

Umhverfismætingun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

Niðurstöður ársins 2014



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014.

Dagsetning útgáfu:

Apríl 2015

Verkheiti

Umhverfisvöktun í Hvalfirði

Verkkaupi

Norðurál Grundartangi ehf. og Elkem Ísland ehf.

Verkefnisstjóri - EFLA

Eva Yngvadóttir

Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa

Magnús Freyr Ólafsson

Höfundar

Eva Yngvadóttir

Gyða M. Ingólfssdóttir

Friðrik K. Gunnarsson

Páll Höskuldsson

ISBN:

978-9935-9142-8-6

Verknúmer

2795-055

Fjöldi síðna

106

Útdráttur

Niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2014 eru birtar í skýrslunni. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu veldur. Umhverfisvöktunin 2014 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir fyrir árin 2012 – 2021 og hefur verið samþykkt af Umhverfisstofnun. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, klappareitir, gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

Í öllum tilvikum eru viðmiðunarmörk uppfyllt árið 2014 sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó og hey. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, klappareiti, gróður og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Styrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrk flúors í kjálkabeinum. Áhrif flúors voru ekki greinanleg á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Lykilorð

Umhverfisvöktun, iðnaðarsvæðið á Grundartanga, Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Kratus ehf., GMR endurvinnsla ehf.

Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs

Opin

Dreifing með leyfi verkkaupa

Trúnaðarmál



Samantekt

Niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2014 eru teknar saman í skýrslunni. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Umhverfisvöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt og gildir fyrir árin 2012 – 2021. Í samræmi við vöktunaráætlunina voru loftgæði, ferskvatn, umhverfi flæðigryfja í sjó, klappareitir, gróður, hey og grasbítar vöktuð á árinu 2014. Tölfræðigreining á niðurstöðum var gerð fyrir vöktun ferskvatns, gróðurs og grasbíta og metið hvort marktæk breyting hafi átt sér stað miðað við árið 1997 annars vegar og 2007 hins vegar, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur.

Niðurstöður vöktunar árið 2014 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó og hey leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir klappareiti, gróður, grasbíta eða úrkomu. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrk flúors í kjálkabeinum. Auk þess voru áhrif flúors ekki greinanleg á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartanga ehf., GMR endurvinnsla ehf. og Kratus ehf. Þau eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsemi fer einnig fram. Framleiðsla ársins 2014 hjá Elkem var 107.785 tonn af 75% kísilmálm og 21.033 tonn af kísilryki. Ársframleiðsla Norðuráls var 298.388 tonn. Kratus vann 2.400 tonn af álgjalli og framleiðsla GMR á járnbitum úr brotajárni nam 10.245 tonnum.

Veðurfar

Árið 2014 einkenndist almennt af miklum hlýindum og var úrkoma yfir meðallagi um mestallt landið og sumarið sólarlítið. Ríkjandi vindáttir á iðnaðarsvæðinu voru norðaustlæg átt á Gröf II og austlæg átt við Kríuvörðu og Grundartangahöfn.

Andrúmsloft

Meðalstyrkur loftkennds flúors á árinu var á öllum mælistöðvum undir viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls. Einnig var meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti frá apríl – september undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum, innan og utan þynningarsvæðis.

Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs á tímabilinu frá janúar til loka september, áður en áhrifa fór að gæta vegna gossins í Holuhrauni, fór fimm sinnum yfir skilgreind loftgæðamarkmið að Kríuvörðu en aldrei á Gröf, en leyfilegt er að yfirstíga þau mörk samtals sjö sinnum árlega. Eftir það fjölgaði þeim dögum þar sem sólarhringsmeðalstyrkur fór yfir gróðurverndarmörk og heilsuverndarmörkum á báðum vöktunarstöðum vegna áhrifa frá Holuhrauni.

Meðalstyrkur brennisteinsvetnis, köfnunarefnisoxíða og svifryks var í öllum tilvikum undir heilsu- og gróðurverndarmörkum og styrkur bensó(a)þýren var undir umhverfismörkum sem gefin eru upp í reglugerðum.

