

Úttekt á jarðfræðilegum aðstæðum á sorpurðunarsvæði Ísafjarðarbæjar

Unnið fyrir Ísafjarðarbæ

Þorsteinn Sæmundsson og Helgi Páll Jónsson



NÁTTÚRUSTOFA
Norðurlands vestra



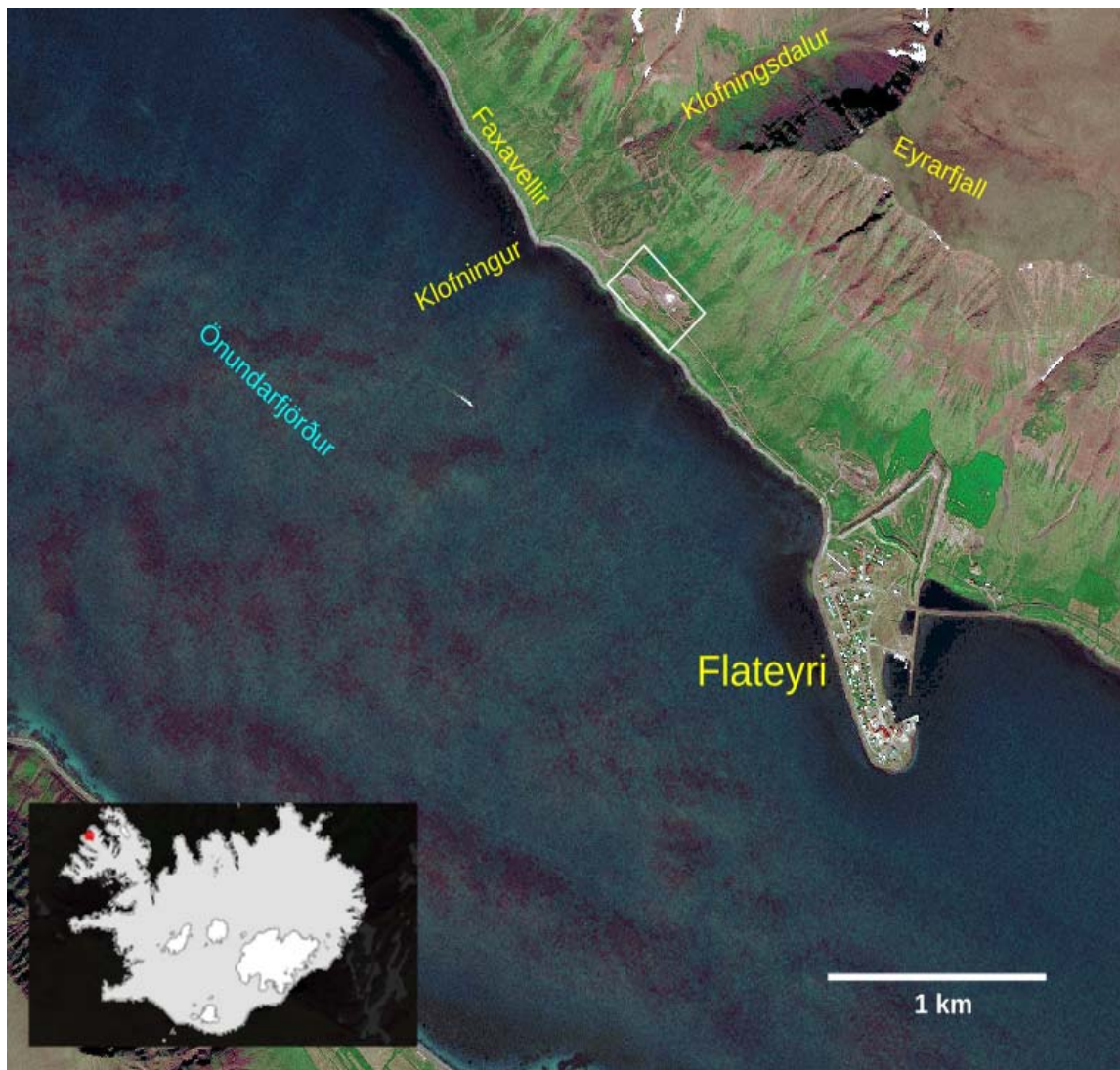
NÁTTÚRUSTOFA
VESTFJARÐA

Inngangur

Að beiðni Ísafjarðarbæjar gerðu Náttúrustofa Vestfjarða og Náttúrustofa Norðurlands jarðfræðilega úttekt á sorpurðunarsvæði Ísafjarðarbæjar skammt vestur af Flateyri og komu fram með tillögur um hvernig hægt væri að framfylgja reglugerð um urðun úrgangs. Markmið úttektarinnar var að kanna laus jarðlög á yfirborði, grafa könnunarholur og skoða gerð setlaga með tilliti til lektar og kanna útbreiðslu og þykkt ólíkra myndana. Ekki þótti nauðsynlegt á þessu stigi máls að framkvæma lektarprófanir þar sem lekt ólíkra setgerða er þekkt.

Landfræðileg lega svæðisins

Sorpurðunarsvæðið liggur í um 1 km fjarlægð vestur af Flateyri við norðanverðan Önundarfjörð. Svæðið liggur suður af Klofningsdal undir hlíðum Eyrarfjalls sem er rúmlega 600 m hátt fjall. Fremur sæbratt er neðan fjallsins og undirlendi lítið líkt og víðast á Vestfjörðum. Urðunarsvæðið er um 350 m á lengd og um 150 m á breidd eða um 0,05 km² að flatarmáli. Svæðið er sýnt á 1. og 2. mynd.



1. mynd: Myndin sýnir landfræðilega legu rannsóknarsvæðisins. Sorpurðunarsvæðið liggur innan hvíta ferhyrningsins.



2. mynd. Sorpurðunarsvæðið vestan við Flateyri. vegurinn liggur um mitt svæðið. Töluvert efni hefur verið tekið af svæðinu.

Jarðfræði við Önundarfjörð

