

# **Þátttaka LbhÍ í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012 – 2021. Skýrsla fyrir árið 2014.**

LbhÍ kemur að eða hefur umsjón með eftirfarandi vöktunarþáttum (skáletrað) skv. Vöktunaráætlun Umhverfisstofnunar fyrir árin 2012-2021.

## **Vöktunarþáttur: Grasbítar (sauðfé og hross)**

**Mælipættir:** Dýralæknir skoðar hvort ummerki séu um flúorskaða á tönnum og kjálkum sláturfjár ásamt því að fram fara mælingar á flúor í beinösku kjálkabeina. *Dýralæknir skoðar hvort ummerki sé um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa og metur ástand liðamóta.*

**Staðsetning sauðfjávöktunar:** Grímsstaðir, Hjalli, Kiðafell, E-Leirárgarðar, Hóll, Hrafnabjörg, Innri-Hólmur, Skipanes, Skorholt, Vogatunga, Þaravellir, Galtarholt og Gröf II. Til samanagerðar verður sýnum (sláturhausum) einnig safnað frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi.

**Staðsetning vöktunar hrossa:** Skipanes, Ytri Hólmur, Litla Fellsöxl, Miðdalur, og Kalastaðakot.

**Söfnunartími/rekstrartími:** Árlegar mælingar á flúor í kjálkabeinum sauðfjár. *Árleg skoðun á tönnum og ástandi liðamóta sauðfjár og hrossa.*

**Lag mælinga:** Ástandskoðun tanna og liðamóta sauðfjár og hrossa að hausti ár hvert eða þegar hrossastóð er tekið í hús eða í heimahaga. Söfnun hausa af sláturfé til flúormælinga og skoðun á ummerkjum um flúorskaða í tönnum og kjálkum (lamba og kinda) árlega að hausti.

**Umsjónaraðili:** Nýsköpunarmiðstöð, Tilraunastöðin að Keldum.

Við söfnun sauðfjárhausa til flúormælinga er leitast við að ná fjórum lambshausum og fjórum hausum að fé sex vetra eða eldra á hverjum bæ. *Við könnun á ummerkum um flúorskaða í tönnum sauðfjár og ástandi liðamóta verður leitast við að skoða elsta fé í fjárstofni hvers bæjar (eftirlifandi af dýrum fædd 2004-5) og fé á tanntökualdri (2-3 vetra). Leitast verður við að skoða á bilinu 10-12 skepnur á hverjum bæ. Við könnun á ummerkjum um flúorskaða í tönnum hrossa og bólgum í liðamótum verður leitast við að skoða undaneldismerar sem alið hafa mestan aldur sinn í námunda við iðnaðarsvæðið á Grundartanga.*

## **Vöktunarþáttur: Hey**

**Mælipættir:** Magn flúors og heildar brennisteins.

**Staðsetning:** Gröf II, Innri-Hólmur, Litla Fellsöxl, Hrafnabjörg, Kiðafell og Grímsstaðir.

**Söfnunartími/rekstrartími:** Annað hvert ár. Fyrst 2012.

**Lag mælinga:** *Sýni tekin af tünnum rétt fyrir fyrsta slátt eða úr heyrúllum skömmu eftir þökkun.*

**Umsjónaraðili:** Landbúnaðarháskóli Íslands, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

*Leitast verður við að taka sýni af tünnum sem fjærst sjó og þjóðvegi og þar sem áburðarmagn og tegund áburðar er þekkt.*

## **Framkvæmd**

Magnús Freyr Ólafsson, verkefnisstjóri umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga, var tengiliður við bændur og skipulagði framkvæmd verksins. Eins og í fyrra var ákveðið að heimsækja bæina að mestu eftir áramót. Bæir voru heimsóttir á 4

dögum; 23. sept 2014, 16. og 23. janúar 2015 og 12. feb 2015. Samstarf við bændur og skoðun búfjár gekk vel

## Hey

Heysýni voru tekin á 6 bæjum, alls 12 sýni. Greining fór fram hjá Nýsköpunarmiðstöð. Flúor: úrdráttur í 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sýni blandað við Citrat-Nitrat búffer og flúorinnihald greint með flúor-sértækri elektróðu. Brennisteinn: Sýrusuða, þynnt, magngreint með ICP-OES. Gildi gefin upp miðað við 0% raka.

### 1. tafla. Niðurstöður heyefnagreininga.

Bær	dags.	nr. sýnis	tún	Flúor	Brennisteinn
				mg/kg þ.e.	g/kg þ.e.
Hrafnabjörg	23.jan 15	125567	Vellir 2	20,1	2,22
		125568	Háamýri 15	16,9	2,67
Eystra Miðfell	23.jan 15	125563	Bringur	1,9	2,27
		125564	Kinn	2,0	2,98
Litla Fellsöxl	16.jan 15	125561	Sléttur	8,7	2,32
		125562	Sléttur	7,5	2,36
Innri Hólmur	16.jan 15	125571	Tún 15	8,4	3,51
		125572	Tún 7	5,5	2,96
Kiðafell	12.feb 15	125565	Útskálahamar	2,2	1,90
		125566	Kiðafell	2,1	1,59
Grímsstaðir	12.feb 15	125569	Nýrækt	2,3	2,38
		125570	Nýrækt 2	5,0	3,35
Yfirlit	Lægsta gildi			1,9	1,59
	Meðalgildi			6,9	2,54
	Miðgildi			5,0	2,36
	Hæsta gildi			20,1	3,51

Til samanburðar eru gildi fyrir flúor frá viðmiðunarstöðum fyrri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 ppm (Iðnaðarráðuneytið, Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard, & R Sulzberger, 1970) og 4,2 ppm F í grasi og heyi (Friðrik Pálmason et al., 1985). Í núverandi rannsókn skera sýnin frá Hrafnabjörgum sig úr með 16,9 og 20,1 mg F / kg þ.e.. Öll sýnin eru undir 30 mgF/kg sem gjarnan eru talin þolmörk grasbíta. Við eldgos eru allt aðrar tölur uppá teningnum. Flúormagn í grasi mældist til dæmis um 4300 ppm í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var magnið komið niður fyrir 30 ppm (Guðmundur Georgsson et al., 1981). Niðurstöður brennisteinsgreininga eru í takt við niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum víðs vegar af landinu (Grétar Hrafn Harðarson o.fl. 2006), þar voru meðal- og miðgildi 2,3 og lægsta og hæsta gildi 1,2 og 3,6.

## Skoðun lifandi dýra.

Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi lýst 1974 (National Research Council, 1974).

### 2. tafla: Matskerfi fyrir breytingar á tönnum (National Research Council 1974)

---

0	Eðlilegt
1	Óvís áhrif (t.d. minni háttar blettir sjáanlegir í glerungi)
2	Minni háttar áhrif. Minni háttar flekkir á glerungi, þverrákir, ekkert óeðlilega mikið slit. Minni háttar litun getur verið sjáanleg.
3	Nokkur áhrif. Flekkir, glerungur mattur á stórum svæðum, holur/dældir í glerungi. Aukið slit getur verið sjáanlegt og litun líkleg.
4	Umtalsverð áhrif. Glerungur mattur, einhver vanþroski í tönnum og þar af leiðandi minni tennur, holur/dældir í glerungi, aukið slit, litun líkleg.
5	Alvarleg áhrif. Áberandi vanþroski tanna, aukið slit, holur/dældir og eyðing glerungs, litun líkleg.

---

38 hross á 6 bæjum voru skoðuð. Leitast var við að taka bæði gömul og ung hross til skoðunar. Jafnframt að þau væru að mestu uppalin á bænum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Almenn var matið mjög lágt eins og kemur fram í töflu 3. Hæsta meðaltalsgildi fyrir allar tennur var í hrossum frá Skipanesi, 0,40 og lægst í hrossum frá Litlu Fellsöxl, 0. Nokkur breytileiki er á litarhætti tanna milli ára bæði innan bús og milli búa.

72 kindur á 6 bæjum voru skoðaðar eða um 12 kindur á hverjum bæ. Leitast var við að taka um 8 eldri ær og 4 yngri í skoðun á hverjum bæ. Nokkur óvissa var með aldur eldri kinda í Vogatungu. Líkt og hjá hrossunum var matið almennt mjög lágt sbr. töflu 4. Hæsta meðaltalsgildi fyrir framtennur var á Grímsstöðum 0,54 og lægst í Vogatungu 0,01 Mat á ástandi jaxla var með hæsta gildi á Kiðafelli 0,33 og lægst á Innri Hólmi 0,04.

### Ályktun

Þessar fyrstu niðurstöður á mælingum á flúor og brennisteini í heyi af vöktunarsvæði iðjuveranna í Hvalfirði sýna gildi innan eðlilegra marka að undanskildum sýnum frá Hrafnabjörgum þar sem flúor mældist 16,9 og 20,1 ppm. Þessi gildi er þó innan þeirra marka sem almennt eru talin þolmörk grasbíta. Engin athugasemd er því gerð við hollustu þessara heyja með tilliti til þessara tveggja þátta.

Niðurstöður skoðana tanna og liðamóta lifandi búfjár gefa til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðmóta var innan þeirra marka sem skýrsluhöfundur telur eðlilegt.

Heimildir:

Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson, & Jóhannes Sigvaldason. (1985). *Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfénað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfénað*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.

Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacíus, Bragi Línadal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson og Tryggvi Eiríksson, 2006. *Styrkur snefilefna í heyi*. Fræðaðing landbúnaðarins 2006, bls. 179-189.

Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson, & Páll A. Pálsson. (1981). *Flúoreitrun í búfé*. Ráðunautafundur(1981), 178-187.

Iðnaðarráðuneytið, Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard, & R Sulzberger. (1970). *Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna*. Reykjavík: Iðnaðarnáðuneytið.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1974) *Effects of Fluorides in Animals*. National Academy of Sciences, National Academies Press. pp 22-26.

3.tafla. Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í hrossum

Bær	dags	n	aldur	iur_3	iur_2	iur_1	iul_1	iul_2	iul_3	ilr_3	ilr_2	ilr_1	ill_1	ill_2	ill_3	Meðaltal	liðir
Skipanes	23.1.2015	8	12	0,00	0,63	0,63	0,63	0,50	0,00	0,25	0,50	0,50	0,50	0,38	0,25	0,40	0,00
Ytri-Hólmur	16.1.2015	6	9	0,00	0,33	0,33	0,33	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
Litla Fellsöxl	16.1.2015	6	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Miðdalur	12.2.2015	5	16	0,00	0,60	0,80	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00
Kalastaðakot	16.1.2015	7	10	0,00	0,43	0,57	0,57	0,43	0,00	0,00	0,43	0,43	0,43	0,43	0,00	0,31	0,00
Kiðafell	23.9.2014	6	14	0,17	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,04	0,00

Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

4. tafla. Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í sauðfé.

Bær	dags	n	aldur	ilr_4	ilr_3	ilr_2	ilr_1	ill_1	ill_2	ill_3	ill_4	meðaltal	mr	ml	liðir
Grímsstaðir	12.2.2015	12	4,83	0,25	0,64	0,58	0,67	0,64	0,67	0,58	0,33	0,54	0,08	0,08	0,00
Innri Hólmur	16.1.2015	12	6,42	0,09	0,08	0,17	0,09	0,08	0,00	0,17	0,00	0,09	0,00	0,08	0,00
Hrafnabjörg	23.1.2015	12	5,42	0,00	0,25	0,08	0,17	0,33	0,17	0,08	0,00	0,14	0,25	0,50	0,00
Eystra Miðfell	23.1.2015	12	3,92	0,09	0,08	0,50	0,25	0,40	0,45	0,30	0,09	0,27	0,08	0,08	0,00
Vogatunga	16.1.2015	12	6,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,17	0,00
Kiðafell	12.2.2015	12	4,92	0,20	0,17	0,00	0,20	0,10	0,09	0,17	0,22	0,14	0,25	0,42	0,00

Skýring: mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga

### TILGANGUR

1. Skoða kjálka úr sauðfé með tilliti til sýnilegra vísbendinga um skemmdir í tönnum og beinum af völdum flúors
2. Mæla flúormagn í kjálkabeinum

### AÐILAR

Verkpáttur	Stofnun	Starfsaðilar
Móttaka og skráning	Tilraunastöð HÍ, Keldur	Ómar Runólfsson
Tilreiðsla sýna	Tilraunastöð HÍ, Keldur	Ómar Runólfsson
Skoðun kjálka	Tilraunastöð HÍ, Keldur	Ólöf G. Sigurðardóttir Einar Jörundsson
Skýrslugerð	Tilraunastöð HÍ, Keldur	Ólöf G. Sigurðardóttir
Flúormæling	Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Keldnaholti	Helga Dögg Flosadóttir
Verkefnastjórn		Magnús Freyr Ólafsson

### SÝNI

Skoða átti hausa af fjórum lömbum og fjórum fullorðnum kindum frá 12 bæjum sem slátrað var haustið 2014. Til viðmiðunar áttu einnig að koma hausar af lömbum og fullorðnu fé frá tveimur stöðum á landinu; Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi þar sem kindur eru á fjörubeit, og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi; samtals 112 hausar. Alls voru 110 hausar frá 14 bæjum sendir inn til rannsóknar. Af þessum hausum voru 56 af lömbum og 54 af fullorðnu fé (sjá töflu 1 fyrir neðan og viðhengi 1). Hausarnir voru móttæknir frá lok september fram í byrjun nóvember 2014.

Kjálkar voru skoðaðir nánar m.t.t. breytinga í tönnum og kjálkabeinum. Sýni úr kjálkum voru send í flúormælingu á Nýsköpunarmiðstöð Íslands þann 11. nóvember. Niðurstaða úr þeim mælingum lá fyrir þann 20. janúar 2015.

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga

Tafla 1. Bæir / sýni:

Áætlað úrtak		Móttekin sýni	Fjöldi til rannsóknar / Fjöldi móttekinn				
			Lömb		Kindur		
Kjós	Grímsstaðir	Grímsstaðir	4	4	4	4	
	Hjalli	Hjalli	4	4	4	4	
	Kiðafell	Kiðafell	4	4	4	4	
Borgarfjarðarsýsla	Eystri-Leirárgarðar	E-Leirárgarðar	4	4	4	4	
	Eystra-Miðfell	Eystra-Miðfell	4	4	4	3	
	Gröf II	Gröf II	4	4	4	2	
	Hóll	Hóll	4	4	4	4	
	Hrafnabjörg	Hrafnabjörg	4	4	4	4	
	Innri-Hólmur	Innri-Hólmur	4	4	4	4	
	Skipanes	Skipanes	4	4	4	4	
	Skorholt	Skorholt	4	4	4	5 <sup>1)</sup>	
	Vogatunga	Vogatunga	4	4	4	4	
	<i>Viðmiðunarsýni – sauðfé</i>						
		Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	Bjarnarhöfn	4	4	4	4
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	Skjaldfönn	4	4	4	4	
<b>SAMTALS</b>			56	56	56	54	

<sup>1)</sup> Einum haus ofaukið; ekki tekinn með í rannsóknum.

### NIÐURSTÖÐUR

Helstu breytingar sem sást í kjálkabeinum og tönnum, ásamt flúormagni er að finna í viðhengi 2.

Nokkuð var um slit á tönnum og tannlos í fullorðnu fé. Einnig sást beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu, og í einstaka tilvikum þykkun í kjálkabeini (bein- og beinmergsbólga eða tannkýli). Ekki virtist vera greinilegt samband á milli magn flúors og tannheilsu, en léleg tannheilsa var algengari í eldra fé; þetta var þó breytilegt á milli bæja.

Ekki sást breytingar í tönnum sem bentu til flúoreitrunar. Kindur frá Vogatungu voru með hæsta meðaltal flúors (1560 µg/g beinaska) og hæsta meðaltal flúors í lömbum var frá bænum Innri-Hólmur (364 µg F/g beinaska); sjá töflu 2.

Engin kjálkasýni mældust með flúormagn > 2000 µg/g beinaska.

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga

Tafla 2: Meðaltal flúors í kjálkabeinum

Bær	Aldursflokkur (meðalaldur)	Fjöldi dýra	Meðaltal flúors ( $\mu\text{g/g}$ ) í beinösku (min-max)
Vogatunga	Kindur ( $\geq 5,75$ v)	4	<b>1560</b> (1467-1694)
Innri-Hólmur	Kindur (5,75 v)	4	<b>1499</b> (1355-1728)
Hrafnabjörg	Kindur ( $\geq 4$ v)	4	<b>1410</b> (940-1851)
Grímsstaðir	Kindur (7,25 v)	4	<b>1381</b> (1284-1551)
Eystra-Miðfell	Kindur (5,33 v)	3	<b>1370</b> (1022-1551)
Gröf	Kindur ( $\geq 2,5$ v)	2	<b>1248</b> (752-1745)
Skipanes	Kindur (5,5 v)	4	<b>999</b> (718-1204)
Skorholt	Kindur (7,25 v)	4	<b>965</b> (795-1102)
Hóll	Kindur (11,5 v)	4	<b>836</b> (683-992)
Kiðafell	Kindur (7,5 v)	4	<b>797</b> (662-896)
Hjalli	Kindur (6,75 v)	4	<b>788</b> (573-933)
E-Leirárgarðar	Kindur (3,5 v)	4	<b>438</b> (146-940)
Skjaldfönn *	Kindur (8,75 v)	4	718 (605-816)
Bjarnarhöfn *	Kindur ( $\geq 4$ v)	4	646 (616-694)
Innri-Hólmur	Lömb	4	<b>364</b> (302-414)
Eystra-Miðfell	Lömb	4	<b>339</b> (302-379)
Gröf	Lömb	4	<b>257</b> (233-282)
Vogatunga	Lömb	4	<b>153</b> (131-183)
Grímsstaðir	Lömb	4	<b>93</b> (84-112)
Hjalli	Lömb	4	<b>90</b> (72-105)
Hóll	Lömb	4	<b>84</b> (66-101)
Hrafnabjörg	Lömb	4	<b>78</b> (56-120)
Skipanes	Lömb	4	<b>77</b> (49-99)
Skorholt	Lömb	4	<b>72</b> (50-118)
Kiðafell	Lömb	4	<b>61</b> (44-77)
E-Leirárgarðar	Lömb	4	<b>53</b> (47-59)
Skjaldfönn *	Lömb	4	83 (16-176)
Bjarnarhöfn *	Lömb	4	47 (37-59)

\* Viðmiðunarsýni



## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga

### SAMANTEKT

Engin kind mældist með flúormagn  $> 2000 \mu\text{g/g}$  beinaska. Hæsta meðaltal flúors ( $1560 \mu\text{g/g}$  beinaska) mældist í fullorðnu fé frá Vogatungu, en kindurnar voru á bilinu  $\geq 4-8$  vetra. Á 6 af 12 bæjum var meðaltal flúors yfir  $1000 \mu\text{g/g}$  beinaska í fullorðnu fé; aldur kindanna var frá 1-8 vetra, meðalaldur  $\geq 5$ .

Um 55% af fullorðnu fé var með allar framtennur en hinar kindurnar höfðu misst eina eða fleiri framtennur; rúmlega 6% hafði misst allar framtennur og kom það í veg fyrir mat á glerungi.

Margar kindur voru með tannlos og ójafnt slit á jöxlum, tannskemmdir sem sjást m.a. við flúoreitrun, en ekki virtist vera greinilegt samband á milli tannheilsu og magn flúors í kjálkabeinum. Að auki voru ekki sýnilegar skemmdir í glerungi framtanna sem bentu til flúoreitrunar.

Reykjavík, 22. janúar 2015

Ólöf G. Sigurðardóttir

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 1: Bær / sýni

Bær	Nr.	Aldur	Merki	Mark	Sláturhús	Komud.	Athugasemd
Hrafnabjörg	F 001	Lamb	vantar	Heilr.b.fr./Sn.fr.			
Hrafnabjörg	F 002	Lamb	vantar	Sn.fr.b.fr./Heilr.			
Hrafnabjörg	F 003	Lamb	vantar	b.fr./Sn.fr.			
Hrafnabjörg	F 004	Lamb	vantar	b.fr./Sn.fr.			
Skipanes	F 005	3 vetra	10B4-1027	Sýlt b.fr./fj.a.	heima	24.sep	
Skipanes	F 006	7 vetra	10B4-7025	Sýlt b.a./Sn.fr.	heima	24.sep	
Skipanes	F 007	7 vetra	10B4-7032	Sýlt fj.fr./Blst.fr.b.fr.	heima	24.sep	
Skipanes	F 008	5 vetra	10B4-9028	St.fj.fr./Sýlt b.a.	heima	24.sep	
Hjalli	F 009	9 vetra	15K1-5003	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 010	4 vetra	15K1-0006	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 011	7 vetra	15K1-7005	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 012	7 vetra	15K1-7007	Sýlt fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 013	Lamb	vantar	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 014	Lamb	vantar	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 015	Lamb	vantar	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Hjalli	F 016	Lamb	vantar	fj.a./gb.	SS	25.sep	
Grímsstaðir	F 017	Lamb	vantar	b.fr./b.fr.	SS	25.sep	
Grímsstaðir	F 018	Lamb	vantar	b.fr./b.fr.	SS	25.sep	
Grímsstaðir	F 019	Lamb	vantar	b.fr./Heilr.b.fr.fj.a.	SS	25.sep	
Grímsstaðir	F 020	Lamb	vantar	...../ Sýlt br.a.	SS	25.sep	
E-Leirárgarðar	F 021	1 vetra	24B4-590	ómarkaður	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 022	1 vetra	24B4-153	Stýft gb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 023	4 vetra	24B4-0298/0037	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar <sup>1)</sup>	F 024	8 vetra	24B4-2006-11	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 025	Lamb	24B4-101	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 026	Lamb	24B4-112	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 027	Lamb	24B4-324	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	
E-Leirárgarðar	F 028	Lamb	24B4-353	gagnb./alheilt	Sauðárkr.	24 sept.	

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 1: Bær / sýni

Bær	Nr.	Aldur	Merki	Mark	Sláturhús	Komud.	Athugasemd
Skorholt	F 029	Lamb	11B4-486	fj.a./br.a.	Sauðárkr.	24 sept.	
Skorholt	F 030	Lamb	11B4-641	fj.a./br.a.	Sauðárkr.	24 sept.	
Skorholt	F 031	Lamb	11B4-944	fj.a./br.a.	Sauðárkr.	24 sept.	
Skorholt	F 032	Lamb	11B4-1253	fj.a./br.a.	Sauðárkr.	24 sept.	
Skjaldfönn	F 033	8 vetra	12NÍ6-267	Sýlt/Blst.a.	SS Selfossi	1.okt.	
Skjaldfönn	F 034	10 vetra	12NÍ6-06-255	Sýlt/Blst.a.	SS Selfossi		
Skjaldfönn	F 035	9 vetra	12NÍ6-07-288	Sn.fr./b.a.	SS Selfossi		
Skjaldfönn	F 036	8 vetra	12NÍ6-8349	Sýlt b.fr./Blst.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 037	9 vetra	28K1-5004	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 038	8 vetra	28K1-6094	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 039	7 vetra	28K1-7139	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 040	6 vetra	28K1-8156	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 041	Lamb	vantar	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 042	Lamb	vantar	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 043	Lamb	vantar	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Kiðafell	F 044	Lamb	vantar	alheilt/Heilr.b.a.	SS Selfossi		
Hóll	F 045	Lamb	vantar	Blaðr.a.b.fr./St.	SS Selfossi		
Hóll	F 046	Lamb	vantar	Blaðr.a.b.fr./St.	SS Selfossi		
Hóll	F 047	Lamb	vantar	Blaðr.a.b.fr./St.	SS Selfossi		
Hóll	F 048	Lamb	vantar	Blaðr.a.b.fr./St.	SS Selfossi		
Skipanes	F 049	Lamb	vantar	St.fj.fr./St.b.fr.	SS Selfossi		
Skipanes	F 050	Lamb	vantar	St.fj.fr./St.b.fr.	SS Selfossi		
Skipanes	F 051	Lamb	vantar	Sýlt b.a./alheilt	SS Selfossi		
Skipanes	F 052	Lamb	vantar	Sýlt b.a./alheilt	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 053	Lamb	vantar	Sýlt b.fr.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 054	Lamb	vantar	Sýlt b.fr.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 055	Lamb	vantar	Sn.fr./Sn.fr.b.a.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 056	Lamb	vantar	Sn.fr./Sn.fr.b.a.	SS Selfossi		
Gröf	F 057	≥ 4 vetra	vantar	Blst.fr./Blst.fr.	Heimasl.		
Gröf	F 058	1 vetra	vantar	alheilt/alheilt	Heimasl.		

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 1: Bær / sýni

Bær	Nr.	Aldur	Merki	Mark	Sláturhús	Komud.	Athugasemd
Gröf	F 059	Lamb	vantar	alheilt/alheilt	Heimasl.		
Gröf	F 060	Lamb	vantar	alheilt/alheilt	Heimasl.		
Gröf	F 061	Lamb	vantar	alheilt/alheilt	Heimasl.		
Gröf	F 062	Lamb	vantar	alheilt/alheilt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 063	4 vetra	26B1-1104	St.b.fr./Blst.a.	Heimasl.		
E-Miðfell	F 064	7 vetra	6B1-7011	gb./Sýlt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 065	5 vetra	6B1-9001	gb./Sýlt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 066	Lamb	6B1-08	gb./Sýlt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 067	Lamb	6B1-28	gb./Sýlt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 068	Lamb	6B1-40	gb./Sýlt	Heimasl.		
E-Miðfell	F 069	Lamb	6B1-54	gb./Sýlt	Heimasl.		
Skjaldfönn	F 070	Lamb	12NÍ6-188	Sýlt/eyrað af	Norðenska		
Skjaldfönn	F 071	Lamb	12NÍ6-192	Sýlt/Blst.a.	Norðenska		
Skjaldfönn	F 072	Lamb	12NÍ6-230	Sýlt/Blst.a.	Norðenska		
Skjaldfönn	F 073	Lamb	12NÍ6-330	Sýlt/Blst.a.	Norðenska		
Vogatunga	F 074	Lamb	6B4-207	Heilr.b.a./alheilt	Heimasl.		
Vogatunga	F 075	Lamb	6B4-265	Heilr.b.a./alheilt	Heimasl.		
Vogatunga	F 076	Lamb	6B4-310	alheilt/alheilt	Heimasl.		
Vogatunga	F 077	Lamb	6B4-320	alheilt/alheilt	Heimasl.		
Innri-Hólmur	F 078	4 vetra	3B2-0015	Blst.fr./Blst.fr.gb.	Heimasl.		
Innri-Hólmur	F 079	8 vetra	2B2-2028	Tvíst.a.fj.fr./Sýlt	Heimasl.		
Innri-Hólmur	F 080	6 vetra	2B2-8029	Blst.fr./Blst.fr.gb.	Heimasl.		
Innri-Hólmur	F 081	5 vetra	2B2-9021	Blst.fr./Blst.fr.gb.	Heimasl.		
Innri-Hólmur	F 082	Lamb	vantar	Blst.fr./Blst.fr.gb.	SS Selfossi		
Innri-Hólmur	F 083	Lamb	vantar	Blst.fr./Blst.fr.gb.	SS Selfossi		
Innri-Hólmur	F 084	Lamb	vantar	Blst.fr./Blst.fr.gb.	SS Selfossi		
Innri-Hólmur	F 085	Lamb	vantar	Blst.fr./Blst.fr.gb.	SS Selfossi		
Skorholt	F 086	9 vetra	11B4-5528	andfj.a./alheilt	?		
Skorholt	F 087	8 vetra	11B4-6783	andfj.a./alheilt	?		
Skorholt	F 088	6 vetra	11B4-7852	andfj.a./b.fr.	?		

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 1: Bær / sýni

Bær	Nr.	Aldur	Merki	Mark	Sláturhús	Komud.	Athugasemd
Skorholt	F 089	6 vetra	11B4-7947	andfj.a./b.a.	?		
Skorholt	F 090	5 vetra	11B4-8015	andfj.a./alheilt	?		Fleygt
Vogatunga	F 091	8 vetra	6B4-0006		Heimasl.		
Vogatunga	F 092	≥ 4 vetra	vantar	Heilr.b.a./Sn.a.	Heimasl.		
Vogatunga	F 093	≥ 4 vetra	vantar	Heilr.b.a./Sn.a.	Heimasl.		
Vogatunga	F 094	7 vetra	6B4-100	Heilr.b.a./Sn.a.	Heimasl.		
Hrafnabjörg	F 095	≥ 4 vetra	13B1	b.fr./Sn.fr.	Heimasl.		
Hrafnabjörg	F 096	≥ 4 vetra	13B1	b.fr./Sn.fr.	Heimasl.		
Hrafnabjörg	F 097	≥ 4 vetra	13B1	b.fr./Sn.fr.	Heimasl.		
Hrafnabjörg	F 098	≥ 4 vetra	13B1	Sn.b.fr./Sn.fr.	Heimasl.		
Hóll	F 099	12 vetra	12B1-204	Blaðr.fr./St.	Heimasl.		
Hóll	F 100	12 vetra	12B1-234	Blaðr.a.b.fr./St.	Heimasl.		
Hóll	F 101	11 vetra	12B1-303	Blaðr.a./St.b.fr.	Heimasl.		
Hóll	F 102	11 vetra	12B1-867	Blaðr.a./St.b.fr.	Heimasl.		
Bjarnarhöfn	F 103	≥ 4 vetra	vantar	alheilt/St.gb.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 104	≥ 4 vetra	vantar	alheilt/St.gb.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 105	≥ 4 vetra	vantar	alheilt/St.gb.	SS Selfossi		
Bjarnarhöfn	F 106	≥ 4 vetra	vantar	Sn.fr./Sn.fr.b.a.	SS Selfossi		
Grímsstaðir	F 107	8 vetra	12K1-6077	alheilt/Sýlt b.fr.	Heimasl.		
Grímsstaðir	F 108	7 vetra	12K1-7089	b.fr./b.fr.fj.a.	Heimasl.		
Grímsstaðir	F 109	7 vetra	12K1-7091	alheilt/Sýlt fj.a.	Heimasl.		
Grímsstaðir	F 110	7 vetra	12K1-7094	Blst.a./fj.fr.	Heimasl.		

<sup>1)</sup> F 024. Númerið vantaði neðst á eyrnamerki en aftan á eyrnamerki stóð: 2006-11

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 2: Flúormagn/helstu breytingar

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Hrafnabjörg	F 001	Lamb	56					
Hrafnabjörg	F 002	Lamb	61					
Hrafnabjörg	F 003	Lamb	120					
Hrafnabjörg	F 004	Lamb	74					
Skipanes	F 005	3 v	718	+	+	+++	++	
Skipanes	F 006	7 v	1060	++	++	+		
Skipanes	F 007	7 v	1204	++	+			
Skipanes	F 008	5 v	1015	+		++	+	
Hjalli	F 009	9 v?	933	+	+++	+		
Hjalli	F 010	4 v	573					
Hjalli	F 011	7 v	760	+	+++	+		
Hjalli	F 012	7 v	888	+	++	+		
Hjalli	F 013	Lamb	100					
Hjalli	F 014	Lamb	84					
Hjalli	F 015	Lamb	105					
Hjalli	F 016	Lamb	72					
Grímsstaðir	F 017	Lamb	87					
Grímsstaðir	F 018	Lamb	91					
Grímsstaðir	F 019	Lamb	112					
Grímsstaðir	F 020	Lamb	84					
E-Leirárgarðar	F 021	1 v?	146	+				1)
E-Leirárgarðar	F 022	1 v	187					2)
E-Leirárgarðar	F 023	4 v	479	++	+	+		
E-Leirárgarðar	F 024	8 v	940	+		+		
E-Leirárgarðar	F 025	Lamb	47					
E-Leirárgarðar	F 026	Lamb	54					
E-Leirárgarðar	F 027	Lamb	53					
E-Leirárgarðar	F 028	Lamb	59					
Skorholt	F 029	Lamb	50					
Skorholt	F 030	Lamb	76					
Skorholt	F 031	Lamb	57					
Skorholt	F 032	Lamb	118					
Skjaldfönn	F 033	8 v	816	++	+			
Skjaldfönn	F 034	10 v	605	+	+			
Skjaldfönn	F 035	9 v	773	++				
Skjaldfönn	F 036	8 v	680	++				
Kiðafell	F 037	9 v	742	+		+		
Kiðafell	F 038	8 v	890	+	+++	+		
Kiðafell	F 039	7 v	896	++		+		
Kiðafell	F 040	6 v	662	++		+		
Kiðafell	F 041	Lamb	44					
Kiðafell	F 042	Lamb	72					
Kiðafell	F 043	Lamb	77					
Kiðafell	F 044	Lamb	53					
Hóll	F 045	Lamb	88					
Hóll	F 046	Lamb	80					
Hóll	F 047	Lamb	66					
Hóll	F 048	Lamb	101					

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 2: Flúormagn/helstu breytingar

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Skipanes	F 049	Lamb	99					
Skipanes	F 050	Lamb	90					
Skipanes	F 051	Lamb	49					
Skipanes	F 052	Lamb	69					
Bjarnarhöfn	F 053	Lamb	37					
Bjarnarhöfn	F 054	Lamb	46					
Bjarnarhöfn	F 055	Lamb	48					
Bjarnarhöfn	F 056	Lamb	59					
Gröf	F 057	≥ 4 v	1745	++		+	++	
Gröf	F 058	1 v	752	+				
Gröf	F 059	Lamb	233					
Gröf	F 060	Lamb	262					
Gröf	F 061	Lamb	250					
Gröf	F 062	Lamb	282					
E-Miðfell	F 063	4 v	1022	+				
E-Miðfell	F 064	7 v	1538	+		+		3)
E-Miðfell	F 065	5 v	1551			++	++	
E-Miðfell	F 066	Lamb	354					
E-Miðfell	F 067	Lamb	323					
E-Miðfell	F 068	Lamb	302					
E-Miðfell	F 069	Lamb	379					
Skjaldfönn	F 070	Lamb	16					
Skjaldfönn	F 071	Lamb	80					
Skjaldfönn	F 072	Lamb	176					
Skjaldfönn	F 073	Lamb	62					
Vogatunga	F 074	Lamb	165					
Vogatunga	F 075	Lamb	183					
Vogatunga	F 076	Lamb	131					
Vogatunga	F 077	Lamb	132					
Innri-Hólmur	F 078	4 v	1411	++				
Innri-Hólmur	F 079	8 v	1355	+++		+		
Innri-Hólmur	F 080	6	1504	++		+		
Innri-Hólmur	F 081	5	1728	++		+		
Innri-Hólmur	F 082	Lamb	348					
Innri-Hólmur	F 083	Lamb	414					
Innri-Hólmur	F 084	Lamb	302					
Innri-Hólmur	F 085	Lamb	393					
Skorholt	F 086	9 v	1023	+	+	++		
Skorholt	F 087	8 v	1102	++	+	++		
Skorholt	F 088	6 v	939	+	+	+	+	4)
Skorholt	F 089	6 v	795	+	+	++		
Skorholt	F 090	5 v						Sýni hent – of margir hausar sendir inn
Vogatunga	F 091	8 v	1467	+				
Vogatunga	F 092	≥ 4 v	1494	+	+			
Vogatunga	F 093	≥ 4 v	1586	+	+			
Vogatunga	F 094	7 v	1694	+	++			
Hrafnabjörg	F 095	≥ 4 v	1592	++	++	+	+	
Hrafnabjörg	F 096	≥ 4 v	1258	+				
Hrafnabjörg	F 097	≥ 4 v	1851	+	+			

## Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga 2014

### Viðhengi 2: Flúormagn/helstu breytingar

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Hrafnabjörg	F 098	≥ 4 v	940	+	+			
Hóll	F 099	12 v	992	++	+++	+		
Hóll	F 100	12 v	683	++	+++	+		
Hóll	F 101	11 v	790	++	+++	+		
Hóll	F 102	11 v	879	+	++	+		
Bjarnarhöfn	F 103	≥ 4 v	694	+	+	+		
Bjarnarhöfn	F 104	≥ 4 v	645	+				
Bjarnarhöfn	F 105	≥ 4 v	629	++	+	+		
Bjarnarhöfn	F 106	≥ 4 v	616	+	+	+		
Grímsstaðir	F 107	8 v	1389	+				
Grímsstaðir	F 108	7 v	1300					
Grímsstaðir	F 109	7 v	1284	+				
Grímsstaðir	F 110	7 v	1551	++		+		

+ = vægar breytingar

++ = miðlungs breytingar

+++ = miklar breytingar

‡ Beinrýrnun sökum tannholds og tannslíðursbólgu

\* Beinbólga: Þykknun í kjálkabeini; bein- og beinmergsbólga (tannslíðursbólga)

<sup>1)</sup> F 021 E-Leirárgarðar. Ekki búin að skipta út neinum tönnum.