Úrkoma

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Meðalstyrkur flúors í úrkomu liggur á sama bili og mælst hefur undanfarin 5 ár. Eldgosið í Holuhrauni hafði áhrif á styrk brennisteins í úrkomu til hækkunar og sýrustigs til lækkunar.

Ferskvatn

Sýrustig og meðalstyrkur flúors, klóríðs og sulfats var í öllum vöktunarám innan þeirra marka sem skilgreind eru í neysluvatnsreglugerð. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi Kalmansár og Urriðaár miðað við árið 1997. Marktæk breyting til hækkunar varð á styrk flúors í Urriðaá miðað við árið 1997 en í Kalmansá hefur ekki orðið marktæk breyting á flúorstyrk á sama tíma.

Sjór við flæðigryfjur

Málmar

Sink (Zn), arsen (As), króm (Cr), kadmín (Cd), kopar (Cu) og nikkell (Ni) í sjósýnum mældist innan við umhverfismörk II (lítill hættu á áhrifum á umhverfið) og styrkur kvikasilfurs liggur innan umhverfismarkna samkvæmt reglugerðum. Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna flæðigryfju. Á tveimur af þremur sýnatökudögum greindist styrkur blýs í öllum tilvikum undir greiningarmörkum þ.e. innan við umhverfismörk II. Einn sýnatökudaginn mældist blý mjög mismunandi eftir sýnatökustöðum og viðmiðunarsýnum allt frá því að vera innan umhverfismarkna II upp að umhverfismörkum IV (áhrifa að vænta). Ekki er hægt að fullyrða um upptök mengunarinnar þ.e. flæðigryfja, mistök við sýnatöku eða mælingar eða vegna framkvæmda í firðinum þar sem blý mældist mjög tilviljunarkennt í sýnum við flæðigryfjuna og í viðmiðunarsýnum þennan eina sýnatökudag.

Sýaníð og flúor

Styrkur frís og heildar sýaníðs reyndist vera undir greiningarmörkum í öllum tilfellum. Styrkur flúors mældist í öllum sýnum svipaður eða aðeins hærri en í viðmiðunarsýni og í öllum tilfellum undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001.

Klappareitir

Litlar þekjubreytingar urðu að meðaltali á mosa og fléttum milli árána 2011 og 2014. Ekki er hægt að sjá mun á þekjubreytingum blað- og runnfléttna eftir því hvort reitirnir eru innan eða utan þynningarsvæðis brennisteins og flúors á tímabilinu 2011-2014. Meiri breytileika gætti í reitum sem staðsettir voru nálægt iðnaðarsvæðinu en ekki varð vart við einhliða hnignun sem rekja má til loftmengunar.

Styrkur flúors mældist ýmist innan talinna þolmarkna fléttna eða yfir þeim. Litlar breytingar mældust á styrk brennisteins í fléttum samanborið við árið 2011. Styrkur flúors jókst töluvert í sýnum teknum innan þynningarsvæðis flúors en minnkaði hins vegar á svæðum utan þynningarsvæðis miðað við árið 2011. 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.

Gróður

Flúor í grasi mældist alltaf undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta. Styrkur flúors í laufi og barri var í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í plöntuvef grasa miðað við árið 1997, sem og í laufi norðan fjarðar. Ekki er um marktæka breytingu að ræða í laufi sunnan fjarðar. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í eins árs barri sunnan fjarðar árið 2014 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á styrkleika flúors fyrir eins árs barr norðan fjarðar. Í sýnum úr tveggja ára barri norðan og sunnan fjarðar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors árið 2014.

Hey

Styrkur flúors í heyi mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum grasbíta og leyfilegu hámarksgildi flúors í fóðri. Mælingar á styrk brennisteins í heyi eru í samræmi við niðurstöður sambærilegra rannsókna sem gerðar hafa verið víðs vegar um landið. Dýralæknir gerði enga athugasemd við hollustu heysins með tilliti til þessara tveggja þátta.