Berggrunnur

Berggrunnur á Vestfjörðum og við Önundarfjörð heyrir til blágrýtismyndunarinnar og þar með til elsta berggrunns landsins. Blágrýtismyndunin er mynduð á míoßen (tertíer), og er aldur elstu hraunlaga á svæðinu frá ár-míoßen og er á rannsóknarsvæðinu um 15-16 milljón ára. Vegna aldursins er berggrunnur á svæðinu þéttur og holufylltur sem þýðir að lekt hans er óveruleg nema þar sem sprungur eða misgengi mynda veikleikafleti í berginu. Milli hraunlaga í blágrýtismynduninni eru oft rauð millilög/setlög sem eru samþjappaður jarðvegur úr gosösku og sandsteini. Í blágrýtisstaflanum á Vestfjörðum og víðar, er að finna rofnar megineldstöðvar þar sem upp hefur komið súrt berg eins og rýólít og dasít. Á þessum svæðum megineldstöðvanna er oftast óregla í halla berglaga og er berggrunnurinn oft mjög misgengin og haggaður auk þess sem út frá eldstöðvunum ganga oftast gangasveimar. Berggrunnur í fjöllum norðan Önundarfjarðar er með elstu berglögum á Vestfjörðum.

Laus jarðlög

Ofan á berggrunninn á Vestfjörðum leggjast laus jarðlög, mynduð á síðjökultíma eða á síðustu 10-13 þúsund árum. Þau eru í formi jökulruðnings, straumvatnasets, strandsets, skriðna og foksets og liggja á svæðinu í um 30-50 m hæð yfir sjó (Hreggviður Norðdahl 1992).

Jarðvatn og lekt

Ítarlegar upplýsingar um vatnajarðfræði og lekt íslenskra jarðlaga er að finna í ritum Árna Hjartarsonar (1994), Freysteins Sigmundssonar og Jóns Ingimarsson (1990) og Svans Pálssonar (1972) og er hér stuðst við þessi rit.