<sup>2)</sup> F 022 E- Leirárgarðar. Búin að skipta út íl.

<sup>3)</sup> F 064. E-Miðfell. Hægri íl var með hringlaga svæði með lækkað yfirborð framan á tönninni – Galli í glerung; líklist ekki flúorskemmdum.

<sup>4)</sup> F 088. Skorholt. Var með eina aukatönn sem óx út úr neðri kjálk, um 1 ½ sm fyrir aftan framtennurnar – tilfallandi breyting (þroskafrávik).



**6EM14039**

**Dr. Helga Dögg Flosadóttir**

**Umhverfisvöktun**

**í Hvalfirði**

**Ferskvatnsmælingar 2014**

**Febrúar 2015**

**Efnagreiningar**

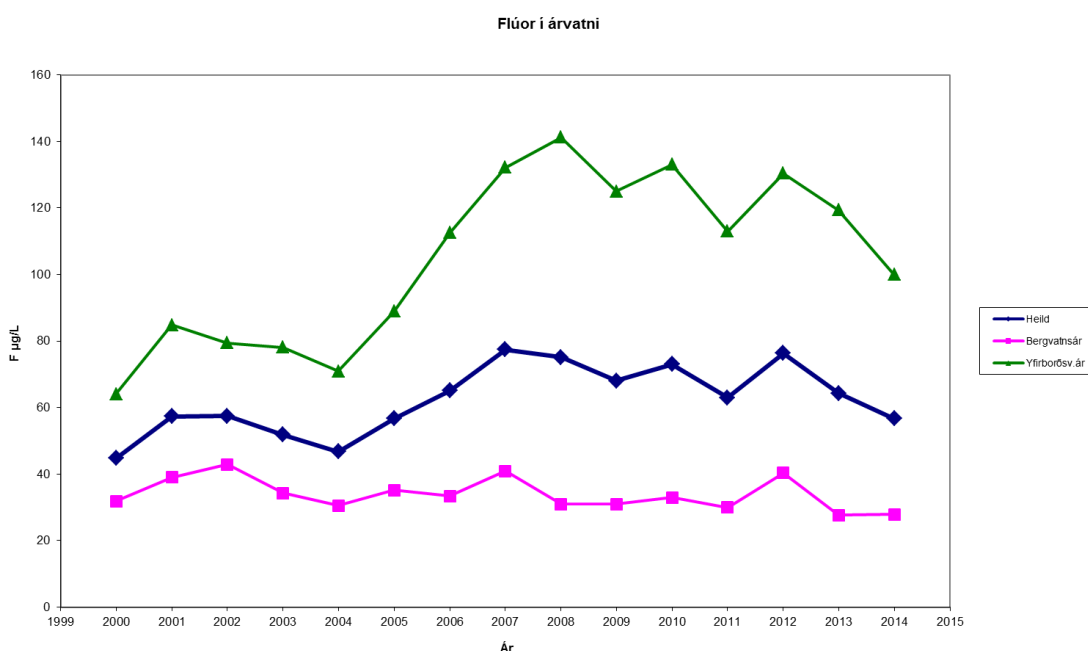
**Nýsköpunarmiðstöð**

## Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á ferskvatnssýnum úr ám í kringum Hvalfjörð fyrir tímabilið apríl – október 2014. Flúorgildi reyndust að heildarmeðaltali 57  $\mu\text{g}$  F/L. Meðaltal úr bergvatnsám mældist svipað og undanfarin ár og flúorgildi í þeim ám virðast fyrst og fremst háð náttúrulegum breytileika. Flúorgildi í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga sér uppsprettu í vötnum í grennd við iðnaðarsvæðið, eru áfram allhá eins og verið hefur undanfarin 9 ár, enga breytingu er að sjá á milli árunna 2013 og 2014. Aukning á undanförunum árum hefur verið rakin til stækkunar álvers Norðuráls, úr 90 þús.tonnum í um 260 þús.tonn, en einnig er ljóst að vatnsbúskapur ána og vatnanna hefur áhrif á efnainnihaldið.

## Mælingar og sýnataka

Mælt var pH, leiðni, flúoríð, brennisteinn og klór í sýnunum. Sýni voru tekin norðan Hvalfjarðar úr Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá, ofan Akraness úr Berjadalsá og úr Fossá undir Eyrarfjalli sunnan Hvalfjarðar. Sýni úr Kalmansá og Urriða á voru tekin á mánaðarfresti frá apríl og fram í nóvember. Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar sinnum yfir tímabilið og sýni úr Berjadalsá sex sinnum. Árnar skiptast nokkuð í tvo hópa eftir tegund uppsprettu. Efnainnihald Kalmansár og Urriðaár sem renna úr Hólmavatni og Eiðisvatni er að jafnaði hærra og breytilegra en í hinum þremur, enda rennsli úr þeim vötnum fyrst og fremst yfirborðsvatn og á köflum mjög breytilegt.



Flúor í árvatni, meðaltöl 2000-2014.

## Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
Mælingar og sýnataka.....	1
<b>1. Inngangur.....</b>	<b>3</b>
Efnainnihald í ferskvatnssýnum úr Hvalfirði og af Akranesi.....	3
Mælistaðir og mælipættir.....	3
<b>2. Mælingar og mæliaðferðir.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Niðurstöður.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Samantekt.....</b>	<b>3</b>
Mismunur eftir uppsprettu.....	3
Leiðni.....	3
pH.....	4
Flúor.....	5
Brennisteinn.....	6
Klóríð.....	6
<b>Viðauki 1. Mælingar.....</b>	<b>7</b>

# 1. Inngangur

## Efnainnihald í ferskvatnssýnum úr Hvalfirði og af Akranesi

Fjallað er um niðurstöður mælinga í ferskvatnssýnum úr ám í kringum Hvalfjörð fyrir tímabilið apríl – október 2014 og þær bornar saman við fyrri ár. Mælingar þessar eru gerðar samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012-2021. Mælingar þessar eru unnar af Efnagreiningum á Nýsköpunarmiðstöð fyrir Norðurál og Elkem Ísland.

## Mælistaðir og mælipættir

Mælt var pH, leiðni, flúoríð, brennisteinn og klór í sýnunum. Sýni voru tekin norðan Hvalfjarðar úr Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá, ofan Akraness úr Berjadalsá og úr Fossá undir Eyrarfjalli sunnan Hvalfjarðar. Sýni voru tekin á u.þ.b. mánaðar fresti fyrir yfirborðsvatnsárnar Urriðaá og Kalmansá. Sýni voru tekin tvisvar sinnum yfir tímabilið úr Laxá og Fossá og þrisvar sinnum úr Berjadalsá. Vöktunaráætlun gerir einungis ráð fyrir einu sýni úr Fossá og Laxá, þremur sýnum úr Berjadalsá og sex sýnum úr hvoru tveggja Urriðaá og Kalmansá.

## 2. Mælingar og mæliaðferðir

Öll sýni voru tekin og geymd í kæli strax eftir sýnatöku þar til pH og leiðnimælingar voru framkvæmdar, en síðan fryst og geymd í frysti fram að mælingu.

Flúoríð, pH og leiðni var mæld með rafskautum. Brennisteinn, natríum og kalsíum var mælt með ICP-OES. Klóríð var mælt með klóríðsértækri aðferð í Flow Injection Analysis.

## 3. Niðurstöður

Ath. Sjá má niðurstöður fyrir árið í viðauka 1.

## 4. Samantekt

### Mismunur eftir uppsprettu

Árnar skiptast í tvennt eftir tegund uppsprettu. Efnainnihald Kalmansár og Urriðaár sem renna úr Hólmavatni og Eiðisvatni er að jafnaði hærra og breytilegra en í hinum þremur, enda rennsli úr þeim vötnum fyrst og fremst yfirborðsvatn og á köflum mjög breytilegt. Efnainnihald bergvatnsáanna er aftur mjög svipað frá ári til árs.

### Leiðni

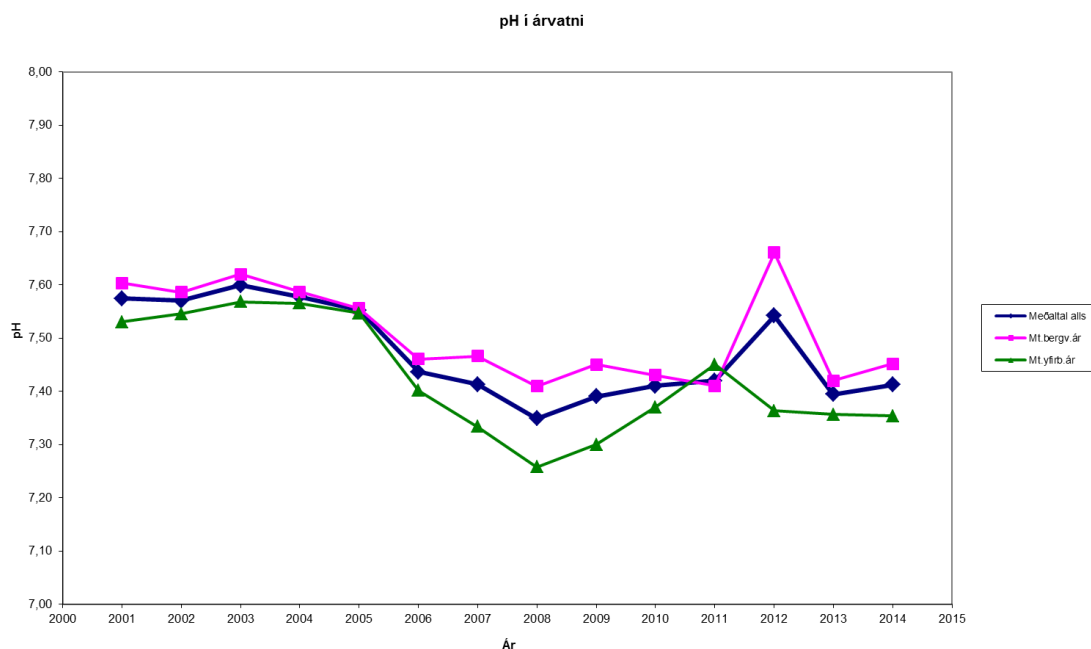
Leiðni áanna skiptist í tvo hópa, Kalmansá og Urriðaá sem renna úr Hólmavatni og Eiðisvatni hafa mun hærra og breytilegri leiðni en hinar og leiðni þeirra þetta árið er á bilinu 85-169  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Í bergvatnsánum er leiðnin á bilinu 62-80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Meðaltal bergvatnsáanna er 72  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en hinna meira en helmingi hærra eða 143  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Heildarmeðaltal allra ána er 101  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og er svipað og undanfarin ár en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin.

Rétt er að benda á að mjög láglent er á sýnatökusvæðum Laxár, Urriðaár og Kalmansár. Það hefur komið fyrir að sjór hafi í stórstraumi flotið upp fyrir sýnatökustaði. Þetta getur leitt til mikillar hækkunar í leiðni sem gætir í nokkurn tíma eftir slík flóð, jafnvel nokkra daga. Séu greinileg merki um þetta í sýnunum er þeim sleppt úr í útreikningi á meðaltali leiðni. Sama ástæða getur leitt til hækkunar á klóríð og súlfati.

## pH

Sýrustig ána mælist að heildarmeðaltali 7,41 sem er svipað og í fyrra. Sýrustig bergvatnsána sem og yfirborðsána helst svipað og á fyrra ári.

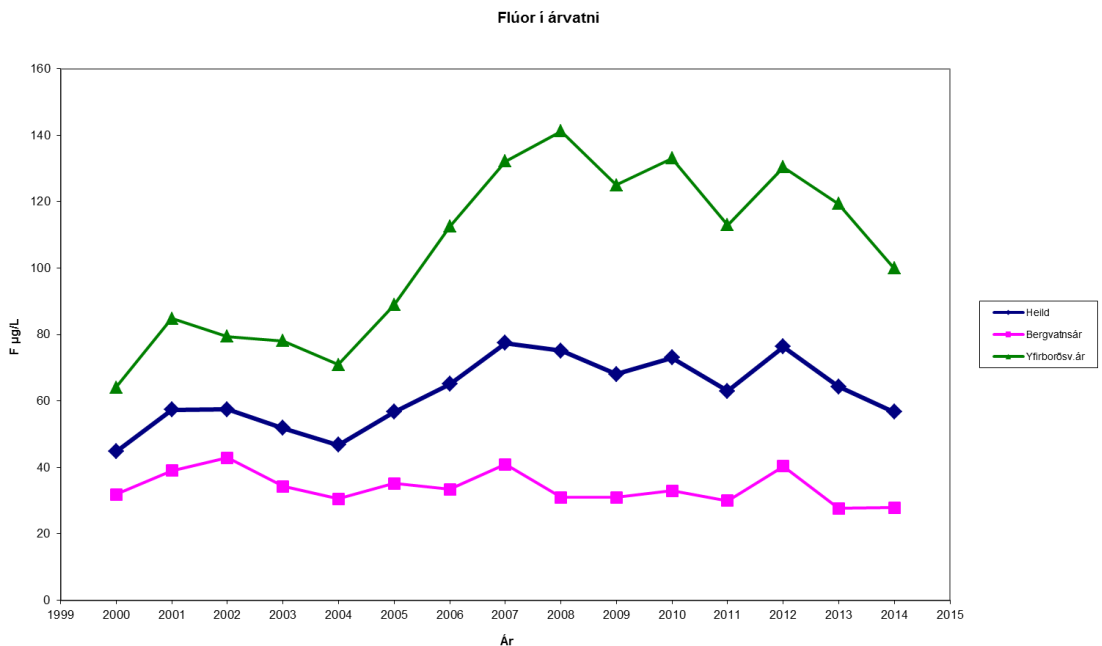


Mynd 1. pH stig í árvatni, heildarmeðaltal 2001-2014.

## Flúor

Árnar skiptast eins og áður sagði í tvo hópa, meðalflúorgildi í Kalmansá og Urriðaá eru 96 og 104 µg/L (ppb) en mun lægra eða 21-34 µg/L í hinum ánum. Meðaltal úr bergvatnsám mælist svipað og fyrra ár. Flúorinnihald í Kalmansá og Urriðaá mælist fjórum sinnum hærra en þessar tvær ár eru nokkuð nærmar fyrir flúorlosun, þar sem uppsprettur þeirra eru vötn afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Meðaltal flúorinnihalds þessara áa hækkaði nokkuð á árunum 2004-2008 í samræmi við aukin umsvif á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Frá árinu 2008 hefur meðaltalið hinsvegar sveiflast nokkuð milli ára án þess þó að ná hámarkinu sem fékkst árið 2008. Styrkur flúors er tengdur vatnsmagni ána og vatnanna sem þær renna úr og því getur þessi sveifla að verulegu leyti útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án mikilli breytinga á mengunarálagi á vötnin við iðnaðarsvæðið.

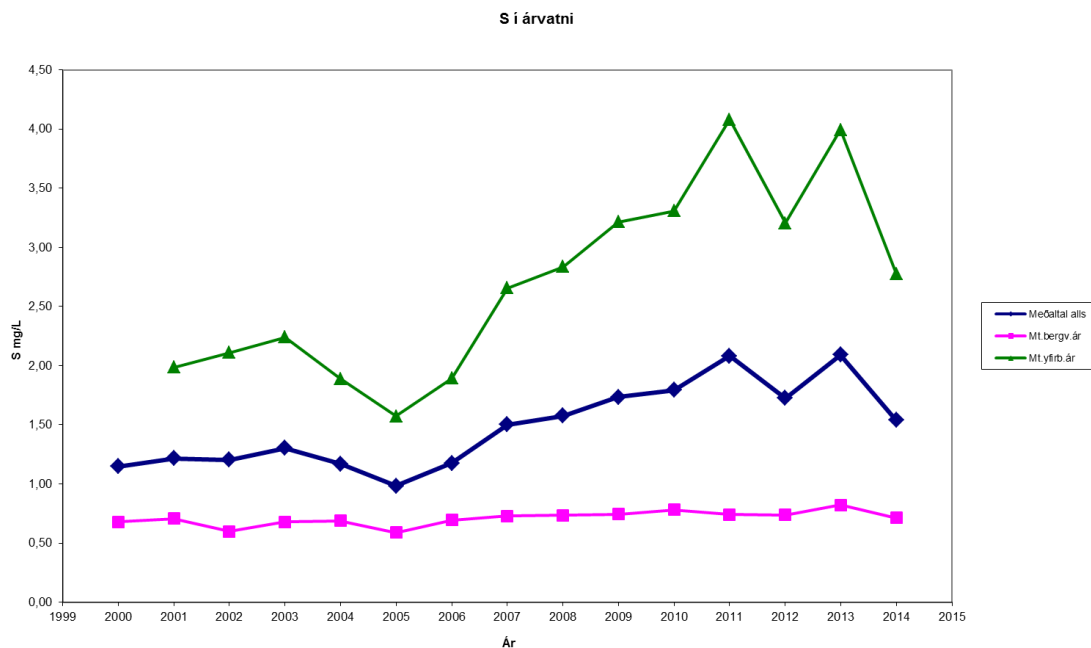
Eins og áður er niðurstaðan að áhrif flúormengunar í bergvatnsánum séu óveruleg en allnokkur í Kalmansá og Urriðaá. Flúormeðaltal í bergvatnsánum er nánast óbreytt allan tímann frá árinu 2000 innan náttúrulegs breytileika, en veruleg aukning á sér stað í Kalmansá og Urriðaá með aukinni framleiðslu á sama tímabili.



Mynd 2. Flúor í árvatni, meðaltöl 2000-2014.

## Brennisteinn

Meðaltal brennisteinsinnihalds í bergvatnsánnum hefur verið nokkuð stöðugt frá árinu 2000 og er engin breyting þar á þetta árið. Kalmansá og Urriðaá skera sig úr með lægra meðaltal en undanfarin ár. Í ár er meðaltalið fyrir þessar ár 2,78 mg/L sem er lækkun frá árinu á undan en svipað og mældist árið 2008.



Mynd 3. Brennisteinsígildi í árvatni árin 2000-2014

## Klóríð

Meðaltalsmagn klóríðs í bergvatnsánnum árið 2014 er um 7,9 mg/L, en í yfirborðsánnum er það tvöfalt hærra eða um 15,9 mg/L. Þessi niðurstaða er svipuð og fyrri ár þar sem klórmagn er uþb tvöfalt til þrefalt hærra í yfirborðsánnum miðað við bergvatnsárnar. Tölugildin eru nú sambærileg við fyrra ár, og haldast því lægri en árin 2007-2012.

# Viðauki 1. Mælingar

Mælingar í árvatni 2014

Leiðni $\mu\text{S}/\text{cm}$	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				70,3		80
<i>Laxá</i>				62,1		76,1
<i>Kalmansá</i>	85,9	137,1	169	144,9	168,7	162,6
<i>Urriðaaá</i>	124,6	143,5	147,8	134,8	162	136,9
<i>Berjadalsá</i>	74,3			68,5		73,3
pH	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				7,46		7,55
<i>Laxá</i>				7,44		7,6
<i>Kalmansá</i>	6,95	7,29	7,52	7,32	7,38	7,37
<i>Urriðaaá</i>	7,1	7,4	7,39	7,52	7,8	7,2
<i>Berjadalsá</i>	7,2			7,38		7,41
Flúor $\mu\text{g}/\text{L}$	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				28,74		27,85
<i>Laxá</i>				39,66		28,77
<i>Kalmansá</i>	55,52	79,64	114,30	99,49	109,40	114,97
<i>Urriðaaá</i>	85,02	94,24	112,09	116,21	122,96	95,11
<i>Berjadalsá</i>	13,87			25,97		23,80
Klór $\text{mg}/\text{L}$	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				8,3		7,5
<i>Laxá</i>				7,0		5,5
<i>Kalmansá</i>	13,6	17,6	17,7	14,1	14,4	14,2
<i>Urriðaaá</i>	15,0	17,5	16,3	15,4	15,2	14,0
<i>Berjadalsá</i>	12,2			9,9		7,8
Súlfat-S $\text{mg}/\text{L}$	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				0,57		0,57
<i>Laxá</i>				0,63		0,66
<i>Kalmansá</i>	2,33	3,47	3,69	3,04	2,98	3,10
<i>Urriðaaá</i>	2,53	2,82	2,35	2,38	2,49	2,14
<i>Berjadalsá</i>	0,91			0,90		0,96
Kalsíum	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				4,31		4,15
<i>Laxá</i>				4,16		4,22
<i>Kalmansá</i>	5,32	7,03	10,08	9,82	11,12	8,48
<i>Urriðaaá</i>	7,34	7,39	7,55	7,88	9,71	6,41
<i>Berjadalsá</i>	3,18			2,73		2,51
Natríum	30.3.2014	26.4.2014	4.6.2014	7.7.2014	8.8.2014	14.9.2014
<i>Fossá</i>				7,61		7,82
<i>Laxá</i>				6,31		6,54
<i>Kalmansá</i>	9,49	12,12	13,76	12,44	13,33	13,36
<i>Urriðaaá</i>	10,79	13,12	13,27	12,40	13,61	12,15
<i>Berjadalsá</i>	8,44			8,38		7,88



**6EM14012**  
**Hermann Þórðarson**

**Umhverfisvöktun**  
**á Grundartanga og í Hvalfirði**

**Janúar-deseember 2014**

**Mars 2015**  
**Efnagreiningar**  
**Nýsköpunarmiðstöð Íslands**

## Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á Grundartanga og í Hvalfirði fyrir árið 2014. Mælt var á þremur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu, skammt norðaustan verksmiðjувæðisins er rekin allt árið. Ný stöð, skammt frá bænum Gröf um 3 km suðvestur af Grundartanga, var gangsett í febrúar og rekin samfelld frá þeim tíma. Stöð á Stekkjarási við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt. Starfsemi Norðuráls og Elkem var svipuð og verið hefur undanfarin ár. Nokkur aukning er þó á starfsemi fleiri fyrirtækja á Grundartanga.

### *Veðurgögn*

Einkennandi fyrir árið voru töluverð hlýindi, árið var víða með þeim allra hlýjustu, sérstaklega á Norður- og Austurlandi. Vorið og sumarið voru mjög úrkomusöm, bæði norðanlands og suðvestanlands. Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 6,5°C og vindhraði um 6,5 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 6,1°C og vindhraði 4,6 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 9,3°C, meðalvindhraði 5,5 m/s, og algengasta átt var austnorðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Austanáttir reiknast ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

### *Svifryk betagreining*

Ryk á Kríuvörðu og Gröf mælist ákaflega svipað og meðaltöl svipuð og árin 2010-2013. Svifryk PM<sub>10</sub> mælist 6,7 µg/m<sup>3</sup> að meðaltali apríl-okt á báðum stöðvum. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM<sub>10</sub> 29 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 38 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðalgildi dags á Gröf voru PM<sub>10</sub> 41 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 26 µg/m<sup>3</sup>. Engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m<sup>3</sup>).

### *Svifryk mælt á síur*

Ryk hefur mælst tiltölulega lágt undanfarin tvö ár við Stekkjarás (VG), PM<sub>10</sub> mælist 8,9 µg/m<sup>3</sup> að meðaltali apríl-okt. Ástæður þessa eru líklega þær að sumrin hafa verið mun úrkomusamara en næstu ár á undan en umferðarryk er töluvert í grennd við þessa stöð í þurrum árum frá nærliggjandi malarvegi.

### *Brennisteinn*

Brennisteinstvíoxíð er mælt með tvennum hætti, á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási. Annars vegar er því safnað á síur (þær sömu og flúor er líka mældur í) og svo er SO<sub>2</sub> mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Styrkur SO<sub>2</sub> síðasta hluta ársins mældist afar hár vegna eldgossins í Holuhrauni.

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási og Gröf mælist (apríl - sept) 2,2-2,9 µg/m<sup>3</sup> sem telst ekki hátt miðað við fyrri mælingar. Meðaltal sama tímabils á Kríuvörðu er 7,4 µg/m<sup>3</sup> fyrir SO<sub>2</sub> og er ívið hærra en mælt hefur áður.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð 14,3 µg/m<sup>3</sup> á Kríuvörðu en var 6,7 µg/m<sup>3</sup> árið 2013. Á Gröf varð ársmeðaltalið 14,1 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu og Gröf voru um eða yfir 1300 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> sem er langt yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m<sup>3</sup>). Hins vegar ef skoðað er tímabilið fyrir gos, þá var hæsta klukkustundargildi 181 µg/m<sup>3</sup> þ. 25.ágúst á hádegi á Kríuvörðu og 171 µg/m<sup>3</sup> þ. 14.ágúst kl.2 að nóttu á Gröf og eru bæði háværk undir heilsuverndarmörkum.

Hæsta meðaltal dags fyrir gos mældist  $93 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  þ.24.ágúst, en alls mælast 4 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fram að gosi. Sé góstímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 25 og hæstu dagsgildi um  $400 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Hæsta meðaltal dags á Gröf fyrir gos mældist  $26 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  þ.2.mars, en engir dagar mælast þar yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fram að gosi. Sé góstímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 21 og hæstu dagsgildi svipuð og á Kríuvörðu.

#### *Flúor*

Flúorgildi í lofti eru mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október 2014. Meðaltöl ársins eru  $0,09 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Stekkjarási og  $0,33 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Kríuvörðu. Flúorgildi eru lág á Gröf, meðalgildið er undir  $0,04 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ . Gaskennt flúoríð (HF) á Kríuvörðu er með hæsta móti eða  $0,29 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  en er undir viðmiðunarmarkinu  $0,3 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  fyrir gróðurtímabilið apríl-september. Áberandi hæsti mánuður er september en þá var suðvestanátt mjög ráðandi. Hæsta staka dagsgildi mældist  $1,75 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Kríuvörðu, á Stekkjarási var það  $0,40 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  og  $0,17 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Gröf.

#### *Efnainnihald í úrkomu*

Meðaltal síðustu fimm ára fyrir flúor hefur verið á bilinu  $10\text{-}30 \text{ mg}/\text{m}^2$  fyrir stöðvarnar á Kríuvörðu og Stekkjarási og niðurstöður eru innan þeirra marka. Flúorstyrkur í úrkomu mældist heldur hærri en árið 2013 en enn hærri gildi hefðu e.t.v. ekki komið á óvart því flúorstyrkur í lofti mældist óvenju hár á Kríuvörðu. Þá rigndi helst úr suðaustanátt þetta árið og þá má búast við hærri gildum á Stekkjarási. Árið 2014 féll vel yfir helmingur úrkomu í sunnan- og suðaustan-áttum á tímabilinu apríl-okt. Enginn samanburður er til ennþá fyrir Gröf en flúorgildi mælast þar fremur lág og er það í takt við aðrar mælingar á þeirri stöð.

Meðalsýrustig sýnanna á Kríuvörðu telst lágt, svipað og undanfarin ár. Sýrustig á Stekkjarási hefur farið lækkandi frá 2000 en er hærra núna en árið 2013 og virðist vera stöðugt þegar litið er til síðustu 8 ára. Í september og sérstaklega október jókst brennisteinn mjög í regnvatni og má rekja það til brennisteinsoxíðmengunar frá eldgosinu. Brennisteinsoxíðmengun veldur einnig súrnun regns.

#### *PAH efni í svifryki*

Mæld voru PAH16 efni í svifryki sem safnað var á Stekkjarási og Kríuvörðu. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM10-ögnum. Heildarmeðaltal PAH16 var  $0,031 \text{ ng}/\text{m}^3$  á tímabilinu, þar af mældist bensó(a)þýrene undir  $0,001 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þrjú ár af fimm). Allar niðurstöðurnar þessa sex mánuði eru undir 1% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu  $0,3\text{-}1,0 \text{ pg}/\text{m}^3$ .

Tafla	Samantekt Kríuvarða				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM10 $\mu\text{m}$	PM 2,5 $\mu\text{m}$	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk	
Ársmeðaltal	<b>6,0</b>	<b>4,6</b>		20	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	29	38	0	50 (7)*	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	154	192			
<b>Brennist.tvíoxíð***</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>				
Ársmeðaltal	<b>14,1</b>			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	387		25	125/50	Hlsv./Grvm.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	1300			350	Heilsuv.m.
<b>Brennisteinsvetni</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>				
Ársmeðaltal	<b>0,8</b>			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	4,8			50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	27				
<b>Flúor</b>	<b>HF</b>	<b>Fryk</b>	<b>Falls</b>	<b>HF</b>	
Ársmeðaltal**	<b>0,29</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi			1,75		(Norsk v.m.)
(af 30 dagsgildum)					
<b>Nituroxíð</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	
Ársmeðaltal	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	30	Hlsv./Grvm.
Hæsta dagsgildi	17	2	17	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	34	16	47	110(175)/ 200(18)	Heilsuv.m.

\*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

\*\*Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

\*\*\*Áhrif eldgoss veruleg á meðaltal og hæstu gildi

Tafla	Samantekt Gröf				Mörk	
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Svifryk	PM10 $\mu\text{m}$	PM 2,5 $\mu\text{m}$	Fjöldi skipta yfir mörk			
Ársmeðaltal	<b>6,6</b>	<b>4,4</b>		20		Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	41	26	0	50 (7)*		Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.						
Hæsta stundargildi	157	81				
<b>Brennist.tvíoxíð***</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>					
Ársmeðaltal	<b>14,1</b>			20		Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	445		21	125/50		Hlsv./Grvm.
Hæsta gildi 24 hl.st.						
Hæsta stundargildi	1327			350		Heilsuv.m.
<b>Brennisteinsvetni</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>					
Ársmeðaltal	<b>0,7</b>			5		Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	7,1			50 (5)		Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.						
Hæsta stundargildi	26					
<b>Flúor</b>	<b>HF</b>	<b>Fryk</b>	<b>Falls</b>	<b>HF</b>		
Ársmeðaltal**	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	0,3		Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi			0,17			(Norsk v.m.)
(af 30 dagsgildum)						
<b>Nituroxíð</b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>NO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>		
Ársmeðaltal	<b>2,3</b>	<b>0,3</b>	<b>2,5</b>	30		Hlsv./Grvm.
Hæsta dagsgildi	17	4	19	75(7)		Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.						
Hæsta stundargildi	62	70	71	110(175)/ 200(18)		Heilsuv.m.

\*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

\*\*Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

\*\*\*Áhrif eldgoss veruleg á meðaltal og hæstu gildi

Tafli	Samantekt Stekkjarás				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM10 $\mu\text{m}$	PM 2,5 $\mu\text{m}$	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk	
Ársmeðaltal**	<b>8,9</b>			20	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	15		0	50 (7)*	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi					
<b>Brennisteinstvíoxíð</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>				
Ársmeðaltal	<b>4,2</b>			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi			9	125/50	Hlsv./Grvm.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	84			350	Heilsuv.m.
<b>Brennisteinsvetni</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>				
Ársmeðaltal	<b>1,0</b>			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi				50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	13				
<b>Flúor</b>	<b>HF</b>	<b>Fryk</b>	<b>Falls</b>	<b>HF</b>	
Ársmeðaltal**	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi			0,40		(Norsk v.m.)
(af 28 dagsgildum)					

\*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

\*\*Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

## Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
1. Inngangur .....	7
2. Mælistöðvar og mælipættir.....	7
3. Niðurstöður.....	10
Veðurgögn ársins .....	10
Svifryk, söfnun á síur (PM <sub>10</sub> Hi-vol) .....	12
Brennisteinn .....	15
Flúor.....	18
Efnainnihald í úrkomu.....	21
Fjölhringa vetniskolefni (PAH).....	22
4. Samantekt.....	26
Heimildir .....	27
Viðauki 1      Samanteknar niðurstöður .....	28

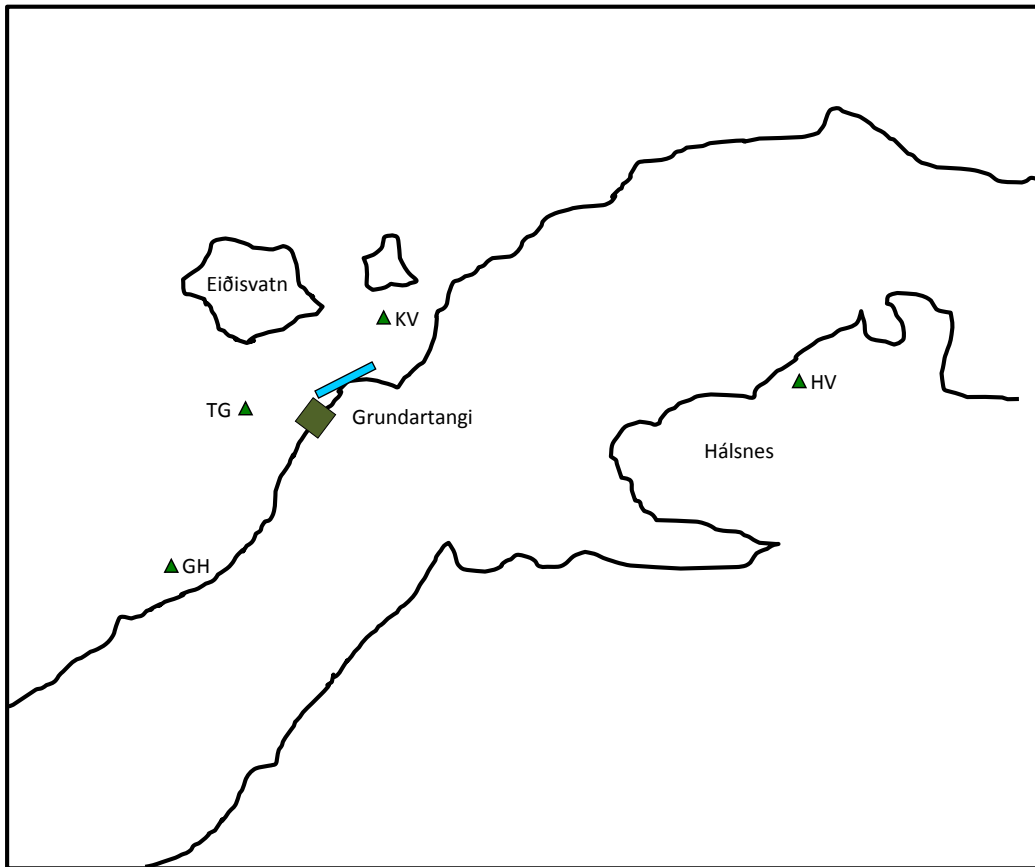
## 1. Inngangur

### Loftgæðamælingar á Grundartanga og í Hvalfirði

Fjallað er um niðurstöður loftgæðamælinga fyrir árið 2014. Að jafnaði hefur umfjöllunin verið bundin við tímabilið síðari hluta apríl til og með október, en á mælistöðvum á Gröf og á Kríuvörðu eru mælingar samfelldar árið um kring á flestum mælipáttum, þó ekki flúor. Mælingar þessar eru hluti af umhverfissrannsóknum vegna iðjuvera Norðuráls og Elkem Íslands á Grundartanga. Mælingar þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, fyrir Norðurál og Elkem Ísland.

## 2. Mælistöðvar og mælipættir

Mælt var á þremur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu (KV), skammt norðaustan verksmiðjussvæðisins er rekin allt árið. Stöð á Stekkjarási (VG) við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt, en stöð á Hálsnesi (HV) sunnan Hvalfjarðar var ekki í rekstri þetta árið skv. vöktunaráætlun. Ný sjálfvirk stöð var sett skammt frá bænum Gröf (GH) í Hvalfirði og var hún rekin frá og með febrúar út árið.



