs. Þetta magn er fremur ofáttað en hitt.

Ofan á tálma á hliðum og botni urðunarhólfs kemur svokallað hriplag sem er um 0,5 m þykkt á botni og um 0,3-0,5 m á hliðunum. Hriplagið hefur þann tilgang að leiða sigvatnið sem hraðast að frárennsliskerfi urðunarhólfsins svo að uppsöfnun vatns sé sem minnst og stöðuprýstingur sem lægstur og þar af leiðandi minna flæði sigvatns gegnum tálmann. Oft er í hönnun miðað við að uppsöfnun vatns (stöðuprýstingur) á tálma sé undir 30 cm (7). Til að ná því þarf að stilla af eða velja í hönnun lektarstuðul hriplags og tálma og halla tálma og rennslisvegalengd að frárennslisröri.

Ef skoðað er flæði gegnum jarðfræðilegan tálma eins og reglugerðin lýsir, þ.e. 1 m þykk tálma með lekt  $k = 5 \times 10^{-9}$  m/s og stöðuprýsting 0,3 m og lögmál Darcy notað ( $Q = k \cdot A \cdot i$ ) fæst að um 9,5 l/m<sup>2</sup> flæða í gegnum tálmann á hverju ári. Miðað við sigvatn á Sölvabakka 434 l/m<sup>2</sup> á ári rynnu því um 2% þess í gegnum tálmann. Ef leyft væri að 5% af sigvatni færi gegnum tálmann eða um 22 l/m<sup>2</sup> á ári mætti stöðuprýstingur á tálma vera 0,7 m.

### Botn urðunarhólfs með jarðfræðilegum tálma

Til að finna mesta stöðuprýsting á botni urðunarhólfs er hér notuð aðferð Wongs (12)

$$H_1 = h_0 \left[ \left( 1 + \frac{d}{\cos \alpha} \right) / h_0 \right] e^{-k/t_1} - \frac{d}{\cos \alpha} / h_0 \left( 1 - 1/t_1 \right) + \text{perc} / \Phi$$

þar sem:

$H_1$  = mesta stöðuprýstingshæð

$h_0$  = perc /  $\Phi$

$d$  = þykkt tálma

$\alpha$  = halli tálma (halli á botni)

$k = (S_0/d)(K_2/K_1)(\cot \alpha)$

$S_0$  = mesta rennslisvegalengd á tálma að röri

$K_2$  = lekt tálma

$K_1$  = lekt hriplags

$t_1 = (S_0 \Phi) / (K_1 \sin \alpha)$ , sá tími sem tekur sigvatn að renna að drenröri

perc = sigvatn

$\Phi$  = holrýmd í hriplagi

Hér er gert ráð fyrir eftirfarandi forsendum:

perc=0,434m

$\Phi=0,3$ ;  $d=15$ m

$$\alpha = 1,15^\circ$$

$$K_2 = 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$$

$$K_1 = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

$$S_0 = 20\text{m}$$

Í hriplag urðunarstaðar á Sölvabakka er notuð gróf mül með steinastærð milli 10-50 mm. Samkvæmt greininni Lekt íslenskra jarðefna (13) má gera ráð fyrir að lekt malar sé á bilinu  $1 \times 10^0 - 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  og er  $1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  notað hér.

Fyrst er  $t_1$  reiknað og fæst þar niðurstaðan 8,4 tímar.

Niðurstaða fyrir stöðuprýsting  $H_1$  er að engin uppsöfnun verður ofan á tálma og allt sigvatn skilar sér í frárennsliskerfi urðunarhólfs.

Einnig var skoðað að breyta ýmsum forsendum, og þær gerðar lakari en reikna má með að þær verði í raun.

Þykkt tálma var í þrepum minnkuð niður að 1 m og varð ekki aukning í uppsöfnun sigvatns á honum sem leitt gæti til þess að markvert streymi yrði gegnum botninn. Óverulegar líkur eru taldar á að ekki megi gera ráð fyrir allt að 15 m þykku leirlagi undir urðunarstaðnum þótt vitað sé að þykktin sé eitthvað breytileg.

Lekt tálma í botninum var síðan minnkuð í  $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$  og breytti það ekki niðurstöðunni að ofan og flæði gegnum tálmann yrði áfram óverulegt. Dæmið gekk hinsvegar ekki upp þegar lekt tálma var augin í  $1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ , en þá má vænta of mikils gegnumstreymis sigvatns.

Mesti stöðuprýstingur á botni  $h_c$  var einnig reiknaður með aðferð Mores (7) til að fá staðfestingu annar aðferðar:

$$h_c = S \sqrt{c/2[\tan^2\alpha/c + 1 - \tan\alpha/c \sqrt{(\tan^2\alpha + c)}]}$$

þar sem

$$S = \text{rennslisfjarlægð að röri}$$

$$\sqrt{\phantom{x}} = \text{kvaðratrót}$$

$$c = q/K_1$$

$$q = \text{perc}$$

Önnur tákni þau sömu og að ofan.

Upphafsforsendur hér að ofan voru notaðar.

Niðurstaða fyrir mesta stöðuprýsting er  $h_c = 2 \text{ cm}$  sem þýðir meðalstöðuprýsting upp á 1 cm þannig að nánast allt sigvatn skilar sér í frárennsliskerfið.

### Hliðar urðunarhólfs með leirdúk (GCL)

Forsendur fyrir hliðar: rennslisvegalegd  $L = 70\text{m}$ ; halli hliða  $\alpha = 18,4^\circ$  og  $K_1 = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ .

Reikningur með jöfnu Mores fyrir hliðar gaf meðalstöðuprýsting um 3,5 cm sem veldur því að um 0,4% sigvatns fer gegnum GCL dúktálma. Stöðuprýstingur er aðeins hærri á hliðar en á botn, vegna langrar rennslisvegalegdar, þrátt fyrir að halli hliðanna sé meiri.

Einnig er hægt að reikna virkni GCL tálmans á hliðum urðunarhólfs út frá jöfnu Thiel (14)

$K_{pwr} = (vL)/(D \sin\alpha)$  og Darcys lögmáli

$E_{GCL} = [1 - (K_{GCL} L)/(K_{pwr} 2 t_{GCL} \sin\alpha)] 100\%$

þar sem:

$E_{GCL}$  = % hlutfall sigvatns sem fer í gegnum GCL dúktálma

$K_{pwr}$  = lekt hriplags

$K_{GCL}$  = lekt GCL dúks

$v$  = eðlisþyngd vatns

$L$  = rennslisvegalengd

$D$  = mesti stöðuþrýstingur

$t_{GCL}$  = þykkt dúks

Niðurstaða með þessari aðferð er að einungis um 0,002% sigvatns fer gegnum GCL dúktálma á hliðum.

#### 4. NIÐURSTAÐA

Niðurstöður útreikninga í áhættumati eru að með GCL leirdúk (tálma) sem fyrirhugað er að nota á hliðar urðunarhólfs á Sölvabakka verður nánast engin uppsöfnun sigvatns og þar af leiðandi nánast ekkert gegnumstreymi sigvatns út úr urðunarhólfi. Yfir 99,9% sigvatns af hliðum mun skila sér í fráveitulagnir urðunarhólfs. Fyrir utan mjög lága lekt GCL tálmans hjálpar til að afrennslisfalli hliða er mikill eða um 18° og hriplagið ofan á tálmanum hefur mjög háa lekt.

Niðurstaða útreikninga í matinu fyrir jarðfræðilegan tálma sem verður í botni urðunarhólfsins er að fyrir lektarstuðul lægri en  $1 \times 10^{-8}$  m/s og þær forsendur sem gefnar eru, þ.e: leirlag sé allt að 15 m þykkt, halli botns sé 2%, rennslisvegalengd að sigvatnsrörum minni en 20 m og hriplag með háa lekt verður engin uppsöfnun á botninum og því ekkert mengað sigvatn sem hripar þar í gegn. Yfir 99,9% sigvatns ætti því að skila sér beint í fráveitulagnir urðunarhólfs, sem eru með 15 m millibili á botninum.

Ljóst er samkvæmt áhættumatinu að ákveðin óvissa er um lektarstuðul jarðfræðilegs tálma í botni urðunarstaðarins. Prófanir á lekt hafa enn ekki farið fram og er því hér gengið út frá mælingum annars staðar frá á fornum sjávarbökkum við norðurlandið. Mælingar munu hinsvegar fara fram á haustmánuðum strax og hægt er, eða þegar verktaki hefur grafið niður á leirlagið og verður þá úr því skorið hver lektin er. Gefi niðurstöður hærra lekt en um  $1 \times 10^{-8}$  m/s er enn möguleiki á að bregðast við með því að auka hallann á botninum og minnka bilið á milli frárennslisröra til þess að halda gegnumstreymi sigvatns innan við þau mörk að það mengi jarðveg eða grunnvatn. Ef þær breytingar á hönnun dygðu ekki yrði brugðist við með því að setja á botninn þéttidúk með eiginleka sem nægðu til að uppfylla kröfur sem settar eru í starfsleyfi urðunarstaðarins.

Magn sigvatns sem mun skila sér í fráveitukerfi urðunarhólfs í áfanga og í hreinsun er áætlað um 0,2 l/s en hverfandi magn mun fara gegnum tálma urðunarhólfs.

## 5. HEIMILDIR

- (1) Veileder om milørsikovurdering af bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier, SFT, TA-1995/2003
- (2) Línuhönnun, 2007, Svæðisáætlun um meðhöndlun úrgangs 2007 – 2020, Norðurá bs.
- (3) Ketil Harstad edt., 2006, Handling and assessment of leachates from municipal solid waste landfills in the Nordic countries, TemaNord 2006:594,
- (4) Markús Á. Einarsson, 1976:Veðurfar á Íslandi.
- (5) Guðrún Helga Jónsdóttir et.al. 2005, Flóðrakning fyrir Blöndulón, Háskóli Íslands.
- (6) Jón Guðmundsson et. Al. 2006, Er vatn takmarkandi þáttur í landgræðslu, Fræðaging Landbúnaðarins.
- (7) David E. Daniel;1993, Geotechnical Practice for Waste Disposal; Chapman and Hall.
- (8) Robert K. Ham; Landfill Gas, Leachate, and related Problems; University of Wisconsin-Madison.
- (9) Línuhönnun hf., 2008, Sölvabakki – fyrirhugaður urðunarstaður – jarðkönnun og jarðfræði.
- (10) Efla hf., 2010, Sölvabakki Blönduósbae – urðunarstaður og efnistaka – mat á umhverfisáhrifum.
- (11) Halldór G. Pétursson, 2006, Hrun- og skriðuhætta úr bökkum og brekkum á nokkrum þéttbýlisstöðum, Náttúrufræðisstofnun Íslands.
- (12) Wong, J. 1977, The design of að system for collecting leachate from a lined landfill site. Water Resources Research, 13(2),404-409.
- (13) Freysteinn Sigurðsson og Jón Ingimarsson, 1990, Lekt íslenskra jarðefna, Vatnið og landið (121-28).
- (14) Richardson, Gregory N. Design of GCL Barrier for Final Cover Side Slope Applications. G.N. Richcardson and Associates, USA.