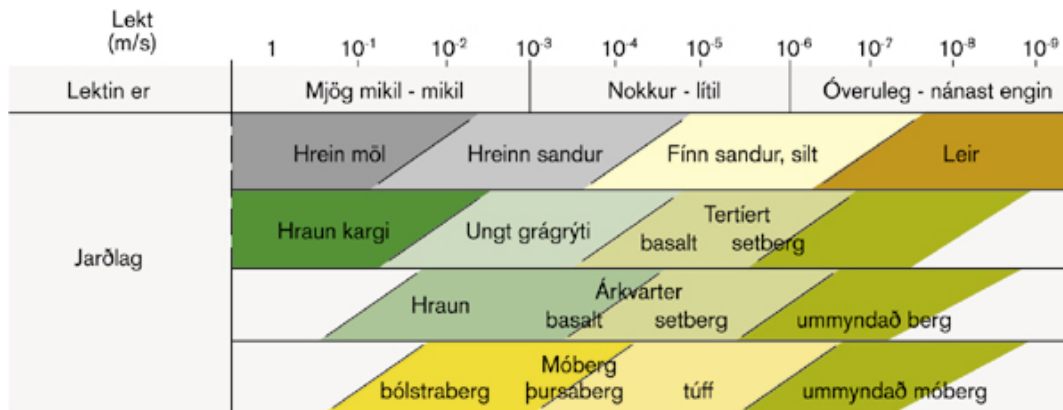
Allt vatn undir jarðaryfirborði nefnist *jarðvatn* hvort sem það er undir eða yfir grunnvatnsfleti. Efsta lag jarðvatnsins kallast *jarðvegsrakabelti* en yfirborð þess fylgir yfirborði jarðar. Þykkt jarðvegsrakabeltisins er mismunandi og sumstaðar kemur það ekki fram eins og á svæðum þar sem grunnvatnsflötur kemur fram á yfirborði. Í jarðvegsrakabeltinu er holrými á milli korna að hluta fyllt vatni og að hluta lofti og er þessu vatni skipt í *hjúpvatn* og *sigvatn*. Hjúpvatn liggur sem örþunn himna utan á jarðvegskornum en hjúpvatnið er laust vatn sem hripar niður gegnum jarðveginn og sam-einast grunnvatni. *Hárpípuvatn* kallast þunnt vatn yfir grunnvatnsfleti þar sem jarðlög eru mettuð vatni sem dregist hefur upp fyrir grunnvatnsborð sökum hárpípukrafta. Grunnvatn tekur við neðan við grunnvatnsborð og er þar allt holrými fyllt af vatni eingöngu. Frjáls grunnvatnsflötur er á þeim svæðum þar sem vatnsþrýstingurinn er í samræmi við dýpi undir grunnvatnsborði, en stundum valda þétt jarðlög því að þrýstingur er mun meiri eða mun minni en dýpið segir til um. Í kaldavatsfræðum er lekt jarðlaga tjáð með lektarstuðlinum K þannig að

$$K = \text{vatnsmagn/flatarmál/tími} \Rightarrow$$

$$K = \text{m}^3/\text{m}^2/\text{s}$$

$$K = \text{m/s}$$

Þekkt gildi yfir grop og lekt í lausum jarðlögum á Íslandi eru sýnd á 3. mynd og í 1. töflu.



3. mynd: Gefur til kynna hversu mikillar lektar (K) er að vænta í lausum jarðlögum á Íslandi.

Jarðlag	Grop %	Lekt (K) m/s
Möl	30-40	$10^0 - 10^{-2}$
Grófsandur	30-40	$10^{-3} - 10^{-4}$
Fínsandur	30-35	$10^{-5} - 10^{-6}$
Méla	40-50	$10^{-6} - 10^{-7}$
Leir	45-55	10^{-8}
Jökulruðningur	30-50	$10^{-5} - 10^{-7}$
Berghlaupsurð	20-40	$10^{-1} - 10^{-5}$

1. tafla: Grop (holrými) og lekt í lausum jarðlögum á Íslandi.

Aðferðir

Grafnar voru 7 könnunarholur (G1-G7 á mynd 4) með aðstoð beltagröfu til þess að meta dýpt niður á berggrunn og gerð og lekt setsins. Setinu í holunum var lýst, mælingar gerðar og sýni tekin. Gengið var umhverfis svæðið og lagt mat á þá staði þar sem yfirborðsvatnsstreymi kemur inn á urðunarsvæðið í formi rása og lækjarfarvega og sömuleiðis hvar jarðvatn fellur út á lagmótum meðfram bakkanum við sjóinn (bláir punktar á mynd 4). Staðsetningar gryfja og sniða eru sýndar á mynd 4.



