



# Rosmhvalanes 2

## Áætlun um skipulag yfirlitsvöktunar

Daði Þorbjörnsson  
Sigurður Ýmir Richter

Unnið fyrir Umhverfisstofnun

ÍSOR-2021/009

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699  
Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599  
isor@isor.is – www.isor.is

# **Rosmhvalanes 2**

## **Áætlun um skipulag yfirlitsvöktunar**

Daði Þorbjörnsson  
Sigurður Ýmir Richter

Unnið fyrir Umhverfisstofnun

ÍSOR-2021/009

Mars 2021



Skýrsla nr. ÍSOR-2021/009	Dags. Mars 2021	Dreifing <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Rosmhvalanes 2 Áætlun um skipulag yfirlitsvöktunar		Upplag 1 Fjöldi síðna 25
Höfundar Daði Þorbjörnsson og Sigurður Ýmir Richter		Verkefnisstjóri Daði Þorbjörnsson
Gerð skýrslu / Verkstig		Verknúmer 20-0099
Unnið fyrir Umhverfisstofnun		
Samvinnuaðilar		
Útdráttur <p>Nokkuð gott yfirlit er til um efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins Rosmhvalaness 2. Komið hefur í ljós að ýmis mengandi efni sem tengjast núverandi starfsemi á svæðinu finnast í borholum á flugvallarsvæðinu og í nágrenni þess. Í flestum tilvikum er styrkur þeirra þó undir þeim umhverfis- eða neysluvatnsviðmiðum sem í gildi eru.</p> <p>Grunnvatn á svæðinu er mjög viðkvæmt fyrir mengun þar sem lekt berggrunnssins er mikil og jarðvegur bæði þunnur og gegndræpur. Mengandi efni eiga því auðvelda leið niður í grunnvatnið. Á hinn bóginn má benda á að vegna mikillar úrkomu og berglektar er afrennsli grunnvatns hratt og gera má ráð fyrir umtalsverðri þynningu mengandi efna með aukinni fjarlægð frá flugvallarsvæðinu. Vísbendingar um þetta er að sjá í niðurstöðum efnasýna sem safnað hefur verið á svæðinu á undanförunum árum.</p> <p>Engar lindir eru þekktar á svæðinu og því má ætla að allt grunnvatn komi fram í lindum fyrir utan ströndina. Ekki er því gert ráð fyrir að sú mengun sem greinst hefur í holum á flugvallarsvæðinu hafi umtalsverð neikvæð áhrif á umhverfi eða lífríki.</p> <p>Lagt er til að yfirlitsvöktun svæðisins felist í því að til viðbótar við sýni sem tekin eru í tengslum við vöktun ÍSAVIA á svæðinu verði árið 2021 tekin sýni úr neysluvatnsholunum AS-1 og HN-2 ásamt holunum VS-1 og VS-9. Þá er lagt til að sýni verði einu sinni á árinu 2021 tekin úr holum ÖH-1, ÖH-4, ÖH-5 og ÖH-7 og styrkur málma verði greindur í sýnunum.</p>		
Lykilorð Rosmhvalanes, yfirlitsvöktun, grunnvatnshlot, grunnvatn, mengun, Umhverfisstofnun, ÍSOR		Undirskrift verkefnisstjóra 
		Yfirfarið Steinunn Hauksdóttir



## Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	7
2	Vatnafræðilegar aðstæður.....	7
3	Mælingar á efnafræðilegu ástandi grunnvatnshlotsins.....	11
4	Sýnataka ÍSOR fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar .....	15
5	Ályktun um dreifingu mengunar og ástand grunnvatns.....	19
6	Áætlun um yfirlitsvöktun.....	20
7	Samantekt.....	23
8	Heimildir.....	24

## Töflur

Tafla 1.	<i>Sýnum var safnað úr holunum sem tilgreindar eru í töflunni við rannsókn ÍSOR á útbreiðslu mengunar árið 2009.....</i>	16
Tafla 2.	<i>Lagt er til að efnin sem tilgreind eru í töflunni verði greind í yfirlitsvöktun Umhverfisstofnunar á grunnvatnshlotinu Rosmhvalanes 2 .....</i>	21
Tafla 3.	<i>Áætlaður kostnaður við sýnatöku og efnagreiningar .....</i>	23

## Myndir

Mynd 1.	<i>Jarðlög, hiti og selta í rannsóknarholu í landi Útskála .....</i>	8
Mynd 2.	<i>Vatnsborð í holu FT-2 frá 9. mars 2018 til 10. mars 2020.....</i>	9
Mynd 3.	<i>Jarðvegsgerðir á yfirborði grunnvatnshlotsins Rosmhvalaness 2 .....</i>	10
Mynd 4.	<i>Yfirlitsmynd sem sýnir borholur og settjörn þar sem Verkís tók sýni 2017–2019 .....</i>	11
Mynd 5.	<i>Sýnatökustaðir ÍSOR fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar í apríl 2009.....</i>	15
Mynd 6.	<i>Þekktir mengunarstaðir á svæðinu sem tilheyrir grunnvatnshlotinu Rosmhvalanesi 2 ....</i>	18





# 1 Inngangur

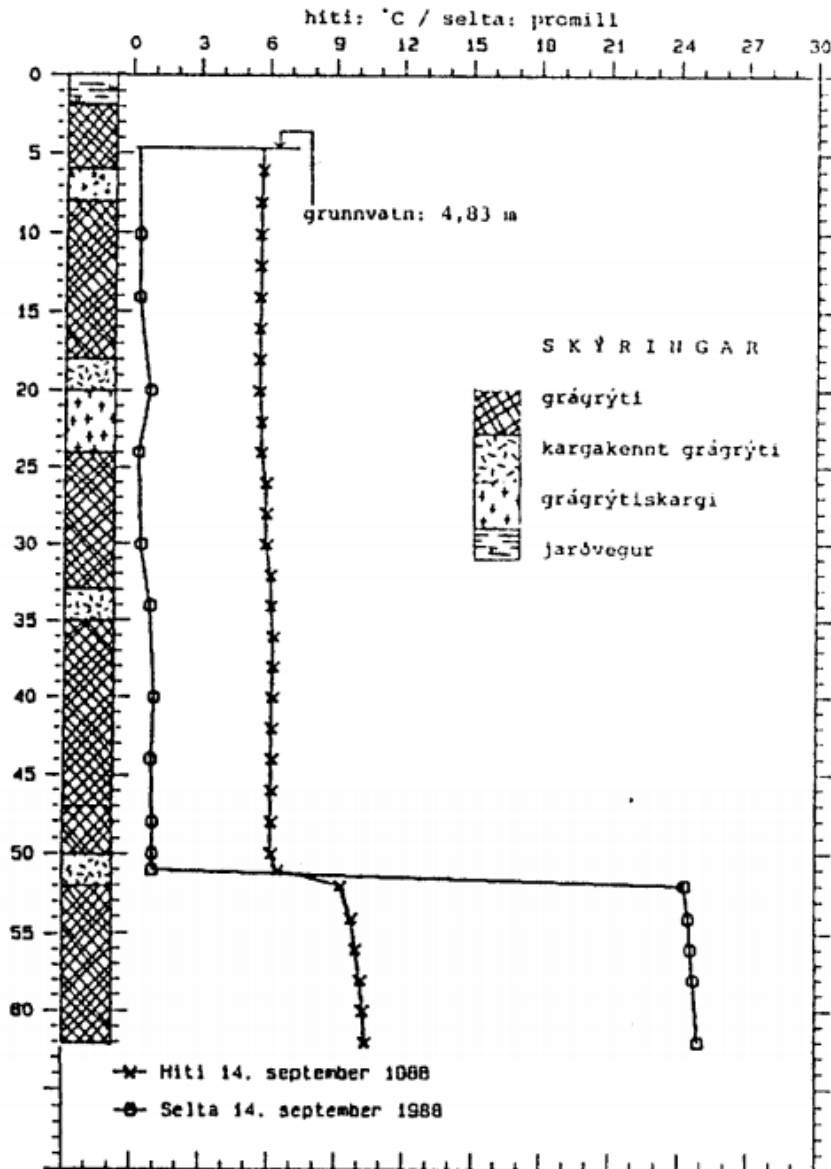
Markmið þessa verkefnis er að skipuleggja yfirlitsvöktun mengandi efna í grunnvatnshlotinu Rosmhvalanesi 2 (104-115-2-G) en mat Umhverfisstofnunar er að hætta sé á að vatnshlotið nái ekki umhverfismarkmiðum (þ.e. góðu efnafræðilegu ástandi). Í skýrslu Veðurstofu Íslands, sem fjallar um eiginleika grunnvatnshlota undir efnaálagi, eru þau grunnvatnshlot metin í hættuflokki sem ekki uppfylla skilyrði umhverfismarkmiða um gott ástand (Gerður Stefánsdóttir o.fl., 2020). Þar kemur fram að Rosmhvalanes 2 á Suðurnesjum er á meðal grunnvatnshlota sem falla í hættuflokk en þar hafa lengi greinst ýmis efni sem eru talin skaðleg umhverfinu. Þau efni er yfirleitt hægt að tengja við starfsemi flugvallarins á Miðnesheiði, urðunarstaði og sorpbrennslu á svæðinu auk einangraðra mengunartilfella sem fylgst hefur verið með.