### Kríuvörða og Gröf

Á Gröf og Kríuvörðu eru samfelldar mælingar árið um kring á svifryki ( $PM_{10}$  og  $PM_{2,5}$ ), brennisteinstvíoxíði ( $SO_2$ ) og brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) og nituroxíðum ( $NO$ ,  $NO_2/NO_x$ ). Mælingarnar eru jafnframt aðgengilegar á vefsíðu. Flúor er mældur með svipuðum hætti og áður, þ.e. safnað er á síur í 1 og 5 daga í senn á tímabilinu apríl - október. Mæld eru PAH16 efni í svifryki á Kríuvörðu sem safnað er á svifrykssafnara á 6 daga



fresti og skipt um síu mánaðarlega. Á Gröf og Kríuvörðu eru gerðar vind- og veðurmælingar. Vind- og veðurgögnum er líka safnað á veðurstöð við Grundartangahöfn.

#### *Stekkjars*

Mælipættir í lofti á eldri stöðvum hafa verið og eru: Svifryk, flúoríð í ryki og gaskennt flúoríð, brennisteinn í ryki og sem gaskennt SO<sub>2</sub>-S. Einnig er mælt klóríð, níturat, súlfat, flúoríð og pH í úrkomusýnum sem safnað er yfir mánaðartímabil. Svifryki er safnað á 6 daga fresti á síu, sem skipt er um mánaðarlega. Í þessum sýnum frá Stekkjarási voru jafnframt mæld PAH16 efni þetta árið. Af flúor og brennisteini eru tekin 1 dags (24 st. samfelld) og 5 daga sýni (12 mín. á hverri klst.) til skiptis og mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október 2014.

Til einföldunar og samræmis er magn brennisteinstvíoxíðs gefið upp sem slíkt í þessari skýrsluumfjöllun, þ.e. SO<sub>2</sub> en ekki sem SO<sub>2</sub>-S eins og hefð hafði verið fyrir í fyrri skýrslum fram til ársins 2010. Munur þessara mælieininga er nánast nákvæmlega tvöfaldur, SO<sub>2</sub> gildi eru tölulega tvöfalt hærri en sami styrkur gefinn upp sem SO<sub>2</sub>-S. Skal gætt að þessu í samanburði við eldri skýrslur.

#### *Mælitímabil*

Í fyrri skýrslum hefur jafnan einungis verið fjallað um tímabilið apríl-október, sem hefur hingað til verið skilgreint sem vöktunartímabil í umhverfisvöktunaráætlun iðjuveranna á Grundartanga. Nú eru stöðvar á Kríuvörðu og Gröf í gangi árið um kring og í umfjöllun um þær stöðvar er þegar það á við miðað við allt árið. Þó eru flúormælingar áfram einungis gerðar á vaxtartímabili gróðurs eins og áður, þ.e. í apríl-október. Og samanburði milli ára og við aðrar stöðvar er haldið við apríl-október.

#### *Skilgreiningar*

**Svifryk PM<sub>10</sub>** Svifryk í lofti í µg/m<sup>3</sup>, agnir sem eru minni en 10 µm í þvermál.

**Svifryk PM<sub>2,5</sub>** Svifryk í lofti í µg/m<sup>3</sup>, agnir sem eru minni en 2,5 µm í þvermál.

**Flúor rykkennt** Sá hluti flúoríðs sem mælist sem rykkennt eða bundið ryki.

**HF gaskennt** Sá hluti flúoríðs sem mælist gaskennt og óbundið ryki, vetnisflúoríð.

**Flúor alls** Summa rykkennt og gaskent flúoríðs

**PAH16** Fjölhiringa arómatísk vetniskolefni, hér mæld í svifryki PM<sub>10</sub>.

**Umhverfismörk** Leyfileg hámarksgildi mengunar sett í því skyni að draga úr eða koma í veg fyrir skaðleg áhrif á heilsu manna og dýra. Umhverfismörk geta átt við umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (s.s. heilsuverndarmörk, gróðurverndarmörk) og tiltekin tímabil (s.s. sólarhring, árstíð eða ár).

#### **Mælibúnaður og skráning**

Mælingar eru gerðar í sérhæfðum mælibúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 251/2002, viðauka XI, um mat á styrk brennisteinstvíoxíðs, köfnunarefnistvíoxíðs og köfnunarefnisoxíða, svifryks (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirliggjandi (1). Rekstur sjálfvirks búnaðar var tiltölulega góður, þó nokkrar bilanir hafi komið upp.

*Rafræn gögn:*

Nýtt var gagnasafnið af vefsíðu og 10 mínútna grunnmælingar og klukkustundar-meðaltöl eins og þau liggja fyrir á vefsíðunni notuð sem grunnur fyrir frekari úrvinnslu. Farið er yfir gögnin og vinsað burtu það sem ekki tilheyrir eðlilegri mælingu, svo sem toppar vegna kvarðana, frávik vegna bilana eða prófunar á tækjabúnaði. Einnig eru gerðar lítilsháttar leiðréttingar á núllstöðu mælinga á nituroxíðum, brennisteinstvíoxíði og brennisteinsvetnis og þær færðar til samræmis yfir árið. Þessar leiðréttingar á núllstöðu eru undir reiknuðum greiningarmörkum tækjanna en eru greinanlegar yfir lengri tímabil og geta skipt máli þegar meðalmæligildi eru lág. Neikvæð gildi sem koma fram vegna óvissuflökts í mælingu eru látin standa, enda eðlilegur hluti mælingar.

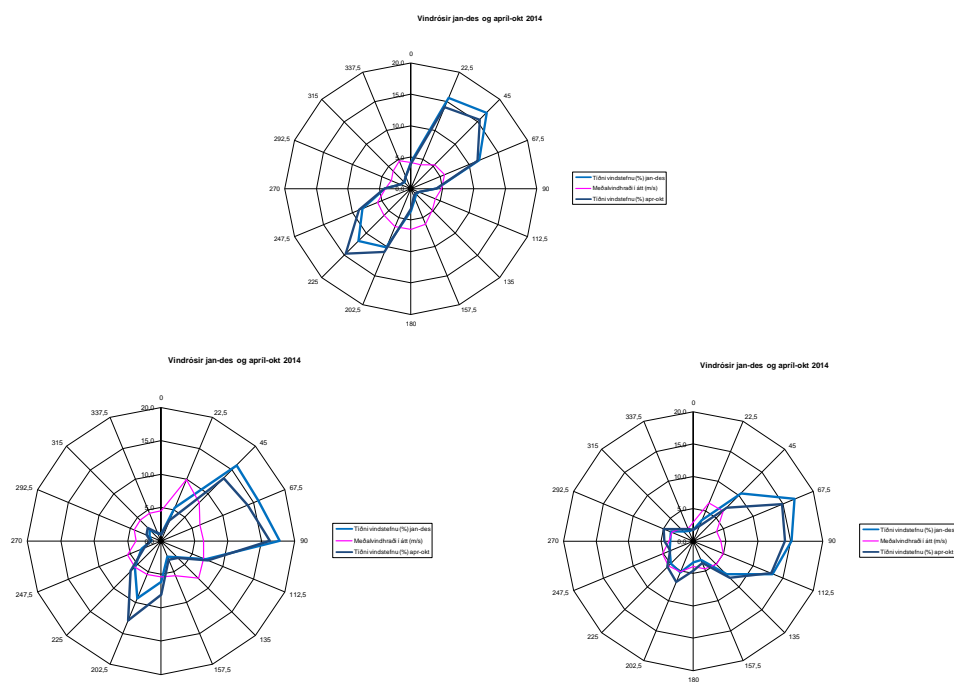
Á síðasta hluta ársins mældist  $\text{SO}_2$  á köflum afar hátt vegna eldgoss í Holuhrauni. Vegna eðlis þeirrar tækni sem notuð er við símælingar á  $\text{SO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$  geta hágildi á  $\text{SO}_2$  valdið því að  $\text{H}_2\text{S}$  gildi mælast undir núlli. Mínusgildi sem af þessu stafa hafa verið fjarlægð á síðasta hluta ársins.

Milli þeirra gagna sem sett eru fram hér og grunngagnanna á vefsíðunni er því eðlilega eitthvert misræmi.

### 3. Niðurstöður

Samantekt yfir allar niðurstöður eftir mánuðum er að finna í viðauka 1.

#### Veðurgögn ársins



**Mynd 1.** Vindrósir Hvalfirði, apríl-okt.og allt árið 2014, allar mælingar (10 mín).  
T.v. Grundartangahöfn, o.f.m. Gröf, t.h. Kríuvörða

Á vindrósunum sem nú eru mældar í Hvalfirði má sjá nokkurn mun. Vindrós á Gröf fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem augljóslega mótar vindrósina með afgerandi hætti. Austanáttir snúast meira til norðaustanáttar og suðlægar áttir til suðvestlægrar áttar eftir legu fjallsins á þessum stað. Á Kríuvörðu virðist svolítið skjól fyrir beinni suðvestanátt og á því er sú skýring líklegust að álverið skýli fyrir suðvestanvindinum. Líttill munur er á vindrós tímabilsins apríl-október og vindrós alls ársins eins og sjá má. Algengasta átt fer frá því að vera norðaustlæg átt á Gröf yfir í austlæga átt á Kríuvörðu. Vindhraði er að jafnaði mestur á Grundartanga og minnstur á Kríuvörðu.

**Tafla 1** Veðurgögn meðaltöl

	Meðalhiti		Meðal-	Meðalhiti		Meðal-
	2014	°C	vindhraði	2014	°C	vindhraði
<b>Grundartangi</b>	Jan-des	6,6	6,5	Apríl-okt	9,3	5,5
<b>Gröf</b>	12.feb-des	6,2	5,3	Apríl-okt	8,4	4,7
<b>Kríuvörða</b>	Jan-des	6,1	4,7	Apríl-okt	9,2	3,7

Árið 2014 einkenndist af miklum hlýindum en víða var mjög úrkomusamt og sumarið sólarryrt. Við norðurströndina og víða austanlands var árið það hlýjasta frá upphafi mælinga. Úrkoma var yfir meðallagi um mest allt land og tíðarfar þótti blendið (2).

Nokkuð vindasamt var í janúar, úrkoma mikil austanlands en um landið vestan- og norðvestanvert var tíð í þurrara lagi. Mánuðurinn var óvenjuhlýr, sérstaklega um landið austanvert þar sem hann var sums staðar sá næsthlýjasti frá upphafi mælinga. Óvenjueindregin austan- og norðaustanátt var ríkjandi í febrúar. Sérlega þurrt var um landið vestanvert og inn til landsins á Norðurlandi vestanverðu. Á þessu svæði var febrúar hinn þurrasti um áratugaskeið. Úrkoma var hins vegar með mesta móti nyrst á Vestfjörðum og á Norðaustur- og Austurlandi. Óvenjusnjólétt var vestan- og suðvestanlands. Hlýtt var í veðri eða í meðallagi sé miðað við hin óvenjuhlýju ár síðasta áratuginn. Marsmánuður var umhleyppinga- og úrkomusamur um meginhluta landsins, sérstaklega þó um landið norðaustan- og austanvert þar sem einnig var töluverður snjór, og mikill inn til landins. Snjólétt var vestanlands og sunnan. Lengst af var hlýtt í veðri, sérstaklega austanlands.

Aprílmánuður var hlýr og taldist hagstæður víðast hvar. Lengst af var þurrt í veðri norðaustanlands og á Austfjörðum var úrkoma nokkuð yfir meðallagi. Í öðrum landshlutum var úrkoma í kringum meðallag eða lítillega undir því. Tíðarfar í maí var hagstætt á landinu og vorgróður tók vel við sér. Hiti var vel ofan við meðallag víðast hvar. Úrkoma var yfir meðallagi á Suður- og Austurlandi en í því eða undir víða um norðvestan- og norðanvert landið. Júnímánuður var sérlega hlýr á landinu, einhver sá hlýjasti sem komið hefur síðan mælingar hófust. Víðast hvar um suðvestanvert landið og víða vestan- og sunnanlands var hann einnig í hópi úrkomusömustu júnímánaða sem vitað er um. Mat á tíðarfari var því nokkuð misjafnt.

Júlímánuður var mjög votviðrasamur um mestallt land. Sérstaklega lítið var um þurrka um landið vestan- og sunnanvert og þar var einnig sólarlítið. Kalt var í byrjun mánaðarins og einnig við lok hans. Að öðru leyti var hlýtt um land allt, hlýjast að tiltölu við norðurströndina sem og á mestöllu Norðaustur- og Austurlandi. Tíðarfar í ágúst var hagstætt víðast hvar. Lengst af var hlýtt var á landinu nema fyrstu dagana. Úrkoma var lengst af talsvert minni en að meðallagi um mestallt land, en þó um eða yfir því austan til á landinu. Óvenjumikil úrkoma varð síðasta dag mánaðarins. Tíðarfar í september telst hagstætt og var óvenjuhlýtt, hlýjast að tiltölu norðan- og austanlands. Svalast að tiltölu var á Suðvesturlandi þar sem hiti var þó yfir meðallagi síðustu tíu ára. Óvenju úrkomusamt var um allt sunnan- og vestanvert landið en fremur þurrt á Norðausturlandi.

Austlægar og norðlægar áttir voru ríkjandi í október en veðurlag var lengst af meinlítið. Fremur kalt var að tiltölu í mánuðinum. Úrkoma var í meira lagi víða austan- og suðaustanlands, var nærri meðallagi annars staðar en þó undir því á stöku stað um landið vestanvert. Austlægar áttir voru ríkjandi lengst af í nóvember. Kuldakast gerði í fáeina daga í kringum þann 10., en annars var óvenjuhlýtt á landinu öllu og mánuðurinn meðal hlýjustu nóvembermánaða frá upphafi mælinga. Úrkoma var í meðallagi eða undir því víða um vestanvert landið en suðaustan- og austanlands var úrkomumikið. Tíðarfar í desember var rysjótt um mestallt land. Kalt var í veðri, kaldasti mánuður ársins að tiltölu. Talsverður snjór var á jörðu.

## Sviryk (PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>), sjálfvirkir mælur

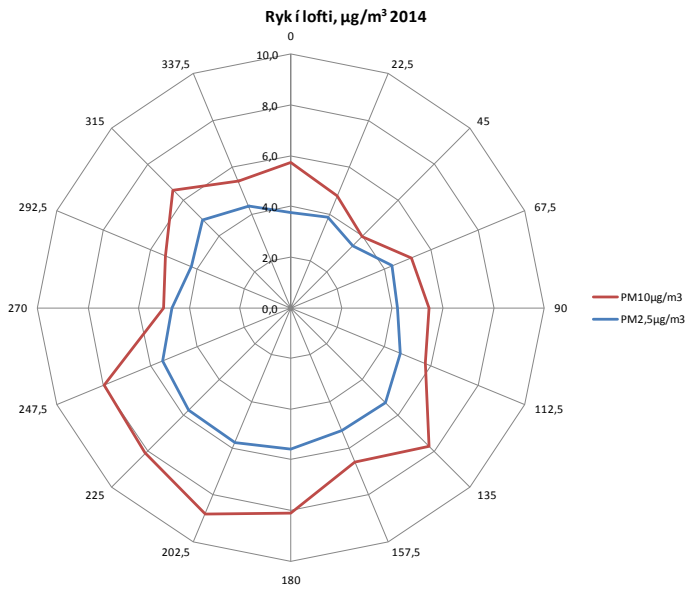
Mæld mánaðarmeðaltöl sjálfvirku stöðvanna á Kríuvörðu og Gröf fyrir tímabilið apríl-okt og fyrri meðaltöl má sjá hér í töflu:

Tafla 2	Mánaðarmeðaltöl svifryks í µg/m <sup>3</sup>			
	Kríuvörða KV, PM <sub>2,5</sub>	Kríuvörða KV, PM <sub>10</sub>	Gröf GH, PM <sub>2,5</sub>	Gröf GH, PM <sub>10</sub>
Apríl – okt. '10	3,9	7,1		
Apríl – okt. '11	4,3	6,1		
Apríl – okt. '12	4,5	6,5		
Apríl – okt. '13	4,5	6,5		
Apríl – okt. '14	5,6	6,7	5,0	6,7
<b>2014</b>				
Apríl	4,4	7,1	3,5	7,0
Mái	4,2	6,0	3,6	6,6
Júní	8,7	7,6	4,6	6,6
Júlí	3,9	4,2	3,4	3,9
Ágúst	5,0	7,0	4,8	7,4
Sept.	6,2	7,9	7,8	7,0
Okt.	6,4	7,1	7,3	8,1

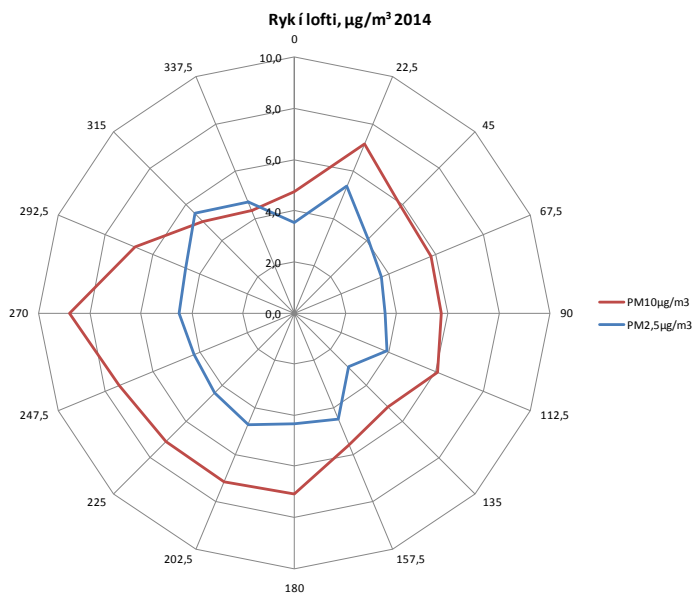
Ryk á Kríuvörðu og Gröf mælist ákaflega svipað og meðaltöl svipuð og árin 2010-2013. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM<sub>10</sub> 29 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 38 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðalgildi dags á Gröf voru PM<sub>10</sub> 41 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 26 µg/m<sup>3</sup>. Engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m<sup>3</sup>).

Það eru einhverjar líkur á að PM<sub>2,5</sub> mæling á Kríuvörðu hafi á tímabili í júní verið trufluð af orsökum sem ekki eru ljósar. Eðlilega ætti PM<sub>2,5</sub> að vera lægra en PM<sub>10</sub> en þetta tímabil, 10.-23.júní, er það oft hærra og þá verður hæsta meðalgildi dags 38 µg/m<sup>3</sup> í PM<sub>2,5</sub>. Þetta gæti stafað af því að smáar flugur hafi slæðst inn í mæliselluna á lífi, en þær geta truflað nokkra daga ef það gerist.

Rykrósinn er svipuð fyrir báðar stöðvarnar og hæstu meðaltalsgildin koma fram í suðvestanáttum. Í þessum skýrslum hefur jafnan verið haldið fram að venjubundin starfsemi á verksmiðjusvæðinu á Grundartangi sé ekki höfuðuppspretta svifryks sem mælist. Svo virðist sem mælingar á Gröf staðfesti þetta, því þar mælast hæstu gildin í vestri eða suðvestri, þannig að meginuppspretta svifryks þar er ekki verksmiðjusvæðið. Starfsemin á Grundartanga er nokkur uppspretta svifryks, því svifryksgildi eru hærri úr suðvestri á Kríuvörðu en á Gröf og einnig má sjá svolítinn topp í norð-norðaustri á rykrós frá Gröf. Líklegar uppsprettur svifryks eru verksmiðjusvæðið, malarnáma við Stóru-Fellsöxl, umferð í grennd og höfuðborgarsvæðið.



**Mynd 3.** Rykrós Kriuvörðu, jan-des. 2014, klst mælingar



**Mynd 4.** Rykrós Gröf, feb-des. 2014, klst mælingar

## Sviryk (PM<sub>10</sub>), söfnun á síur

Mán.	Mánaðarmeðaltöl svifryks <sup>1</sup> í µg/m <sup>3</sup>		
	Hálsnes HV PM10	Kríuvörða PM10	Vatnsth.VG PM10
Apríl – okt. '10			13,7
Apríl – okt. '11			11,4
Apríl – okt. '12	9,4		13,3
Apríl – okt. '13		(9,2)	9,2
Apríl – okt. '14		7,1	8,9
<b>2014</b>			
Apríl		3,2	12,0
Maí		Bilun	15,0
Júní		11,6	7,7
Júlí		8,9	6,8
Ágúst		6,6	6,1
Sept.		6,1	6,3
Okt.		6,4	8,6

Ryk hefur verið lægra undanfarin tvö ár við Stekkjarás (VG) en næstu átta ár á undan. Ástæður þessa eru líklega þær að sumrin hafa verið mun úrkomusamara en næstu ár á undan en á þurrkatímum er umferðarryk frá nærliggjandi malarvegi töluvert í grennd við þessa stöð. Framkvæmdir á svæðinu geta líka haft veruleg áhrif á svifryksmælingar á þessum stað vegna tilvistar stórrar malarnámu við Stóru-Fellsöxl rétt um 1 km frá stöðinni.

Á Kríuvörðu er hægt að bera saman svifryk mælt með sjálfvirkum hætti með betagreiningu og safnað á síur, en síur ætlaðar til söfnunar á PAH hafa einnig verið metnar sem svifrykssíur. Þrátt fyrir ólíkar mæliaðferðir ber PM<sub>10</sub> meðaltali vel saman á Kríuvörðu, meðaltal mælt á síur er 7,1 µg/m<sup>3</sup> en mældist 6,7 µg/m<sup>3</sup> með sjálfvirkum hætti. Safnað er á síur á sex daga fresti, en þoka- og betagreining er samfelld.

<sup>1</sup> Gögn frá heilum mánuðum eða tímabili ekki alltaf fyrirbyggjandi, gefið til kynna með gildi í sviga.

## Brennisteinstvíoxíð (flúorljómun), sjálfvirkir mælar

Mánaðarmeðaltöl á gaskenndu SO<sub>2</sub> í lofti má sjá í töflunni hér neðar.

Tafla 4	Mánaðarmeðaltöl <sup>2</sup> SO <sub>2</sub> <sup>3</sup> (gask.) í lofti í µg/m <sup>3</sup>		
	Kríuvörða KV	Gröf GH	Vatnsth. VG
Apríl – okt. '10	3,61		
Apríl – okt. '11	6,74		
Apríl – okt. '12	6,21		
Apríl – okt. '13	(7,08)		(3,25)
Apríl – okt. '14	15,2	12,9	(2,2)
Apríl – sept. '14†	7,4	2,9	2,2
<b>2014</b>			
Apríl	8,7	2,1	2,1
Maí	3,4	2,0	2,5
Júní	4,3	1,4	0,9
Júlí	4,1	3,0	1,6
Ágúst	8,6	4,9	4,5
Sept.	15,4	4,0	1,9
Okt.	61,9	72,9	

†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

Brennisteinstvíoxíð er nú mælt með tvennum hætti, á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási. Annars vegar er því safnað á síur (þær sömu og flúor er líka mældur í) og svo er SO<sub>2</sub> mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Settur var upp slíkur sjálfvirkur mælibúnaður um sumarið 2013 á Stekkjarási og í ár bættist Gröf við. Árið 2014 var mælir á Stekkjarási var lánaður frá og með miðjum september til Vopnafjarðar til almannanota til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni. Eins og sjá má á gögnunum mældist styrkur SO<sub>2</sub> í október afar hár, en þennan mánuð var ráðandi norðan- og norðaustanátt og má rekja þessa hækkun til eldgossins. Ef október er sleppt úr meðaltali fæst niðurstaða sem er betur samanburðarhæf við fyrri ár.

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási og Gröf mælist þá (apríl - sept) 2,2-2,9 µg/m<sup>3</sup> sem telst ekki hátt miðað við fyrri mælingar. Meðaltal sama tímabils á Kríuvörðu er 7,4 µg/m<sup>3</sup> fyrir SO<sub>2</sub> og er ívið hærra en mælst hefur áður. Raunar verður meðaltalið á Stekkjarási að teljast lægra en búast mætti við og það er töluvert lægra en mælt á síur á sama tímabili.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð 14,3 µg/m<sup>3</sup> á Kríuvörðu en var 6,7 µg/m<sup>3</sup> árið 2013. Á Gröf varð ársmeðaltalið 14,1 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu og Gröf voru um eða yfir 1300 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> sem er langt yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m<sup>3</sup>). Hins vegar, ef skoðað er tímabilið fyrir gos, þá var hæsta klukkustundargildi 181 µg/m<sup>3</sup> þ. 25.ágúst á hádegi á Kríuvörðu og 171 µg/m<sup>3</sup> þ. 14.ágúst kl.2 að nóttu á Gröf og eru bæði hámarks undir heilsuverndarmörkum.

Hæsta meðaltal dags fyrir gos mældist 93 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> þ.24.ágúst, en alls mælast 4 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum (50 µg/m<sup>3</sup>) fram að gosi. Sé gostímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 25 og hæstu

<sup>2</sup> Gögn frá heilum mánuðum/tímabilum ekki alltaf fyrirbyggjandi – gefið til kynna með sviga

<sup>3</sup> Gefið upp sem SO<sub>2</sub> (en ekki SO<sub>2</sub>-S) frá og með 2010



dagsgildi um  $400 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Hæsta meðaltal dags á Gröf fyrir gos mældist  $26 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  þ.2.mars, en engir dagar mælast þar yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fram að gosi. Sé góstímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 21 og hæstu dagsgildi svipuð og á Kríuvörðu.

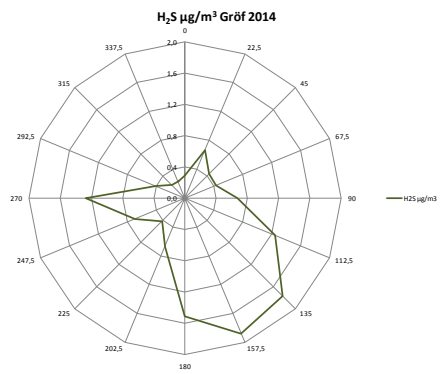
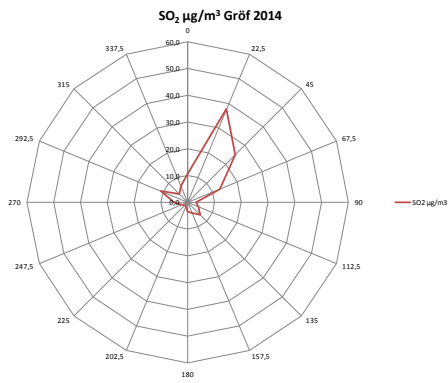
Meðaltal loftkennds brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) á Kríuvörðu var  $0,8 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$  sem er mjög svipað og árin á undan, meðaltalið á Gröf var  $0,7 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ . Hæsta meðaltal klukkustundar á Kríuvörðu var  $27 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$  þ. 19.9. á miðnætti og svipað á Gröf eða  $26 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$  þ. 21.10. kl. 21, en þessi gildi eru undir tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Hæsta meðaltal dags mældist  $4,8 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$  þ. 12.6 á Kríuvörðu og  $7,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$  á Gröf sama dag, sem er vel undir heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

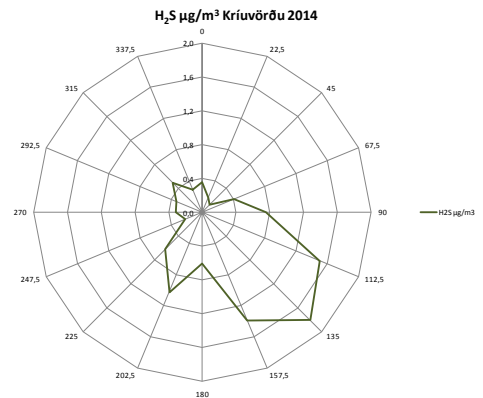
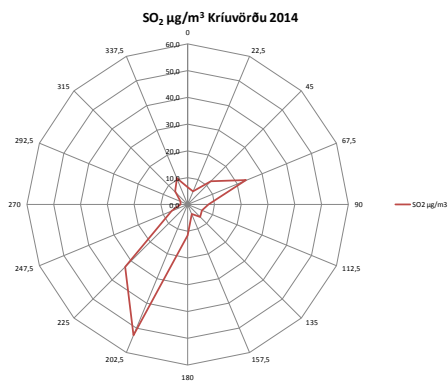
Uppsprettuáttir brennisteinstvíoxíðs og brennisteinsvetnis eins og þær mælast á Gröf og Kríuvörðu má sjá hér undir. Brennisteinstvíoxíðið að megni til kemur að norðaustan að Gröf og úr suðvestan að Kríuvörðu og meginuppsprettan er verksmiðjussvæðið á Grundartanga. Brennisteinsvetnið kemur að suðaustan frá jarðhitasvæðum Reykvíkinga. Þessar efnastyrksrósir eru í öllum atriðum alveg sambærilegar og niðurstöður fyrri ára.

Sjá má samskonar gögn fyrir brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni á Stekkjarási á mynd 4c. Þess ber þó að gæta að vindáttir eru ekki mældar á mælistöðinni sjálfri en notast er við vindrósl frá Kríuvörðu. Nokkuð athyglisvert er að  $\text{SO}_2$  mælist verulega lægra í meginuppsprettuátt úr austri en bæði á Kríuvörðu og Gröf og  $\text{H}_2\text{S}$  mælist ekki hæst í suðvestanátt á Stekkjarási heldur norðvestanátt. Þessar niðurstöður eru sambærilegar við mæligögn frá fyrra ári. En hugsanlega getur þetta verið sýndartoppur sem stafi af því að vindrósin sem notast er við passi ekki vel. Hámarkið sem bendir til norðvesturs færast í átt til vesturs eða vestsuðvesturs ef notast er við vindrósl frá Grundartangahöfn eða Gröf.

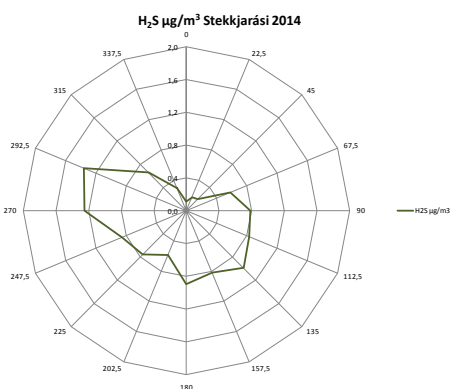
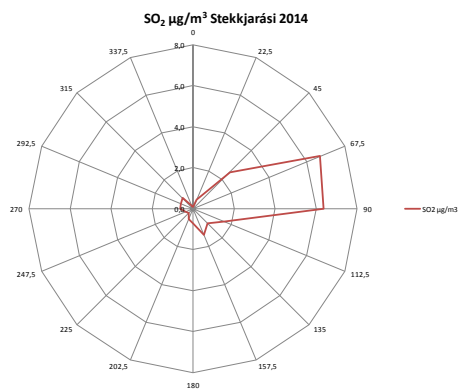
Sjá má reyndar að  $\text{H}_2\text{S}$  virðist berast meðfram Akrafjalli að öllum stöðvum í einhverjum mæli. Uppspretta  $\text{H}_2\text{S}$  fyrir utan jarðhita getur verið tengdur landbúnaði og svo geta leirurnar í Leirárvogi norðan Akrafjalls verið uppspretta brennisteinsvetnis.



**Mynd 4a.** Mælingar á SO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S á Gröf, jan-des. 2014, klst gögn.



**Mynd 4 b.** Mælingar á SO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S Kríuvörðu, jan-des. 2014, klst gögn.



**Mynd 4 c.** Mælingar á SO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S á Stekkjarási, jan-19.sept. 2014, klst gögn.

## Brennisteinstvíoxíð, safnað á síur

Tímabil	Mánaðarmeðaltöl <sup>4</sup> SO <sub>2</sub> (gask.) í lofti í µg/m <sup>3</sup>			
	Hálsnes HV	Kríuvörða KV	Gröf GH	Vatnsthús VG
Apríl – okt. '10		3,2		6,4
Apríl – okt. '11		4,8		7,3
Apríl – okt. '12	1,16	4,9		5,6
Apríl – okt. '13		5,3		3,8
Apríl – okt. '14		9,2	4,1	6,1
Apríl – sept. '14†		6,5	2,4	4,7
<b>2014</b>				
Apríl		10,6	1,6	(4,4)
Maí		4,0	1,8	5,4
Júní		4,8	1,4	3,2
Júlí		4,9	2,3	3,5
Ágúst		6,4	4,1	7,1
Sept.		12,3	4,0	3,5
Okt.		(29,4)	(23,0)	(24,3)
Nóv.				77,3
Des.				

†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

Eins og nefnt var hér ofar mældist styrkur SO<sub>2</sub> í október afar hár sem má rekja til eldgossins í Holuhrauni. Ef október er sleppt úr meðaltali fæst niðurstaða sem er betur samanburðarhæf við fyrri ár. Ef það tímabil er tekið til samanburðar, þá er meðaltal SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu 6,5 µg/m<sup>3</sup> mælt á síur sem er í hærra lagi fyrir þá stöð. Meðaltal á Gröf er 2,4 µg/m<sup>3</sup> en engin mæling er þar til samanburðar frá fyrri árum. Meðaltal SO<sub>2</sub> á Stekkjarási er 4,7 µg/m<sup>3</sup> sem er í sögulegu samhengi með lægra móti fyrir þá stöð, en þó svolítið hærra en 2013.

Einhver munur er sem fyrr á mælingum á síur og sjálfvirkum mælingum en þó eru niðurstöður í meginráttum svipaðar. Á Kríuvörðu eru gildin 7,4 µg/m<sup>3</sup> (sjálfvirk mæling) og 6,5 µg/m<sup>3</sup> (síur). Á Gröf eru gildin 2,9 og 2,4 µg/m<sup>3</sup>. Hlutfallslega mestur munur er á Vatnsthúsi, þar eru tilsvarendi gildi 2,2 og 4,7 µg/m<sup>3</sup>.

Rétt er að geta þess að mæliaðferðirnar eru mjög ólíkar. Nefna má fyrst að mælingar á síur eru ekki samfelldar. Á apríl-sept samanburðartímabilinu er heildarmælitími á síur á bilinu 36-46 sólarhringar sem dreifist á hálf ári. Á síur eru brennisteinsoxíð mæld bæði í ryki og lofti, einungis SO<sub>2</sub> hlutinn sem mælist í lofti er borinn saman við niðurstöðu sjálfvirku mælinganna, en sú niðurstaða er fengin án síunar á loftsýni.

<sup>4</sup> Gögn frá heilum mánuðum ekki alltaf fyrirliggjandi – gefið til kynna með sviga

## Flúor

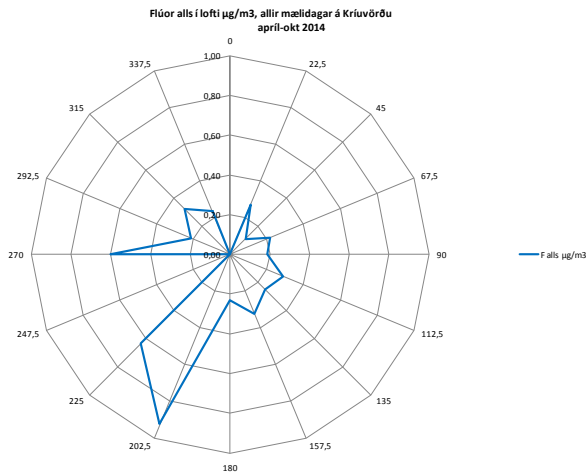
Mánaðarmeðaltöl á heildarflúor í lofti má sjá í töflunni hér neðar.