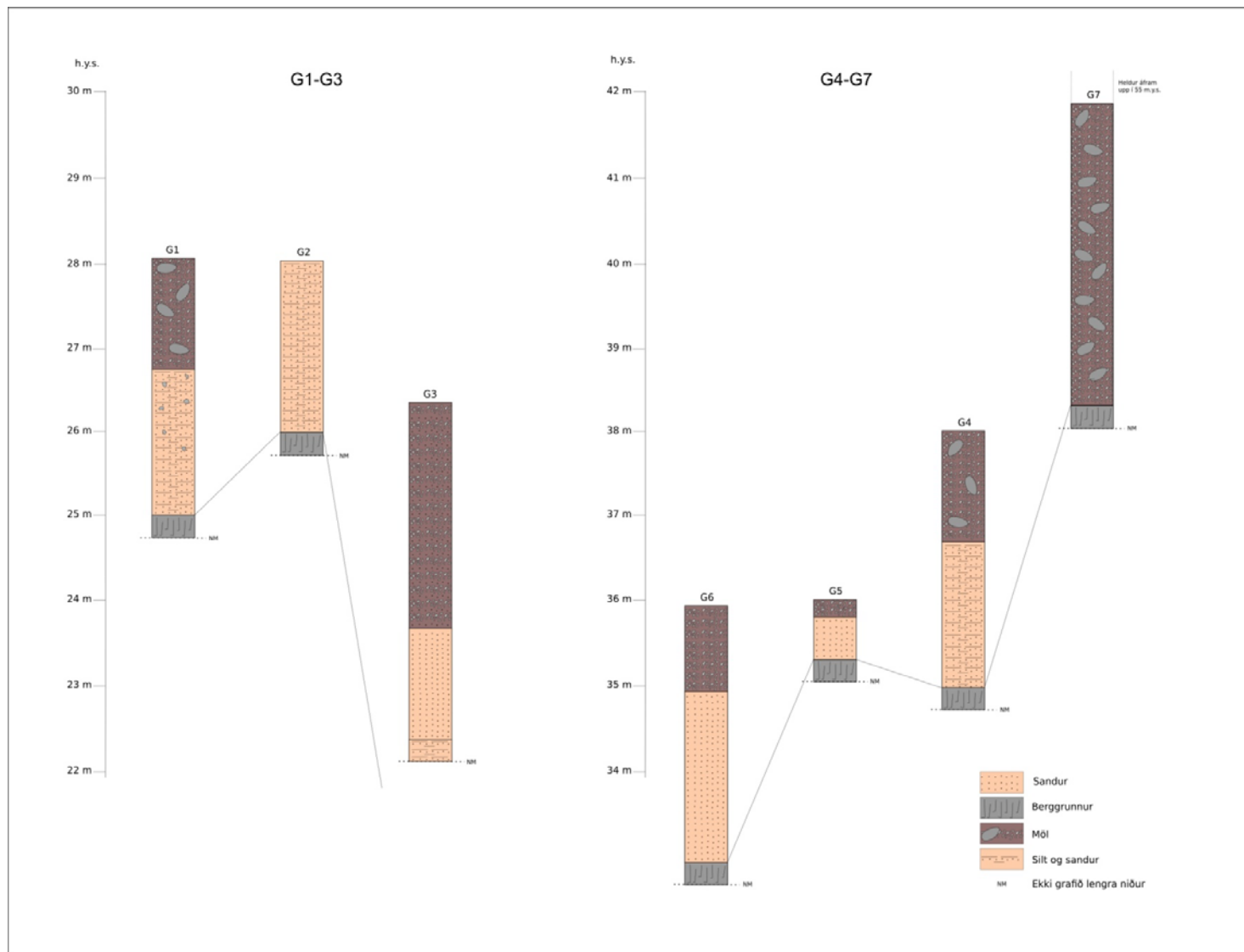
4. mynd. Staðsetning gryfja (gulir punktar), sniða (rauðir punktar) og inn og útstreymi jarð- og yfirborðsvatns (bláir punktar) við sorpurðunarsvæði fyrir utan Flateyri.

Lýsingar sniða

Jarðlagasnið úr gryfjum sjást á mynd 5 og myndir úr gryfjum sjást á myndum 6 og 7.

Gryfja 1 Hnit: 66 03.754 023 32.311
130-300 cm Siltlag með fínsandi og einstaka steinum á dreif
0-130 cm Gróf möl án lagskiptingar. Stærstu steinar með langás upp á um 20 cm. Áberandi grunnvatnsrennsli á neðri lagmótum
Neðst Klöpp

Gryfja 2 Hnit: 66 03.799 023 32.391 (6. mynd)
200-? Gróf möl með lagskiptingu
0-200 cm Siltlag með fínsandi eða sandlinsum
Neðst Klöpp



5. mynd. Jarðlagasnið úr 7 gryfjum sem teknar voru á sorpurðunarsvæði við Klofninga.