Áætun um yfirlitsvöktun fyrir Rosmhvalanes 2 beinist að leitni í styrk mengunarefna sem losuð hafa verið og jafnframt er henni ætlað að staðfesta að efnakeilan sé ekki að dreifast, dragi ekki úr efnafræðilegum gæðum grunnvatns og valdi hvorki fólki né umhverfi hættu.

Reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun skilgreinir yfirlitsvöktun sem vöktun kerfisbundinna og síendurtekkinna breytilegra þátta í umhverfinu og skráningu þeirra. Í 14. grein reglugerðarinnar segir jafnframt að yfirlitsvöktun grunnvatns skuli afla upplýsinga um ástand grunnvatns og meta leitni til langs tíma vegna náttúrulegra breytinga og fyrir tilstuðlan mannsins. Jafnframt segir í reglugerðinni að val á vöktunarstöðum skuli taka mið af því hvort grunnvatnshlot sé undir álagi.

## 2 Vatnafræðilegar aðstæður

Veitir grunnvatnshlotsins Rosmhvalanes 2 einkennist af grágrýtismyndunum, dyngjum sem líklega hafa myndast á Eem, síðasta hlýskeyði ísaldar. Almennu eru dyngjuhraun beltuð, þ.e. hlaðin upp af misþykkum hrauntungum sem aðskilin eru af kargalögum. Kargalögin eru alla jafna betur vatnsleiðandi en heillegi hluti bergsins (Þórólfur H. Hafstað og Lúðvík S. Georgsson, 1990). Þar sem útbreiðsla hraunkarga og heillegra hraunlaga er mjög breytilegur frá einum stað til annars innan hvers hrauns er erfitt að leggja mat á áhrif mismunandi laga á lekt á hverjum stað. Því er jafnan notast við lekt sem lýsir að einhverju leyti meðallekt í vatnshlotinu. Mynd 1 sýnir kargalög og heillegt hraun í rannsóknarborholu í landi Útskála skammt frá Sandgerði.



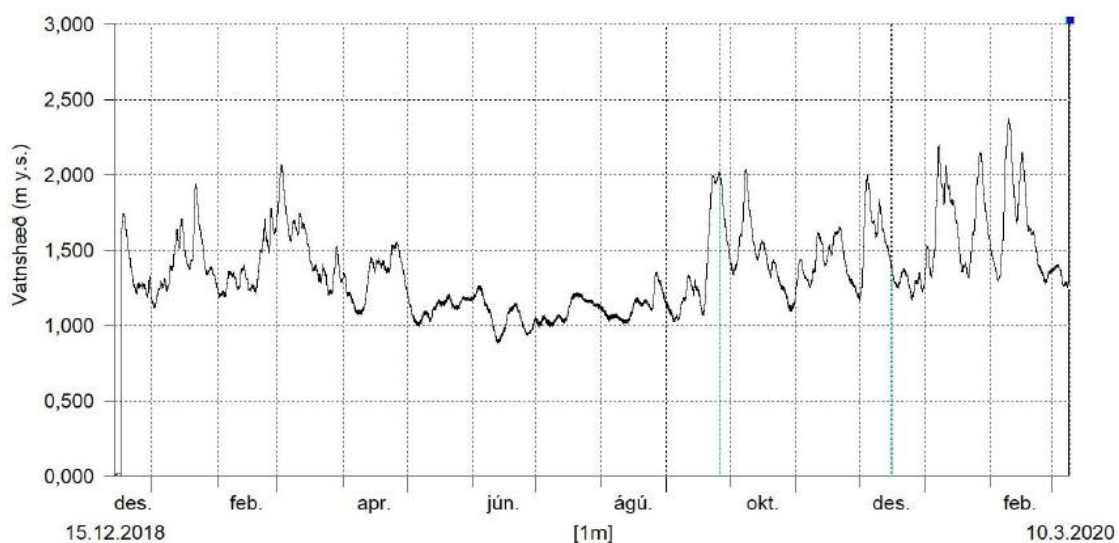
**Mynd 1.** Jarðlög, hiti og selta í rannsóknarholu í landi Útskála. Kargakennd lög eru á milli þéttari hraunlaga (Þórólfur H. Hafstað og Lúðvík S. Georgsson, 1990).

Þrátt fyrir að vatnshlotið sé staðsett utan núverandi gliðnunarbeltils Reykjanesskagans virðist lekt bergs á svæðinu vera mikil. Meðalársúrkoma á svæðinu er á bilinu 1100–1300 mm/ári og mestur hluti þeirrar úrkomu hripar niður í lekt hraunið og í grunnvatnið. Mynd 2 sýnir niðurstöðu mælinga á vatnsborði í holu FT-2 sem er á bílastæði norðan við Leifsstöð (Verkís, 2020a). Á myndinni sést að vatnsborð mælist einungis 1–2 m yfir sjávarmáli en holutoppurinn er í um 40 m h.y.s. Sambærilegar upplýsingar úr fleiri borholum á svæðinu sýna að grunnvatnsborð fylgir ekki landhæð en er að jafnaði um 1–2 m yfir sjávarborði (Þórólfur Hafstað og Lúðvík S. Georgsson, 1990).

Sambærilegar aðstæður sjást innar á Reykjanesskaganum þar sem grunnvatnsborð í mjög lekum hraunlögum er almennt í um 1 m hæð yfir sjávarmáli, óháð landhæð.

Árið 1989 var vatnsgæfni tveggja rannsóknarborholna sem boraðar voru við Útskála og Gufuskála könnuð með dæluprófi. Ekki reyndist unnt að mæla niðurdrátt við dælingu úr holunni við Útskála en mælingar á Gufuskálaholunni sýndu lekt (e. Transmissivity) sem nemur  $0,009 \text{ m}^2/\text{s}$  í holu þar sem áætla má að þykkt veitis hafi verið um 55 m. Þetta jafngildir vatnsleiðni sem nemur um  $2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ . Freysteinn Sigurðsson (1985) áætlaði að lekt bergs á utanverðum Reykjanesskaga væri á bilinu  $10^{-2}$ – $10^{-3} \text{ m/s}$ . Sömu gildi voru einnig áætluð af Daða Þorbjörnssyni og Gunnlaugi M. Einarssyni (2019) á svæðinu við Ásbrú.

Samkvæmt grunnvatnslíkani Vatnaskila er vatnsleiðni bergsins  $0,008 \text{ m/s}$ . Engin misgengi eru í hrauninu samkvæmt jarðfræðikorti ÍSOR af svæðinu (Kristján Sæmundsson o.fl., 2016) og því má álykta að lektin sé ísótropísk, þrátt fyrir að lekt einstakra kargalaga sé meiri en heillegs hrauns. Lekt af þessari stærðargráðu jafnast á við það sem búast má við í vel aðgreindum sandi.