Tafla 3	Mánaðarmeðaltöl <sup>5</sup> flúors (alls) í lofti			
	í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Hálsnes HV	Kríuvarða KV	Gröf GH	Vatnsthús VG
Apríl – okt. '10		0,17		0,05
Apríl – okt. '11		0,17		0,08
Apríl – okt. '12	0,02	0,15		0,07
Apríl – okt. '13		0,22		0,07
Apríl – okt. '14		0,33	0,04	0,09
<b>2014</b>				
Apríl		0,35	0,04	(0,09)
Maí		0,15	0,02	0,08
Júní		0,29	0,02	0,10
Júlí		0,37	0,04	0,05
Ágúst		0,27	0,06	0,15
Sept.		0,53	0,02	0,04
Okt.		(0,23)	(0,04)	(0,03)
Nóv.				0,15

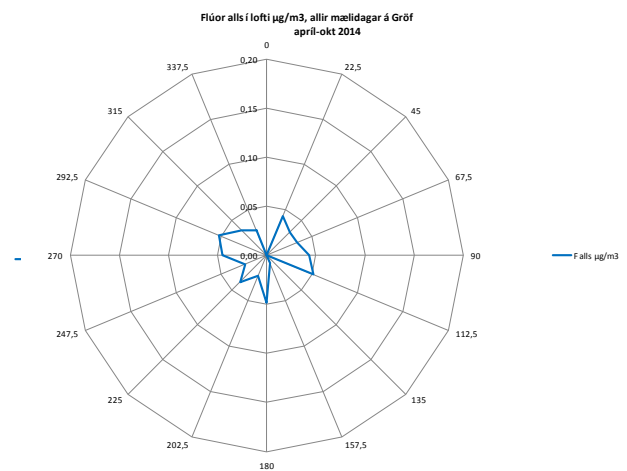
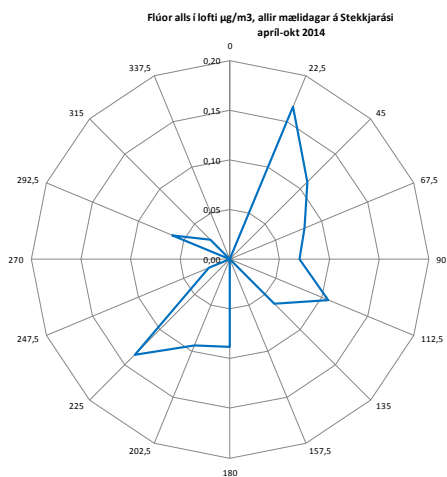
Meðaltöl ársins eru þá 0,09  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Stekkjarási og 0,33  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Kríuvörðu. Flúorgildi eru lág á Gröf, meðalgildið er undir 0,04  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ . Flúorgildið á Kríuvörðu er með hæsta móti. Gaskennt flúoríð er 0,29  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  sem er rétt undir viðmiðunarmarki tímabilsins fyrir gróður (0,3  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ ). Áberandi hæsti mánuður er september en þá var suðvestanátt mjög ráðandi. Hæsta staka dagsgildi mældist 1,75  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ , á Kríuvörðu, á Stekkjarási var það 0,40  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  og 0,17  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Gröf.

Mismunur er nokkur á þessum stöðvum og liggur meginmunur í mælingu á gaskenndu flúoríði, sem er mun hærra á stöðinni við Kríuvörðu. Þá er misjafnt í hvaða vindátt flúormengunar gætir á stöðvunum. Hærri mæligildi á flúor á Stekkjarási koma fram í austanáttum en Kríuvarða liggur nokkuð beint við suðvestanátt frá álverinu og hæstu gildin mælast í sunnan og suðvestanáttum. Dreifing á mæligildum eftir vindáttum allra mælidaga (1+5 daga gildi) sýnir þetta þokkalega þrátt fyrir að reikna megi með miklum breytileika í vindátt í 5 daga sýnum. Núllgildi í vissum áttum stafa af því að engin heill dagur hefur flokkast í viðkomandi átt (norðanátt og vestsuðvestanátt).

<sup>5</sup> Gögn frá heilum mánuðum ekki alltaf fyrirleggjandi - gefið til kynna með gildi innan sviga



**Mynd 5 a.** Mælingar flúors á Krúuvörðu, apríl-okt. 2014, allir mældagar flokkaðir í vindátt



**Mynd 5 b.** Mælingar flúors á Stekkjarási t.v. og Gröf t.h., apríl-okt. 2014, allir mældagar flokkaðir í vindátt

Athugið að ekki er sami kvarði á öllum myndunum hér að ofan, kvarðinn fyrir Krúuvörðu er upp í 1,00 en 0,20 fyrir Stekkjarás og Gröf.

## Efnainnihald í úrkomu

Mæligildi hvers mánaðar fyrir SO<sub>4</sub>-S, pH og F má sjá í töflu 4. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur. Þannig geta sýni verið nokkuð menguð á köflum af flugu og frjókornum í góðviðri. Að jafnaði safnaðist töluvert magn af úrkomu á þessu mælitímabili og sýni yfirleitt þokkalega tær. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra, en pH er bein mæling í úrkomu.

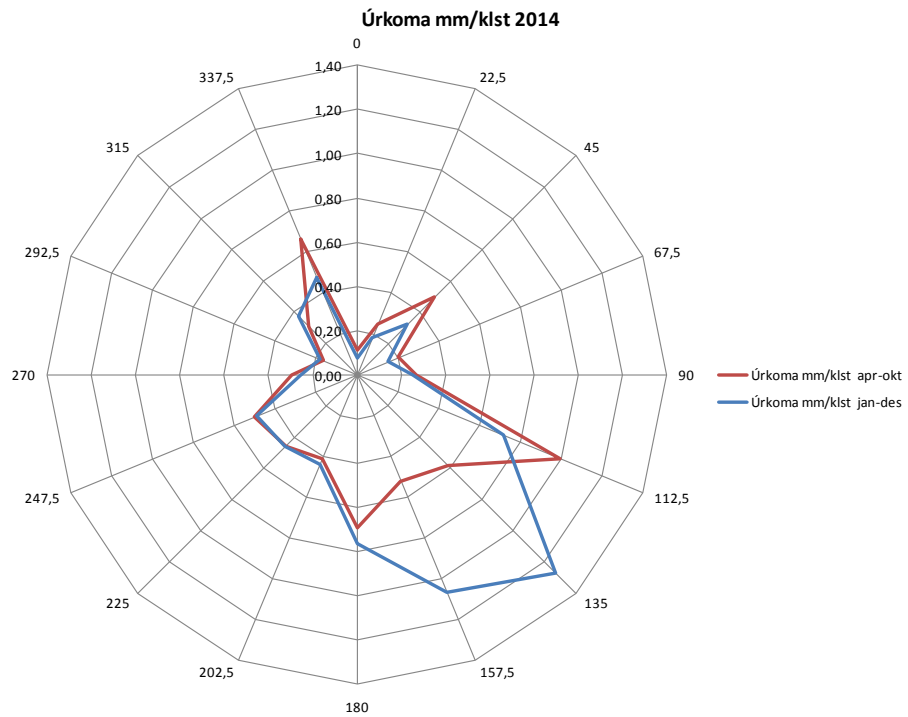
Mán.	Mánaðarmeðaltal SO <sub>4</sub> -S, pH og F í úrkomu (SO <sub>4</sub> -S og F í mg/m <sup>2</sup> )								
	Kríuvörða KV			Gröf GH			Vatnst.-hús VG		
	SO <sub>4</sub> -S	F	pH	SO <sub>4</sub> -S	F	pH	SO <sub>4</sub> -S	F	pH
Apríl – okt. '10	55	11	5,1				186	21	5,1
Apríl – okt. '11	125	23	4,9				137	13	5,0
Apríl – okt. '12	71	31	4,6				100	14	5,7
Apríl – okt. '13	127	17	4,4				126	11	4,6
Apríl – okt. '14	172	27	4,2	150	5	5,2	230	17	5,0
Apríl – sept. '14†	111	26	4,4	77	5	5,5	155	15	5,3
<b>2014</b>									
Apríl-maí	173	27	3,95	43	2	5,61	118	7	4,45
Júní	55	11	4,44	35	2	4,80	137	16	4,11
Júlí	114	29	5,00	166	4	7,00	127	20	5,95
Ágúst*	46	16	4,53	39	4	4,95	115	16	6,43
Sept	169	48	4,00	103	12	5,32	275	17	5,66
Okt	472	34	3,51	517	9	3,58	608	28	3,38

†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

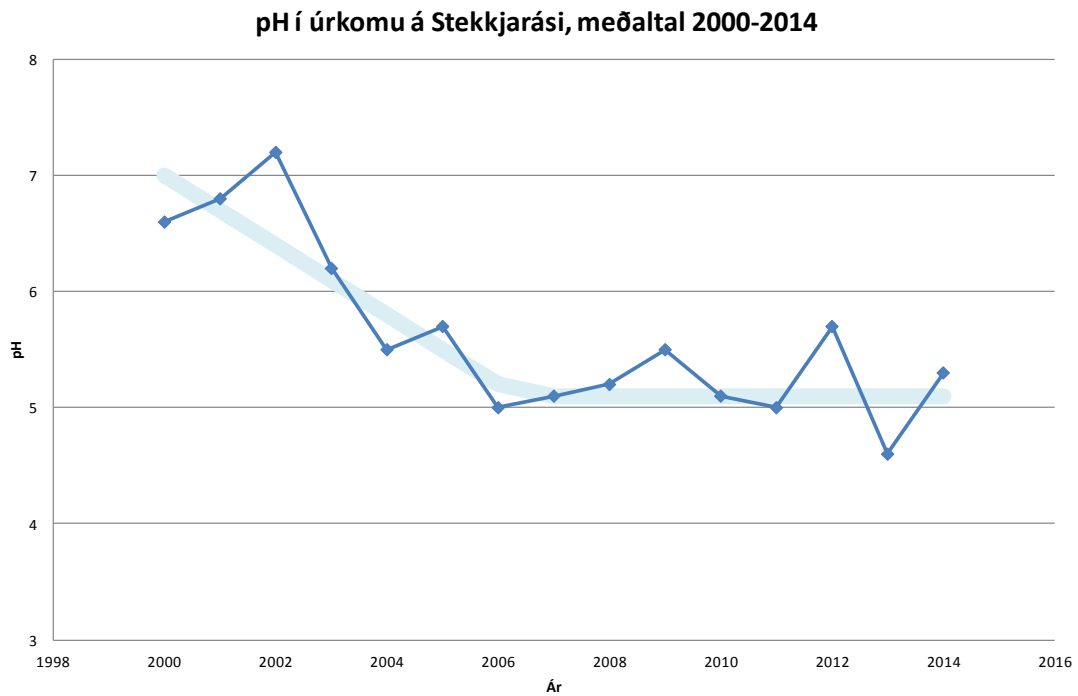
Niðurstöður eru svipaðar hvað varðar flúor og brennistein og undanfarin ár á Kríuvörðu og Stekkjarási, nema að í september og sérstaklega október jókst brennisteinn mjög í regnvatni og má rekja það til brennisteinsoxíðmengunar frá eldgosinu. Brennisteinsoxíðmengun veldur einnig súrnun í regni.

Meðaltal síðustu fimm ára fyrir flúor hefur verið á bilinu 10-30 mg/m<sup>2</sup> fyrir stöðvarnar á Kríuvörðu og Stekkjarási og niðurstöður eru innan þeirra marka. Flúorstyrkur í úrkomu mældist heldur hærri en árið 2013 en enn hærri gildi hefðu e.t.v. ekki komið á óvart því flúorstyrkur í lofti mældist óvenju hár á Kríuvörðu. Þá rignði helst úr suðaustanátt þetta árið og þá má búast við hærri gildum á Stekkjarási. Afstaða þessara stöðva til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í suðaustanátt má búast við meiri mengun á Stekkjarási, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu. Árið 2014 féll vel yfir helmingur úrkomu í sunnan- og suðaustan-áttum á tímabilinu apríl-okt. Enginn samanburður er til ennþá fyrir Gröf en flúorgildi mælast þar fremur lág og er það í takt við aðrar mælingar á þeirri stöð.

Meðalsýrustig sýnanna á Kríuvörðu telst lágt, svipað og undanfarin ár. Sýrustigið er lágt allt mælitímabilið, ekki bara í þegar mengunar gætir frá Holuhrauni. Sýrustig á Stekkjarási hefur farið lakkandi frá 2000 en er hærra núna en árið 2013 og virðist kannski vera stöðugt þegar litið er til síðustu 8 ára.



**Mynd 6.** Úrkoma á Gröf, apríl-okt. og jan-des. 2014, klst gögn flokkuð eftir vindátt.



**Mynd 7.** Breyting á pH stigi í úrkomu á Stekkjarási 2000-2014.

## Fjölhringa vetniskolefni (PAH)

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (vokvetniskolefni) í lofti eru mæld í svifrykssýnum, þ.e. nokkurnveginn mánaðarlegum sýnum sem safnað er á 6 daga fresti á kvarssíur. Sýnataka hófst á Kríuvörðu síðla árs 2012 en áður höfðu PAH efni verið mæld eitt ár í síum frá Stekkjarási. Árið 2014 voru mæld PAH efni í ryki, alls 10 mælingar á árinu, þar af ein frá Stekkjarási, vegna bilunar í safnara á Kríuvörðu. Mælt er PAH16 (EPA) mælimengi þessara efna. Niðurstöður (heildarsamtölu mælanlegra PAH16 í ng/m<sup>3</sup>) þessara mælinga má sjá í eftirfarandi töflu:

<b>Tafla 1</b>		<b>Árs- og mánaðarmeðaltöl dagsmælinga rykkennds PAH í lofti í ng/m<sup>3</sup></b>			
<b>Ár/Mán.</b>	<b>Stekkarás</b>	<b>Kríuvörða</b>	<b>Blankar (3)</b>	<b>Kríuvörða Bensó(a)-pýren BaP</b>	
	<b>PAH alls</b>	<b>PAH alls</b>	<b>PAH alls</b>		
<b>2012</b>	<b>0,092</b>		<b>0,020</b>		
<b>2013</b>	<b>0,041</b>	<b>0,038</b>	<b>0,014</b>		
<b>2014</b>		<b>0,030</b>	<b>&lt;0,010</b>		
	<b>des-jan</b>	0,053		0,0008	
	<b>jan-feb</b>	0,048	<0,010	0,0007	
	<b>mars</b>	0,033		0,0008	
	<b>apríl</b>	0,010		<0,0003	
	<b>maí</b>				
	<b>júní</b>	0,012	<0,010	<0,0003	
	<b>júlí</b>	0,021		0,0006	
	<b>ágúst-sept</b>	0,032		0,0005	
	<b>sept-okt</b>	0,030		0,0010	
	<b>nóv-des</b>	0,027	<0,010	0,0008	

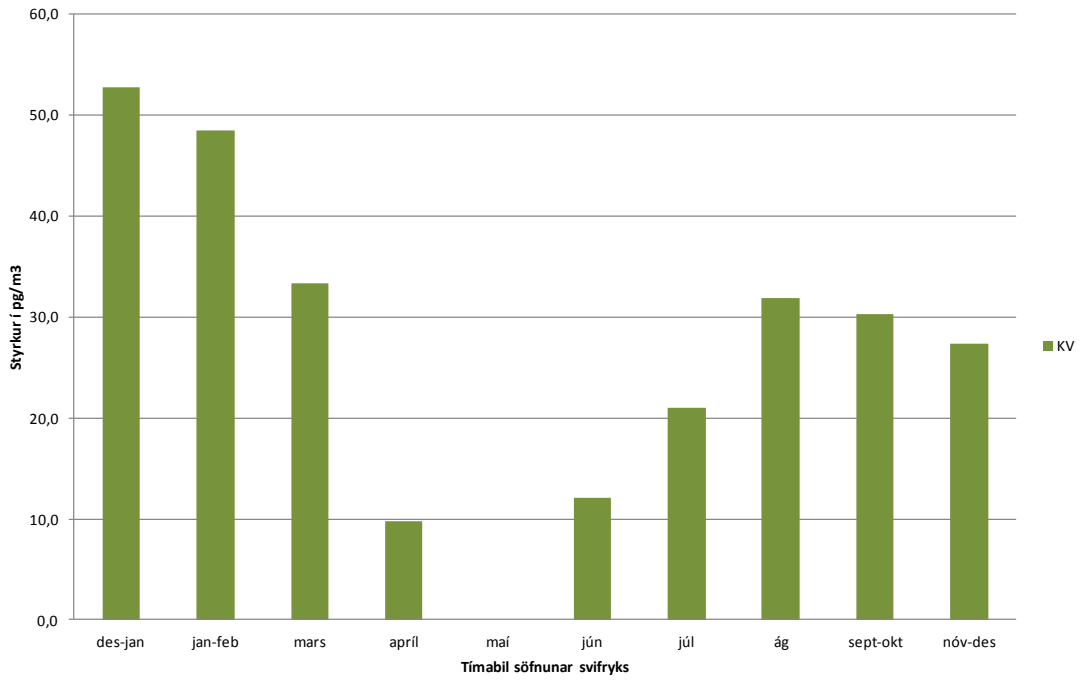
Mæling á bensó(a)pýren mælist marktækt í sjö mánuðum en er mjög svipað og árið 2013. Greiningarmörk eru lægri í mælingunni í ár eða undir 0,0003 ng/m<sup>3</sup> og reiknuð magngreiningarmörk (LOQ) fyrir BaP gildið er 0,0007 ng BaP/m<sup>3</sup>. Meðalblankgildi reiknast <0,0004 ng BaP/m<sup>3</sup>. Umhverfismörk fyrir BaP eru 1 ng/m<sup>3</sup>.

Um mjög lágan styrk er að ræða. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM<sub>10</sub>-ögnum. Aðeins eru mörk fyrir BaP en mælt er til að mæld séu sex krabbameinsvaldandi PAH-efni til viðbótar, þ.e. benzó[a]antrasen, benzó[b]flúoranten, benzó[j]flúoranten, benzó[k]flúoranten, indenó[1,2,3-cd]pýren og díbenzó[a,h]antrasen sem grunn fyrir frekari lagasetningu síðar (reglugerð 410/2008 sem byggir á Evróputilskipun 107/2004/EC). Umhverfismörk eru eins og áður sagði 1 ng/m<sup>3</sup> BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þrjú ár af fimm). Allar niðurstöður þessa árs eru undir 0,5% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu 0,3-1,7 pg/m<sup>3</sup>. Niðurstöður hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti hér komið til hærra hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH-efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri.

Þess má einnig geta að WHO hefur skilgreint áhættuþátt (unit risk factor UR) fyrir BaP, þ.e. aukna tíðni lungnakrabbna við samfellda innöndun á BaP við 1 ng/m<sup>3</sup> í 70 ár (sá líftími sem venjulegast er miðað við). UR er 8,7x10<sup>-5</sup> fyrir BaP styrk í einingunni ng/m<sup>3</sup>, þ.e. 8,7 tilfelli af 100.000 á 70 árum. Margföldun styrks BaP með UR gefur tíðni lungnakrabbna.

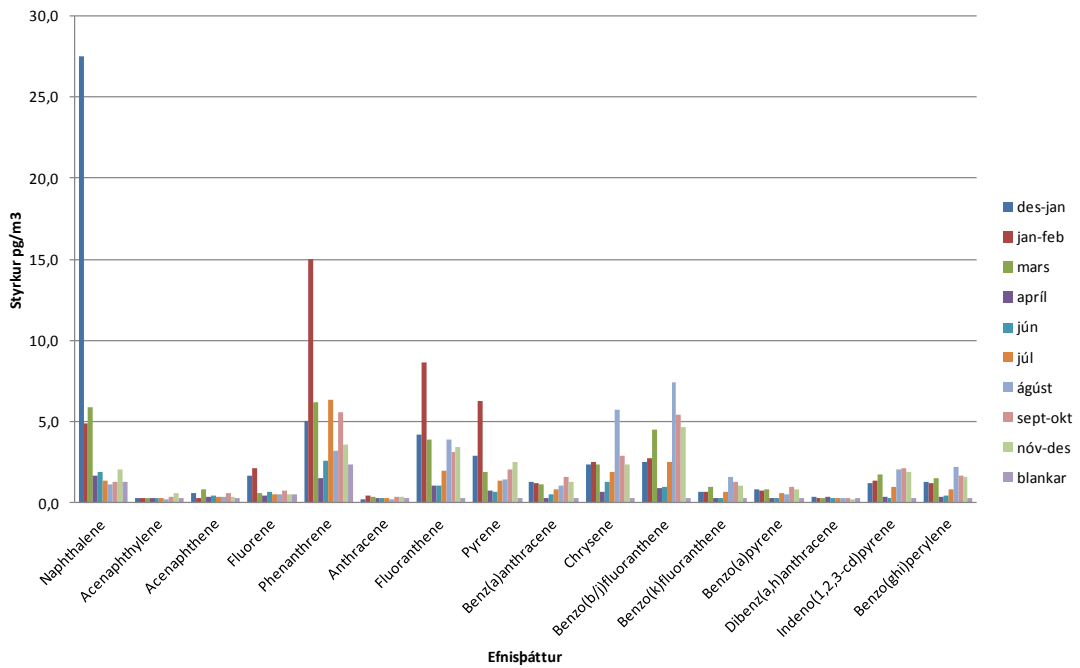


### PAH16 alls á Kríuvörðu 2014



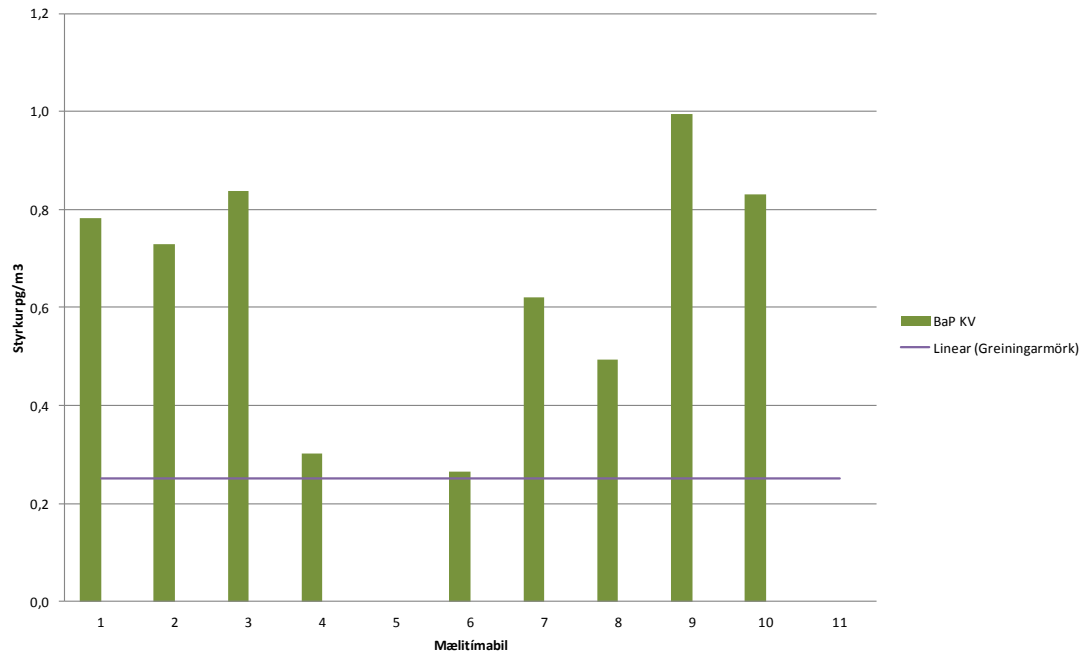
Mynd 8. PAH alls í svifryki, Kríuvörðu 2014

### PAH16 mæld á Kríuvörðu 2014



Mynd 9. PAH efni í svifryki, Kríuvörðu 2014

### BaP á Kríuvörðu 2014



**Mynd 10.** Benzó(a)pýren í svifryki, Kríuvörðu 2014

## 4. Samantekt

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á Grundartanga og í Hvalfirði fyrir árið 2014. Mælt var á þremur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu, skammt norðaustan verksmiðjувæðisins er rekin allt árið. Ný stöð, skammt frá bænum Gröf um 3 km suðvestur af Grundartanga, var gangsett í febrúar og rekin samfellt frá þeim tíma. Stöð á Stekkjarási við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt. Starfsemi Norðuráls og Elkem var svipuð og verið hefur undanfarin ár. Nokkur aukning er þó á starfsemi fleiri fyrirtækja á Grundartanga.

### *Veðurgögn*

Einkennandi fyrir árið voru töluverð hlýindi, árið var víða með þeim allra hlýjustu, sérstaklega á Norður- og Austurlandi. Vorið og sumarið voru mjög úrkomusöm, bæði norðanlands og suðvestanlands. Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 6,5°C og vindhraði um 6,5 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 6,1°C og vindhraði 4,6 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 9,3°C, meðalvindhraði 5,5 m/s, og algengasta átt var austnorðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Austanáttir reiknast vera ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

### *Svifryk betagreining*

Ryk á Kríuvörðu og Gröf mælist ákaflega svipað og meðaltöl svipuð og árin 2010-2013. Svifryk PM<sub>10</sub> mælist 6,7 µg/m<sup>3</sup> að meðaltali apríl-okt á báðum stöðvum. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM<sub>10</sub> 29 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 38 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðalgildi dags á Gröf voru PM<sub>10</sub> 41 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2,5</sub> 26 µg/m<sup>3</sup>. Engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m<sup>3</sup>).

### *Svifryk mælt á síur*

Ryk hefur mælst tiltölulega lágt undanfarin tvö ár við Stekkjarás (VG), PM<sub>10</sub> mælist 8,9 µg/m<sup>3</sup> að meðaltali apríl-okt. Ástæður þessa eru líklega þær að sumrin hafa verið mun úrkomusamara en næstu ár á undan en umferðarryk er töluvert í grennd við þessa stöð í þurrum árum frá nærliggjandi malarvegi.

### *Brennisteinn*

Brennisteinstvíoxíð er mælt með tvennum hætti, á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási. Annars vegar er því safnað á síur (þær sömu og flúor er líka mældur í) og svo er SO<sub>2</sub> mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Styrkur SO<sub>2</sub> síðasta hluta ársins mældist afar hár vegna eldgossins í Holuhrauni.

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási og Gröf mælist (apríl - sept) 2,2-2,9 µg/m<sup>3</sup> sem telst ekki hátt miðað við fyrri mælingar. Meðaltal sama tímabils á Kríuvörðu er 7,4 µg/m<sup>3</sup> fyrir SO<sub>2</sub> og er ívið hærra en mælst hefur áður.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð 14,3 µg/m<sup>3</sup> á Kríuvörðu en var 6,7 µg/m<sup>3</sup> árið 2013. Á Gröf varð ársmeðaltalið 14,1 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu og Gröf voru um eða yfir 1300 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> sem er langt yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m<sup>3</sup>). Hins vegar ef skoðað er tímabilið fyrir gos, þá var hæsta klukkustundargildi 181 µg/m<sup>3</sup> þ. 25.ágúst á hádegi á Kríuvörðu og 171 µg/m<sup>3</sup> þ. 14.ágúst kl.2 að nóttu á Gröf og eru bæði hámarks undir heilsuverndarmörkum.

Hæsta meðaltal dags fyrir gos mældist 93 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> þ.24.ágúst, en alls mælast 4 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum (50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fram að gosi. Sé gostímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 25 og hæstu dagsgildi um  $400 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Hæsta meðaltal dags á Gröf fyrir gos mældist  $26 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  þ.2.mars, en engir dagar mælast þar yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fram að gosi. Sé gostímabilið tekið með eru slíkir dagar alls 21 og hæstu dagsgildi svipuð og á Kríuvörðu.

### *Flúor*

Flúorgildi í lofti eru mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október 2014. Meðaltöl ársins eru  $0,09 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Stekkjarási og  $0,33 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Kríuvörðu. Flúorgildi eru lág á Gröf, meðalgildið er undir  $0,04 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ . Gaskennt flúoríð (HF) á Kríuvörðu er með hæsta móti eða  $0,29 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  en er undir viðmiðunarmarkinu  $0,3 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  fyrir gróðurtímabilið apríl-september. Áberandi hæsti mánuður er september en þá var suðvestanátt mjög ráðandi. Hæsta staka dagsgildi mældist  $1,75 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Kríuvörðu, á Stekkjarási var það  $0,40 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  og  $0,17 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á Gröf.

### *Efnainnihald í úrkomu*

Meðaltal síðustu fimm ára fyrir flúor hefur verið á bilinu  $10\text{-}30 \text{ mg}/\text{m}^2$  fyrir stöðvarnar á Kríuvörðu og Stekkjarási og niðurstöður eru innan þeirra marka. Flúorstyrkur í úrkomu mældist heldur hærri en árið 2013 en enn hærri gildi hefðu e.t.v. ekki komið á óvart því flúorstyrkur í lofti mældist óvenju hár á Kríuvörðu. Þá rigndi helst úr suðaustanátt þetta árið og þá má búast við hærri gildum á Stekkjarási. Árið 2014 féll vel yfir helmingur úrkomu í sunnan- og suðaustan-áttum á tímabilinu apríl-okt. Enginn samanburður er til ennþá fyrir Gröf en flúorgildi mælast þar fremur lág og er það í takt við aðrar mælingar á þeirri stöð.

Meðalsýrustig sýnanna á Kríuvörðu telst lágt, svipað og undanfarin ár. Sýrustig á Stekkjarási hefur farið lækkandi frá 2000 en er herra núna en árið 2013 og virðist kannski vera stöðugt þegar litið er til síðustu 8 ára. Í september og sérstaklega október jókst brennisteinn mjög í regnvatni og má rekja það til brennisteinsoxíðmengunar frá eldgosinu. Brennisteinsoxíðmengun veldur einnig súrnun regnvatns.

### *PAH efni í svifryki*

Mæld voru PAH16 efni í svifryki sem safnað var á Stekkjarási og Kríuvörðu. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM10-ögnum. Heildarmeðaltal PAH16 var  $0,031 \text{ ng}/\text{m}^3$  á tímabilinu, þar af mældist bensó(a)þýrene undir  $0,001 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þremur árum af fimm). Allar niðurstöðurnar þessa sex mánuði eru undir 1% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu  $0,3\text{-}1,0 \text{ pg}/\text{m}^3$ .

## **Heimildir**

1. Hermann Þórðarson og Woiciech Sasinowski; Viðhaldsskýrsla mælistöðva Hvalfirði 2014, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, desember 2015.
2. Veðurlýsing tímabilsins er unnin upp úr og að mestu samhljóða veðurfarslýsingu ársins 2014 sem aðgengileg er á heimasíðu Veðurstofu Íslands, [www.vedur.is](http://www.vedur.is).

## **Viðauki 1**

### **Samanteknar niðurstöður**

**Daglegar mælingar, dagsmeðaltöl, mánaðarmeðaltöl**

Sjá meðfylgjandi Excel-skrár

**Norðurál Grundartanga**

 Verkefni: **6EM14065**

Dags.: 20.02.2015

Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2014

Afrit:

Umsjón verkefnis: Dr. Helga Dögg Flosadóttir

Sýni: Gróðursýni tekin af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Fulltrúi verkkaupa: Magnús F.Ólafsson

Mótttekið:

Reikn.nr.

**Mælingar í gróðursýnum 2014 – sjá sýnatökuskýrslu í viðauka**

Sýni Gras	10.jún.14		17.sep.14	
	Þurrefni µg F/g þ.e.	Skol µg F/g þ.e.	Þurrefni µg F/g þ.e.	Skol µg F/g þ.e.
Ferstikla	1,8	<0,8	1,6	2,0
Hlíð	2,5	2,7	3,1	2,2
Fellsaxlarkot	4,1	4,0	2,1	2,1
Fannahlíð	4,7	2,8	2,8	2,8
Stekkjars	4,5	4,2	5,7	2,5
Gröf II hús	2,9	1,0	2,7	3,3
Gröf II vegur	1,8	<0,8	4,6	2,0
Háls sumarhús	1,5	1,1	1,9	1,0
Reynivellir	4,3	2,9	2,5	2,5
Félagsgarður	2,6	1,9	1,9	1,2
Fossbrekka	1,1	<0,8	2,2	1,2
<b>Birki</b>				
Ferstikla	2,0	3,3	1,1	1,2
Hlíð	4,8	2,4	11,0	2,5
Fellsaxlarkot	13,8	2,9	20,4	3,5
Fannahlíð	13,8	2,7	14,8	2,3
Stekkjars	11,1	3,6	19,6	5,3
Gröf II hús	4,7	1,4	10,8	2,3
Gröf II vegur	4,5	1,3	5,5	2,7
Háls sumarhús	2,1	0,9	3,1	1,2
Reynivellir	2,5	1,3	8,1	1,3
Félagsgarður	3,7	1,6	4,5	1,3
Fossbrekka	1,1	<0,8	2,2	0,8
<b>Reynir</b>				
Ferstikla	3,2	2,4	4,7	2,6
Hlíð	4,6	3,5	16,1	2,7
Fellsaxlarkot	18,2	11,2	38,3	9,8
Fannahlíð	14,3	10,2	32,0	2,3
Gröf II hús	4,0	3,5	12,5	2,6
Gröf II vegur	3,3	1,8	17,7	5,2
Háls sumarhús	1,5	1,6	3,0	1,9
Reynivellir	2,8	2,6	8,9	2,5
Félagsgarður	3,1	3,6	11,1	2,1
Fossbrekka	1,0	0,8	4,3	1,1
LOD	0,6	0,8	0,2	0,3
LOQ	2,0	2,6	0,7	1,0
		staðalfr.v.		staðalfr.v.
Viðm.sýni Hærra (102 µg/g)	101	5	102	5
Viðm.sýni Lægra (23 µg/g)	22	2	23	2

**Norðurál Grundartanga**

 Verkefni: **6EM14065**

Dags.: 20.02.2015

Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2014

Afrit:

Umsjón verkefnis: Dr. Helga Dögg Flosadóttir

Sýni: Gróðursýni tekin af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Fulltrúi verkkaupa: Magnús F.Ólafsson

Móttekið:

Reikn.nr.

**Mælingar í gróðursýnum 2014 – sjá sýnatökuskýrslu í viðauka**

Sýni Greni	27.nóv.14			
	1 árs		2ja ára	
	Þurrefni µg F/g þ.e.	Skol µg F/g þ.e.	Þurrefni µg F/g þ.e.	Skol µg F/g þ.e.
Ferstikla	2,4	1,5	3,3	2,5
Hlíð	3,2	1,6	3,1	3,0
Fellsaxlarkot	9,5	13,4	14,8	16,0
Fannahlíð	9,4	6,3	14,4	7,5
Stekkjarás	11,1	4,2	19,1	5,5
Gröf II vegur	6,4	2,8	8,0	3,0
Háls sumarhús	3,6	1,5	3,8	1,6
Reynivellir	4,2	2,0	5,3	2,7
Félagsgarður	3,8	2,2	5,2	1,7
Fossbrekka	3,1	1,5	3,7	2,5
<b>Stafafura</b>				
Ferstikla	1,6	1,0	2,7	2,8
Hlíð	3,0	2,9	4,8	4,9
Fellsaxlarkot	6,8	10,7	9,1	11,1
Fannahlíð	6,0	3,6	9,3	6,2
Stekkjarás	5,7	2,1	10,6	4,1
Gröf II vegur	6,7	3,9	8,0	4,5
Háls sumarhús	2,1	0,7	2,4	1,2
Reynivellir	4,5	1,3	5,6	2,4
Félagsgarður	2,7	1,2	3,8	1,8
Fossbrekka	2,5	1,1	2,9	1,2
<b>Bergfura</b>				
Stekkjarás	7,7	2,3	14,3	3,7
Fossbrekka	4,3	1,9	3,2	2,0
LOD	0,5	0,2	0,5	0,2
LOQ	1,7	0,7	1,7	0,7
		staðalfr.v.		
Viðm.sýni Hærra (102 µg/g)	93,1	5		
Viðm.sýni Lægra (23 µg/g)	20,0	2		

Greiningaraðferð – Gróðurvefur: Úrdráttur með súrri lausn og mæling með jónvísu rafskauti í Citrate-nitrate stuðpúða. Skol af gróðri: Gróður þveginnt með sápuvatni, sápuvatni blandað við TISAB II stuðpúða, flúormagn greint með jónvísu rafskauti.