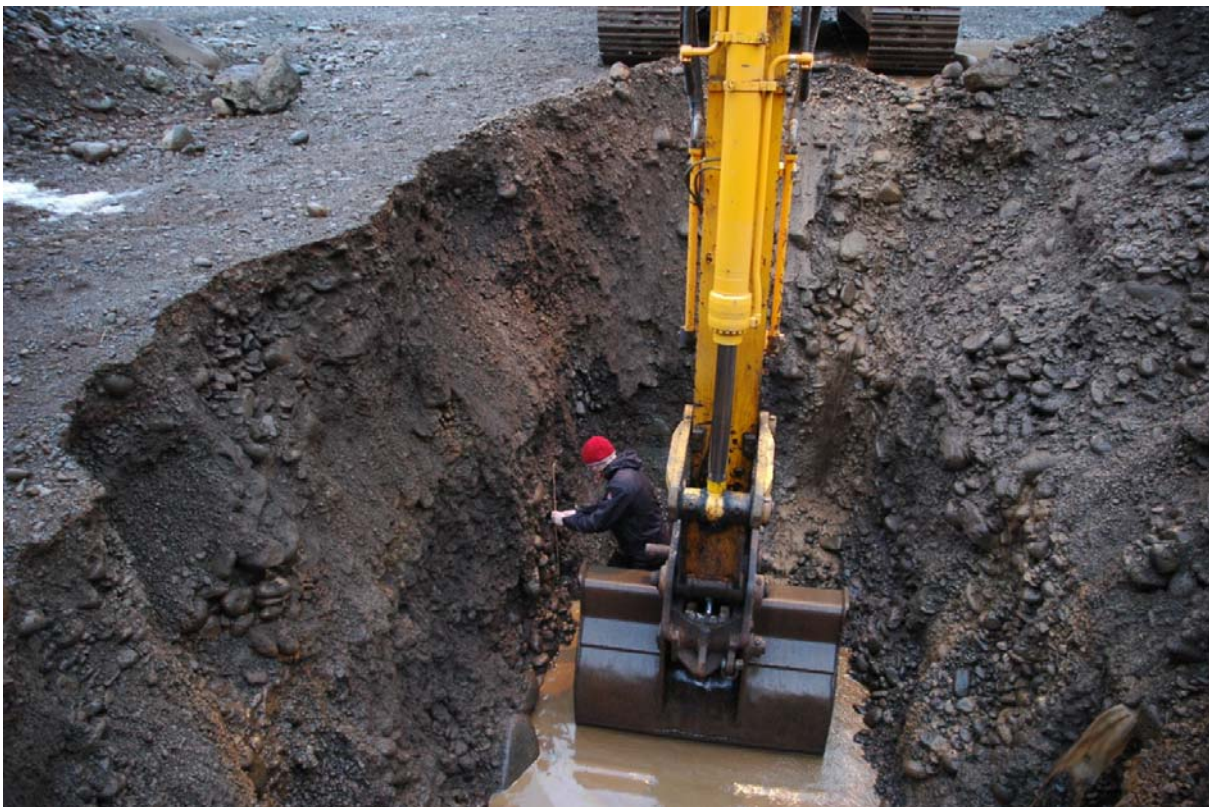
Gryfja 3 Hnit: 66 03.740 023 32.325 (7. mynd)
130-310 cm Lagskipt sandur og möl. Rúinnað efni. Langás stærstu steina 70 cm?
0-130 cm Sandlag
Neðst Siltlag með fínsandi

Gryfja 4 Hnit: 66 03.701 023 32.037
170-300 cm Gróf möl. Engin lagskipting sjáanleg. Langást stærstu steina um 20 cm. Áberandi grunnvatnsrennsli á lagmótum
0-170 cm Siltlag með fínsandi og einstaka steinum
Neðst Klöpp

Gryfja 5 Hnit: 66 03.717 023 32.072
50-70 cm Möl
0-50 cm Sandlag
Neðst Klöpp

Gryfja 6 Hnit: 66 03.709 023 32.085
100-200 cm Fínsandur
0-100 cm Möl
Neðst Klöpp

Gryfja 7 Hnit: 66 03.744 023 32.102
Reynt var að taka gryfju við efri bakka urðunarsvæðis en grafan kom nánast strax niður á fasta klöpp.