Grasbítar

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk í íslenskum reglugerðum fyrir styrk flúors í kjálkabeinum lamba eða fullorðins fjár.

Flúor í lömbum

Flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum samkvæmt norski rannsókn. Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba frá öllum vöktunarbæjum miðað við árið 1997.

Flúor í fullorðnu fé

Á sex bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeini fullorðins fjár yfir mörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum í dádýrum ($>1000 \mu\text{g F/g}$). Engin kjálkasýni mældust með flúorstyrk yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum hjá dádýrum ($>2000 \mu\text{g F/g}$). Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár frá öllum vöktunarstöðum miðað við árið 1997.

Lifandi sauðfé og hross

Skoðanir dýralæknis á lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum) gáfu til kynna að áhrif flúors á tennur og liðamót framfóta séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðamóta var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt.

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga árið 2014 má sjá í eftirfarandi töflu. Alls eru skilgreindir 52 mæliþættir vegna umhverfisvöktunarinnar. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfi fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 29 af þessum mæliþáttum. Ekki eru til íslensk viðmið fyrir aðra mæliþætti. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga uppfyllir öll skilgreind viðmiðunarmörk.

	Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum	
Loftegæði	Andrúmsloft	HF (meðalstyrkur)	Starfsleyfi Norðuráls
		SO ₂ (ársmeðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (meðalstyrkur apríl - október)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk/(heilsuverndarmörk) skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (1-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		H ₂ S (ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		H ₂ S (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		NO ₂ (ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		NO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		NO _x (ársmeðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM ₁₀ , ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM ₁₀ , 24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM _{2,5} , 24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002 m.s.br.
	PAH16	Umhverfismörk fyrir Bensó(a)þýren) skv. rg. nr. 410/2008	
	Úrkoma	Klóríð	Viðmiðunargildi ekki til
		Natríum	
Súlfat			
Flúor			
Sýrustig (pH)			
Ferskvatn	Leiðni	Viðmiðunargildi ekki til	
	Sýrustig (pH)	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Klóríð		
	Súlfat		
Sjór við flæðigrýfjur	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns	
	Blý*		
	Kadmín		
	Kopar		
	Króm		
	Nikkel		
	Sink		
	Kvikasilfur		
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Sýanið	Viðmiðunargildi ekki til	
Klappareitir	Þekja mosa	Viðmiðunargildi ekki til	
	Þekja flétta		
	Heildarþekja		
	Tegundafjöldi		
	Brennisteinn í fléttum		
	Flúor í fléttum		
Gróður	Flúor í grasi	Viðmiðunargildi ekki til	
	Flúor í laufi		
	Flúor í barri		
Hey	Flúor	Reglugerð nr. 340/2001 m.s.br. um eftirlit með fóðri	
	Brennisteinn	Viðmiðunargildi ekki til	
Grasbitar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi ekki til	
	Ástandsskoðun tanna og kjálka í sláturfé		
	Ástandsskoðun tanna í lifandi sauðfé		
	Ástandsskoðun liða í lifandi sauðfé		
	Ástandsskoðun tanna í lifandi hrossum		
Ástandsskoðun liða í lifandi hrossum			

* Einn sýnatökudag mældist styrkur blýs mjög tilviljunarkennt í sýnum við flæðigrýfjuna og í viðmiðunarsýnum. Ekki er hægt að fullyrða um ástæður þess.