## Norðurál Grundartanga

Verkefni: **6EM14065**

Dags.: 20.02.2015

Viðbótarskýrsla vegna sýnatöku 2014

Afrit:

Umsjón verkefnis: Helga Dögg Flosadóttir

Sýni: Gróðursýni tekin af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Fulltrúi verkkaupa: Magnús F.Ólafsson

Móttakið:

Reikn.nr.

### Sýnataka 2012

#### Inngangur

Teknar eru saman helstu upplýsingar viðkomandi gróðursýnatökuferðum vegna umhverfisvöktunar fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Upplýsingar frá veðurstöðinni við Kríuvörðu í Hvalfirði eru gefnar til að sýna veðurfar fimm daga fyrir sýnatökudag að auki við sýnatökudaginn.

#### 10. Júní 2014

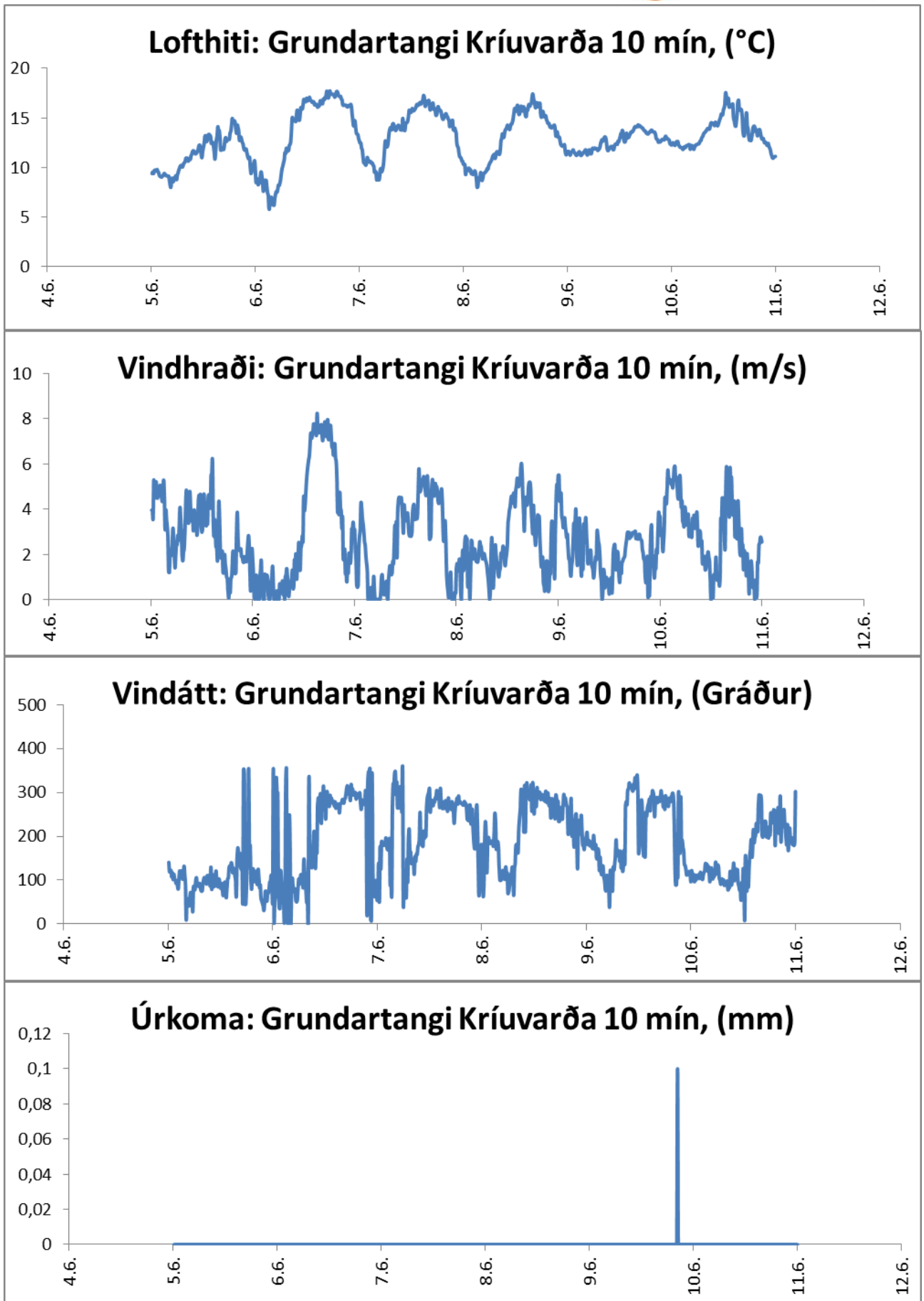
##### Þáttakendur:

Helga Dögg Flosadóttir (NMI), Magnús Freyr Ólafsson, Þórður Þórðarson (Fulltrúi Hvalfjarðarsveitar), Brynja Hrafnkelsdóttir (Skógfræðingur).

##### Veðurfar:

Heildarúrkoma fyrir sýnatökudag var 0,1 mm sem féll daginn fyrir sýnatöku. Ekki rigndi á meðan á sýnatöku stóð. Lofthiti var um 12 °C að meðaltali. Breytilegar vindáttir einkenna tímabilið og meðalvindhraði var um 2,7 m/s og vindhraði var nokkuð breytilegur.





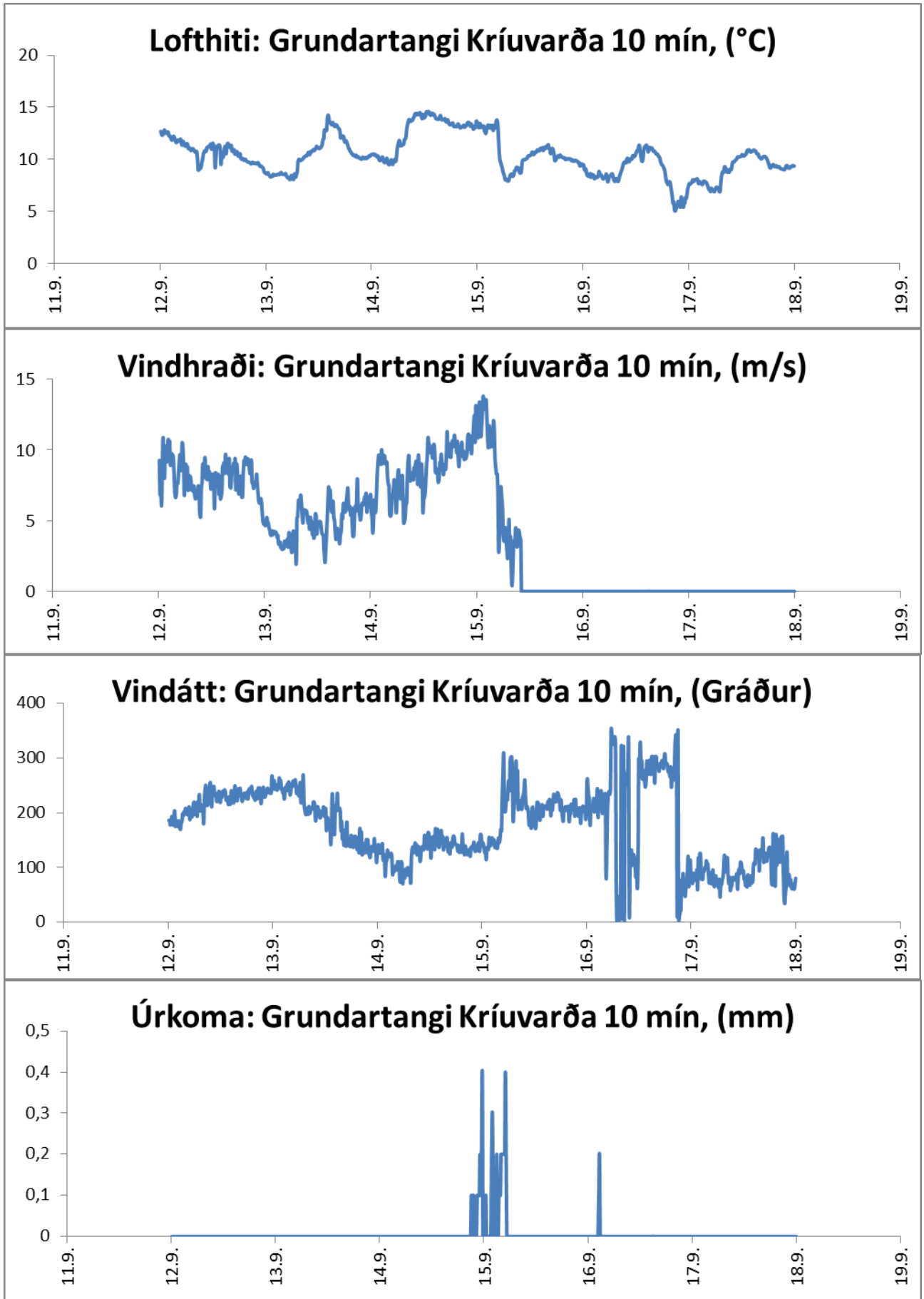
## 17. September 2014

### Þáttakendur:

Dr. Helga Dögg Flosadóttir og Arnfríður Hermannsdóttir (NMI), Magnús Freyr Ólafsson, Þórður Þórðarson (Fulltrúi Hvalfjarðarsveitar), Brynja Hrafnkelsdóttir (Skógræðingur).

### Veðurfar:

Heildarúrkoma fyrir sýnatökudag var 5 mm, þar af 0,2 mm daginn fyrir sýnatöku. Ekki rigndi á meðan á sýnatöku stóð. Lofthiti var um 10 °C að meðaltali. Meginvindáttir voru suð og suðaustan áttir, en algjör stilla ríkti daginn fyrir og á sýnatökudag. Meðalvindhraði var 4,1 m/s.



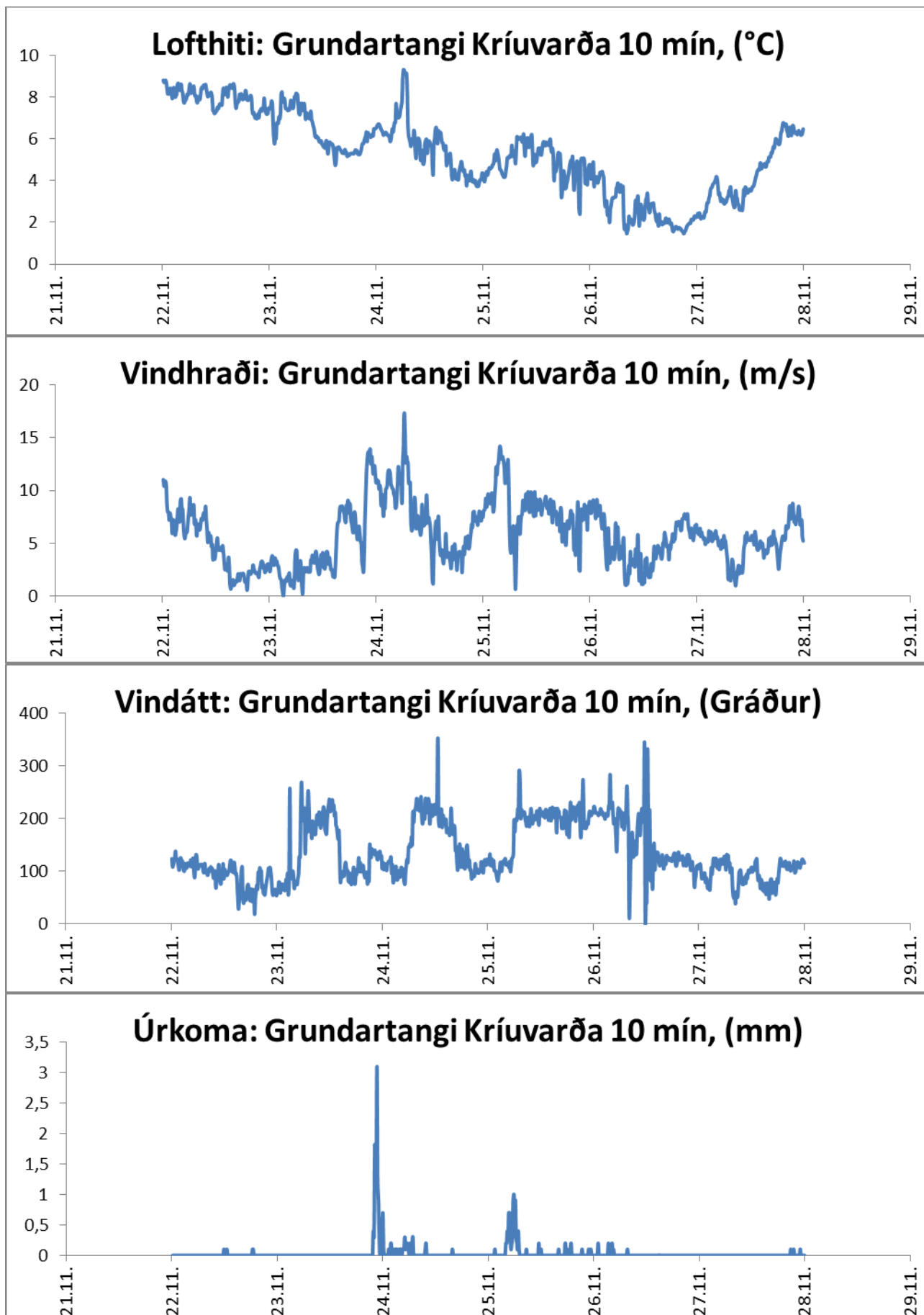
## 27. Nóvember 2013

### Þáttakendur:

Dr. Helga Dögg Flosadóttir og Arnfríður Hermannsdóttir (NMI), Magnús Freyr Ólafsson, Þórður Þórðarson (Fulltrúi Hvalfjarðarsveitar), Brynja Hrafnkelsdóttir (Skógræðingur).

### Veðurfar:

Heildarúrkoma fyrir sýnatökudag var 27,1 mm, þar af 0,8 mm daginn fyrir sýnatöku. Ekki rigndi á meðan á sýnatöku stóð. Lofthiti var um 5 °C að meðaltali. Meginvindátt var austanátt, en einnig sunnanátt. Meðalvindhraði var 5,8 m/s.



Nafn tengiliðar: Magnús Freyr Ólafsson  
Nafn fyrirtækis: Norðurál  
Heimilisfang: Grundartanga  
Póstnr. Staður: 301 Akranes

Verkefni nr: 6EM14065  
Heiti verkefnis: Norðurál Gróður  
Umsjón verkefnis: Dr. Helga Dögg Flosadóttir  
Sýni: 109 Beinsýni/Norðurál

Dags: 20.01.2015  
Afrit:

Fulltrúi verkkaupa: Einar Fr. Björnsson  
Móttekið:

Reikningsnr.

Skýrsluna má ekki nota í auglýsingaskyni né birta á annan hátt án skriflegrar heimildar Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands. Birting er á ábyrgð þess er stofnunin hefur afhent skýrsluna. Skýrsluna má einungis ljósrita í heilu lagi. Geymslutími sýna er 3 mánuðir frá dagsetningu skýrslu nema um annað sé samið. Niðurstöður eiga einungis við prófuð

Niðurstöður á mælingum á flúor í kindakjálkum 2014 urðu eftirfarandi:

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)
Hrafnabjörg	F 001	Lamb	56
Hrafnabjörg	F 002	Lamb	61
Hrafnabjörg	F 003	Lamb	120
Hrafnabjörg	F 004	Lamb	74
Skipanes	F 005	3 v	718
Skipanes	F 006	7 v	1060
Skipanes	F 007	7 v	1204
Skipanes	F 008	5 v	1015
Hjalli	F 009	9 v?	933
Hjalli	F 010	4 v	573
Hjalli	F 011	7 v	760
Hjalli	F 012	7 v	888
Hjalli	F 013	Lamb	100
Hjalli	F 014	Lamb	84
Hjalli	F 015	Lamb	105
Hjalli	F 016	Lamb	72
Grímsstaðir	F 017	Lamb	87
Grímsstaðir	F 018	Lamb	91
Grímsstaðir	F 019	Lamb	112
Grímsstaðir	F 020	Lamb	84
E-Leirárgarðar	F 021	1 v?	146
E-Leirárgarðar	F 022	1 v	187
E-Leirárgarðar	F 023	4 v	479
E-Leirárgarðar	F 024	8 v	940
E-Leirárgarðar	F 025	Lamb	47
E-Leirárgarðar	F 026	Lamb	54
E-Leirárgarðar	F 027	Lamb	53
E-Leirárgarðar	F 028	Lamb	59

Skorholt	F 029	Lamb	50
Skorholt	F 030	Lamb	76
Skorholt	F 031	Lamb	57
Skorholt	F 032	Lamb	118
Skjaldfönn	F 033	8 v	816
Skjaldfönn	F 034	10 v	605
Skjaldfönn	F 035	9 v	773
Skjaldfönn	F 036	8 v	680
Kiðafell	F 037	9 v	742
Kiðafell	F 038	8 v	890
Kiðafell	F 039	7 v	896
Kiðafell	F 040	6 v	662
Kiðafell	F 041	Lamb	44
Kiðafell	F 042	Lamb	72
Kiðafell	F 043	Lamb	77
Kiðafell	F 044	Lamb	53
Hóll	F 045	Lamb	88
Hóll	F 046	Lamb	80
Hóll	F 047	Lamb	66
Hóll	F 048	Lamb	101
Skipanes	F 049	Lamb	99
Skipanes	F 050	Lamb	90
Skipanes	F 051	Lamb	49
Skipanes	F 052	Lamb	69
Bjarnarhöfn	F 053	Lamb	37
Bjarnarhöfn	F 054	Lamb	46
Bjarnarhöfn	F 055	Lamb	48
Bjarnarhöfn	F 056	Lamb	59
Gröf	F 057	≥ 4 v	1745
Gröf	F 058	1 v	752
Gröf	F 059	Lamb	233
Gröf	F 060	Lamb	262
Gröf	F 061	Lamb	250
Gröf	F 062	Lamb	282
E-Miðfell	F 063	4 v	1022
E-Miðfell	F 064	7 v	1538
E-Miðfell	F 065	5 v	1551
E-Miðfell	F 066	Lamb	354
E-Miðfell	F 067	Lamb	323
E-Miðfell	F 068	Lamb	302
E-Miðfell	F 069	Lamb	379
Skjaldfönn	F 070	Lamb	16
Skjaldfönn	F 071	Lamb	80
Skjaldfönn	F 072	Lamb	176
Skjaldfönn	F 073	Lamb	62
Vogatunga	F 074	Lamb	165
Vogatunga	F 075	Lamb	183
Vogatunga	F 076	Lamb	131
Vogatunga	F 077	Lamb	132
Innri-Hólmur	F 078	4 v	1411
Innri-Hólmur	F 079	8 v	1355
Innri-Hólmur	F 080	6	1504

Innri-Hólmur	F 081	5	1728
Innri-Hólmur	F 082	Lamb	348
Innri-Hólmur	F 083	Lamb	414
Innri-Hólmur	F 084	Lamb	302
Innri-Hólmur	F 085	Lamb	393
Skorholt	F 086	9 v	1023
Skorholt	F 087	8 v	1102
Skorholt	F 088	6 v	939
Skorholt	F 089	6 v	795
Skorholt	F 090	5 v	
Vogatunga	F 091	8 v	1467
Vogatunga	F 092	≥ 4 v	1494
Vogatunga	F 093	≥ 4 v	1586
Vogatunga	F 094	7 v	1694
Hrafnabjörg	F 095	≥ 4 v	1592
Hrafnabjörg	F 096	≥ 4 v	1258
Hrafnabjörg	F 097	≥ 4 v	1851
Hrafnabjörg	F 098	≥ 4 v	940
Hóll	F 099	12 v	992
Hóll	F 100	12 v	683
Hóll	F 101	11 v	790
Hóll	F 102	11 v	879
Bjarnarhöfn	F 103	≥ 4 v	694
Bjarnarhöfn	F 104	≥ 4 v	645
Bjarnarhöfn	F 105	≥ 4 v	629
Bjarnarhöfn	F 106	≥ 4 v	616
Grímsstaðir	F 107	8 v	1389
Grímsstaðir	F 108	7 v	1300
Grímsstaðir	F 109	7 v	1284
Grímsstaðir	F 110	7 v	1551

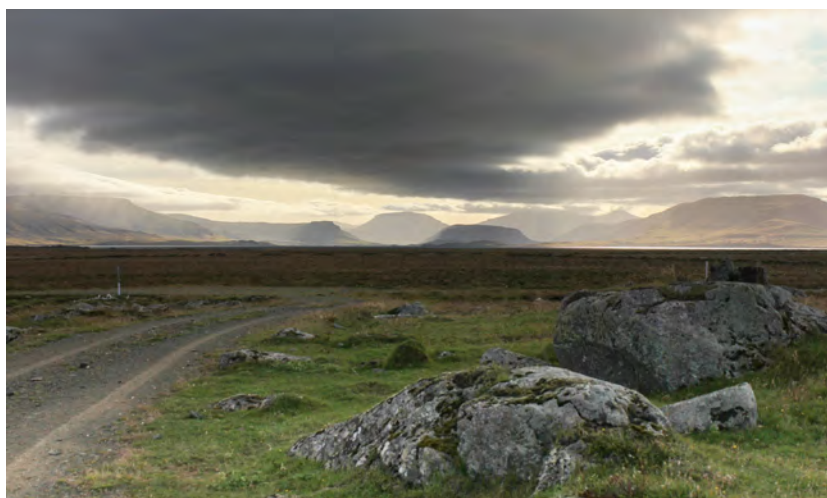
Gæðaeftirlit: 11 bein voru tvímæld m.t.t. flúors, allar endurtekningar mældust innan 10% skekkju.

Viðmið A (790 ppm) mældist 784 ppm

Viðmið B (1081 ppm) mældist 1135 ppm

Greiningaraðferð – Brennsla, mólun, uppleyst í 0.5 M HNO<sub>3</sub>, þynnt og sýni blandað við beina TISAB og flúorinnihald greint með flúor-sértækri elektróðu. Gildi gefin upp miðað við 0% raka.





# Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011–2014

Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir

Unnið fyrir fyrirtæki sem standa að umhverfisvöktun  
iðnaðarsvæðisins á Grundartanga





## **Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011–2014**

**Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir**

Unnið fyrir fyrirtæki sem standa að umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins  
á Grundartanga


NÍ-15001 Akureyri, febrúar 2015



NÁTTÚRUFRAEÐISTOFNUN ÍSLANDS

*Mynd á kápu: Séd inn Hvalfjörð. Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 20. ágúst 2014.*

ISSN 1670-0120

	Urriðaholtsstræti 6–8 212 Garðabæ Sími 590 0500 Fax 590 0595 http://www.ni.is ni@ni.is	Borgum við Norðurslóð 602 Akureyri Sími 460 0500 Fax 460 0501 http://www.ni.is nia@ni.is
<b>Skýrsla nr.</b> NI-15001	<b>Dags, Mán, Ár</b> Febrúar 2015	<b>Dreifing</b> Lokuð til 1. maí 2015
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill</b> Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011–2014		<b>Upplag</b> 30 <b>Fjöldi síðna</b> 41  <b>Verknúmer</b> A111102 <b>Málsnúmer</b> 2011120014
<b>Höfundar</b> Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir		
<b>Unnið fyrir</b> Fyrirtæki sem standa að umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga		
<b>Samvinnuaðilar</b>		
<b>Útdráttur</b> Klapparsamfélög mosa og fléttna hafa verið vöktuð í föstum reitum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga frá 1976. Alls voru 52 reitir settir upp á 15 stöðvum árið 1976, árið 1999 var 10 reitum bætt við í stefnu á Akrafjall og árið 2014 var 15 reitum, einkum suðvestur og norðaustur af iðnaðarsvæðinu, bætt við en svipaður fjöldi reita lagður af.  Sérstaklega er fylgst með þekjubreytingum á mosum og blað- og runnfléttum þar sem þessir hópar eru taldir viðkvæmari fyrir loftmengun en háplöntur og hrúðurfléttur. Að meðaltali urðu litlar þekjubreytingar frá 2011 en í einstökum reitum minnkaði þekja þessara hópa allt að 29 prósentustig hjá mosum en innan við 10 prósentustig hjá fléttum. Samsvarandi aukning varð mest 10 prósentustig hjá mosum og 12,5 prósentustig hjá blað- og runnfléttum. Meiri breytileika gætti í reitum sem staðsettir voru nálægt iðnaðarsvæðinu en ekki varð vart við einhliða hnignun sem rekja má til loftmengunar.  Litlar breytingar urðu á magni brennisteins í fléttum en magn flúors innan þynningarsvæðis jókst töluvert meðan það minnkaði nokkuð utan þynningarsvæðisins. Ekki er sýnilegur skaði á fléttum sem rekja má beint til loftmengunar. Hnignun runnfléttunnar klettastrýs heldur áfram og hefur henni hnignað síðan 2006 án sýnilegrar endurnýjunar.		
<b>Lykilorð</b> Hvalfjörður, vöktun, fléttur, mosar, fastir reitir, loftgæði	<b>Yfirfarið</b> MH	



**EFNISYFIRLIT**

<b>KORT</b>	<b>6</b>
<b>MYNDASKRÁ</b>	<b>6</b>
<b>1 INNGANGUR</b>	<b>9</b>
<b>2 AÐFERÐIR</b>	<b>10</b>
<b>3 NIÐURSTÖÐUR</b>	<b>10</b>
3.1 Almennar gróðurbreytingar	11
3.2 Gróðurbreytingar innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga	13
3.2.1 Stekkjarás	13
3.2.2 Selás	15
3.2.3 Langholt	15
3.2.4 Akrafjall	16
3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis	17
3.3.1 Skvömp	17
3.3.2 Ofan við Gröf	17
3.3.3 Neðristallar	18
3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga	18
3.4.1 Kalmansá	18
3.4.2 Kalastaðakot	19
3.4.3 Miðfells múli	19
3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km radíuss frá iðnaðarsvæðinu	20
3.5.1 Bjarnarholt	20
3.5.2 Álfholt	20
3.5.3 Beitistaðaholt	21
3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar	23
3.5.5 Hvammsnes	23
3.5.6 Tíðaskarð	23
3.5.7 Gimbrapallar	23
3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu	23
3.6.1 Hafnarbæli	25
3.6.2 Þyrilsnes	25
3.6.3 Hvalfjarðarbotn	25
3.7 Þekjubreytingar einstakra tegunda	25
3.8 Klettastrý	25
3.9 Snepaskóf	26
3.10 Mælingar á brennisteini og flúor	27
<b>4 UMRÆÐUR</b>	<b>29</b>
<b>5 HEIMILDASKRÁ</b>	<b>30</b>
<b>6 VIÐAUKI</b>	<b>31</b>
1. viðauki. Þekjumat í reitum 63–77 í nágrenni Grundartanga í Hvalfirði 2014	31

## KORT

1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreita umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga. 9

## MYNDASKRÁ

1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga blað- og runnfléttna 2011–2014 11
2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga mosa 2011–2014 11
3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014 og hafa verið metnir frá 1997 12
4. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í þremur föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor 12
5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir brennistein 12
6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33–35 13
7. mynd. Stekkjarás, reitur 33 14
8. mynd. Stekkjarás, reitur 34 14
9. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 8 og 11 14
10. mynd. Selás við Hólmavatn, reitur 8 15
11. mynd. Þekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk heildarþekju og tegundafjölda í reit 27 15
12. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 53–62 16
13. mynd. Akrafjall, reitur 60 16
14. mynd. Meðalþekja mosa, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26 17
15. mynd. Reitur 72, 73 og 74 17
16. mynd. Reitur 75, 76 og 77 18
17. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 36–38 18
18. mynd. Reitur 63, 64 og 65 19
19. mynd. Reitur 66, 67 og 68 19
20. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 12–15 20
21. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12 20
22. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 30–32 21
23. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 39–41 21
24. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52 22
25. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 48–50 22
26. mynd. Utan við Hvammsnes, reitur 48 22



27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 16–18	23
28. mynd. Reitir 69, 70 og 71	24
29. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42–44	24
30. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45–47	24
31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21–23	25
32. mynd. Þekja klettastrýs ( <i>Ramalina subfarinacea</i> ) í fjórum reitum í Stekkjarási og í Akrafjalli	26
33. mynd. Þekja snepaskófar ( <i>Parmelia saxatilis</i> ) í fjórum reitum innan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs	26
34. mynd. Þekja snepaskófar ( <i>Parmelia saxatilis</i> ) í 14 reitum utan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs	26
35. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum	27
36. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum	27
37. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014	28
38. mynd. Samanburður á magni brennisteins í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014	28
39. mynd. Samanburður á magni flúors í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014	28
40. mynd. Samanburður á magni flúors í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014	28



## 1 INNGANGUR

Í tengslum við opnun kísilmálmverksmiðju Járnblendifélagsins að Grundartanga 1979 (nú Elkem Ísland ehf.) var gróðurfar í nágrenni hennar rannsakað allítrlega. Einkum var litið til útbreiðslu mosa og blað- og runnfléttna þar sem líklegt var talið að tegundir af þessum hópum væru viðkvæmastar fyrir loftmengun. Einnig voru hrúðurfléttur rannsakaðar að nokkru marki sem og háplöntur. Gróðurfar svæðisins var kannað fyrir opnun verksmiðjunnar og voru þá lagðir út 52 fastir 40×50 cm reitir. Þessar rannsóknir voru unnar af Herði Kristinssyni, Bergþóri Jóhannssyni og Eyþóri Einarssyni og er greint frá þeim í Fjölríti Líffræðistofnunar (Hörður Kristinsson o.fl. 1983). Frá því að föstu reitirnir voru lagðir út 1975 og 1976, og þekjumetnir um leið, hafa þeir verið ljósmyndaðir reglulega (Hörður Kristinsson 2000, 2004, Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999, Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007) auk þess sem þeir voru þekjumetnir 1997 (Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999), 2006, (Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007), og 2011 (Starri Heiðmarsson 2012). Árið 1999 var samningur um vöktunina endurnýjaður um leið og Norðurál Grundartanga fékk aðild að honum. Var þá bætt við 10 föstum reitum með stefnu frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga á Akrafjall (Hörður Kristinsson 2000). Staðsetning reitanna er sýnd á 1. mynd í skýrslu Harðar Kristinssonar og Kristbjörns Egilssonar (1999) sem og á mynd 7.1 í Umhverfissvöktunarskýrslu fyrir árið 2011 (Eva Yngvadóttir o.fl. 2011). Áður en mælingar voru gerðar 2014 þá var bætt við 15 nýjum reitum á fimm svæðum sem allir eru utan þynningarsvæðis flúors og brennisteins (1. kort). Nýju svæðin eru einkum suðvestur eða norðaustur af iðnaðarsvæðinu í samræmi við algengustu vindáttir svæðisins, sbr. mynd 2.2 í Umhverfissvöktunarskýrslu fyrir árið 2011 (Eva Yngvadóttir o.fl. 2011). Reitum var fækkað til samræmis þannig að svipaður fjöldi reita er mældur og myndaður.



1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreitna umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

## 2 AÐFERÐIR

Föstu reitirnir eru 40×50 cm að stærð og horn þeirra merkt varanlega með gulri málningu sem hefur verið endurnýjuð nokkrum sinnum síðan reitirnir voru lagðir út upphaflega. Við matið er 40×50 cm stálrammi, sem skipt hefur verið í tuttugu 10×10 cm reiti með snúru, lagður yfir reitinn og þekja einstakra tegunda metin sjónrænt. Tegundir voru greindar á staðnum eftir því sem tók voru á en oft þurfti að safna sýnum af mosum og hrúðurfléttum og var það þá gert utan reitsins.

Árin 1975–1976 voru settir upp 52 fastir reitir (1–52) og þeir gróðurmetnir og ljósmyndaðir um leið. Síðan þá hafa reitir verið ljósmyndaðir og gróður metinn með mislöngu árabili, 1977, 1978, 1980, 1982, 1992 og 1997, en á þriggja ára fresti síðan árið 2000. Reitum hefur stundum fækkað eða fjölgað á milli ára. Þannig var reitur 7 horfinn árið 1997 vegna framkvæmda við álver Norðuráls. Reitum var fjölgað um tíu árið 1999 og voru þeir þá orðnir 61 talsins. Sumarið 2006 fundust ekki nema 58 reitir; þrír virtust horfnir vegna stækkunar verksmiðju Norðuráls og á einum stað höfðu háplöntur fært klöppina á kaf og því ógerlegt að finna merkingu reitsins. Haustið 2011 fundust aftur reitirnir sem áður voru taldir glataðir og var því 61 reitur rannsakaður það árið. Síðsumars 2014 voru settir upp nýir 15 reitir á fimm svæðum en aflagður var svipaður fjöldi reita. Alls voru reitirnir því 60 talsins.

Vettvangsvinna var unnin af Starra Heiðmarssyni og Láru Guðmundsdóttur 18.–22. ágúst 2014.

Sýni til efnagreininga voru tekin á sex stöðum í nágrenni iðjuveranna: á Stekkjarási (reitir 1–14) í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga, í norðaustur hlíð Akrafjalls (reitir 56–57) í um 2,5 km fjarlægð, á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots (reitir 66–68) í um 5 km fjarlægð, á Gimbrapöllum ofan Böltsmýra (reitir 69–71) í um 4 km fjarlægð, ofan við Gröf (reitir 72–74) í um 5 km fjarlægð og á Neðristöllum ofan við námu (Hólabrú, reitir 75–77) í um 8 km fjarlægð. Viðmiðunarsýni voru tekin við Hreðavatn í Borgarfirði. Sýni voru tekin af tveimur tegundum: snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*). Mælingarnar voru unnar á Nýsköpunarmiðstöð Íslands í umsjón Dr. Helgu Daggar Flosadóttur. Jarðvegshluti var skilinn frá fyrir mölun sýnis með 2 mm sigti. Flúor var dreginn úr sýni með örsveimsaðferð trímetylsílfíluóríðs og hann síðan mældur með jónvísu rafskauti. Brennisteinn var mældur í sýni eftir upplausn í saltpéturssýru.

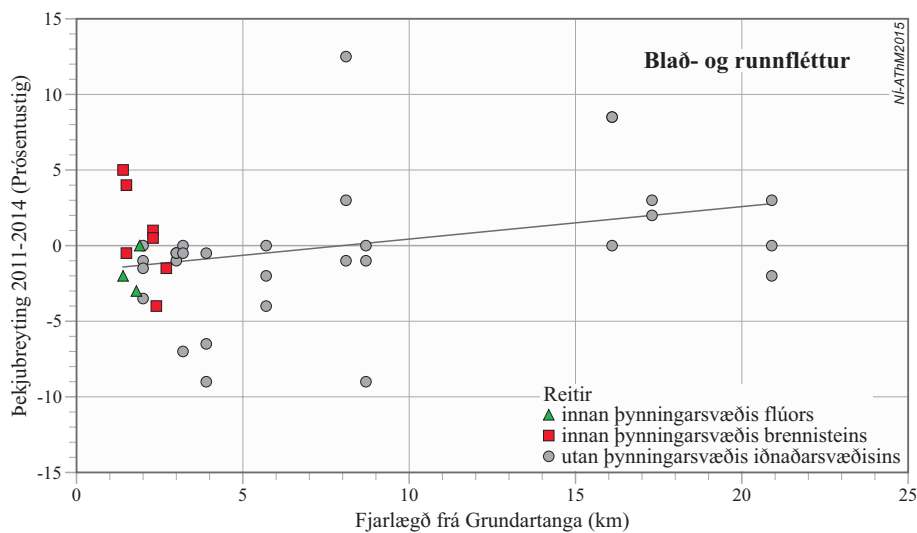
## 3 NIÐURSTÖÐUR

Grunngögn úr fyrra gróðurmati voru birt í skýrslu árið 1999 (Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999) og gróðurmat þeirra tíu reita sem lagðir voru út 1999 í skýrslu árið 2000 (Hörður Kristinsson 2000). Framvinduskýrsla þar sem ljósmyndir frá 2003 eru bornar saman við eldri myndir kom út 2004 (Hörður Kristinsson 2004). Árið 2007 var gerð grein fyrir breytingum á þekju einstakra tegundahópa milli árána 1997 og 2006 (Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007). Árið 2012 voru breytingar milli árána 2006 og 2011 ígrundaðar (Starri Heiðmarsson 2012). Í skýrslu Harðar og Kristbjörns (1999) voru birtar ljósmyndir af nokkrum völdum reitum og fjallað sérstaklega um gróðurbreytingar í þeim. Ljósmyndir af sömu reitum, sem teknar voru árið 2006, voru birtar í skýrslu Starra og Harðar (2007) og myndir, teknar haustið 2011, í skýrslu Starra (2012). Myndir af umræddum reitum frá sumrinu 2014 eru birtar í þessari skýrslu til samanburðar.