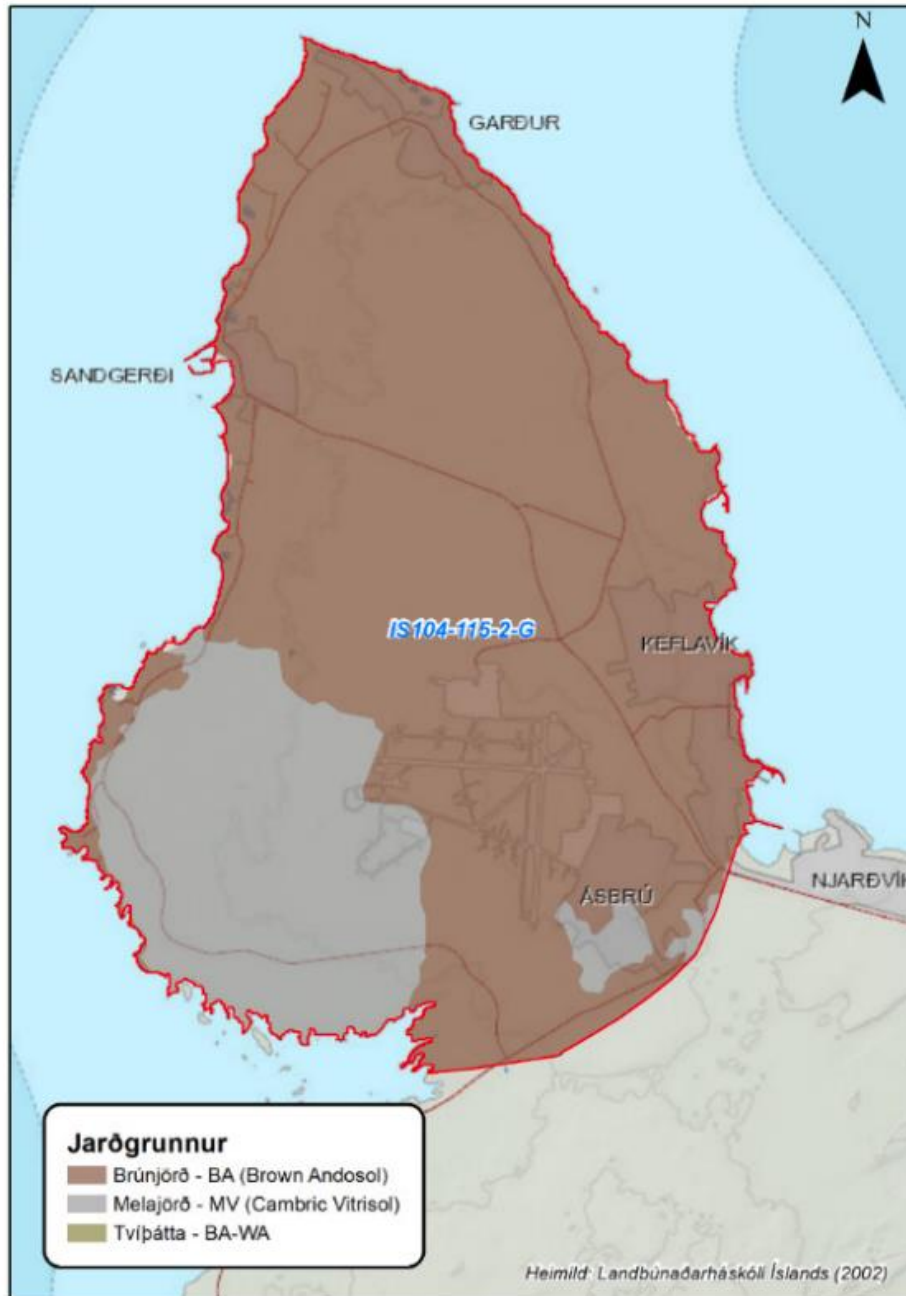


**Mynd 2.** Vatnsborð í holu FT-2 (á bílastæði norðan við flugstöð) frá 9. mars 2018 til 10. mars 2020. Hæð holutopps er um 40 m y.s. (Verkís, 2020a).

Rannsóknir á Rosmhvalanesi benda ekki til þess að þar séu líkur á jarðhita. Víðtækar hita-mælingar í borholum á svæðinu sem starfsmenn Orkustofnunar gerðu á níunda áratug 20. aldar sýndu að hitastig grunnvatns mældist á sumum stöðum á Rosmhvalanesi ríflega  $7^\circ\text{C}$ , sem er hærra en meðallofthiti, en benda má á að meðalhiti jarðsjávar á sömu slóðum mælist allt að  $10^\circ\text{C}$  (Þórólfur H. Hafstað og Lúðvík Georgsson, 1990).

Mynd 3 sýnir jarðvegsgerðir á svæðinu sem tilheyrir grunnvatnshlotinu Rosmhvalanesi 2 sem er í meginatriðum brúnjörð og melajörð (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, 2009). Jarðvegur á svæðinu er þunnur og almennt má gera ráð fyrir að vatn hripi auðveldlega í gegnum hann. Því er ekki búist við að jarðvegur haldi í sér umtalsverðu magni af mengandi efnum sem kunna að berast af yfirborði í grunnvatn á svæðinu. Á ýmsum stöðum innan vatnshlotsins hefur jarðvegur verið fluttur til og ekki er ljóst hvaða áhrif það hefur á vatnafræðilega eiginleika hans.

Ferskt grunnvatn flýtur ofan á eðlisþyngri jarðsjó. Vegna eðlisþyngdarmunar grunnvatns og jarðsjávar er þumalputtareglan sú að þykkt grunnvatnslinsu ofan á jarðsjó nemur um fjörtíu-faldri hæð grunnvatns yfir sjávarborði (sbr. Ghyben-Herzberg lögmálið) (Verrjuit, 1968; Þórólfur H. Hafstað o.fl., 2008). Samkvæmt þessu má álykta að þykkt grunnvatnslinsunnar í grunnvatnshlotinu sé á bilinu 40–60 m.



**Mynd 3.** Jarðvegsgerðir á yfirborði grunnvatnshlotsins Rosmhvalaness 2 (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, 2009).

### 3 Mælingar á efnafræðilegu ástandi grunnvatnshlottsins

Á tímabilinu 2017–2019 hefur verkfræðistofan Verkís fimm sinnum safnað sýnum úr 9 borholum á flugvallarsvæðinu fyrir ISAVIA (Verkís, 2020b, 2019, 2018, 2017a, 2017b). Í nóvember 2019 var sýnum einnig safnað af tíunda sýnatökustaðnum, settjörn fyrir yfirborðsvatn. Staðsetning þessara sýnatökustaða er sýnd á mynd 4.



**Mynd 4.** Yfirlitsmynd sem sýnir borholur og settjörn þar sem Verkís tók sýni á tímabilinu 2017–2019 (Verkís, 2020b).

Greinargerðir og minnisblöð Verkís (2020b, 2019, 2018, 2017a, 2017b) gera grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á flugvallarsvæðinu á tímabilinu frá 2017 til 2019. Þar koma fram eftirfarandi niðurstöður:

### **Klóríð og natríum**

Styrkur klóríðs gefur vísbendingu um seltuinnihald í grunnvatni. Almenn má gera ráð fyrir að selta í grunnvatni á Rosmhvalanesi sé helst vegna særöks og er nokkru meiri eftir því sem nær dregur ströndinni. Neysluvatnsmörk UST fyrir klóríð eru 250 mg/L.

Styrkur klóríðs almennt hæstur í holum FT-7, FT-2 og FT-8. Styrkur klóríðs í FT-7 mældist hár í öllum sýnum sem mæld hafa verið og dæmi eru um að styrkurinn fari yfir neysluvatnsviðmið (>250 mg/L). Ætla má að hár styrkur klóríðs í þessum borholum sé vegna afísingar á vegum með salti. Ef hlutfall klóríðs og súlfats er skoðað og borið saman við hlutfall þessara efna í sjó kemur í ljós að í flestum tilvikum gefur hlutfallið til kynna að klóríðstyrkur sé hærri en tilsvareandi styrkur súlfats. Þetta bendir til þess að salt berist í grunnvatn vegna afísingar.

Sýni var tekið úr settjörn á svæðinu í fyrsta sinn í nóvember 2019. Þar vekur athygli að styrkur klóríðs er lægri en í öllum grunnvatnsholunum en í settjörninni var styrkur natríums ríflega sjöfalt hærri (í mg/L) en styrkur klóríðs. Þá vekur einnig athygli að styrkur kalíums er um 12–40 sinnum hærri í settjörninni en í grunnvatnssýnum, 69,5 mg/L samanborið við 1,7–5,8 mg/L, og að Cl/SO<sub>4</sub> hlutfallið er mun hærra en í öðrum sýnum.

### **Pungmálmar og aðrir málmar**

Pungmálmar finnast í mjög lágum styrk í vatni úr öllum borholunum. Mangan mælist iðulega yfir hámarksgildi fyrir neysluvatn skv. reglugerð 536/2001 í borholum FT-8 og #1792 en hámarksstyrkur mangans samkvæmt reglugerðinni er 0,05 mg/L. Í apríl 2017 mældist styrkur mangans í holu FT-8 0,059 mg/L en var næstum tífalt hærri í nóvember 2019, eða 0,522 mg/L. Hæsti styrkur mangans í holu FT-8 á tímabilinu 2017–2019 mældist 0,998 mg/L í mars 2018, eða um 20 sinnum hærri en hámarksstyrkur í neysluvatni skv. reglugerð 536/2001. Ekki er ljóst hvað veldur slíkum sveiflum. Í nóvember 2019 mældist járn innan leyfilegs styrks í neysluvatni í öllum borholum í fyrsta skipti frá árinu 2017 en hámarksstyrkur járn í neysluvatni er 0,2 mg/L skv. reglugerð 536/2001. Styrkur kvikasilfur er almennt undir greiningarmörkum í öllum borholum. Kvikasilfur hefur eingöngu mælst í sýnum vorið 2019, í styrknum 0,0001–0,0036 mg/L.

### **Lífrænt kolefni (TOC)**

Leysiefni, tæringarvarnarefni, þrávirk lífræn efni og rokgjörn, lífræn efni eru gjarnan dregin saman í einn flokk, heildarlífrænt kolefni (e. Total Organic Carbon, TOC). TOC er mælikvarði á samanlagðan styrk allra efna sem innihalda lífræn efnatengi og er almennt notað til að meta vatnsgæði. Engin viðmiðunarmörk hafa verið sett fyrir TOC í neysluvatni.