Engin viðmiðunarmörk í íslenskum reglugerðum
Ákvæði í íslenskum reglugerðum uppfyllt
Ákvæði í íslenskum reglugerðum ekki uppfyllt

Efnisyfirlit

Samantekt	i
Efnisyfirlit	v
Skilgreiningar og orðskýringar	vii
1 Inngangur	1
2 Staðhættir	2
2.1 Almenn lýsing	2
2.2 Veðurfar	3
3 Framkvæmd umhverfisvöktunar og mælipættir	5
3.1 Vöktunarstaðir	6
3.2 Tölfræði	6
4 Loftgæði	7
4.1 Megin niðurstöður	8
4.2 Niðurstöður einstakra mælipátta	12
4.2.1 Flúor í andrúmslofti	12
4.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti	15
4.2.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti	20
4.2.4 Köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð í andrúmslofti	22
4.2.5 Svifryk í andrúmslofti	23
4.2.6 Fjölhringja kolvatnsefni (PAH) í andrúmslofti	26
4.2.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	27
5 Ferskvatn	31
5.1 Megin niðurstöður	32
5.2 Niðurstöður einstakra mælipátta	34
5.2.1 Leiðni ferskvatns	34
5.2.2 Sýrustig ferskvatns	34
5.2.3 Flúor í ferskvatni	35
5.2.4 Súlfat í ferskvatni	37
6 Flæðigryfjur	38
6.1 Megin niðurstöður	39
6.2 Niðurstöður einstakra mælipátta	39
6.2.1 Málmar í sjósýnum	39
6.2.2 Sýanið og flúor í sjósýnum	41
7 Klappareitir	42
7.1 Megin niðurstöður	43
7.2 Niðurstöður einstakra mælipátta	44
7.2.1 Þekja tegunda	44
7.2.2 Brennisteinn og flúor í blað- og runnfléttum	47
8 Gróður	50
8.1 Megin niðurstöður	51
8.2 Niðurstöður einstakra mælipátta	53
8.2.1 Flúor í grasi	53
8.2.2 Flúor í laufi	54
8.2.3 Flúor í barri	55

9	Hey	56
9.1	<i>Megin niðurstöður</i>	56
9.2	<i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	57
9.2.1	Flúor í heyi	57
9.2.2	Brennisteinn í heyi	57
10	Grasbítar	58
10.1	<i>Megin niðurstöður</i>	60
10.2	<i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	63
10.2.1	Flúor í lömbum	63
10.2.2	Flúor í fullorðnu fé	65
10.2.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	68
10.2.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	68
	Heimildaskrá	69
	Viðauki I: Eldri ársskýrslur umhverfissvöktunar	71
	Viðauki II: Loftgæði	72
	Viðauki III: Ferskvatn	74
III.I:	<i>Flúor og flúor/klóríð hlutfall í Urriðaá</i>	74
III.II:	<i>Súlfat og súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá</i>	75
III.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður ferskvatns</i>	76
	Viðauki IV: Klappareitir	79
IV.I:	<i>Gróðurbreytingar innan þynningarsvæða iðnaðarsvæðisins</i>	80
IV.II:	<i>Gróðurbreytingar vestsuðvestur af Grundartanga</i>	82
IV.III:	<i>Gróðurbreytingar austnorðaustur af Grundartanga</i>	82
IV.IV:	<i>Gróðurbreytingar < 10 km frá iðnaðarsvæðinu</i>	83
IV.V:	<i>Gróðurbreytingar > 10 km frá iðnaðarsvæðinu</i>	86
IV.VI:	<i>Þekjubreytingar einstakra tegunda</i>	87
	Viðauki V: Gróður	89
V.I:	<i>Flúor í grasi</i>	89
V.II:	<i>Flúor í laufi</i>	92
V.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður gróðurs</i>	95
	Viðauki VI: Hey	97
	Viðauki VII: Grasbítar	98
VII.I:	<i>Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum</i>	98
VII.II:	<i>Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum)</i>	102
VII.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður grasbíta</i>	103