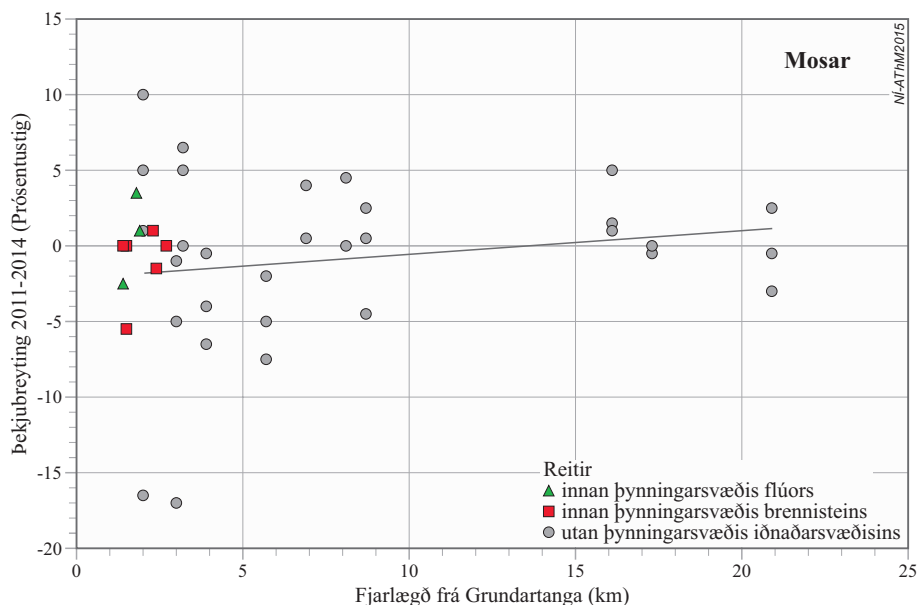
### 3.1 Almennar gróðurbreytingar

Talið er að áhrif loftmengunar gæti fyrst og fremst hjá mosum og blað- og runnfléttum og því var athugað hvaða breytingar á þekju hafa orðið hjá þessum hópum síðan 2011 (1. og 2. mynd).

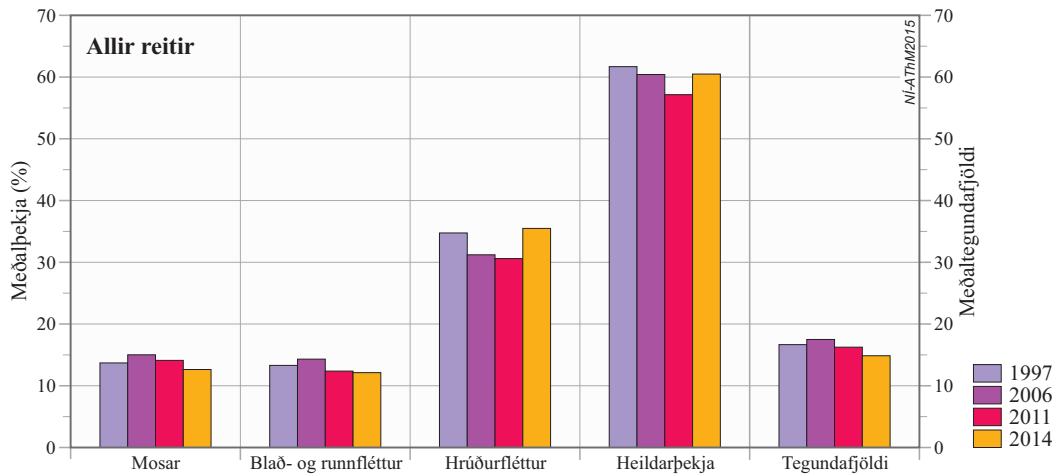
Það virðast neikvæð tengsl milli nálægðar við iðnaðarsvæðið og þekjubreytinga hjá blað- og runnfléttum, svipuð tengsl má merkja hvað varðar mosana en þar er halli aðhvarfslínunnar minni. Aðhvarfslínan er byggð á breytingum innan reita sem staðsettir eru utan þynningarsvæðisins en breytileikinn er allmikill innan þynningarsvæðisins líkt og vakti athygli í síðustu skýrslu (Starri Heiðmarsson 2012).



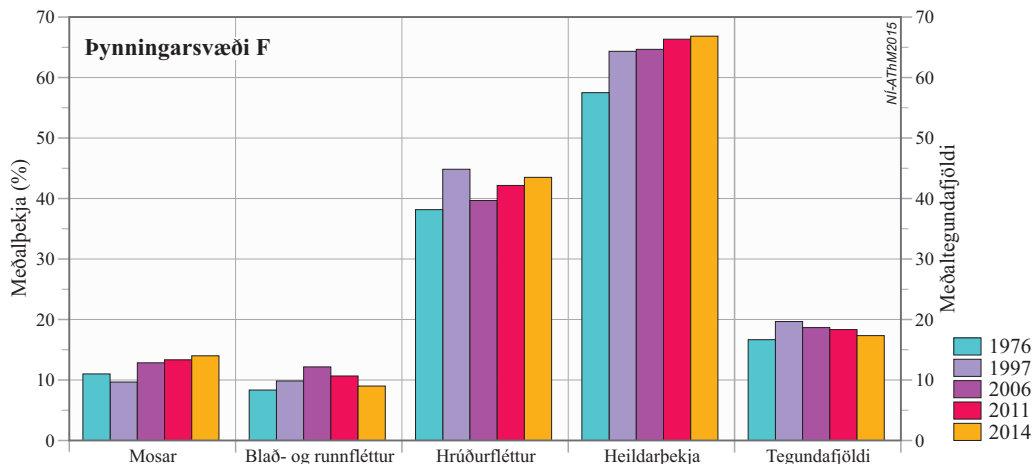
1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) blað- og runnfléttna 2011–2014. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þynningarsvæðisins.



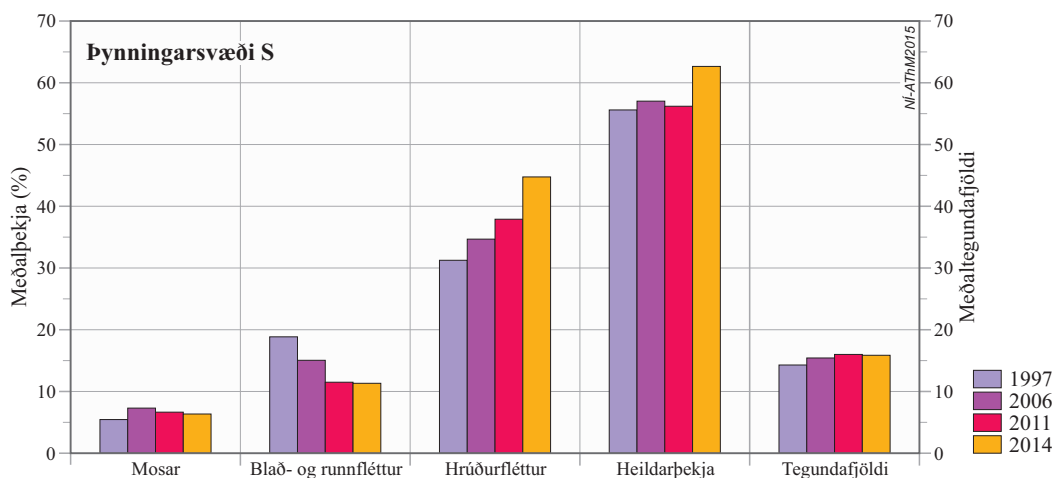
2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) mosa 2011–2014. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þynningarsvæðisins.



3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014 og hafa verið metnir frá 1997.



4. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í þremur föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor.



5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir brennistein.

Að meðaltali hefur sáralítill breyting orðið á þekju einstakra hópa, líkt og sést á 3. mynd er sýnir meðaltal þekjubreytinga auk tegundafjölda í öllum reitum. Þó heldur meðalþekja mosa áfram að minnka, var 15,1% 2006, 14,1% árið 2011 og 12,7% árið 2014. Meðalþekja mosa er þó enn meiri en hún var 1976 þegar hún var 11,3%. Þetta eru þó ekki alveg sambærilegar tölur vegna viðbættra reita 1999. Meðalþekja blað- og runnfléttna er 12,1% og minnkar örlítið frá 2011. Meðalþekja hrúðurfléttna eykst nokkuð.

### 3.2 Gróðurbreytingar innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga

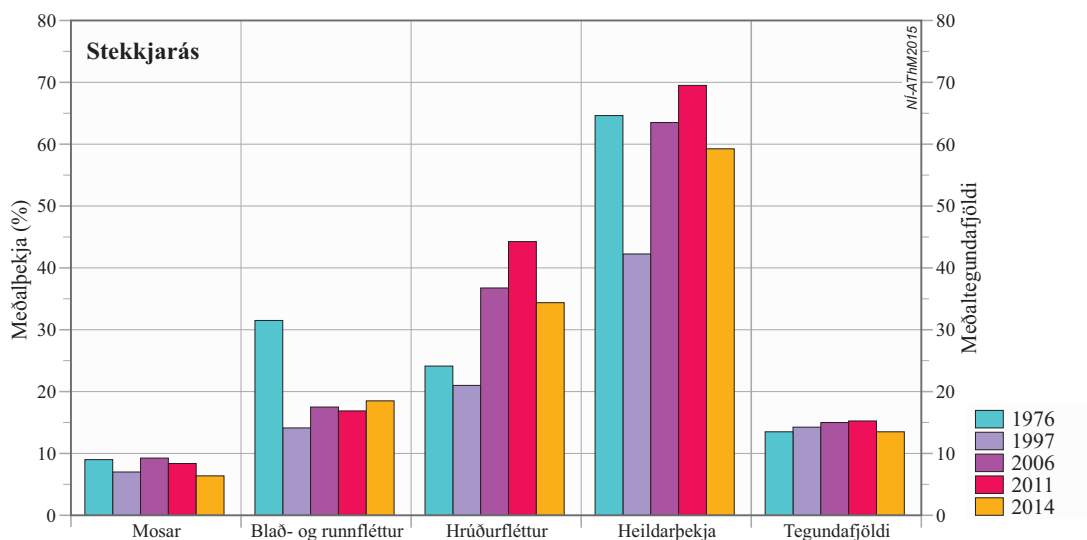
Alls eru þrjú reitir innan þynningarsvæðis fyrir flúor og þegar þynningarsvæðinu fyrir brennistein er bætt við eru alls 10 reitir sem eru vaktaðir. Líkt og sést á 1. mynd þá er ekki hægt að sjá einhlítar gróðurbreytingar hjá blað- og runnfléttum næst iðnaðarsvæðinu og er svipað uppi á teningnum er varðar mosa, sbr. 2. mynd. Að meðaltali hafa litlar breytingar orðið varðandi þekju einstakra tegundahópa (4. og 5. mynd) nema hvað meðalþekja hrúðurfléttna hefur aukist.

#### 3.2.1 Stekkjarás

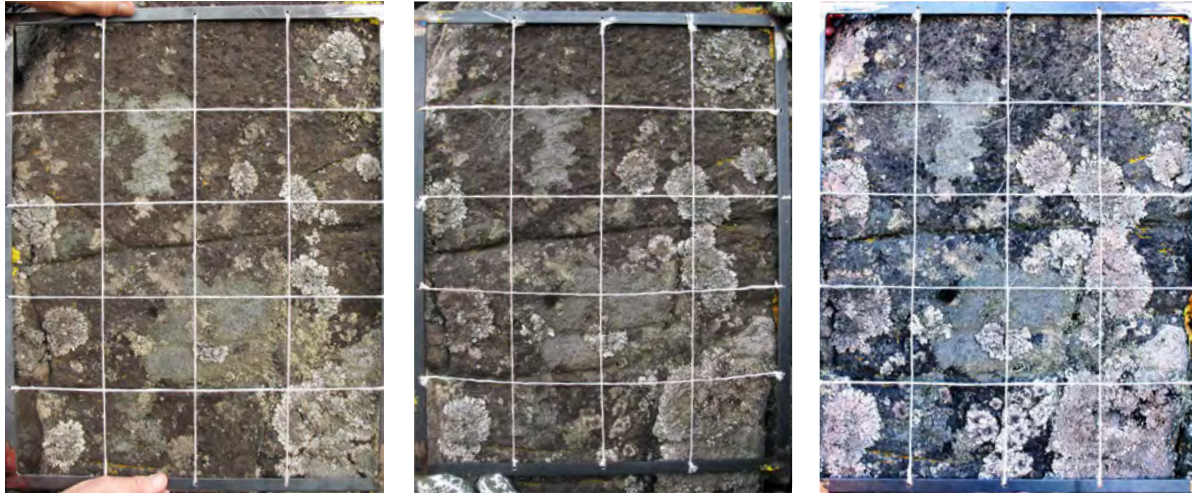
Stekkjarsvæðið er um einn kílómetra frá iðnaðarsvæðinu í suðvestur. Þar eru sjö reitir, 1–4 og 33–35 en 2014 voru reitir nr. 1, 2 og 4 ekki metnir. Niðurstöður þekjumatsins eru dregnar saman á 6. mynd.

Heildarþekjan minnkaði allnokkuð frá 2011 til 2014 sem skýrist einkum af minnkandi meðalþekju hrúðurfléttna. Myndir eru birtar af reit 33 í skýrslu Harðar og Kristbjörns (1999) og þar sést glögglega hvernig klettastrýið (*Ramalina subfarinacea*) og snepaskófin hurfu nær alveg milli 1992 og 1997. Blað- og runnfléttur hafa aukið þekju sína jafnt og þétt síðan 1997, árið 2006 höfðu þær 19% þekju, 24% árið 2011 og 29% árið 2014 (7. mynd).

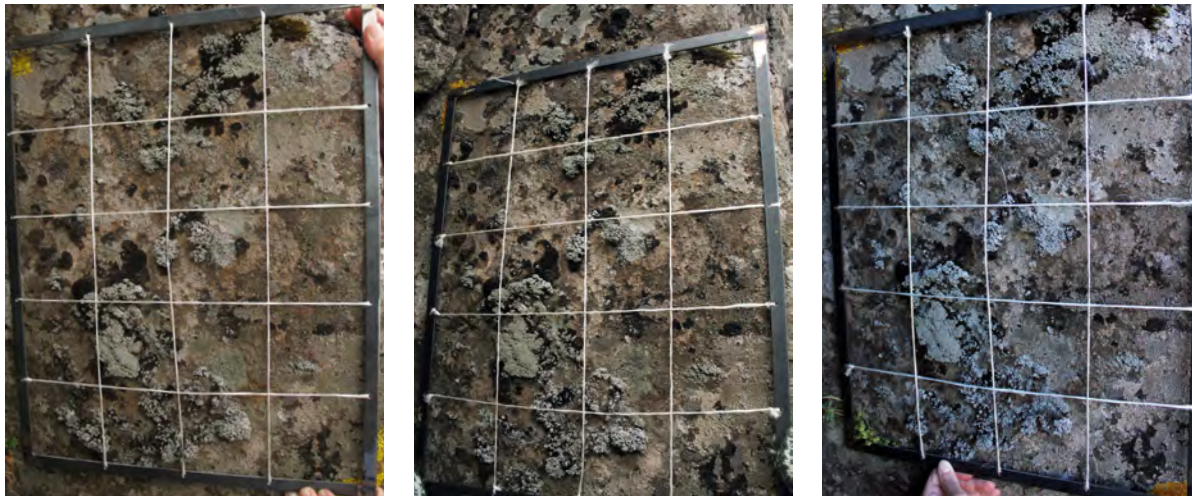
Árið 2006 hafði heildarþekja í reit 34 aukist í 63,5% úr 42,5% árið 1997 en hún var 60% 1976. Hún hélt áfram að aukast til 2011 þegar hún mældist 71% en 2014 var hún hins vegar metin 52%. Þrátt fyrir það jókst þekja blað- og runnfléttna úr 18% í 22% milli árunna 2011 og 2014. Þekja hrúðurfléttna minnkaði hins vegar allnokkuð á sama tímabili. Á 8. mynd má sjá reitinn árin 2006, 2011 og 2014.



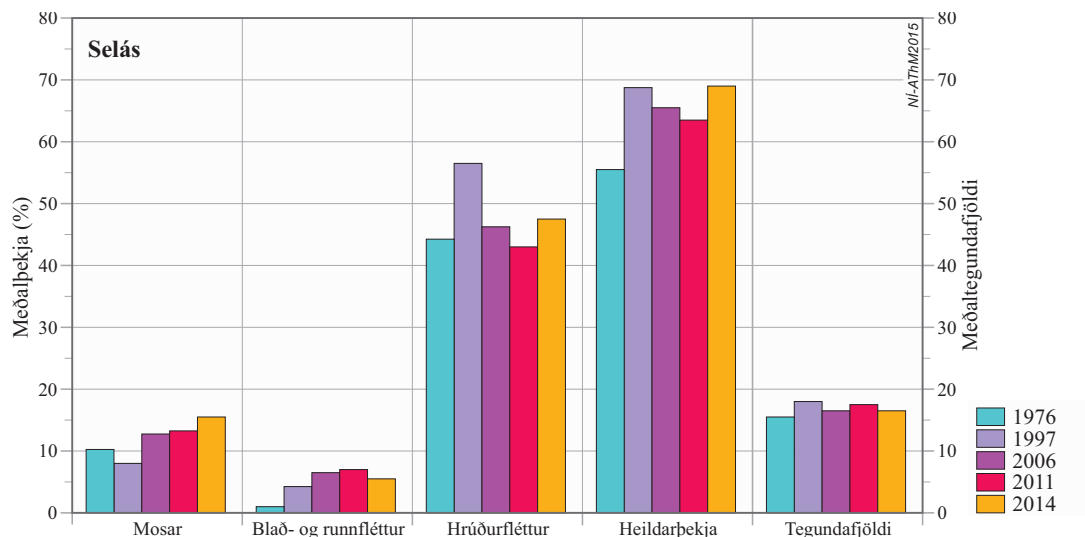
6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33–35.



7. mynd. Stekkjarás, reitur 33, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 18. ágúst 2014. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 16. mynd (1977), 17. mynd (1982), 18. mynd (1992) og 19. mynd (1997) og Hörður Kristinsson 2004; 12. mynd (2003).



8. mynd. Stekkjarás, reitur 34, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 18. ágúst 2014. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 20. mynd (1977), 21. mynd (1982), 22. mynd (1992) og 23. mynd (1997) og Hörður Kristinsson 2004; 14. mynd (2003).



9. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 8 og 11.



### 3.2.2 Selás

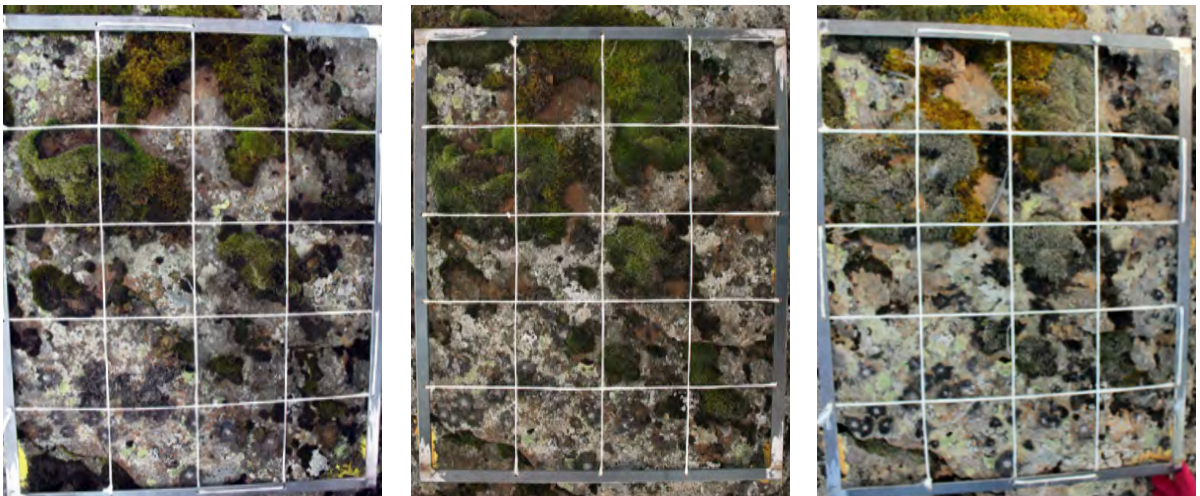
Fjórir reitir, 8–11, eru staðsettir á Selási, tæplega 2 km frá Grundartanga. Reitirnir eru staðsettir innan þýnningarsvæðis vegna flúors og voru reitir 10 og 11 ekki metnir 2014. Niðurstöður þekjumats Selásreitanna eru dregnar saman á 9. mynd.

Þekja mosa hefur aukist jafnt og þétt síðan 1976. Sé reitur 8 skoðaður sérstaklega þá hafa tvær tegundir mesta þekju, geitanafli (*Umblicaria proboscidea*) hefur 9% þekju (var 1% 1976) og silfurgambri (*Racomitrium heterostichum*) 19% (var 13% 2011). Á 10. mynd má sjá reit nr. 8 sumarið 2006, haustið 2011 og sumarið 2014.

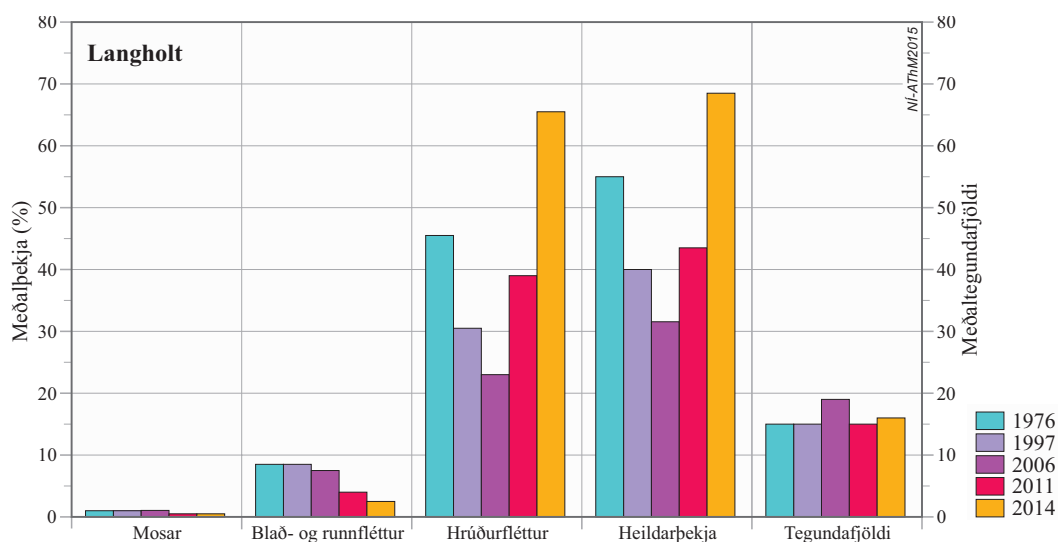
### 3.2.3 Langholt

Þrír reitir, 27–29, eru staðsettir við Langholt tæplega 3 km suðvestur af Grundartanga. Árið 2014 var reitur nr. 27 sá eini sem var metinn og má sjá niðurstöður á 11. mynd. Langholtsreitirnir eru innan þýnningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð.

Heildarþekjan eykst vegna meiri þekju hrúðurfléttna en blað- og runnfléttum hefur hnignað nokkuð allt frá síðustu öld.



10. mynd. Selás við Hólmavatn, reitur 8, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 20. ágúst 2014. Samsvarandi myndir af reitnum á fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 24. mynd (1977), 25. mynd (1982), 26. mynd (1992) og 27. mynd (1997).

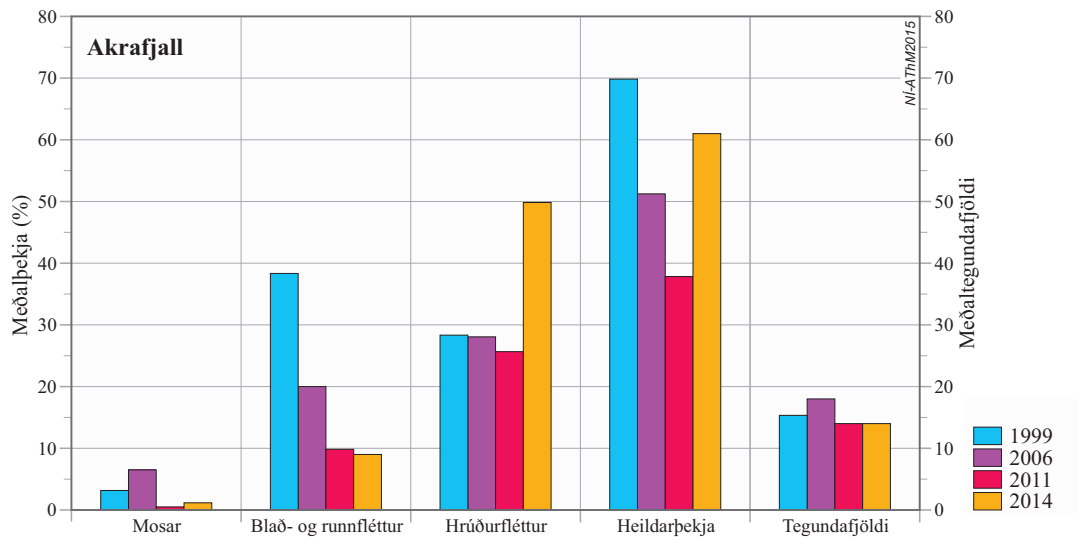


11. mynd. Þekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk heildarþekju og tegundafjölda í reit 27.

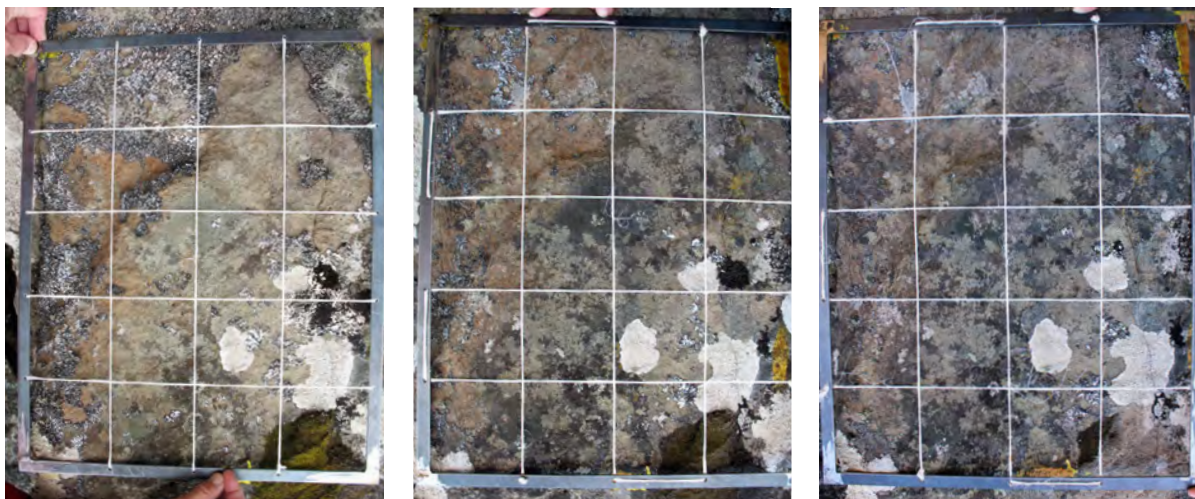
### 3.2.4 Akrafjall

Árið 1999, þegar samningar um vöktun í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga voru endurnýjaðir, var ákveðið að leggja út 10 reiti í norðanverðu Akrafjalli og leggja þá út í stefnu frá Grundartanga. Þannig eru reitir 53–55 í um 1,9 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu, reitir 56–59 í 2,2–2,3 km fjarlægð og reitir 60–62 í 2,4 km fjarlægð. Allir eru reitirnir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð en einungis þrjú þeirra voru metnir 2014, þ.e. nr. 56, 57 og 60. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna þriggja eru sýndar á 12. mynd.

Það dregur úr þekjuminnkun blað- og runnfléttna sem hefur verið áberandi allt frá því að reitirnir voru settir upp árið 1999. Þekja hrúðurfléttna eykst hins vegar umtalsvert og skýrir aukningu í meðalheildarþekju. Á 13. mynd má sjá reit 60 en þar hefur blað- og runnfléttum hnignað allt frá fyrsta mati árið 1999.



12. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 53–62.



13. mynd. Akrafjall, reitur 60, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 22. ágúst 2014.

### 3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis

Á þessu svæði hafa reitir 24–26 hjá Skvömp við Kúludalsá verið vaktaðir síðan 1976 en sumarið 2014 var tveimur svæðum bætt við, annað ofan við Gröf (reitir 72–74) og hitt á Neðristöllum ofan við námu (reitir 75–77).

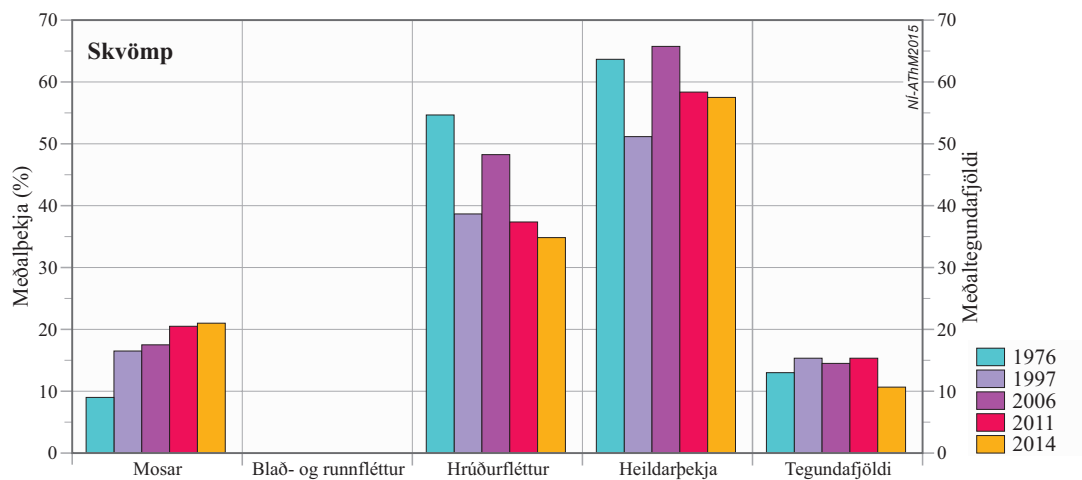
#### 3.3.1 Skvömp

Hjá Skvömp við Kúludalsá, í um 7 km fjarlægð frá Grundartanga, voru settir þrír reitir, 24–26, en reitur 24 fannst ekki 2006 þar sem gróðurþekja háplantna og jarðvegur höfðu fært klöppina sem hann var á í kaf. Sá reitur fannst hins vegar aftur 2011 og var einnig metinn 2014. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 14. mynd.

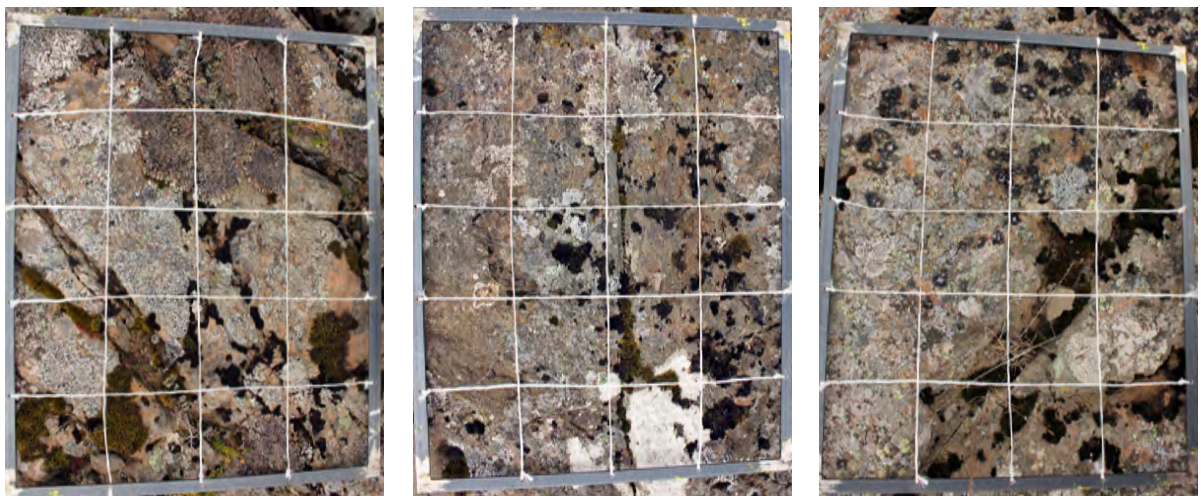
Engar blað- og runnfléttur hafa vaxið í reitunum á rannsóknartímanum nema hvað 2011 fannst örlítið eintak af glitskóf (*Peltigera polydactylon*) í reit 26 en það var horfið aftur 2014.

#### 3.3.2 Ofan við Gröf

Ofan við Gröf voru þrír reitir, 72–74, lagðir út og metnir (15. mynd). Reitirnir eru framan í og ofan á klettabelti sem er u.þ.b. 100 metra fyrir ofan þjóðveginn. Í 1. töflu í viðauka má sjá þekjumat einstakra tegunda í reitunum.



14. mynd. Meðalþekja mosa, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26.



15. mynd. Reitir 72 til vinstri, reitur 73 fyrir miðju og reitur 74 til hægri. Ljós. Starri Heiðmarsson, 19. ágúst 2014.

### 3.3.3 Neðristallar

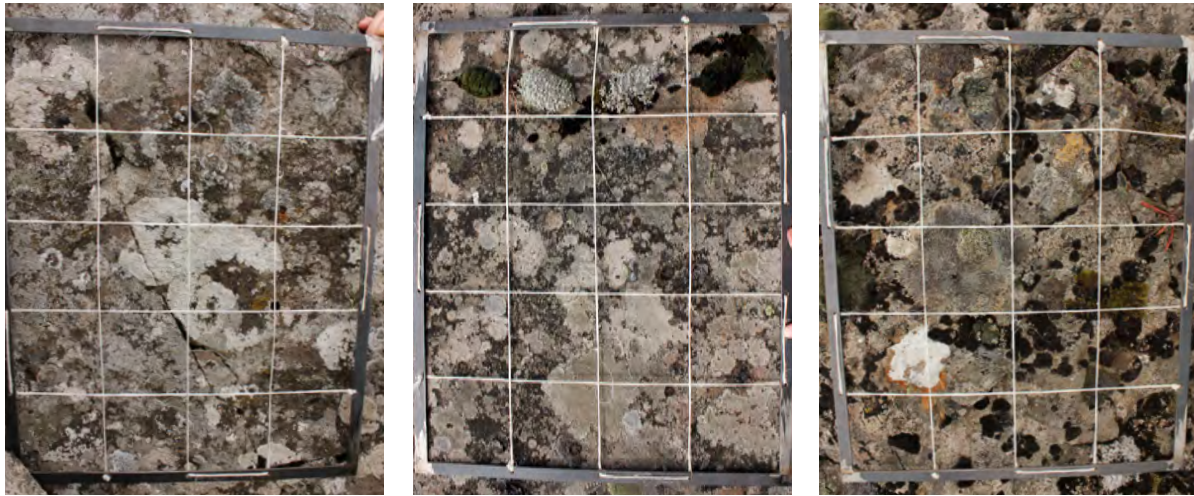
Fyrir ofan námu við Hólabrú er klettabelti og skriðurunnar hlíðar Akrafjalls og þar voru lagðir út þrír reitir, 75–77, sem allir eru á lóðréttum klettum (16. mynd). Klettarnir eru nokkuð dæmigerðir fyrir suðurhlíð Akrafjalls, skornir af gilskorningum og víða með seytlum. Þekjumat einstakra tegunda má sjá í 1. töflu í viðauka.