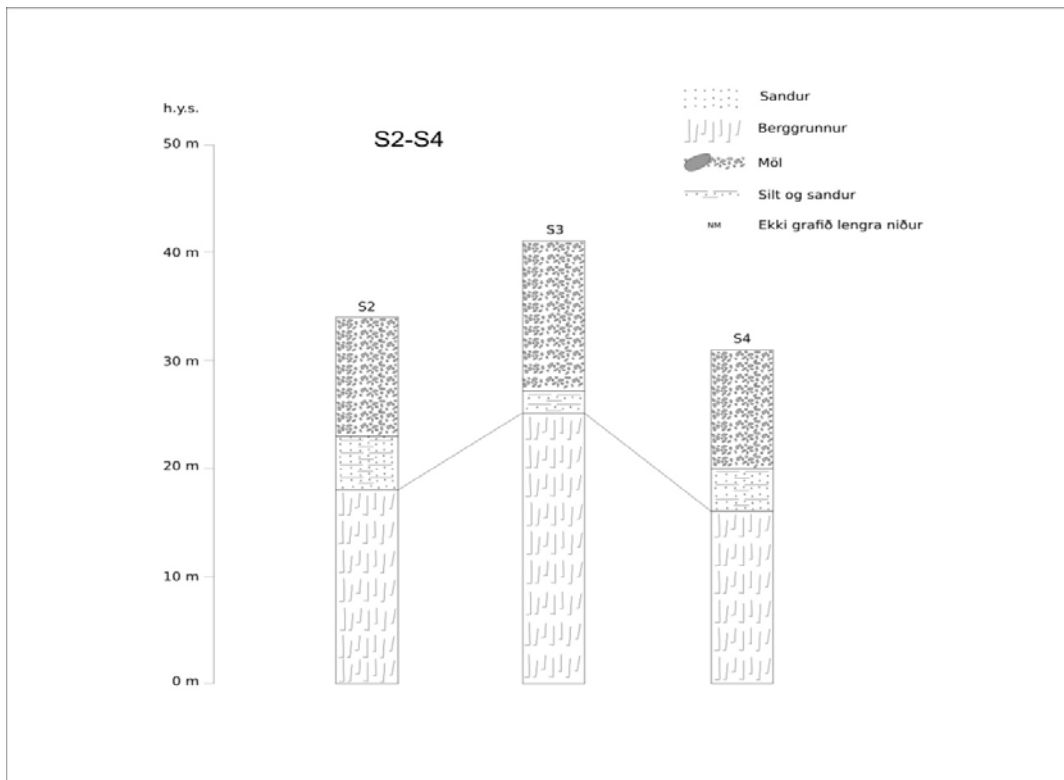


6. mynd. Gróf malar og sandlög í gryfju 2.



Á mynd 8 eru teiknuð upp snið sem notuð voru við að meta útbreiðslu og þykktir jarðlaga á svæðinu. Staðsetning sniðanna sést á mynd 4. Eins og sést á sniðunum þá liggur berggrunnur í frambrún svæðisins í um 18-20 m hæð og rís hratt upp hlíðina. Ofaná berggrunninn leggst síðan jökulruðningur sem er óverulegur á þykkt og síðan fínkornótt, þétt setmyndun. Þar ofaná leggst gróf sand og malarmyndun og er hún allt að 10-15 m þykk.

7. mynd Fínafnaríkt set í gryfju 3.



8 mynd. Tengingar sniða, staðsetning þeirra sést á mynd 4.