Skilgreiningar og orðskýringar

Bakgrunnsgildi	Styrkur jóna/efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum.
Heilsuverndarmörk	Mörk sem sett eru til að tryggja heilsu manna í lengri tíma ¹ .
PAH efni	Fjölhringja kolvatnsefni (polycyclic aromatic hydrocarbons), hópur efna sem finnast í olíum og myndast við bruna á lífrænu eldsneyti.
pH	Sýrustig vatnslausnar sem ákvarðast af magni hlaðinna vetnisjóna, H ⁺ , í vatnslausninni.
Svifryk (PM₁₀)	Svifryksagnir sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM_{2,5})	Svifryksagnir sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Umhverfismörk	Umhverfismörk eru leyfilegt hámarksgildi mengunar í tilteknum viðtaka byggt á grundvelli vísindalegrar þekkingar í því skyni að koma í veg fyrir eða draga úr skaðlegum áhrifum á heilsu manna og/eða umhverfið. Umhverfismörk geta verið sett til að vernda umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (svo sem heilsuverndarmörk og gróðurverndarmörk til verndunar vistkerfa).
Viðtaki	Svæði sem tekur við mengun og þynnir hana eða eyðir.
þolmörk	Styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talið er að þær þoli án þess að skaðast.
þynningarsvæði	Sá hluti viðtaka þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum.
Einingar:	
mg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, milligramm í lítra.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu, milligramm á fermetra.
µg/g	Styrkur efnis, mikrógramm á gramm .
µg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, mikrógramm í lítra.
µg/m³	Styrkur efnis í rúmmáli, mikrógramm á rúmmetra.
µS/cm	Eðlisleiðni vatns, mikrósiemens á sentimetra.
Reglugerðir:	
245/2014	Reglugerð um breytingu á reglugerð nr. 251/2002.
955/2011	Reglugerð um breytingu á reglugerð nr. 796/1999.
514/2010	Reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
410/2008	Reglugerð um arsen, kadmíum, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
251/2002	Reglugerð um brennisteinstvíoxíð, köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings.
536/2001	Reglugerð um neysluvatn.
340/2001	Reglugerð um eftirlit með fóðri.
796/1999	Reglugerð um varnir gegn mengun vatns.

¹ Heilsuverndarmörk í rg. 251/2002 eru önnur en mengunarmörk skv. rg. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum, sem er skilgreint sem hæsta leyfilega meðaltalsmengun (tímavegið meðaltal) í andrúmslofti starfsmanna [meðalgildi eða þakgildi].

1 Inngangur

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., álver Norðuráls Grundartanga ehf., GMR endurvinnsla ehf. og Kratus ehf. eru staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsemi fer einnig fram. Samkvæmt starfsleyfum fyrirtækjanna skal reglubundin umhverfisvöktun fara fram í grennd við iðnaðarsvæðið. Norðurál og Elkem stóðu sameiginlega að árlegri umhverfisvöktun á árunum 1999 - 2013. Árið 2014 urðu GMR og Kratus einnig aðilar að vöktuninni. Tilgangur umhverfisvöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemin veldur. Unnið er samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2012–2021, sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