### 3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga

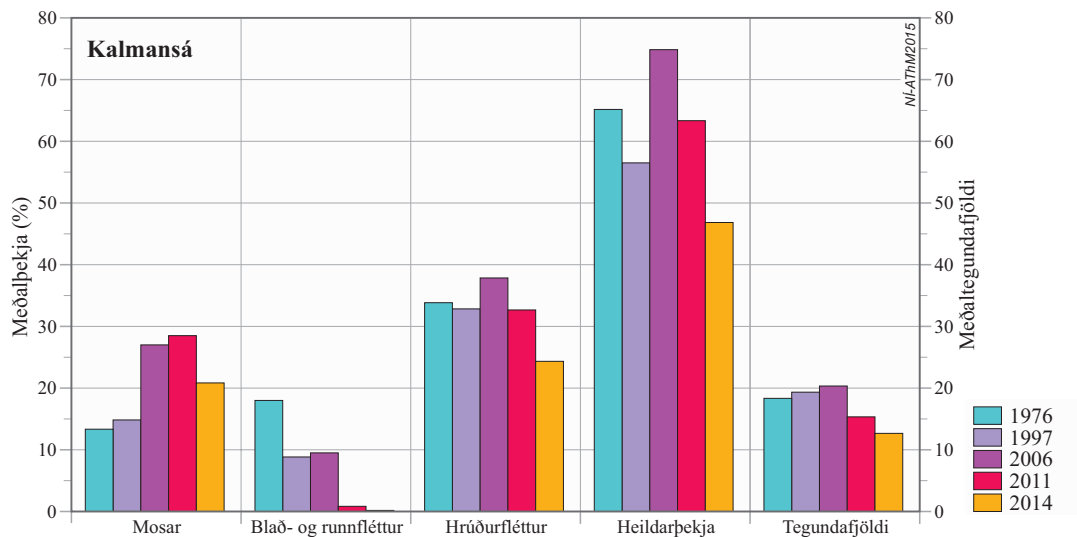
Á þessu svæði hafa reitir 36–38 við Kalmansá verið vaktaðir síðan 1976. Árið 2014 var sex reitum á tveimur svæðum bætt við, þ.e. við Kalastaðakot og á Miðfells múla.

#### 3.4.1 Kalmansá

Í um 3 km fjarlægð frá Grundartanga í norðaustur eru þrír reitir, 36–38, við Kalmansá á milli Kalastaðakots og Kataness. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 17. mynd.



16. mynd. Reitir 75 til vinstri, reitur 76 fyrir miðju og reitur 77 til hægri. Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 19. ágúst 2014.



17. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 36–38.

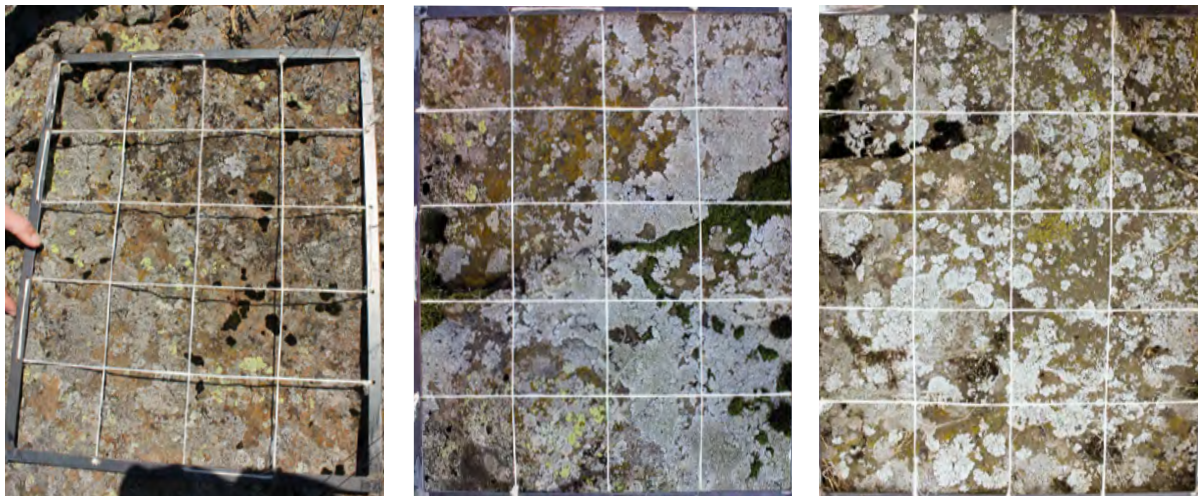
Þekja blað- og runnfléttna minnkaði umtalsvert 1976–1997 en jókst örlítið frá 1997 til 2006. Veldur þar mestu reitur 37 en í honum hafði snepaskóf 50% þekju 1976 en einungis 25% árin 1997 og 2006, örlitla þekju 2011 og var svo alveg horfin 2014. Í reit 38 minnkaði þekja mosa milli áráanna 2011 og 2014, dauður mosi var áberandi og hafði 11% þekju. Blað- og runnfléttur voru nánast alveg horfnar 2014, fundust einungis í reit 38 og höfðu þar 0,5 % þekju.

### 3.4.2 Kalastaðakot

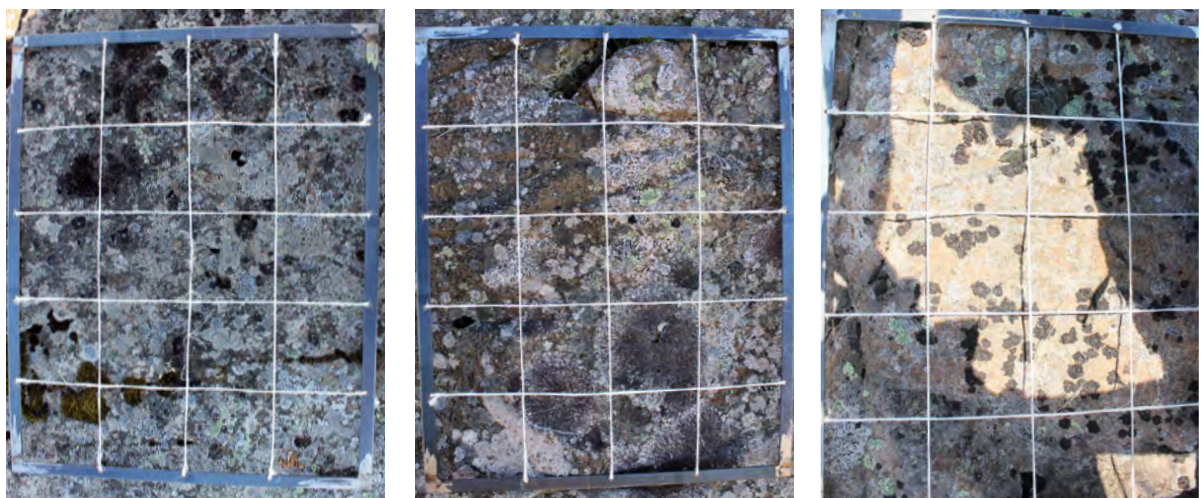
Á lágu holti í grennd við Kalastaðakot standa ávalar klappir upp úr landinu. Á þeim og á nálægum stórum steinum voru þrír reitir, 63–65, lagðir út (18. mynd). Mat á þekju einstakra tegunda má finna í 1. töflu í viðauka.

### 3.4.3 Miðfellsmúli

Á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots voru lagðir þrír reitir, 66–68 (19. mynd). Reitirnir eru framan í klettabeltum. Mat á þekju einstakra tegunda er í 1. töflu í viðauka.



18. mynd. Reitir 63 til vinstri, reitur 64 fyrir miðju og reitur 65 til hægri. Ljós. Starri Heiðmarsson, 21. ágúst 2014.



19. mynd. Reitir 66 til vinstri, reitur 67 fyrir miðju og reitur 68 til hægri. Ljós. Starri Heiðmarsson, 21. ágúst 2014.

### 3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km radíuss frá iðnaðarsvæðinu

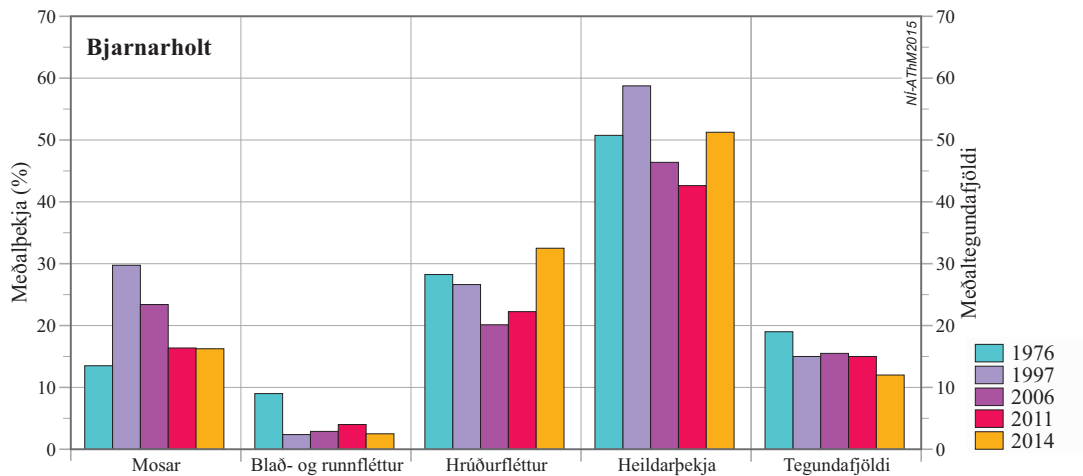
#### 3.5.1 Bjarnarholt

Fjórir reitir, 12–15, eru staðsettir á Bjarnarholti u.þ.b. 2 km norður af Grundartanga og eru þeir reitir utan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingum reitanna eru á 20. mynd.

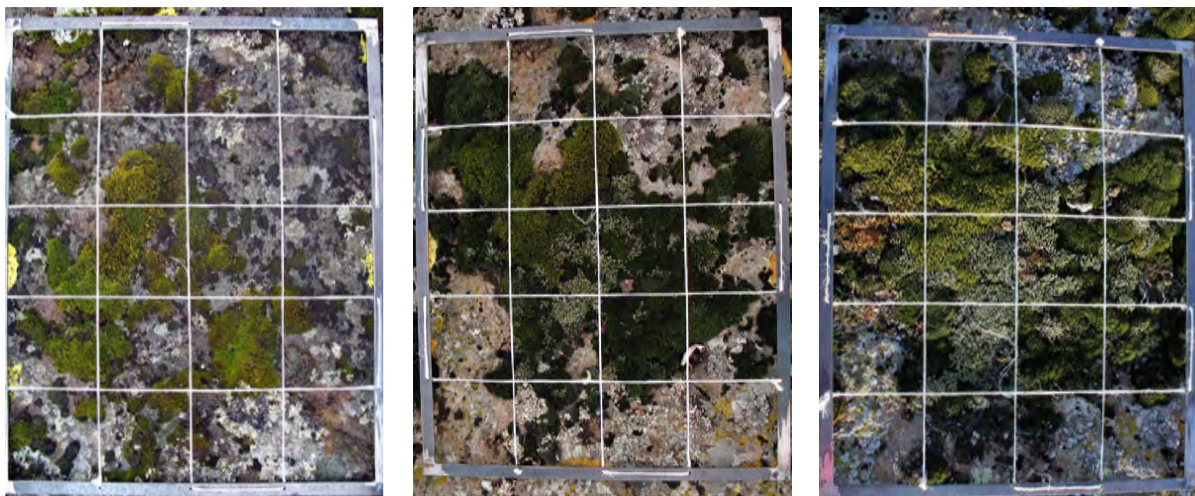
Á tímabilinu 2011–2014 jókst meðalheildarþekja vegna þekjuaukningar hrúðurfléttna. Í reit 12 minnkaði þekja blað- og runnfléttna á meðan þekja mosa jókst umtalsvert. Staðan árin 2006, 2011 og 2014 er sýnd á 21. mynd.

#### 3.5.2 Álfholt

Þrír reitir, 30–32, eru staðsettir við Álfholt, rúma 3 km frá Grundartanga, suðvestan Eiðisvatns. Einn þeirra, 31, snýr að Grundartanga á meðan hinir tveir snúa frá verksmiðjusvæðinu. Reitirnir við Álfholt eru rétt utan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 22. mynd.



20. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 12–15.



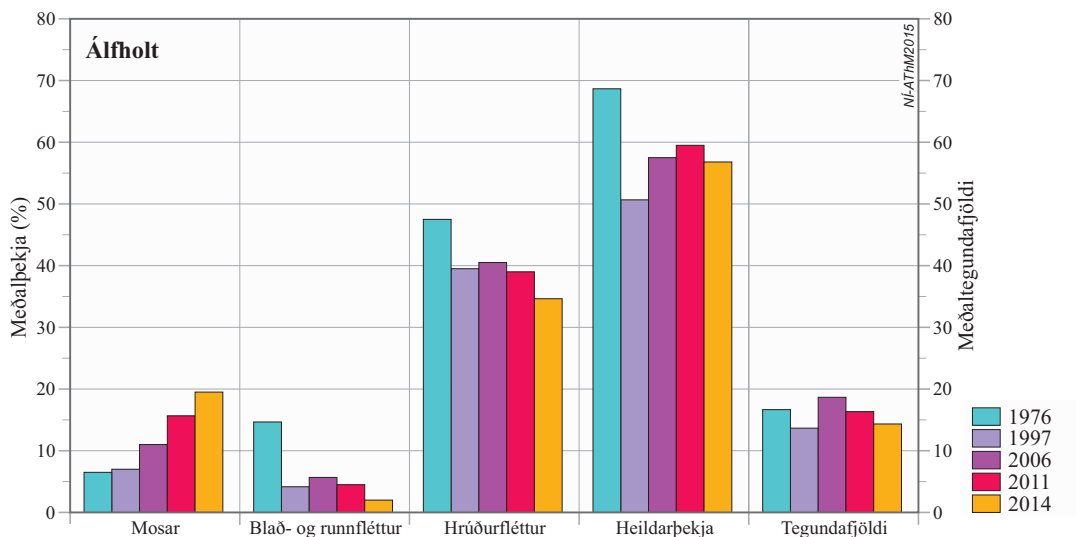
21. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 20. ágúst 2014. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 28. mynd (1977), 29. mynd (1982), 30. mynd (1992) og 31. mynd (1997).

Á tímabilinu 1976–1997 minnkaði heildarþekja allnokkuð sem skýrist að mestu leyti af því að snepaskóf í reit 32 féll af klettinum og hrapaði þekja hennar úr 35% niður í 2% (Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 2000). Árið 2006 fannst síðan engin snepaskóf í reitnum og hefur ekki fundist þar síðan.

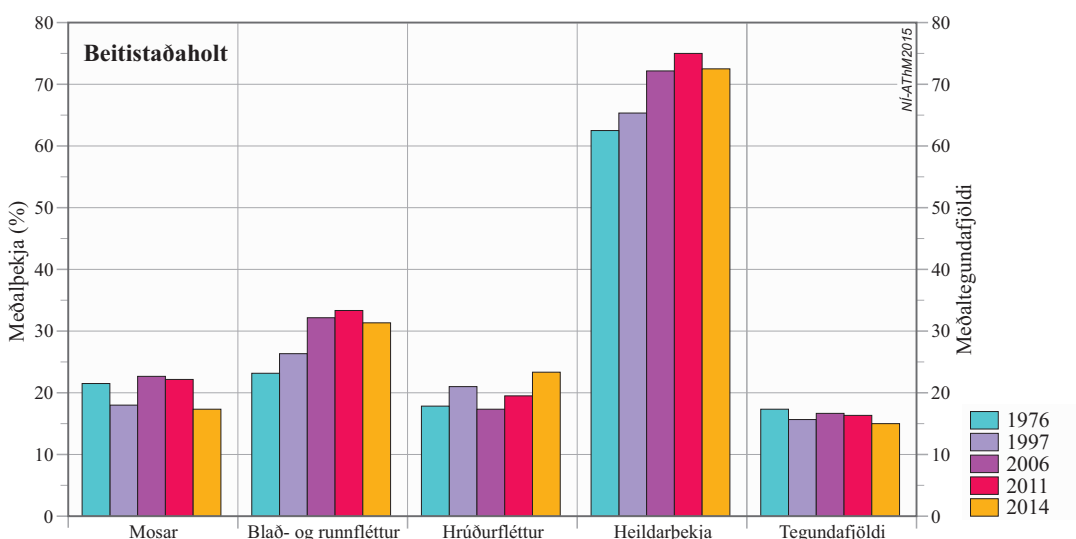
### 3.5.3 Beitistaðaholt

Á Beitistaðaholti eru þrír reitir, 39–41, í tæplega 6 km fjarlægð norðvestur frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 23. mynd.

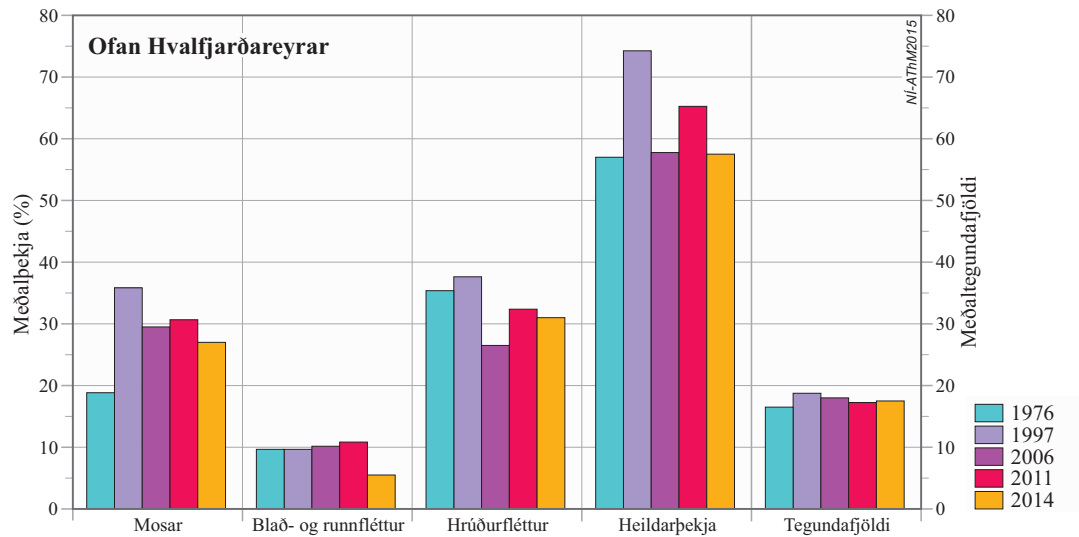
Heildarþekjan dróst lítillega saman á tímabilinu frá 2011 til 2014 og helgaðist það að mestu leyti af minni þekju mosa meðan þekja hrúðurfléttna jókst.



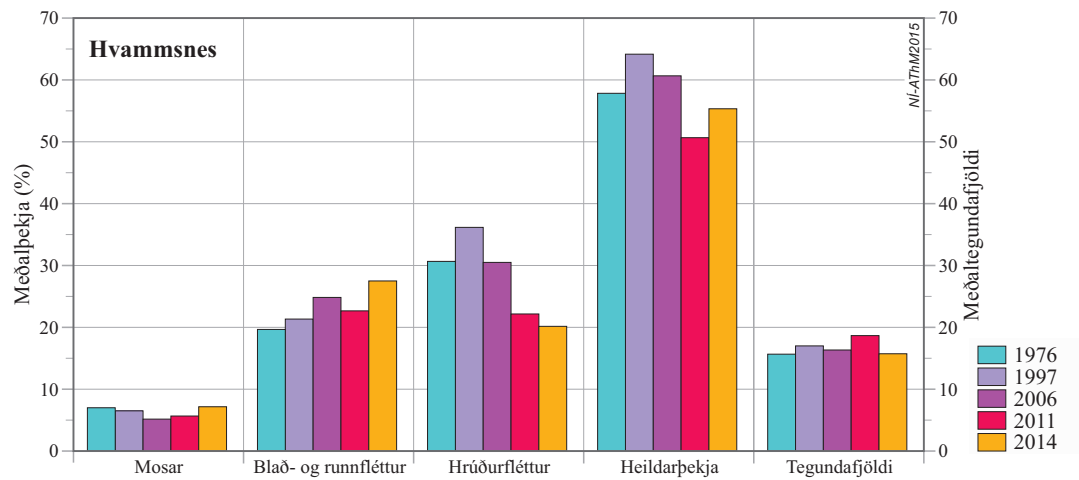
22. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 30–32.



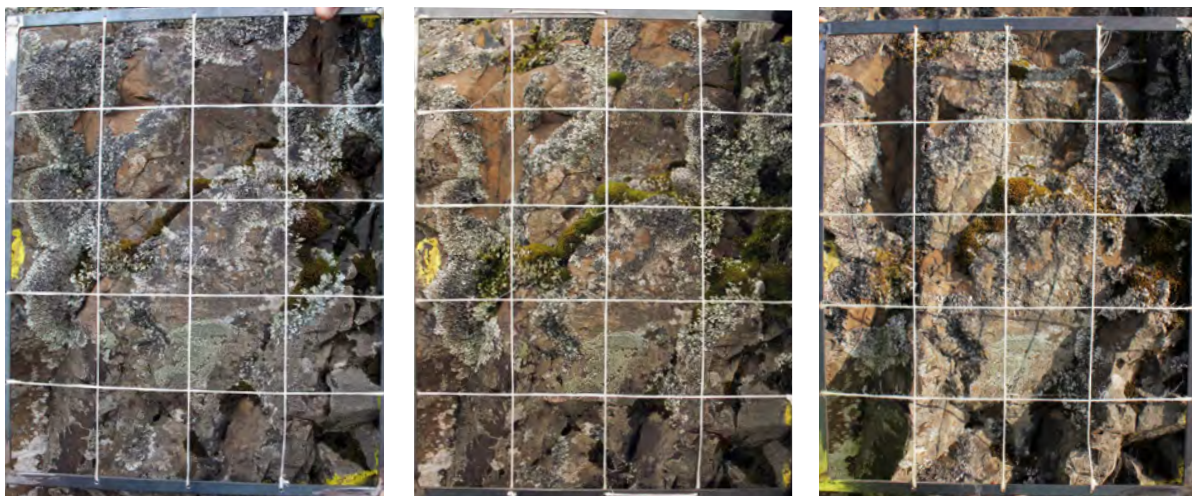
23. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 39–41.



24. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52.



25. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 48–50.



26. mynd. Utan við Hvamsnes, reitur 48, 2006 (til vinstri), 2011 (í miðju) og 2014 (til hægri). Ljósmyndar Starri Heiðmarsson, 20. ágúst 2014. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinnsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 8. mynd (1977), 9. mynd (1982), 10. mynd (1992) og 11. mynd (1997) og Hörður Kristinnsson 2004; 2. mynd (2003).



### 3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar

Ofan Hvalfjarðareyrar eru fjórir reitir, 19, 20, 51 og 52, í tæplega 4 km fjarlægð frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 24. mynd.

Hér jókst þekja mosa mikið milli árána 1976 og 1997, dróst saman til ársins 2006, jókst á ný 2011 en minnkaði svo aftur 2014. Meðalþekja blað- og runnfléttna dróst mikið saman.

### 3.5.5 Hvammsnes

Þrír reitir, 48–50, eru utan við Hvammsnes. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 25. mynd.

Hér hefur þekja hrúðurfléttna haldið áfram að dragast saman á meðan meðalþekja mosa og blað- og runnfléttna hefur aukist síðan 2011. Reitir 48 er sýndur á 26. mynd en stór hluti myndarlegrar snepaskófar féll af klettinum á milli árána 1982 og 1992 (8.–11. mynd í skýrslu Harðar og Kristbjörns 1999).

### 3.5.6 Tíðaskarð

Þrír reitir, 16–18, eru staðsettir við Tíðaskarð tæplega 9 km suður af Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 27. mynd.

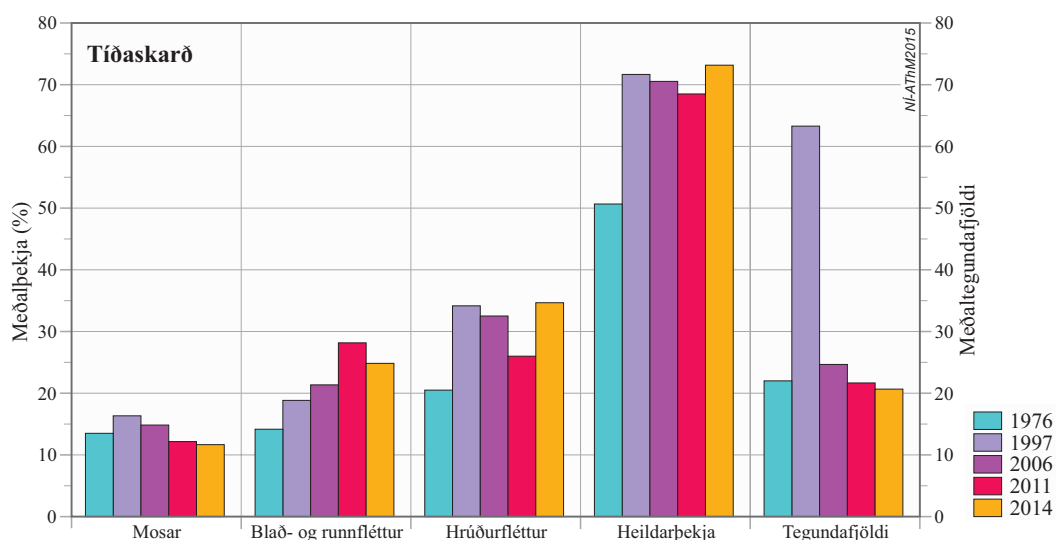
Hér minnkaði þekja blað- og runnfléttna en hún hafði aukist jafnt og þétt til ársins 2011. Meðalþekja hrúðurfléttna jókst talsvert og skýrir það aukningu meðalheildarþekjunnar.

### 3.5.7 Gimbrapallar

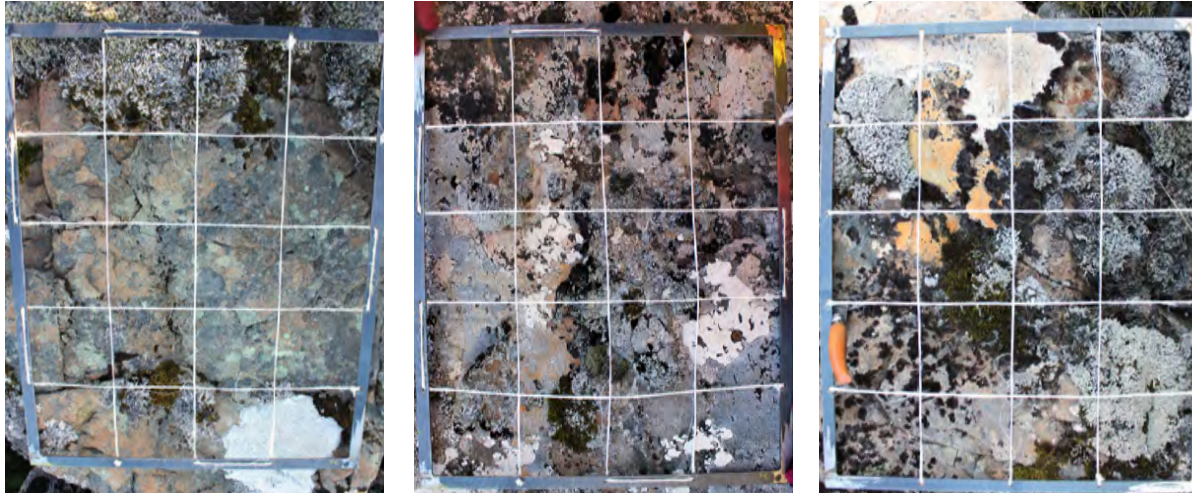
Norðanvert í Akrafjalli voru metnir þrír nýir reitir í klettabeltum á svokölluðum Gimbrapöllum sem eru ofan Böltsmýra. Reitir 69–71 eru í tæplega 5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu (28. mynd) en tegundalistar eru í 1. töflu í viðauka.

## 3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu

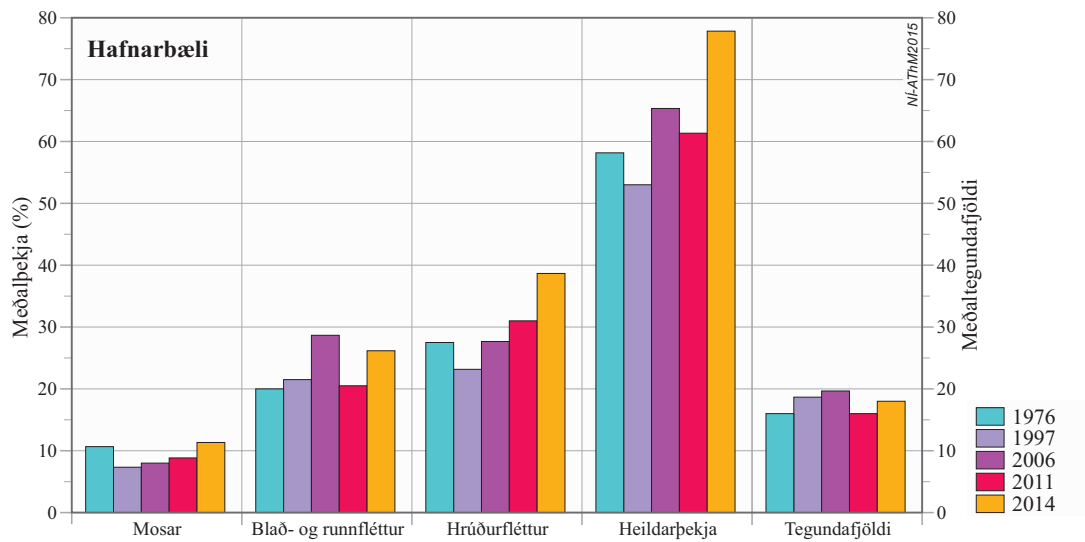
Þrjú svæði eru í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu og hafa þau öll verið vöktuð reglulega síðan 1976. Tvö svæðanna eru innarlega í Hvalfirði meðan það þriðja er við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli.



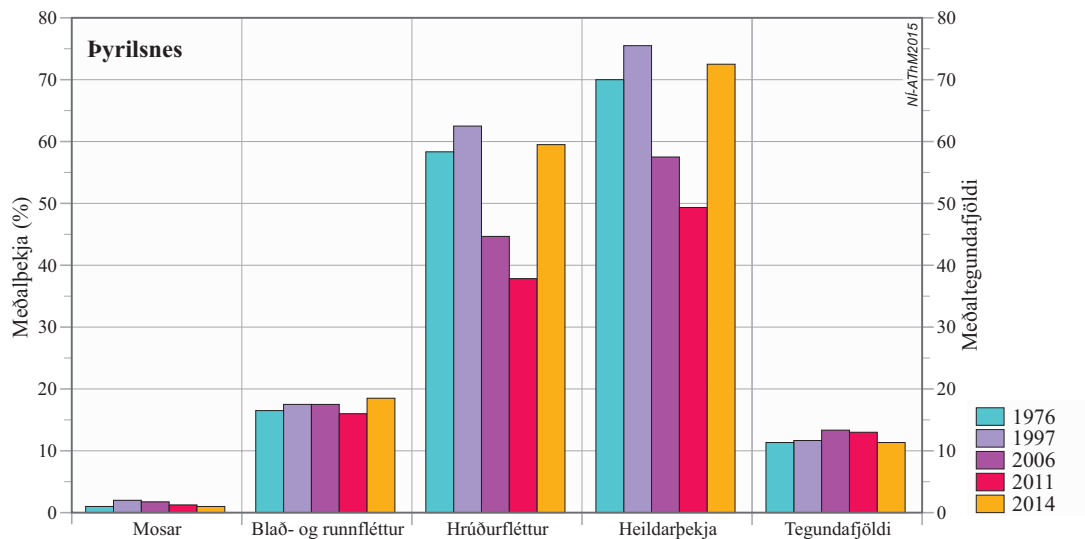
27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 16–18.



28. mynd. Reitur 69 til vinstri, reitur 70 fyrir miðju og reitur 71 til hægri. Ljós. Starri Heiðmarsson, 21. ágúst 2014.



29. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42–44.



30. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45–47.

### 3.6.1 Hafnarbæli

Þrír reitir, 42–44, voru settir við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli u.þ.b. 16 km norðnorðvestur af Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 29. mynd.

Hér jókst heildarþekjan umtalsvert.

### 3.6.2 Þyrilsnes

Þrír reitir, 45–47, eru á Þyrilsnesi í u.þ.b. 17 km fjarlægð frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 30. mynd.

Hér hafði þekja hrúðurfléttna minnkað stöðugt frá 1997 til 2011 en jókst umtalsvert til ársins 2014. Litlar breytingar hafa hins vegar orðið á þekju blað- og runnfléttna sem og mosa sem reyndar hafa afar litla þekju í reitunum.

### 3.6.3 Hvalfjarðarbotn

Þrír reitir, 21–23, eru í botni Hvalfjarðar í rúmlega 20 km fjarlægð frá Grundartanga, tveir þeirra eru staðsettir á flötum klöppum meðan sá þriðji er á lóðréttum, lágum klettavegg. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 31. mynd.

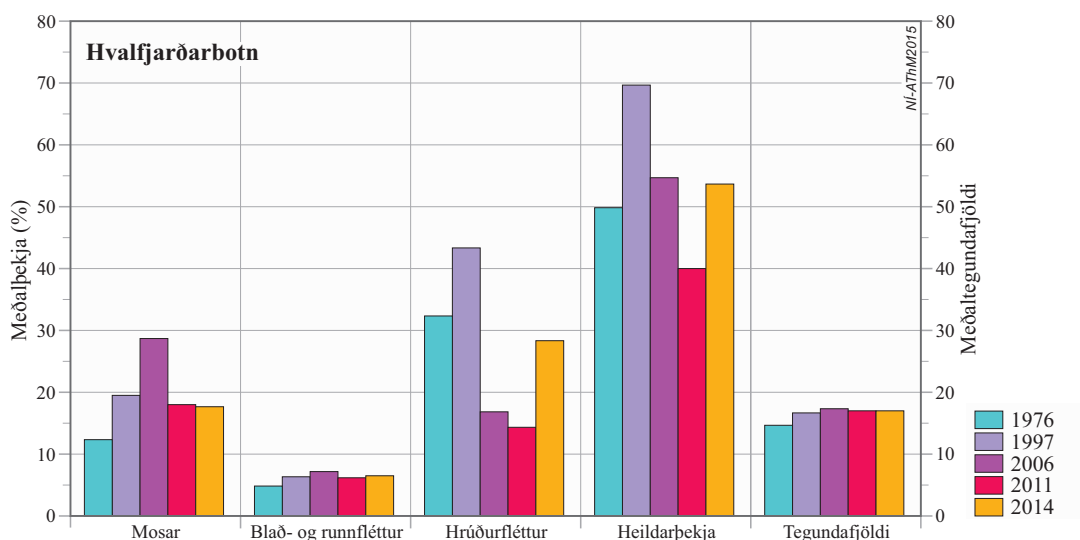
Hér jókst þekja mosa jafnt og þétt til ársins 2006 en síðan þá hefur þekja mosanna minnkað nokkuð þó lítil breyting hafi orðið síðan 2011. Þekja blað- og runnfléttna hélst svipuð á meðan þekja hrúðurfléttna jókst umtalsvert sem aftur veldur aukinni heildarþekju.