Styrkur TOC hefur mælst yfir greiningarmörkum (1 mg/L) í öllum holum einhvern tíma á tímabilinu frá 2017 til 2019. Í apríl 2017 greindist TOC yfir greiningarmörkum í öllum holum nema holu #41. Á þessum tíma fór styrkur TOC í holu FT-8 í 70 mg/L. Frá því í apríl 2017 hefur TOC eingöngu mælst í FT-8 (1,1–2,1 mg/L), þangað til í nóvember 2019 en þá mældist styrkur TOC í holum FT-3 (1,3 mg/L), FT-7 (3,6 mg/L), FT-8 (2,5 mg/L), #41 (9,8 mg/L) og #1792 (1,5 mg/L). Athygli vekur að í nóvember 2019 mælst hæsti styrkur TOC í grunnvatni í holu #41 en þar hafði TOC ekki áður verið yfir greiningarmörkum. Í nóvember 2019 var styrkur TOC í settjörninni 249 mg/L. Það bendir til þess að grunnvatn á svæðinu sé útsett fyrir

mengun lífrænna efna í þessum flokki. Verkís bendir á að líklegast er að TOC gildið í settjörninni og FT-8 stafi af glycolefnum í afisingarefnum.

### **Halógeneruð lífræn efnasambönd**

Halógeneruð lífræn efnasambönd (Adsorbable Organic Halides, AOX) hafa eingöngu mælst í fyrstu sýnatökunni, í apríl 2017 og þá í öllum borholum, í mjög lágum styrk (0,01–0,03 mg/l). Acetaldehyd mældist í styrknum 0,3 mg/L í settjörninni í nóvember 2019.

### **Rokgjörn lífræn efni (VOC)**

Rokgjörn lífræn efni (Volatile Organic Compounds, VOC) er að finna í leysiefnum og var mjög til umræðu á athafnasvæði Bandaríkjahers um 1988 og þá sérstaklega tríklóreten (TCE) og skyld efni sem greindust víða í grunnvatni á svæðinu. Etanól telst einnig til rokkgjarnra lífrænna efna og má telja til leysiefna. Uppruna etanóls á svæðinu má að líkindum rekja til íblöndunar í eldsneyti. Hámarksstyrkur tríklóretens og tetraklóretens skv. reglugerð 536/2001 um neysluvatn er 10 µg/L (heildarstyrkur þessara tveggja efna).

Styrkur TCE mældist 13 µg/L í holu FT-2, 1,1 µg/L í holu FT-3, 0,5 µg/L í holu FT-8 og 1,1 µg/L í holu #1632 í nóvember 2019. Þetta er í annað sinn sem styrkur TCE greinist yfir neysluvatnsviðmiðum en styrkur þess greindist 11 µg/L í holu FT-2 í september 2017. TCE hafði áður greinst í holum FT-2, FT-3, FT-8 og #1632 sem eru allar í grennd við flugstöðina en ekki endilega nálægt flugbrautum.

Klóroform greindist í holu FT-6 (0,6 µg/L) bæði vorið 2017 og 2018 og í holu FT-8 (1,1 µg/L) vorið 2018. Þá greindist klóroform aftur í sömu holu í nóvember 2019 (0,8 µg/L í FT-6 og 0,7 µg/L í FT-8). Hvorki hefur greinst klóroform í öðrum holum né í FT-6 og FT-8 í öðrum sýnum.

Í settjörninni mældist ethylenglycol (2,4 mg/L) og propylenglykol (330 mg/L) í nóvember 2019 en þau hafa ekki greinst áður.

Dichloromethane greindist í holu #1792 vorið 2017 og etanól greindist í lágum styrki í holum FT-5, FT-7, FT-8, #1632 og holu #41 haustið 2017.

### **BTEX**

Bensen, tólúen, ethýlbensen og xýlen (dímethýlbensen) eru hringlaga efnasambönd. Bensen er náttúrulegt í hráolíu en tólúen, ethýlbensen og xýlen eru unnin úr hráolíu. Saman hafa þau verið nefnd BTEX en tólúen, ethýlbensen og xýlen eru gjarnan notuð sem íblöndunarefni í eldsneyti og sem leysiefni. Þau eru skaðleg umhverfinu og eru krabbameinsvaldandi.

Efnin 1,3,5-trimethylbenzene (0,8 µg/L), 1,2,4-trimethylbenzene (1,0 µg/L) og 1,2,3-trimethylbenzene (0,5 µg/L) greindust í holu #1792 í nóvember 2019 í þeim styrk sem tilgreindur er í svigunum aftan við efnaheitin. Í settjörninni greindust bensen (2,2 µg/L) og tólúen (0,3 µg/L) á sama tíma. Viðmiðunarstyrkur bensens er 1,0 µg/L skv. reglugerð 536/2001 um neysluvatn.

Efnasamböndin bensen, 1,3,5-trimethylbenzene, 1,2,4 trimethylbenzene og 1,2,3-trimethylbenzene greindust í holu #1792 vorin 2017 og 2018 og xýlen greindist í holu FT-8 vorið 2017. Hafa ber í huga að í flestum tilvikum er styrkur efnanna skammt ofan við greiningarmörk en athygli vekur að BTEX efni virðast helst greinast í holu #1792.

### **Tæringarvarnarefni**

Tæringarvarnarefni er að finna í afisingarefnum flugvéla en efni af þessu tagi hafa eituráhrif á vatnalíf. Ekki hafa verið sett viðmiðunargildi fyrir þessi efni.

Benzotriazol greindist í öllum borholum í nóvember 2019 en styrkur þess var á bilinu 0,02–0,11 µg/L. Á sama tíma greindist hæsti styrkur benzotriazol í settjörnninni (1,3 µg/L).

Heildarmagn 4/5-Methyl-1H-Benzotriazol var greinanlegt í öllum holum í nóvember 2019: FT-2 (0,06 µg/L), FT-3 (0,02 µg/L), FT-5 (6,3 µg/L), FT-6 (0,77 µg/L), FT-7 (0,07 µg/L), FT-8 (0,03 µg/L), #41 (0,77 µg/L), #1632 (0,11 µg/L), #1793 (0,16 µg/L). Mældur styrkur efnisins í settjörnninni nam 2,6 µg/L.

Benzotriazol hefur áður greinst í öllum borholum sem sýni hafa verið tekin úr. Styrkur þess hefur hæst mælst 0,3 µg/L vorið 2017. Þrátt fyrir að styrkur tæringarvarnarefna í settjörnninni sé margfalt hærri en í grunnvatni er ljóst að efnin virðast eiga frekar greiða leið í grunnvatnið.

### **Plöntuvarnarefni**

Skordýraeitrið isoproturon hefur einu sinni mælst í holu FT-8 (0,04 µg/L) og plöntuvarnarefnið dinoterb greindist í öllum holum nema einni (FT-3) (0,03 µg/L - 0,09 µg/L) í mars 2018. Efnin hafa hvorki mælst í grunnvatnssýnum fyrr eða síðar.

Efnin Dinitro-ortho-cresol (DNOC), tolylfluanið og chlorpropham greindust í settjörnninni í nóvember 2019. Styrkur DNOC reyndist vera við greiningarmörk (0,02 µg/L), styrkur tolylfluanið var 0,15 µg/L og styrkur chlorpropham var 0,12 µg/L.

### **Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH)**

PAH eru torleyst í vatni og því lítt hreyfanleg í umhverfinu. Samkvæmt reglugerð 536/2001 um neysluvatn er hámarksstyrkur eins þessara efna, benzo[a]pyrene 0,1 µg/L. Benzo[a]pyrene hefur ekki greinst í sýnum af svæðinu við eftirlit Verkís.

Vorið 2017 mældist naphthalene í tveimur holum; FT-8 og #1792. Pyrene hefur mælst í holum FT-7 og #1792 en einnig hefur fluoranthene mælst í holu #1792. Vorið 2018 mældist pyrene einnig í holu FT-7.

### **PCB-efnasambönd**

PCB-efnasambönd hafa ekki greinst í grunnvatni við rannsóknir Verkís á svæðinu.

### **Heildarmagn olíuefna (TPH)**

TPH-efnasambönd hafa ekki greinst í grunnvatni við rannsóknir Verkís á svæðinu.



## 4 Sýnataka ÍSOR fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar

Í apríl 2009 safnaði ÍSOR sýnum á 14 stöðum á Rosmhvalanesi fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar (Sigurður G. Kristinsson o.fl., 2009). Sýnatakan tók til stærra svæðis en sýnataka ISAVIA sem Verkís sinnti á árunum 2017–2019. Eins og sjá má á mynd 5 nær sýnatöksvæðið til stórs hluta grunnvatnshlotsins Rosmhvalanes 2. Þar að auki má gera ráð fyrir að sýnatökustaðirnir gefi upplýsingar um þekktu mengunarstaði á svæðinu svo sem urðunarstaði (sjá mynd 5). Flestir sýnatökustaðirnir eru í nágrenni við þekktu mengunarstaði sem sýndir eru á mynd 6.



**Mynd 5.** Sýnatökustaðir ÍSOR fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar í apríl 2009. Upphaflega var gert ráð fyrir að safna einnig sýnum úr holum RV-2 og RV-3 en ekki var unnt að safna sýnum úr þeim.