Niðurstöður og tillögur

Upphleðsla jarðlaga á svæði því sem Ísafjarðarbær hafa notað sem urðunarsvæði sitt endurspeglar umhverfisbreytingar sem urðu samfara breytingum í afstöðu láðs og lagar í lok síðustu ísaldar fyrir um 10.000 árum síðan. Farg jökulsskjaldarins sem huldi landið á síðasta jökulskeiði þrýsti landinu niður og þegar jöklar byrjuðu að bráðna, óx vatnsmagn í heimshöfunum og sjór fylgdu í kjölfar hörfandi jökuljaðra og sjór gekk á land. Við þessar aðstæður stóð sjávarborð því mun hærra en það er í dag og setmyndanir tengdar jökulhörfuninni og fornum strandlínunum mynduðust. Jarðlagaskipan svæðisins endurspeglar þessa sögu. Neðst er um að ræða jökulrákaðan berggrunn, sem er tertíer að aldri, nokkuð þéttur í sér nema þar sem misgengi og sprungur hafa myndast. Berggrunnurinn kemur í ljós í fjöruborðinu í um 18-20 m hæð, hækkar ört og stendur í 38 m hæð efst í urðunarsvæðinu í um 150 m fjarlægð frá frambrún svæðisins. Ofaná berggrunninn leggst síðan jökulruðningur sem myndaður er undir jöklinum sem eitt sinn gekk út Önundarfjörð. Þetta efni er óflokkað og þar ægir saman öllum kornastærðum allt frá leir og silti upp í stórgrýti. Þykkt jökulruðningsins á svæðinu er óveruleg. Lektargildi (K) þessara jarðlaga er á bilinu $K = 1,0 \times 10^{-5} - 10^{-7}$. Ofaná jökulruðninginn leggjast síðan setlög sem byggð eru upp úr kornastærðum frá silti og fínsandi með einstaka lögum úr grófara efni. Einstaka grjóthnullungar finnast í þessu efni. Þetta set er oftast nær hart og þétt og er lekt þessa sets á bilinu $K = 1,0 \times 10^{-7} - 10^{-8}$ fyrir leir og $K = 1,0 \times 10^{-6}$ fyrir fínsand. Hámarks þykkt þessa lags í gryfjum sem grafnar voru bæði á neðra urðunarsvæðinu og einnig á því efra var um 2 m, en í frambrún hjallanna var þykktin um 4-5 m (5. mynd). Ofaná þessu lagi kom fram töluvert jarðvatnsstreymi í gryfjum. Ofaná þetta fínefnaríka set leggst síðan töluvert þykk myndun af skálöguðum sand- og malarlögum. Þessi myndun er forn strandmyndun mynduð við hærri sjávarstöðu og grófleiki efnisins bendir til orkumikillar strandar. Töluvert efni hefur verið tekið úr þessari myndun og er mesta þykkt hennar um 15-20 m. Þetta efni eins og gefur að skilja hefur mikla lekt eða á bilinu $K = 1,0 \times 10^{-0} - 10^{-2}$ fyrir grófa mól og $K = 1,0 \times 10^{-0} - 10^{-2}$ fyrir fína mól.

Jarðvatn / yfirborðsvatn

Ofan við urðunarstaðinn kemur fyrir brattur skriðuvængur með aurkeilum sem nær upp í 300 m hæð, þar fyrir ofan tekur við klettabelti. Yfirborð keilunnar er alsett fornum farvegum eftir aurskriður og er yfirborð hennar þakið grjóthnullungum sem að hluta til hafa verið bornir með snjóflóðum. Öll ummerki benda til þess að nokkur aurskriðu, grjóthruns og snjóflóðavirkni er á svæðinu. Mikið jarðvatnsstreymi og yfirborðsvatn er í aurkeilum og jarðmyndunum af þessari gerð og streymir það í dag í gegnum urðunarstaðinn og til sjávar. Á mynd 4 (bláir punktar) eru sýndir helstu lækir eða farvegir þar sem yfirborðsvatn sást streyma inn í urðunarsvæðið og eins er sýndir helstu útstreymissvæði jarðvatns frá svæðinu. Þau svæði voru öll á mótum fínefnaríku silt fínsandsmyndunarinnar og ofanálíggjandi sand og malarmyndunar.

Kröfur fyrir urðun úrgangs

Í reglugerð um urðun úrgangs númer 738 frá árinu 2003 eru settar fram kröfur um gerð og lekt jarðlaga þar sem fyrirhuguð urðun á að eiga sér stað. Í tilfelli því sem hér er um fjallað er gert ráð fyrir að urða óbrennanlegt sorp og flokkast sá úrgangur samkvæmt reglugerð sem almennur úrgangur. Skilyrði sem sett eru fram í reglugerðinni eru þær að á botni og í hliðum urðunarstaðarinnar skal vera jarðlag sem uppfyllir þær kröfur, sem gerðar eru um lekt og þykkt með sameinaða verkun með tilliti til verndar jarðvegs og grunn- og yfirborðsvatns. Lekt þessa jarðlags má ekki vera meiri en $K \leq 1,0 \times 10^{-9}$ m/s og þykkt jarðfræðilegs tálma má ekki vera minni en 1 m. Að auki eru gerðar kröfur um að hafa stjórnun á úrkomuvatni sem berst í urðaðan úrgang og að varna því að yfirborðs- og/eða grunnvatn komist í urðaðan úrgang. Einnig eru gerðar kröfur um að safna menguðu vatni og sigvatni frá urðunarstað og meðhöndla mengað vatn og sigvatn, þannig að það samræmist stöðlum sem gilda um losun þess.