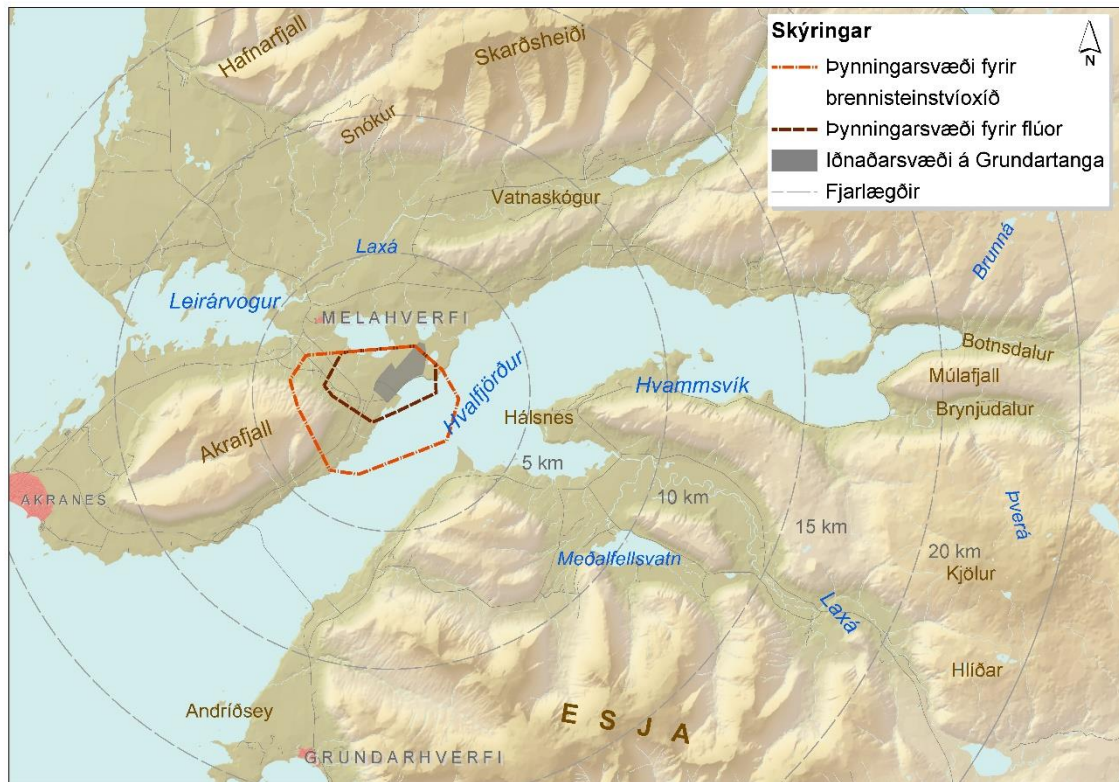
Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem gerðar voru árið 2014. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við á og niðurstöður fyrri ára, auk þess sem mat er lagt á breytileika þeirra fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun.

Skýrslunni er skipt í tíu kafla. Í 1. kafla er sagt frá tilgangi umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Lýsingu á staðhátum og veðurfari við iðnaðarsvæðið er að finna í kafla 2. Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2014 er í kafla 3 og í köflum 4 – 10 eru mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, flæðigryfjur, klappareitir, gróður, hey og grasbíta. Að auki fylgja sjö viðaukar skýrslunni. Í viðauka I er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur og í viðauka II er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Í viðauka III eru niðurstöður úr vöktun á ferskvatni auk tölfræðigagna. Í viðauka IV er að finna ítarefni vegna vöktunar á klappareitum og í viðauka V eru niðurstöður umhverfisvöktunar á gróðri auk niðurstaðna tölfræðigreiningar. Viðauki VI inniheldur mæliniðurstöður í heyi og í viðauka VII er að finna nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum vöktunar grasbíta.

2 Staðhættir

2.1 Almenn lýsing

Elkem, Norðurál, GMR og Kratus eru staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði Hvalfjarðarsveitar á Grundartanga. Staðsetningu iðnaðarsvæðisins má sjá á mynd 2.1.



Mynd 2.1: Staðsetning iðnaðarsvæðisins á Grundartanga í Hvalfjarðarsveit ásamt skilgreindum þynningarsvæðum fyrir flúor og brennisteinstvíoxíð

Tvö þynningarsvæði eru skilgreind fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga á aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar 2008 – 2030. Í umfjöllun um iðnaðarsvæðið í greinargerð aðalskipulagsins segir: „Á skipulagsupprætti má sjá afmörkun þynningarsvæðis vegna stóriðjunnar á Grundartanga. Takmarkanir á landnotkun innan þynningarsvæðisins eru þær að ekki skal stunda þar hefðbundinn búskap, heynytjar eða beit á túnum“. Um er að ræða þynningarsvæði flúors (brúnt svæði á mynd 2.1) og rýmra þynningarsvæði fyrir brennisteinstvíoxíð (rautt svæði á mynd 2.1). Þynningarsvæði er skilgreint sem sá hluti viðtaka sem þynning á sér stað og ákvæði starfsleyfis kveða á um að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum. Utan þynningarsvæðis skal styrkur skilgreindra efna vera undir viðmiðunarmörkum. Við ákvörðun á stærð þynningarsvæða fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga voru notaðar loftdreifingarspár.