Sýnum var safnað með 12V djúpdælu og að lokinni sýnatöku voru holurnar hitamældar þar sem því var komið við. Áður en sýnum var safnað var 0,3 L/s dælt úr hverri holu í 20–30 mínútur.

Sumar þessara holna eru á lykilstöðum til að fylgjast með mengun sem kann að eiga uppruna sinn í starfsemi Varnarliðsins (mynd 5). Yfirlit yfir holurnar er að finna í töflu 1.

**Tafla 1.** Sýnum var safnað úr holunum sem tilgreindar eru í töflunni við rannsókn ÍSOR á útbreiðslu mengunar árið 2009. Staðsetning holnanna og þekktir urðunarstaðir eru sýndir á mynd 5.

Hola	Hnit		Dýpi (m)	Hæð (m)	Sýni	Athugasemdir
	X	Y				
KEL-4 (23214)	324292	388503	43		20090069	Í nágrenni við gamlan urðunarstað
ÖH-1 (23201)	318106	389142	11	6	20090104	
ÖH-7 (23207)	317644	389602	8	14	20090070	Holan er innan gamalla öskuhauga á Stafnesi
ÖH-4 (23204)	318338	390148	22	17,5	20090105	Við „nýja“ öskuhauga
ÖH-5 (23205)	317345	389913	19	4	20090071	Neðan við öskuhauga á Stafnesi
AS-1 (19521)	316617	390825	12	4,3	20090066	Neysluvatnshola í notkun
HN-2 (19652)	317454	392867	9,7		20090067	Neysluvatnshola í notkun
MH-20 (23318)	321296	396103	39		20090072	
VS-17 (23331)	323026	395004	49	8	20090081	Staðsett á gamalli landfyllingu
VS-6 (23322)	322950	393374	57,8	40,4	20090108	Sama hola og FT-2 hjá Verkís. Er við gamalt æfingasvæði slökkviliðs
WL-36 (23140)	325195	388683		30,3	20090068	
VS-1 (23111)	325032	391124	64,6	45,6	20090109	Holan hefur verið kennd við Building 885, Drainage Ditch
VS-9 (23319)	322147	390275	54		20090106	Skammt frá Steypustöð
MH-15 (23371)	320645	390776	36,3	26,8	20090107	Við sprengigeymslu (Building 1170)

Eins og fyrr segir má gera ráð fyrir að sýni sem safnað var úr holum sem taldar eru upp í töflu 1 gefi ágætt yfirlit yfir mengun grunnvatns innan vatnshlotsins en holurnar eru bæði innan þekktra, mengaðra svæða og utan þeirra. Holur AS-1 og HN-2 eru neysluvatnsholur og því afar mikilvægt að vatnsgæði þar uppfylli skilyrði reglugerða um neysluvatn. Járnstyrkur mælist fremur hár í holu HN-2, eða 0,121 mg/L. Leyfilegur hámarksstyrkur járn í neysluvatni er 0,2 mg/L samkvæmt reglugerð 536/2001 um neysluvatn. Klóríðstyrkur er frekar hár (111 mg/L) í holu AS-1 en að líkindum má skýra það með nálægð við sjó. Þá er styrkur málma almennt frekar hár í holu AS-1 þó að hann sé í öllum tilvikum langt undir neysluvatnsviðmiðum reglugerðar 536/2001. Styrkur TOC greindist 2,46 mg/L í holu AS-1 en styrkur þess mældist einungis hærrí í einni holu á öllu svæðinu, holu KEL-4, en þar mældist styrkur TOC 4,03 mg/L. Að öðru leyti finnast engin lífræn mengunarefni í neysluvatnsholunum HN-2 og AS-1.

Tríklóretan greindist í vatni úr 8 af 14 holum í þessari rannsókn. Efnið greindist ekki í neysluvatnsholunum tveimur (AS-1 og HN-2) né í holum WL-36, MH-20, VS-17 og MH-15. Í flest-öllum tilvikum nema einu greindist styrkurinn á bilinu 0,2–0,5 µg/L en í þessu eina tilviki mældist styrkurinn 3,65 µg/L í holu VS-6. Til samanburðar má nefna að greiningarmörk aðferðarinnar sem notuð var í þessu tilviki var 0,1 µg/L og að hámarksstyrkur tríklóretens í neysluvatni skv. reglugerð 536/2001 er 10 µg/L eins og áður hefur verið nefnt. Almennt virðist tríklóretan frekar greinast á flugvallarsvæðinu eða í næsta nágrenni þess en þó greindist efnið í sýnum úr holum ÖH-7 og ÖH-5 sem eru við gamlan urðunarstað á Stafnesi. Þá mældist styrkur 1,1,1-tríklóretans rétt yfir greiningarmörkum í sýni úr holu VS-9 vorið 2009. Lífrænt kolefni (TOC) greindist, eins og áður segir, í neysluvatnsholunni AS-1 en einnig í holum KEL-4, ÖH-5, ÖH-1, VS-9 og VS-1. Önnur lífræn efni greindust ekki í þessum sýnum með þeirri undantekningu þó að PCCD/F efni voru greind í þremur sýnum í rannsókninni árið 2009, úr holum KEL-4, ÖH-7 og ÖH-5. Í holu KEL-4 greindist oktafóróbensódíoxín (0,019 ng/L) og oktafóróbensófulan (0,031 ng/L). Þessi efni, eins og önnur í þessum flokki díoxína, eru afar óæskileg í umhverfinu.

Styrkur járn er nokkuð hár í holum WL-36, KEL-4, ÖH-7, ÖH-5 og VS-1 en allar eru þessar holur í grennd við gamla urðunarstaði eða staði þar sem mengun var þekkt fyrir. Í þessum holum mælist styrkur annarra málma (króms, mangans, nikkels og síns) einnig mjög hár. Í holu VS-1 mældist styrkur króms t.a.m. 296 µg/L og styrkur mangans 681 µg/L en hámarksstyrkur beggja þessara málma í neysluvatni er 50 µg/L skv. reglugerð 536/2001.

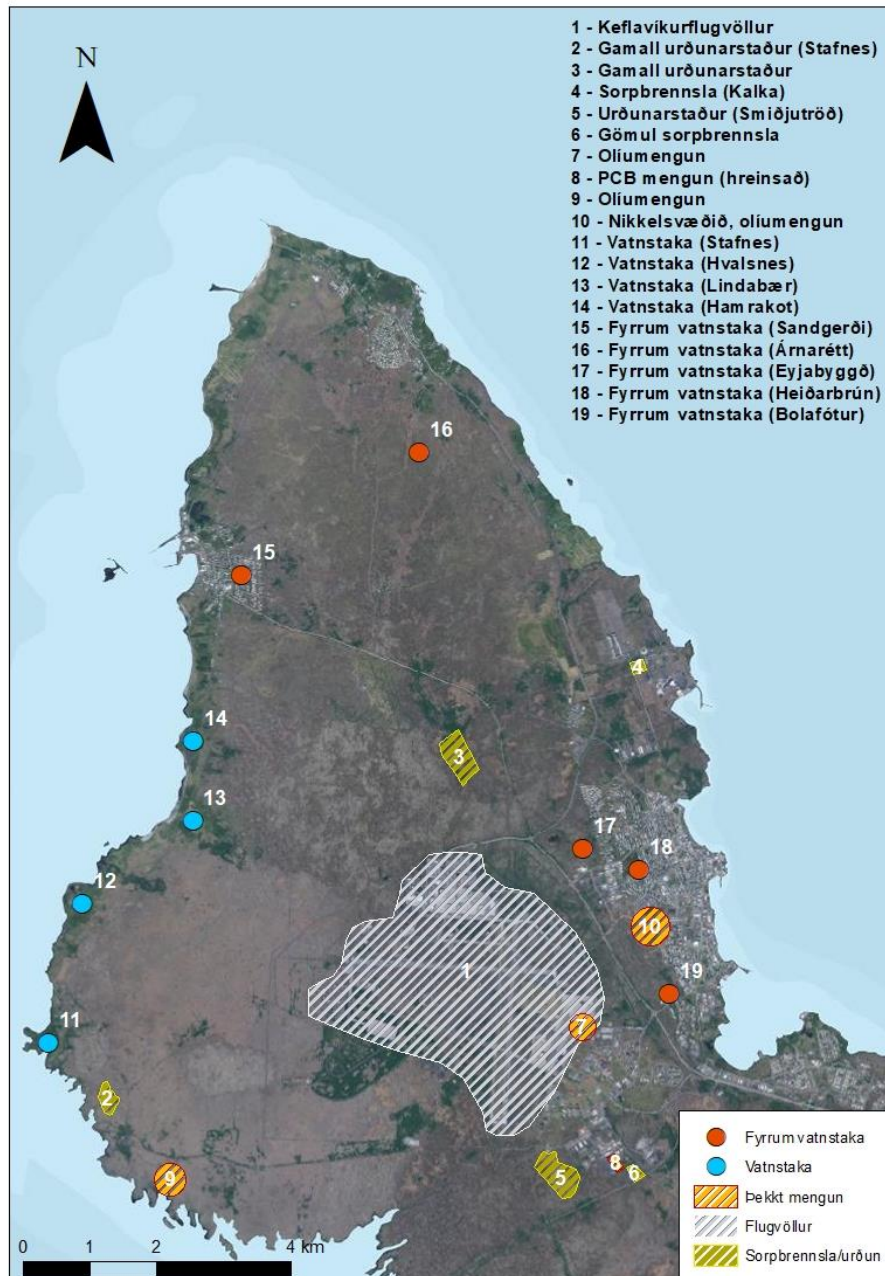
Í janúar árið 2014 safnaði ÍSOR sýnum úr holum ÖH-4, ÖH-5 og ÖH-7 á Stafnesi og úr holum KEL-1, KEL-2 og KEL-3 við gamlan sorpurðunarstað á flugvallarsvæðinu (við svæði 5 á mynd 6). Við efnagreiningar var styrkur málma, rokgjarnra lífrænna efna, halógeninnihaldandi efna, arómatískra efna, tert-bútýlefna, díoxena og fúrana ákvarðaður í öllum sýnum (Finnbogi Óskarsson og Þórólfur H. Hafstað, 2014).