Umræður

Jarðfræðilegar aðstæður á urðunarstaðnum eru eins og áður er lýst eru ekki hentugar til urðunar ef litið er til reglugerðar um urðun úrgangs. Benda má þó á að aðstæður svipaðar þessum er víða að finna á Vestfjörðum. Urðunarstaðurinn er staðsettur fyrir neðan um 600 m háa og bratta hlíð. Þar hækkar berggrunnur um 21 m á 150 m bili eða um 14 cm/m og grunnvatn og yfirborðsvatn hefur greiðan aðgang að svæðinu. Ofaná berggrunninum er þunnt lag af jökulruðningi og þar ofaná myndun úr fínum setlögum. Þetta er þau jarðlög sem komast næst því að uppfylla skilyrði reglugerðarinnar um urðun almenns úrgangs. Þykkt þessarar myndunar er nokkuð mismunandi og er þykkust við frambrún svæðisins um 4-5 m og þynnist eftir því sem ofar dregur. Malarlögin sem liggja ofaná þessu fínefnaríka seti ná allt að 15-20 m þykkt. Þau eru oft á tíðum mjög gróf og er lekt þeirra mikil.

Það jarðvatn sem frá svæðinu rennur leitar beint niður í sjó og ógnar ekki vatnsbólum eða öðrum viðkvæmari stöðum.

Tillögur

Nauðsynlegar aðgerðir sem þarf að grípa til ef staðurinn á að uppfylla þau skilyrði sem sett eru fram í reglugerðinni eru þessar.

1. Grunn- og yfirborðsvatni sem streymir niður hlíðina þarf að beina frá svæðinu með skurðum eða drenlögnum fyrir ofan svæðið. Þykkt lausra jarðlaga við efri mörk svæðisins eru um 15-20 m. Tryggja verður að skurðir nái sem mestu grunnvatni og þurfa þeir því helst að ná niður á berggrunn.

2. Samkvæmt lektarstöðlum þá nær silt - fínsands myndunin almennt ekki þeim viðmiðunum sem settar eru fram í reglugerð um urðun úrgangs. Þær framkvæmdir sem þarf því að grípa til eru þær að þetta undirlag urðunarinnar með dúk og hindra að sigvatn frá svæðinu berist frá því. Slík framkvæmd er mjög kostnaðarsöm og þar sem nú þegar hefur verið urðaður töluverður úrgangur á svæðinu þá er slík framkvæmd mjög kostnaðarsöm, ef grafa á upp þann úrgang og þetta undir.

3. Til að ná sigvatni af urðunarsvæðinu þá þarf að grafa drenlög ofaní silt - fínsands myndunina við frambrún svæðisins, fyrir neðan urðunarstaðinn og eins upp með hliðum hans til að hindra grunnvatnsstreymi út frá hliðum svæðisins. Þar verður sigvatni urðunarsvæðisins safnað og hægt er að fylgjast með efnainnihaldi þess. Með þessari aðgerð yrði hægt að ná megin hluta þess sigsvatns sem flæðir á yfirborði þessara fínefnaríku myndunar, sem telja má líklegt að sé megin hluti þess grunnvatns/sigsvatns sem um myndunina rennur.

4. Þessa aðgerð má vinna í hlutum og hefjast handa fyrir neðan það svæði sem urðun á eða hefur nú þegar farið fram.

Heimildir

Árni Hjartarson 1994. *Vatnafarskort og grunnvatnskortlagning*. Meistararitgerð. Háskóli Íslands. 94 bls.

Freysteinn Sigurðsson og Jón Ingimarsson 1990: *Lekt íslenskra jarðefna*. Í; Vatnið og landið, Reykjavík, bls. 121-128.

Hreggviður Norðdahl 1992. Hagnýt laus jarðefni á Íslandi. Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins.

Svanur Pálsson 1972: *Mælingar á eðlisþyngd og poruhluta bergs*. Orkustofnun, Raforkudeild. 33 bls.