## 3.7 Þekjubreytingar einstakra tegunda

Hér eru tvær tegundir fléttna skoðaðar sérstaklega. Önnur tegundin, klettastrý, er runnflétta meðan hin, snepaskóf, er blaðflétta.

### 3.8 Klettastrý

Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) er runnkennd flétta sem vex einkum á klettum og klöppum nærri sjó. Tegundin hafði mikla þekju í Stekkjarholti þegar mælingar hófust 1976 og var þá í slíku magni að óhætt var talið að safna sýnum af henni til að mæla í magn flúors og brennisteins. Árið 2006 var hins vegar einungis nægt magn af klettastrýi að finna í um 2,5 km fjarlægð frá



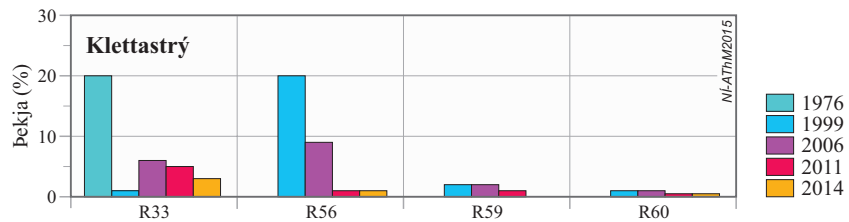
31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21–23.

Grundartanga við reiti 56–59. Hnignun klettastrýs er greinileg þegar borin er saman þekja tegundarinnar í þeim fjórum reitum sem hún hefur fundist í (32. mynd). Reitirnir fjórir sem klettastrý vex í eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíðs auk þess sem reitur 33 er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor.

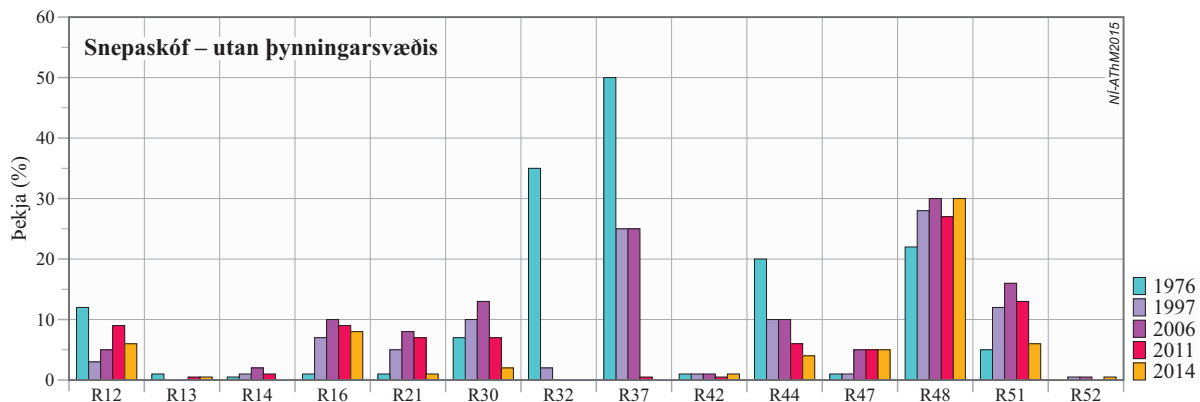
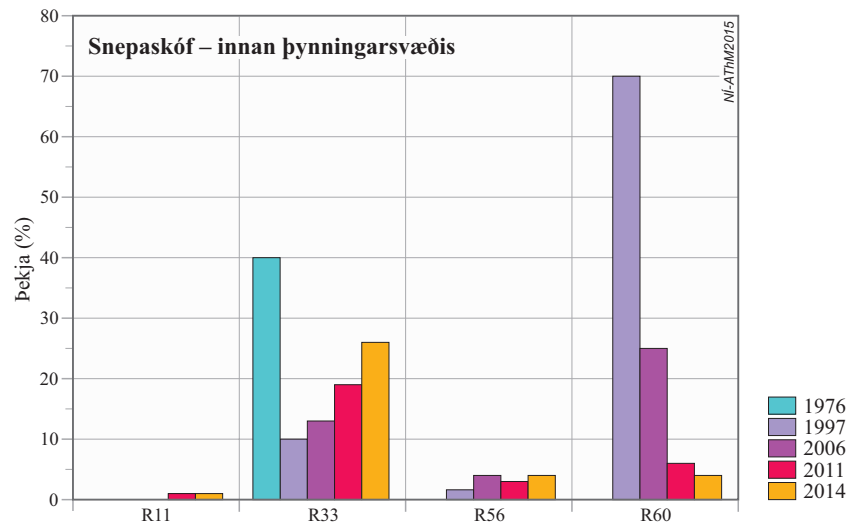
### 3.9 Snepaskóf

Snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) er sú blaðflétta á svæðinu sem finnst í flestum reitum og hefur mesta þekju. Á 33. mynd má sjá þekjubreytingar snepaskófar í reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins hvað varðar brennisteinstvíoxíð og flúor. Til samanburðar eru þekjubreytingar tegundarinnar í reitum sem staðsettir eru utan þynningarsvæðisins sýndar á 34. mynd.

32. mynd. Þekja klettastrýs (*Ramalina subfarinacea*) í fjórum reitum, R33 í Stekkjarási og R56, R59 og R60 í Akrafjalli.



33. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í fjórum reitum sem allir eru staðsettir innan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs.



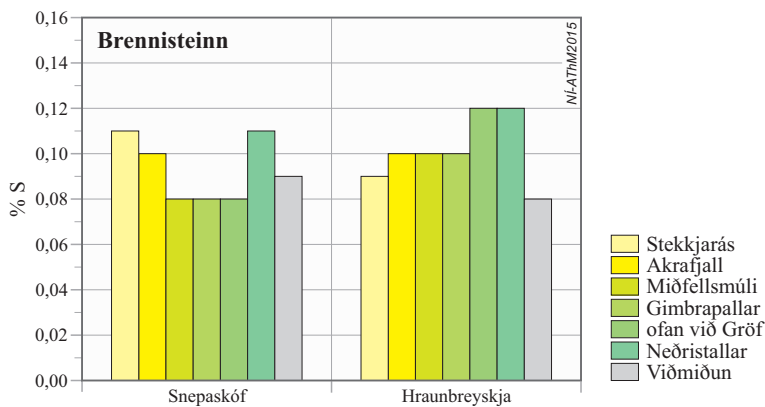
34. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í 14 reitum sem allir eru staðsettir utan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs.

### 3.10 Mælingar á brennisteini og flúor

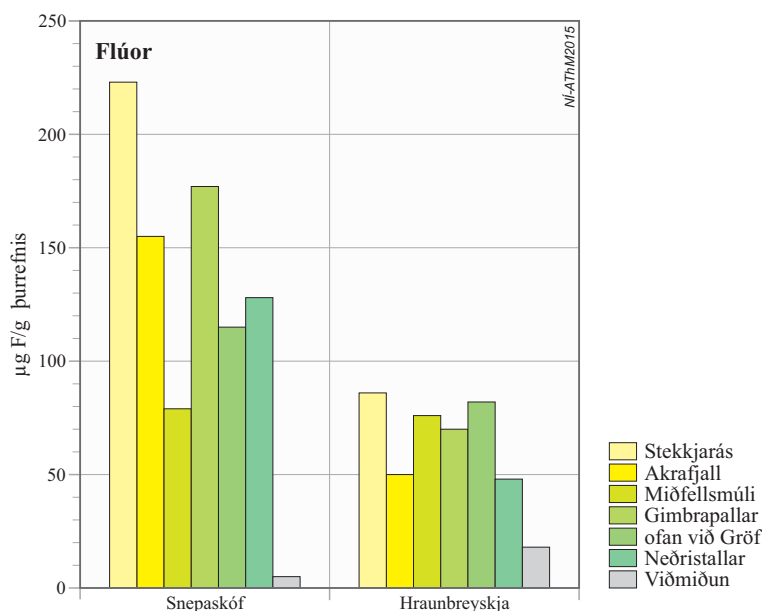
Magn brennisteins og flúors var mældur í hraunbreyskju og snepaskóf líkt og í fyrri rannsóknum (Hörður Kristinsson 2001, 2004, Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007).

Magn brennisteins mældist ívið minna en 2011 í hraunbreyskju en ívið meira í snepaskóf og var á bilinu 0,08–0,12%. Viðmiðunarsýnin frá Hreðavatni höfðu ívið minna af brennisteini í hraunbreyskju en ekki var afgerandi munur á viðmiðunarsýninu af snepaskóf. Mest af brennisteini mældist í hraunbreyskju sem safnað var suðvestur af iðnaðarsvæðinu, ofan við Gröf og á Neðristöllum eða 0,12% (35. mynd).

Magn flúors mældist meira í snepaskóf en hraunbreyskju og mun meira í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnunum (36. mynd). Mest var af flúor í snepaskóf á Stekkjarási sem er innan þyningarsvæðis fyrir flúor en þar mældust 223 µg F/g þurrefnis. Í snepaskóf mældist magn flúors yfir 100 µg F/g þurrefnis á öllum söfnunarstöðum utan einum, þ.e. Miðfells múla. Í hraunbreyskju var mun minni flúor og mældist hann á bilinu 48–86 µg F/g þurrefnis, mestur á Stekkjarási, 86 µg F/g þurrefnis en minnstur á Neðristöllum 48 µg F/g þurrefnis. Flúor hefur aukist í snepaskóf síðan 2011 á Stekkjarási en minnkað í Akrafjalli meðan viðmiðunarsýnið hafði sama magn flúors bæði árin. Í hraunbreyskju hafði magn flúors minnkað síðan 2011 nema hvað flúor jókst í viðmiðunarsýninu úr 14 µg í 18 µg F/g þurrefnis.

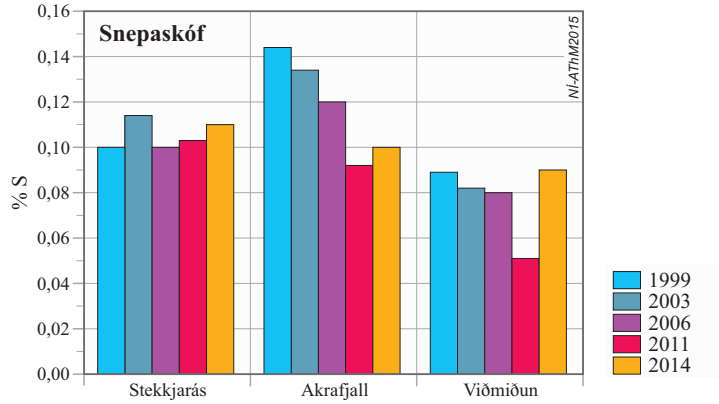


35. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga.

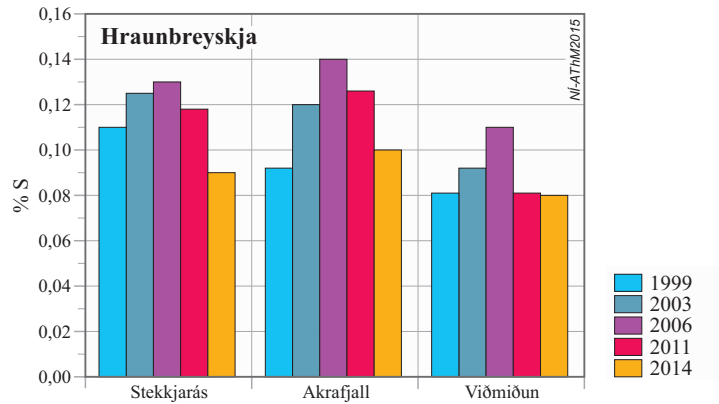


36. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga.

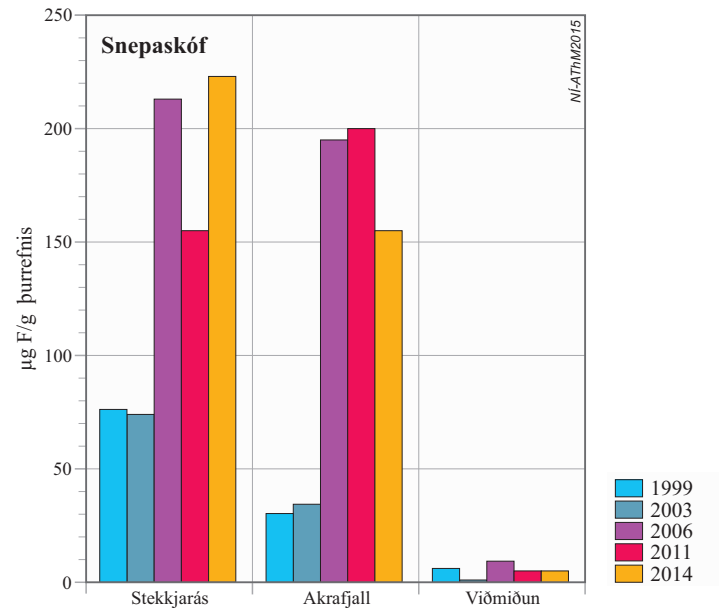
37. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014.



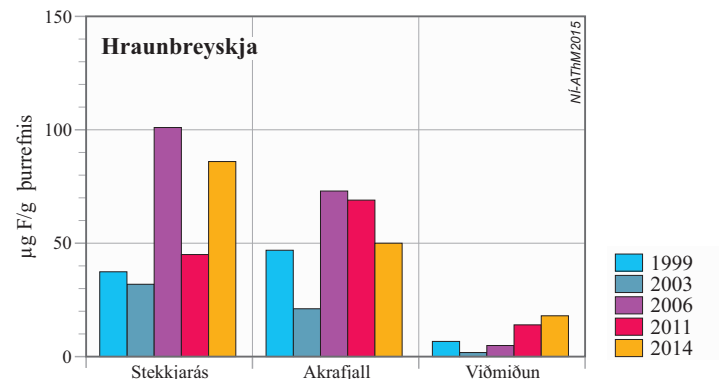
38. mynd. Samanburður á magni brennisteins í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014.



39. mynd. Samanburður á magni flúors í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014.



40. mynd. Samanburður á magni flúors í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014.



#### 4 UMRÆÐUR

Við vöktun klapparsamfélaga mosa og fléttna í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga er einkum horft til breytinga á þekju mosa og blað- og runnfléttna þar sem talið er að þeir hópar séu viðkvæmari fyrir loftmengun en háplöntur og hrúðurfléttur. Hrúðurfléttur eru fjölbreyttur hópur og því líklegt að meðal hrúðurfléttna megi finna tegundir sem eru viðkvæmar fyrir loftmengun þótt aðrar séu ónæmari. Að sjálfsögðu eru tegundir blað- og runnfléttna og mosa einnig misnæmar fyrir loftmengun en þar sem þessir hópar hafa langlífa líkamshluta (fella ekki ofanjarðarhlutann líkt og háplöntur) er hætt við að mengun hlaðist fyrr upp í þeim heldur en háplöntum. Það getur líka haft áhrif að mosar og fléttur eru misvotar (e. *poikilohydric*), þ.e. sækja vatn ekki niður í jarðveginn heldur eru háðar raka úr lofti, ýmist úrkomu eða döggi. Því hefur sérstaklega verið fylgst með mosum og blað- og runnfléttum.

Ekki er hægt að sjá mun á þekjubreytingum blað- og runnfléttna eftir því hvort reitirnir séu innan eða utan þynningarsvæðis (1. mynd). Þannig eykst þekja blað- og runnfléttna um u.þ.b. 5 prósentustig í tveimur reitum sem eru innan þynningarsvæðisins. Mest eykst þekja blað- og runnfléttna um 12,5 prósentustig í Reit 49 sem er við Hvammsnes, u.þ.b. 8 km frá iðnaðarsvæðinu. Þó hnignar blað- og runnfléttum í fleiri reitum sem eru nær iðnaðarsvæðinu en þeim sem fjær eru sem sést glögglega á halla aðhvarfslínunnar á 1. mynd.

Í tveimur reitum verður vart nokkurrar hningnunar mosa (2. mynd). Báðir reitirnir eru utan þynningarsvæðis og staðsettir á Bjarnarholti (R15) og við Kalmansá (R37). Í reit 15 hefur mosum hnignað allt frá 1997 en þá höfðu þeir 92% þekju meðan þekjan 2014 mældist einungis 2%. Í reit 37 var þekja mosa 4,5% árið 1976, náði hámarki árið 2011 og var þá 27,5 en hefur minnkað aftur og mældist 10,5% árið 2014.

Klettastrý er tegund sem hefur hnignað jafnt og þétt síðan vöktunin hófst árið 1976 (32. mynd). Þannig hafði klettastrý um 20% þekju í tveimur reitum (R33 og R56) árið 1976 en einungis 3% þekju í R33 árið 2014 og enn minni þekju í R56 eða 1% en það er sama þekja og tegundin hafði árið 2011. Tegundin er alveg horfin úr R59 en heldur 0,5% þekju í R60 milli mælinga. Því miður er klettastrý ekki að finna í neinum reitanna fjær iðnaðarsvæðinu til að samanburður sé mögulegur.

Snepaskóf er algeng tegund á svæðinu og er ekki hægt að merkja mun á þekjubreytingum eftir því hvort reitir eru innan eða utan þynningarsvæðis (33. og 34. mynd). Þekja snepaskófar virðist minnka töluvert í nokkrum reitum og eru þeir reitir víða á svæðinu eins og á Bjarnarholti (R12), Álfholti (R30), við Kalmansá (R37), Hafnarbæli (R44) og ofan Hvalfjarðareyrar (R51). Í þremur reitum eykst þekja snepaskófar talsvert og er einn þeirra reita innan þynningarsvæðis, þ.e. R33 meðan hinir tveir eru í Hvalfjarðarbotni (R21) og utan við Hvammsnes (R48) (33. og 34. mynd). Vert er að benda á að snepaskóf virðist við sumar aðstæður vaxa úr sér, þ.e. að þegar þal fléttunnar hefur náð ákveðinni þykkt og þekur svæði á steininum sem er fleiri tugir cm í þvermál þá verður þalið viðkvæmt fyrir raski og hættir til að rifna upp.

Magn brennisteins hefur aukist lítillega í snepaskóf síðan 2011 (37. mynd) og er sérstaklega áberandi hve hátt hlutfall brennisteins er í viðmiðunarsýninu af snepaskófinni. Ólíkt flúornum þá virðist meira af brennisteini í hraunbreyskju en snepaskóf en þó hefur magn brennisteins í hraunbreyskju minnkað síðan 2011 (38. mynd). Samanborið við fyrri mælingar þá er ekki hægt að merkja afgerandi aukningu á brennisteinsmagni í tegundunum tveimur en vissulega vekur það athygli að hæst gildi skuli mælast utan þynningarsvæðisins í allt að 8 km fjarlægð á Neðristöllum. Rétt er þó að hafa í huga að munurinn á magni brennisteins er ekki afgerandi milli einstakra söfnunarstaða.

Magn flúors í snepaskóf innan þynningarsvæðisins er hátt, 223 µg F/g þurrefnis og er það hæsta gildi sem mælst hefur síðan mælingar á flúorinnihaldi hófust á svæðinu 1999. Þetta er allnokkur aukning síðan 2011 og ívið hærra en 2006 (39. mynd). Flúormagn minnkar hins vegar utan þynningarsvæðisins samanborið við fyrri ár en þar er einungis um eina stöð að ræða til samanburðar, í norðaustur enda Akrafjalls í um 2,5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu. Umtalsvert minna er af flúor í hraunbreyskju en snepaskóf en niðurstöður fyrir hraunbreyskjuna eru svipaðar hvað það varðar að magn flúors eykst innan þynningarsvæðis en minnkar í 2,5 km fjarlægð miðaða við 2011 (40. mynd). Athyglisvert er að flúor eykst í viðmiðunarsýninu og þrátt fyrir að öll sýni hraunbreyskju sem tekin voru í nágrenni iðnaðarsvæðisins hafi haft umtalsvert lægri gildi af flúor en sýnin af snepaskóf þá er meira en þrisvar sinnum meiri flúor í hraunbreyskju við Hreðavatn en í snepaskóf frá sama stað. Árið 2006 jókst flúor mikið og var í skýrslu frá 2007 (Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007) rætt um þolmörk fléttna gegn flúor en ekki er þekktur algildur mælikvarði á þau. Snepaskóf hefur mun hærri gildi af flúor en hraunbreyskja og freistandi væri að kenna um vaxtarformi en snepaskófin er blaðkennd meðan hraunbreyskjan hefur runnkennt vaxtarform. Gegn þeirri skýringu mælir að síðast þegar flúorinnihald klettastrýs, sem hefur runnkennt vaxtarform, var mælt 2003 var það svipað og hjá snepaskóf en ekki hraunbreyskju (Hörður Kristinsson 2004: 16. mynd). Hins vegar mældist mun lægra gildi flúors í klettastrýi en snepaskóf 2006 (Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007) en þá var klettastrýi einungis safnað á Akrafjalli í um 2,5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu. Hugsanlega má túlka það sem svo að klettastrýið hafi styttri kynslóðartíma og skýringin sé sú að það endurnýjst hraðar vegna viðkvæmni gagnvart flúormenguninni. Þrátt fyrir þessi háu gildi af flúor er ekki hægt að merkja hnignun hjá snepaskóf en líkt og áður hefur verið bent á (Starri Heiðmarsson 2012) þá hefur dregið mjög úr þekju klettastrýs síðan vöktunin hófst.

## 5 HEIMILDASKRÁ

- Eva Yngvadóttir, Friðrik K. Gunnarsson, Gyða M. Ingólfssdóttir og Páll Höskuldsson 2012. *Umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011*. Unnið fyrir Norðurál Grundartangi ehf. og Elkem Ísland ehf. Reykjavík: Efla Verkfræðistofa.
- Hörður Kristinsson 2000. *Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 1999*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00006. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf og Norðurál hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Hörður Kristinsson 2004. *Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 2003*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-04004. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf og Norðurál hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Hörður Kristinsson, Bergþór Jóhannsson og Eyþór Einarsson, ritstj., 1983. *Grasafraeðirannsóknir við Hvalfjörð*. Fjölrit nr. 17. Reykjavík: Líffræðistofnun háskólans.
- Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð frá 1976 til 1997*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-99001. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 1997–2006*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07002. Unnið fyrir Hönnun hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Starri Heiðmarsson 2012. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2006–2011*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-12003. Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.



## 6 VIÐAUKI

## 1. viðauki. Þekjumat í reitum 63–77 í nágrenni Grundartanga í Hvalfirði 2014

Kalastaðakot		
63. reitur	GPS: 64.38562°N	21.73832°W
	Íslenskt heiti	Þekja%
<b>Mosar:</b>		<b>3,0</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	2,0
<i>Grimmia</i> sp.		1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>0,5</b>
<i>Xanthoria candelaria</i>	Fuglaglæða	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>75,5</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Gráskorpa	1,0
<i>Aspicilia</i> sp.	Skorpa	7,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppaglæta	3,0
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	6,0
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	x
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	1,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	5,0
<i>Rinodina</i> sp.	Dyrgja	3,0
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	1,0
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		48,0
Ber klöpp		1,0

Kalastaðakot		
64. reitur	GPS: 64.38563°N	21.73810°W
	Íslenskt heiti	Þekja%
<b>Mosar:</b>		<b>1,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	0,5
<i>Hypnum cupressiforme</i>	Holtafaxi	1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>42,0</b>
<i>Physcia dubia</i>	Fuglagráma	42,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>29,5</b>
<i>Aspicilia</i> sp.	Skorpa	1,0
<i>Candelariella coralliza</i>	Skorpuglæta	12,0
<i>Immersaria athrocarpa</i>	Sokkinsnuðra	1,0
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	1,0
<i>Lecanora dispersa</i>	Strjáltarga	0,5
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	2,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	2,0
<i>Tephromela atra</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		10,0
Grænþörungur		4,0

**Kalastaðakot****65. reitur**                      **GPS: 64.38575°N**                      **21.73594°W**

	Íslenskt heiti	Pekja%
<b>Mosar:</b>		<b>2,0</b>
<i>Grimmia</i>		1,0
Mosi 1		1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>31,0</b>
<i>Physcia dubia</i>	Fuglagráma	25,0
<i>Xanthoria candelaria</i>	Fuglaglæða	6,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>24,0</b>
<i>Aspicilia</i> sp.	Skorpa	8,0
<i>Buellia</i> sp.		3,0
<i>Candelariella coralliza</i>	Skorpuglæta	4,0
Óaðgreindar tegundir		9,0

**Miðfells múli ofan Kalastaða****66. reitur**                      **GPS: 64.39911°N**                      **21.71374°W**

	Íslenskt heiti	Pekja%
<b>Mosar:</b>		<b>4,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	1,0
<i>Grimmia</i>		0,5
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri	3,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>8,0</b>
<i>Umbilicaria proboscidea</i>		8,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>61,0</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Grákorpa	14,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppglæta	0,5
<i>Immersaria athroocarpa</i>	Sokkinsnuðra	2,0
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	0,5
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	1,0
<i>Tephromela atra</i>	Barmpekja	7,0
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Svart hrúður		14,0
Óaðgreindar tegundir		21,0

## Miðfells múli ofan Kalastaða

67. reitur	GPS: 64.39921°N	21.71357°W
	Íslenskt heiti	Þekja%
<b>Mosar:</b>		<b>1,5</b>
<i>Grimmia</i>		1,0
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri	0,5
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>20,5</b>
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf	20,0
<i>Umbilicaria torrefacta</i>	Sáldnaflí	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>42,0</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Grákorpa	5,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppglæta	0,5
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	1,0
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	4,0
<i>Lecidella meiococca</i>	Grjótlíra	5,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	2,0
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	0,5
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		23,0

## Miðfells múli ofan Kalastaða

68. reitur	GPS: 64.39865°N	21.71327°W
	Íslenskt heiti	Þekja%
<b>Mosar:</b>		<b>2,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	0,5
<i>Grimmia</i> sp.		2,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>18,0</b>
<i>Umbilicaria torrefacta</i>	Sáldnaflí	18,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>41,5</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Grákorpa	2,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppglæta	0,5
<i>Immersaria athroocarpa</i>	Sokkinsnuðra	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	0,5
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	9,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	9,0
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	0,5
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		19,0
Ber klöpp		4,0

**Gimbrapallar ofan Bóltsmýra**

**69. reitur**                      **GPS: 64.36084°N**                      **21.86736°W**

	Íslenskt heiti	Pekja%
<b>Háplöntur:</b>		<b>0,5</b>
<i>Cerastium alpinum</i>	Músareyra	0,5
<b>Mosar:</b>		<b>6,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	1,0
<i>Pogonatum</i>		0,5
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri	5,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>12,5</b>
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf	12,0
<i>Umbilicaria torrefacta</i>	Sáldnaffi	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>28,0</b>
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	7,0
<i>Lecanora polytropha</i>	Vaxtarga	2,0
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	1,0
<i>Pertusaria corallina</i>	Kóralskán	6,0
Óaðgreindar tegundir		12,0

**Gimbrapallar ofan Bóltsmýra**

**70. reitur**                      **GPS: 64.36087°N**                      **21.86701°W**

	Íslenskt heiti	Pekja%
<b>Mosar:</b>		<b>10,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	7,0
<i>Grimmia</i>		0,5
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri	2,0
<i>Racomitrium heterostichum</i>	Silfurgambri	1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>11,5</b>
<i>Bryonora castanea</i>	Mosakringla	0,5
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf	1,0
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	Hraunbreyskja	10
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>49,0</b>
<i>Catillaria contristans</i>	Sótglyðra	0,5
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	7,0
<i>Lepraria</i> sp.	Frikja	2,0
<i>Ochrolechia androgyna</i>	Mosaskilma	2,0
<i>Pertusaria</i> sp.		4,0
<i>Porpidia melinodes</i>	Fölvakarta	6,0
<i>Placidium</i>		8,0
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
<i>Varicellaria lactea</i>	Mjólkurskán	11,0
Óaðgreindar tegundir		8,0
Ber klöpp		1

**Gimbrapallar ofan Böltsmýra**

<b>71. reitur</b>	<b>GPS: 64.36077°N</b>	<b>21.86770°W</b>
	<b>Íslenskt heiti</b>	<b>Þekja%</b>
<b>Háplöntur:</b>		<b>0,5</b>
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	0,5
<b>Mosar:</b>		<b>19,5</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	11,0
<i>Pogonatum urnigerum</i>	Melhöttur	0,5
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri	5,0
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Hraungambri	3,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>25,0</b>
<i>Cladonia borealis</i>	Skarlatbikar	0,5
<i>Cladonia</i> sp.		0,5
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	Hraunbreyskja	24,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>27,0</b>
<i>Amygdalaria</i>		0,5
<i>Arthroraphis alpina</i>	Moldarskjóma	0,5
<i>Catillaria contristans</i>	Sótglyðra	0,5
<i>Lepraria</i>	Frikja	0,5
<i>Pertusaria</i> sp.		9,0
<i>Porpidia flavicunda</i>	Ryðkarta	2,0
<i>Porpidia melinodes</i>	Fölvakarta	6,0
Óaðgreindar tegundir		8,0
Ber klöpp		4,0

**Ofan við Gröf****72. reitur**

GPS: 64.33313°N 21.85318°W

	Íslenskt heiti	Þekja %
<b>Háplöntur:</b>		<b>3,0</b>
<i>Festuga vivipara</i>	Blávingull	0,5
<i>Galium normanii</i>	Hvítmaðra	1,0
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	0,5
<i>Thymus praecox</i>	Blóðberg	1,0
<b>Mosar</b>		<b>12</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	6,0
Baukmosi 1		2,0
Baukmosi 2		4,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>23,0</b>
<i>Cladonia</i> sp.		1,0
<i>Parmelia omphalodes</i>	Litunarskóf	16,0
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf	5,0
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	Hraunbreyskja	1,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>27,5</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Gráskorpa	1,0
<i>Immersaria athrocarpa</i>	Sokkinsnuðra	0,5
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	9,0
<i>Placopsis gelida</i>	Skeljaskóf	0,5
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	2,0
<i>Tephromela aglaea</i>	Barmþekja	0,5
Óaðgreindar tegundir		8,0
Ber klöpp		6,0

**Ofan við Gröf**

<b>73. reitur</b>	<b>GPS: 64.33354°N</b>	<b>21.85361°W</b>
	<b>Íslenskt heiti</b>	<b>Þekja %</b>
<b>Mosar:</b>		<b>10,0</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	6,0
Baukmosi 2		4,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>8,5</b>
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf	8,0
<i>Physcia tenella</i>	Strandgráma	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>28,0</b>
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppaglæta	1,0
<i>Immersaria athroocarpa</i>	Sokkinsnuðra	0,5
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	0,5
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	2,0
<i>Placopsis gelida</i>	Skeljaskóf	1,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	0,5
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	1,0
<i>Varicellaria lactea</i>	Mjólkurskán	6,0
Óaðgreindar tegundir		15,0
Ber klöpp		13

Ofan við Gröf

74. reitur                      GPS: 64.33295°N      21.85348°W

	Íslenskt heiti	Þekja %
<b>Háplöntur:</b>		<b>0,5</b>
<i>Poa glauca</i>	Blásveifgras	0,5
<b>Mosar:</b>		<b>11</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	4,0
Baukmosi 1		5
Baukmosi 2		2
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>7,5</b>
<i>Umbilicaria proboscidea</i>	Geitanafli	7,0
<i>Umbilicaria torrefacta</i>	Sáldnafli	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>43,0</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Gráskorpa	2,0
<i>Candelariella coralliza</i>	Skorpuglæta	0,5
<i>Immersaria athroocarpa</i>	Sokkingsnuðra	4,0
<i>Lecanora intricata</i>	Græntarga	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	1,0
<i>Lecidea lapicida</i>	Grásnuðra	0,5
<i>Lecidea</i> sp.		1,0
<i>Ochrolechia parella</i>	Klappaskilma	4,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	5,0
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	2,0
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		22,0
Ber klöpp		5,0



## Neðristallar ofan við námu (Hólabrú)

Reitur 75	GPS: 64.31964°N	21.90298°W
	Íslenskt heiti	Þekja %
<b>Mosar:</b>		<b>1,0</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	2,0
Baukmosi 1		1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>3,5</b>
<i>Physcia caesia</i>	Klappargráma	3,0
<i>Xanthoria elegans</i>	Klettaglæða	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>73,5</b>
<i>Acarospora veronensis</i>	Brúnkríma	1,0
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Gráskorpa	3,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppaglæta	2,0
<i>Lecanora dispersa</i>	Strjáltarga	0,5
<i>Ochrolechia parella</i>	Klappaskilma	18,0
<i>Pertusaria corallina</i>	Kóralskán	0,5
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	0,5
<i>Rhizocarpon</i> sp.		0,5
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	2,0
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
Óaðgreindar tegundir		45,0
Ber klöpp		2,0

Neðristallar ofan við námu (Hólabrú)

76. reitur	GPS: 64.31962°N	21.90297°W
	Íslenskt heiti	Þekja %
<b>Mosar:</b>		<b>4,0</b>
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	2,0
Baukmosi 1		2,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>		<b>5,0</b>
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	Hraunbreyskja	3,0
<i>Umbilicaria cylindrica</i>	Skeggnaffli	1,0
<i>Umbilicaria torrefacta</i>	Sáldnaffli	1,0
<b>Hrúðurfléttur:</b>		<b>51,5</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.	Gráskorpa	6,0
<i>Aspicilia</i> sp.	Skorpa	6,0
<i>Candelariella vitellina</i>	Toppaglæta	0,5
<i>Lecanora polytropa</i>	Vaxtarga	0,5
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	Landfræðiflikra	0,5
<i>Tephromela atra</i>	Barmþekja	0,5
<i>Tremolecia atrata</i>	Dvergkarta	0,5
<i>Varicellaria lactea</i>	Mjólkurskán	7,0
Svart hrúður		10,0
Óaðgreindar tegundir		20,0
Ber klöpp		3,0

## Neðristallar ofan við námu (Hólabrú)

77. reitur	GPS:	64.31964°N	21.90284°W
		Íslenskt heiti	Þekja %
<b>Háplöntur:</b>			<b>0,5</b>
<i>Plantago maritima</i>		Kattartunga	0,5
<b>Mosar:</b>			<b>14,0</b>
<i>Andreaea rupestris</i>		Holtasóti	11,0
Baukmosi 1			2,0
Baukmosi 2			1,0
<b>Blað- og runnfléttur:</b>			<b>14,5</b>
<i>Cladonia pyxidata</i>		Grjónabíkar	2,0
<i>Parmelia ompholodes</i>		Litunarskóf	1,0
<i>Sphaerophorus fragilis</i>		Klettakrækla	11,0
<i>Umbilicaria torrefacta</i>		Sáldnaflí	0,5
<b>Hrúðurfléttur:</b>			<b>45,0</b>
<i>Aspicilia cinerea</i> safnteg.		Gráskorpa	0,5
<i>Candelariella vitellina</i>		Toppaglæta	0,5
<i>Lecidea lapicida</i>		Grásnuðra	1,0
<i>Pertusaria corallina</i>		Kóralskán	2,0
<i>Porpidia melinodes</i>		Fölvakarta	0,5
<i>Protoparmelia badia</i>		Grjótambra	1,0
<i>Rhizocarpon geographicum</i>		Landfræðiflíkra	1,0
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>		Hraunbreyskja	0,5
<i>Tremolecia atrata</i>		Dvergekarta	1,0
<i>Varicellaria lactea</i>		Mjólkurskán	2,0
Óaðgreindar tegundir			35,0
Ber klöpp			0,5