Styrkur ýmissa snefilmálma, s.s. áls, járn, kóbalt, nikkels og blýs í sýnunum úr holum ÖH-4 og ÖH-7 bendir til þess að ferska grunnvatnið á svæðinu verði fyrir nokkrum áhrifum af ryðgandi járnarusli.

Styrkur allra rokgjarnra, lífrænna halógenefna, díoxena og fúrana reyndist innan greiningarmarka í sýnum úr ÖH-holunum, að tríklóróetan undanskildu. Styrkur þess mældist árið 2014 á bilinu 0,2–0,3 µg/L sem er vel undir umhverfisgæðamörkum fyrir yfirborðsferskvatn, árósa- vatn og strandsjó en þau eru 10 µg/L skv. reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999.

Efnagreiningar á sýnum sem safnað var í janúar árið 2014 sýndu lítinn mun á efnastyrk í vatni úr KEL-holunum. Allur efnastyrkur er innan þeirra hámarksgilda sem sett eru í reglugerðum 536/2001 um neysluvatn og 796/2001 um varnir gegn mengun vatns.

Styrkur allra rokgjarnra, lífrænna halógenefna, díoxena og fúrana reyndist innan greiningarmarka í sýnum úr KEL-2 og KEL-3 í janúar 2014 en tríklóróetan og tríklóróetan mælast í vatni úr holu KEL-1. Styrkur beggja efna mælist 0,12 µg/L sem er vel undir viðmiðunarmörkum fyrir yfirborðsferskvatn, árósavatn og strandsjó en þau eru 10 µg/L fyrir síðarnefnda efnið skv. reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999. Þessi sömu efni mældust í sýni úr holu KEL-4 árið 2009 en voru þá heldur hærri, eða á bilinu 0,4–0,5 µg/L (Finnbogi Óskarsson og Þórólfur H. Hafstað, 2014).



**Mynd 6.** Þekktir mengunarstaðir á svæðinu sem tilheyrir grunnvatnshlotinu Rosmhvalanesi 2 (byggt á skýrslu Gerðar Stefánsdóttur o.fl. (2020) og Verkís (2020a)). Holur ÖH-5 og ÖH-7 eru innan svæðis 9, hola VS-17 er innan svæðis 3, hola KEL-4 er innan svæðis 5, hola VS-1 er skammt frá svæði 7 og hola WL-36 er í grennd við svæði 6. Holur AS-1 og NH-2 eru við punkta sem merktir eru 11 og 12 á myndinni.

Í skýrslu um eiginleika grunnvatnshlota undir efnaálagi (Gerður Stefánsdóttir o.fl., 2020) segir að frá árinu 1985 hafi verið vitneskja um grunnvatnsmengun á Miðnesheiði (Rosmhvalanesi). Þar eru helstu ástæður grunnvatnsmengunar tilgreindar:

- Gamall urðunarstaður á Stafnesi og Smíðjutröð (svæði 2 og 5 á mynd 6).
- Úrgangsméðhöndlun við Helguvík (svæði 4 á mynd 6).
- Athafnasvæði fyrrverandi sorpbrennslu við Hafnarveg (svæði 6 á mynd 6).

Ef myndir 5 og 6 eru bornar saman má sjá að sýni sem tekin voru árin 2009 og 2014 (Sigurður G. Kristinsson o.fl., 2009; Finnbogi Óskarsson og Þórólfur H. Hafstað, 2014) ættu að sýna áhrif grunnvatnsmengunar frá þessum mengunarstöðum auk annarra þekktra mengunarstaða.

## 5 Ályktun um dreifingu mengunar og ástand grunnvatns

Efnagreiningar á grunnvatnssýnum sem safnað er innan flugvallarsvæðisins (mynd 4) sýna að starfsemi innan svæðisins hefur mengað grunnvatn á svæðinu. Niðurstöður efnagreininga sýna að grunnvatn undir flugvallarsvæðinu er undir efnaálagi.

Eins og fjallað er um hér að framan hefur tríklóreten greinst í mörgum sýnum innan flugvallarsvæðisins en hæsti styrkur sem mælt hefur er 13 µg/L í holu FT-2. Almennt er styrkur tríklóretens þó mun lægri, eða í kringum 1 µg/L. Þá greinist tríklóreten í holum í grennd við flugstöðina en ekki endilega nálægt flugbrautum. Tríklóreten hefur greinst í lágum styrk í holum fjær flugvallarsvæðinu (á bilinu 0,2–0,54 í holum KEL-4, ÖH-holum á Stafnesi, VS-1 og VS-9). Styrkur tríklóretens í ÖH-holum var sambærilegur árin 2009 og 2014. Þá greindist tríklóreten einungis í einni KEL-holu árið 2014. Styrkur TOC mældist 4 mg/L í KEL-4 árið 2009 en styrkur TOC var undir greiningarmörkum í öllum sýnum sem ÍSOR safnaði utan flugvallarsvæðisins árið 2014. Engin önnur lífræn efni greinast í holum sem eru fjær flugvallarsvæðinu. Þó er bent á að benzotriazol, sem er tæringarvarnarefni sem notað er í afisingar-efnum og hefur greinst í öllum holum innan flugvallarsvæðisins, hefur ekki verið efnagreint í sýnum sem safnað hefur verið utan svæðisins.

Sýni sem tekið var úr settjörn innan flugvallarsvæðisins sýnir að styrkur ýmissa efna í tjörninni er umtalsvert hærri þar en í grunnvatni. Þrátt fyrir að sú staðreynd sýni fram á mikilvægi settjarna er ljóst að efnin virðast eiga frekar greiða leið í grunnvatnið.

Þrátt fyrir að grunnvatn undir flugvallarsvæðinu sé undir efnaálagi benda niðurstöður efnagreininga úr holum utan flugvallarsvæðisins til þess að áhrif mengunar þar séu minni, líklega vegna þynningar. Í þessu sambandi má benda á að neysluvatn úr holum AS-1 og HN-2 uppfyllir öll skilyrði reglugerðar 536/2001 um neysluvatn. Grunnvatnssýni sem tekin hafa verið í grennd við gamla urðunarstaði sýna þó merki um áhrif ryðgaðs járnarusls.

Sýni sem safnað var af ÍSOR árin 2009 og 2014 benda til þess að áhrif gamallar mengunar utan flugvallarsvæðisins séu hverfandi ef frá er talinn hár styrkur ýmissa málma. Hár styrkur ýmissa málma í grennd við gamla urðunarstaði bendir til áhrifa af gömlu járnarusli. Gera verður ráð fyrir að öll mengandi efni sem blandast grunnvatni á flugvallarsvæðinu berist þaðan með grunnvatnsstraumum til sjávar. Niðurstöður efnagreininga innan flugvallarsvæðisins og utan þess benda til þess að styrkur mengandi efna í grunnvatni þynnist umtalsvert á leið sinni til sjávar.

Þar sem tríklóreten er það efni sem helst mælist í holum utan flugvallarsvæðisins er ástæða til að horfa á það sérstaklega. Styrkur þess er breytilegur í holum innan flugvallarsvæðisins (bæði í tíma og rúmi) en hefur tvisvar mælt yfir viðmiðum reglugerðar 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (10 µg/L) í holu FT-2. Í þeim holum þar sem tríklóreten hefur mælt utan svæðisins er styrkur þess um stærðargráðu lægri. Ef fylgst verður sérstaklega með styrk tríklóretens í grunnvatni er lagt til að holur FT-2, KEL-4 og ÖH-4 verði nýttar til þess en tríklóreten hefur greinst í vatni úr þeim öllum.

Í ljósi þess að lífræn efni greinast í minni styrk með aukinni fjarlægð frá flugvallarsvæðinu má nefna tvennt sem helst getur skýrt það. Í fyrsta lagi eru jarðlögin mjög lek og úrkoma á svæðinu er mikil. Því má gera ráð fyrir umtalsverðri þynningu mengandi efna í grunnvatninu. Í öðru lagi má benda á að vegna eðlisþyngdarmunar geta eðlisþung efni sem ekki leysast upp í vatni (DNAPL) leitað niður fyrir ferska grunnvatnið og í jarðsjó undir grunnvatninu. Á sama hátt geta eðlislétt efni sem ekki leysast upp í vatni (LNAPL) flotið ofan á grunnvatninu. Ekki er víst að hefðbundin dæling úr borholu nái sýni sem gefi raunhæfa niðurstöðu af styrk þeirra efna. Lagt er til að a.m.k. ein sýnataka innan flugvallarsvæðisins verði gerð með það í huga og þar verði sýni tekið fáum sentímetrum neðan grunnvatnsborðs annarsvegar og nokkrum metrum neðan við grunnvatnsborð hins vegar. Við greininar á því sýni er lagt til að áhersla verði lögð á að greina bensen, tólúen, ethýlbensen and xýlen (BTEX) sem er að finna í eldsneyti.

## 6 Áætlun um yfirlitsvöktun

Í viðauka III í reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun, grein 2.3, segir að leiðni og styrkur mengunarvalda sé þær færíbreyttur sem nota á til að ákvarða efnafræðilegt ástand grunnvatns. Í grein 2.4 um yfirlitsvöktun segir um val á færíbreyttum að fylgjast skuli með eftirtöldum færíbreyttum:

- Súrefnisinnihaldi
- Gildi sýrustigs
- Leiðni
- Nítrati
- Ammoníum

Jafnframt segir að í vatnshlotum sem talið er að nái ekki góðu efnafræðilegu ástandi skuli einnig fylgjast með færíbreyttum sem benda til álags af mögulegum mengunaruppsprettum sem tilgreindar eru í viðauka II. Í reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (með síðari tíma breytingum) eru tilgreind eftirfarandi efni sem krafist er vegna yfirlitsvöktunar:

- Brómaðir dífenýletrar
- Klórfenvinfos
- Klórþýrifos (klórþýrifosetýl)
- Blý og efnasambönd þess
- Bensó(a)þýren
- Bensó(b)flúoranten
- Tetraklóreten
- Tribútýltinsambönd

Bent er á að Listi III í A-hluta reglugerð 796/1999 (umhverfisgæðakröfur forgangsefna) þar sem ofantalin efni eru tilgreind eiga við um yfirborðsvatn. Efnin klórfenvinfos og klórþýrifos, sem talin eru upp í listanum, hafa ekki verið greind í þeim sýnum sem hingað til hefur verið safnað. Bæði efnin eru varnarefni sem notuð hafa verið gegn skordýrum í landbúnaði. Eftir því sem næst verður komist var framleiðslu klórfenvinfos hætt árið 1991. Ekki er talin ástæða til að ætla að þessi efni finnast í grunnvatnshlotinu.

Niðurstöður efnaeftirlits ÍSAVIA á nýliðnum árum gefur gott yfirlit um efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins innan flugvallarsvæðisins og í næsta nágrenni við það. Gert er ráð fyrir áframhaldandi vöktun á mengunarefnum í grunnvatni á vegum ÍSAVIA. Til viðbótar við þá vöktun er lagt til að árið 2021 verði tekin sýni úr neysluvatnsholunum AS-1 og HN-2 ásamt holunum VS-1 og VS-9 sem sýndar eru á mynd 5. Sýnum úr þessum holum var safnað árið 2009 en ekki árið 2014. Ástæða er talin til að fá staðfestingu á fyrri niðurstöðum úr þessum holum. Til að fá sem besta mynd af efnafræðilegu ástandi grunnvatns er lagt til að efnin í töflu 2 verði greind í þessum sýnum.

**Tafla 2.** Lagt er til að efnin sem tilgreind eru í töflunni verði greind í yfirlitsvöktun Umhverfisstofnunar á grunnvatnshlotinu Rosmhvalanes 2. Efnin sem tilgreind eru í listanum eru flest tilgreind í reglugerð 536/2001 um neysluvatn.

Efna-/eðlisþáttur	Efna-/eðlisþáttur
pH / hitastig (°C)	Sýaníð (CN)
Leiðni við 25°C	Ammóníum (NH <sub>4</sub> )
Natríum (Na)	Oxunarhæfni (COD <sub>Mn</sub> )
Magnesíum (Mg)	1,2-díklóróetan
Járn (Fe)	Tetraklóretýlen (Tetraklóreten)
Ál (Al)	Tríklóróeten
Arsen (As)	Summa tetra- og tríklóróetens
Bór (B)	Tríklórómetan
Kadmíum (Cd)	Tríbrómómetan
Kóbalt (Co)	Díbrómóklórómetan
Króm (Cr)	Brómódíklórómetan
Kopar (Cu)	Summa tríhalómetans
Kvikasilfur (Hg)	Bensen
Líþíum (Li)	Aldrín
Mangan (Mn)	Díeldrín
Mólybden (Mo)	Heptaklór
Nikkel (Ni)	Heptaklóroépoxið
Blý (Pb)	Cis-heptaklóroépoxið
Antimón (Sb)	Bensó(b)flúoranten
Selen (Se)	Bensó(k)flúoranten
Strontíum (Sr)	Bensó(ghi)perýlen
Vanadíum (V)	Indenó(123cd)pýren
Sink (Zn)	Summa ofantalinna PAH
Flúoríð (F)	Bensó(a)pýren
Klóríð (Cl)	Vínýlklóríð
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	Akrýlamíð
Brómat (BrO <sub>3</sub> )	Epíklórhydín
Nítrat (NO <sub>3</sub> )	
Nítrít (NO <sub>2</sub> )	

Efnin sem tilgreind eru í töflu 2 eru flest tilgreind í reglugerð 536/2001 um neysluvatn með þeim undantekningum að málmar eins og magnesíum, kóbalt, líþíum, mólybden, strontíum, vanadíum og sink eru á listanum þrátt fyrir að vera ekki tilgreindir í reglugerðinni. Lagt er til að þessir málmar verði greindir þar sem styrkur málma í nokkrum holum í grennd við gamla urðunarstaði hefur reynst vera hár. Þá eru hvorki tríklórómetan né tríbrómómetan tilgreind í reglugerðinni. Þessi efni tilheyra fjölskyldu trihalómetans en reglugerðin gerir kröfu um að gerð sé grein fyrir heildarmagni trihalómetans í neysluvatnssýnum. Önnur efni sem tilgreind eru í reglugerð 535/2011 (brómaðir dífenýletrar, blý, bensó(a)pýren, bensó(b)flúoranten, tetra-klóreten og tríbútýltinsambönd) eru einnig á listanum þar sem þau eru tilgreind í reglugerð 236/2001 um neysluvatn.

Ástæða þess að horft er til reglugerðar 536/2001 um neysluvatn til viðbótar við reglugerð 535/2011 um flokkun vatnshlota er sú að flest þau mengandi efna sem greinst hafa á flugvallarsvæðinu og í nágrenni þess eru tilgreind í þessum tveimur reglugerðum. Þá er bent á að sumar rannsóknarstofur bjóða upp á greiningarpakka (fyrir neysluvatn) sem inniheldur öll efnin sem tilgreind eru í töflu 2.

Til viðbótar við framangreinda sýnatöku er lagt til að sýni verði einu sinni á árinu 2021 tekin úr holum ÖH-1, ÖH-4, ÖH-5 og ÖH-7 og styrkur þeirra málma sem tilgreindir eru í töflu 2 verði greindur. Niðurstöður munu gefa gagnlegar upplýsingar um ástand grunnvatns í ákveðnum hluta grunnvatnshlotsins og gefa vísbendingar um leitni í styrk þessara málma. Ákvörðun um frekari sýnatöku eða aðgerðir er hægt að taka í framhaldi af niðurstöðum þeirrar sýnatöku.

Við sýnatöku skal vatni úr borholu dælt í a.m.k. 20 mínútur til að skola búnaðinn. Sömuleiðis skal skola síu í a.m.k. 10 mínútur áður en síuðum sýnum er safnað. Nota skal teflonsíuhaldara, síu (sellúlósa acetat) með 20 µm porustærð. Við sýnatökuna skal mæla hitastig vatnsins, pH og pH-hitastig, og rafleiðni. Lagt er til að sýnum sé safnað í eftirtaldar flöskur:

- 250 ml brún glerflaska f. pH/CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S/leiðni (ómeðhöndlað)
- 250 ml brún glerflaska f. NH<sub>4</sub> (ómeðhöndlað)
- 200 ml plastflaska f. TDS/B/F/Cl/SO<sub>4</sub> (ómeðhöndlað)
- 200 ml plastflaska f. TDS/B/F/Cl/SO<sub>4</sub> (síað)
- 100 ml plastflaska f. NO<sub>3</sub> – kæla (ómeðhöndlað)
- 125 ml sýrupvegin plastplaska f. katjónir og málma (síað og sýrt með 1 ml HNO<sub>3</sub> supra pur)
- 125 ml sýrupvegin plastplaska f. katjónir og málma (ósíað en sýrt með 1 ml HNO<sub>3</sub> supra pur)
- 100 ml brún glerflaska f. VOC (ómeðhöndlað)
- 1000 ml græn glerflaska f. díoxín (ómeðhöndlað)
- Flatar plastflöskur f. TOC (ómeðhöndlað)

Allar flöskur skulu skolaðar þrisvar með sýni áður en fyllt er á þær.

Gert er ráð fyrir að sýnasöfnun taki tvo daga fyrir tvær manneskjur. Áætlaður kostaður við sýnatöku og efnagreiningar er sýndur í töflu 3.



**Tafla 3.** Áætlaður kostnaður við sýnatöku og efnagreiningar. Ekki er gert ráð fyrir sérstakri úrvinnslu á niðurstöðum.

Lýsing	Fjöldi/magn	Einingarverð	Kostnaður
Sýnataka (2 manneskjur)	2 dagar	340.000 kr	680.000 kr
Frágangur/undirbúningur	4 klst.	17.000 kr	68.000 kr
Heildarefnagreining	4	200.000 kr	800.000 kr
Málmagreining (ÖH-holur)	4	25.000 kr	100.000 kr
Bifreið	2 dagar	10.000 kr	20.000 kr
<b>Samtals</b>			<b>1.668.000 kr</b>

## 7 Samantekt

Nokkuð gott yfirlit er til um efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins Rosmhvalanes 2 í kjölfar efnafræðilegs eftirlits sem ÍSAVIA og Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar hafa látið fara fram á undanförunum árum. Komið hefur í ljós að ýmis mengandi efni sem tengjast núverandi starfsemi á svæðinu finnast í borholum á flugvallarsvæðinu og í nágrenni þess. Í flestum tilvikum er styrkur þeirra þó undir þeim umhverfis- eða neysluvatnsviðmiðum sem í gildi eru.

Grunnvatn á svæðinu er mjög viðkvæmt fyrir mengun þar sem lekt berggrunnsins er mikil og jarðvegur bæði þunnur og gegndræpur. Mengandi efni eiga því auðvelda leið niður í grunnvatnið. Á hinn bóginn má benda á að vegna mikillar úrkomu og berglektar er afrennsli grunnvatns hratt og gera má ráð fyrir umtalsverðri þynningu mengandi efna með aukinni fjarlægð frá flugvallarsvæðinu. Vísbendingar um þetta er að sjá í niðurstöðum efnasýna sem safnað hefur verið á svæðinu á undanförunum árum.

Engar lindir eru þekktar á svæðinu og því má ætla að allt grunnvatn komi fram í lindum fyrir utan ströndina. Litlar tjarnir eru vestan við flugvallarsvæðið en þar sem djúpt er á grunnvatn á svæðinu er líklegt að þær sitji alllangt ofan við eiginlegt grunnvatnsborð og hafi ekki beina tengingu við grunnvatn. Ekki er því gert ráð fyrir að sú mengun sem greinst hefur í holum á flugvallarsvæðinu hafi umtalsverð neikvæð áhrif á umhverfi eða lífríki.

Lagt er til að yfirlitsvöktun svæðisins felist í því að til viðbótar við sýni sem tekin eru í tengslum við vöktun ÍSAVIA á svæðinu verði árið 2021 tekin sýni úr neysluvatnsholunum AS-1 og HN-2 ásamt holunum VS-1 og VS-9 sem sýndar eru á mynd 5 og efnin sem tilgreind eru í töflu 2 verði greind. Þá er lagt til að sýni verði einu sinni á árinu 2021 tekin úr holum ÖH-1, ÖH-4, ÖH-5 og ÖH-7 og styrkur málma verði greindur í sýnunum.

Ekki er víst að hefðbundin dæling úr borholu nái sýni sem gefi raunhæfa niðurstöðu af styrk þeirra eðlisléttra, torleysta efna (LNAPL) sem kunna að vera í efsta hluta grunnvatnsins. Lagt er til að a.m.k. ein sýnataka innan flugvallarsvæðisins verði gerð með það í huga að meta hvort LNAPL er þar að finna. Þá verði sýni tekið fáum sentímetrum neðan grunnvatnsborðs annars vegar og nokkrum metrum neðan við grunnvatnsborð hins vegar. Við greininar á því sýni er lagt til að áhersla verði lögð á að greina bensen, tólúen, ethýlbensen og xylen (BTEX) sem er að finna í eldsneyti.

## 8 Heimildir

- Daði Þorbjörnsson og Gunnlaugur M. Einarsson (2019). *Ásbrú – Hydrogeology*. Íslenskar orkurannsóknir, óbirt greinargerð.
- Freysteinn Sigurðsson (1985). *Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanesskaga. I. hluti: Yfirlitsskýrsla*. Orkustofnun, OS-85075/VOD-06. 102 bls.
- Finnbogi Óskarsson og Þórólfur H. Hafstað (2014). *Niðurstöður efnagreininga á sýnum úr grunnvatnsholum á Miðnesheiði*. Íslenskar orkurannsóknir, greinargerð, ÍSOR-14009. 19 bls.
- Gerður Stefánsdóttir, Davíð Egilsson og Svava Björk Þorláksdóttir (2020). *Eiginleiki grunnvatnshlota undir efnalági*. Skýrsla til Umhverfisstofnunar. Veðurstofa Íslands VÍ 2020-002. ISSN 1670-8261. 62 bls.
- Kristján Sæmundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Árni Hjartarson, Ingibjörg Kaldal, Sigurður Garðar Kristinsson og Skúli Víkingsson. (2016). *Jarðfræðikort af Suðvesturlandi, 1:100 000* (2. útgáfa). Reykjavík: Íslenskar orkurannsóknir.
- Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson (2009). Íslenskt jarðvegskort. *Náttúrufræðingurinn* 78 (3–4), 107–121.
- Reglugerð um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun* nr. 535/2011.
- Reglugerð um neysluvatn* nr. 536/2001.
- Reglugerð um varnir gegn mengun vatns* nr. 796/1999.
- Reglugerð um breytingu á reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns* nr. 533/2201
- Sigurður G. Kristinsson, Guðjón Eyjólfur Ólafsson, Þorgils Jónasson og Magnús Ólafsson (2009). *Sýnataka og efnagreiningar á vatni úr borholum á Miðnesheiði*. Íslenskar orkurannsóknir, greinargerð, ÍSOR-09073. 36 bls.
- Verrjuit, Arnold (1968). A note on the Ghyben-Herzberg formula. *Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology*. Delft, Netherlands: *Technological University*. 13 (4), 43–46.
- Verkís (2020a). *Hugsanleg varavatnsból á Rosmhvalanesi*. Minnisblað dagsett 11. mars 2020. Verknúmer 96053160.
- Verkís (2020b). *Keflavíkurflugvöllur – Grunnvatnsrannsóknir í nóvember 2019*. Minnisblað dagsett 18. mars 2020. Verknúmer 90653. 27 bls.
- Verkís (2019). *Keflavíkurflugvöllur – Grunnvatnsrannsóknir í mars 2019*. Minnisblað unnið fyrir ISAVIA. Dagsett 2019-07-01. Verknúmer 96053. 22 bls.
- Verkís (2018). *Keflavíkurflugvöllur. Grunnvatnsrannsóknir. Samantekt á sýnatökum framkvæmdum 10. apríl 2017, 12. september 2017 og 18. mars 2018*. Greinargerð nr. 3025, dagsett 7. júní 2016. Verknúmer 96053. 56 bls.
- Verkís (2017a). *Keflavíkurflugvöllur grunnvatnsrannsókn 2017*. Ónúmeruð greinargerð dagsett 29/06/2017. Unnin fyrir ISAVIA. 14 bls.
- Verkís (2017b). *Vöktun grunnvatns á Keflavíkurflugvelli. Notkun afisingarefna og annarra hreinsiefna tengdum flugflota*. Ónúmeruð greinargerð dagsett 28.11.2017. Verknúmer 96053. 25 bls.

Þórólfur H. Hafstað, Sigurður G. Kristinsson, Daði Þorbjörnsson og Guðjón Eyjólfur Ólafsson (2008). *Hitaveita Suðurnesja. Hita- og leiðnimælingar gerðar 2008 í ferskvatni á vatns-vinnslusvæðinu og á áhrifasvæði affalls frá Svartsengi*. Íslenskar orkurannsóknir, greinargerð, ÍSOR-081239. 25 bls.

Þórólfur H. Hafstað og Lúðvík S. Georgsson (1990). *Rosmhvalanes. Jarðsjór, jarðvatn, jarðhiti. Sérverkefni í fiskeldi 1988*. Orkustofnun, OS 90003/VOD – 02 B. 14 bls.