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979 en frá þeim tíma hefur ársframleiðslugeta verksmiðjunnar aukist úr 60.000 tonnum í 120.000 tonn af 75% kísilmálmi (FeSi). Fyrirtækið hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af 75% kísilmálmi og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilryki. Árið 2014 framleiddi Elkem 107.785 tonn af 75% kísilmálmi og 21.033 tonn af kísilryki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,97% af heildar rekstrartíma

ársins. Rekstur allra ofna gekk vel en vegna raforkuskerðinga þurfti fyrirtækið tímabundið að hætta framleiðslu í samtals 73 daga miðað við framleiðslugetu á einum ofni. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin. Loftborin umhverfisáhrif má að mestu leyti rekja til kísilryks, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂)².

Álver Norðuráls var gangsett árið 1998 og hefur ársframleiðslugetan aukist úr 60.000 tonnum í 300.000 tonn. Árið 2014 framleiddi Norðurál 298.388 tonn af áli. Þurrhreinsivirki voru í rekstri 99,9% af heildartíma ársins en sendar voru tvær tilkynningar til Umhverfisstofnunar á árinu, báðar vegna viðhalds við rafbúnað á einu af fjórum þurrhreinsivirkjum Norðuráls. Þær lofttegundir sem helst myndast við álframleiðslu eru SO₂, CO₂ og flúorsambönd. Kolflúorsambönd myndast einnig í litlu magni en þau eru mjög stöðug efnasambönd sem eru talin til gróðurhúsalofttegunda³. Losun á ryki á sér einnig stað⁴.

GMR hóf starfsemi á Grundartanga árið 2013. Fyrirtækið endurvinnur brotajárn og framleiðir m.a. járnbita sem notaðir eru í álfyrirtækjunum. Fyrirtækið hefur heimild til þess að vinna allt að 30.000 tonn af járnbitum á ári til ársins 2025 skv. starfsleyfi. Framleiðslan á árinu 2014 var um 10.245 tonn. Losun í andrúmsloft samanstendur aðallega af svifryki og SO₂.

Kratus hóf starfsemi á Grundartanga í nóvember 2012 og vinnur ál úr álgjalli frá álfyrirtækjum. Fyrirtækið hefur starfsleyfi til þess að taka á móti allt að 15.000 tonnum af álgjalli á ári til ársins 2025. Árið 2014 tók Kratus við um 2.400 tonnum af álgjalli. Losun í andrúmsloft samanstendur aðallega af svifryki.

2.2 Veðurfar

Veðurmælingar ársins 2014 fóru fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum að Kríuvörðu og á Grundartangahöfn líkt og fyrri ár, en að auki var gangsett ný mælistöð sem staðsett er um 3 km suðvestur af Grundartanga, skammt frá bænum Gröf II í um 40 m.y.s. Mælistöðin að Kríuvörðu er staðsett um 700 metra norðan við austurenda álversins í um 15 m.y.s. en stöðin á Grundartangahöfn er staðsett um 25 m.y.s. Að Kríuvörðu og á Grundartangahöfn var vind- og veðurgögnum safnað yfir allt árið 2014, en stöðin við Gröf II var gangsett 12. febrúar.

Meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraða á öllum mælistöðvum má sjá í töflu 2.1.

Tafla 2.1: Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingarstöðvum í Hvalfirði árið 2014

Veðurmælingastöð	janúar – desember*		apríl - október	
	Meðalhiti (°C)	Meðalvindhraði (m/s)	Meðalhiti (°C)	Meðalvindhraði (m/s)
Grundartangahöfn	6,6	6,5	9,3	5,5
Gröf II	6,2	5,3	8,4	4,7
Kríuvarða	6,1	4,7	9,2	3,7

* Mælistöð við Gröf var gangsett 12. febrúar

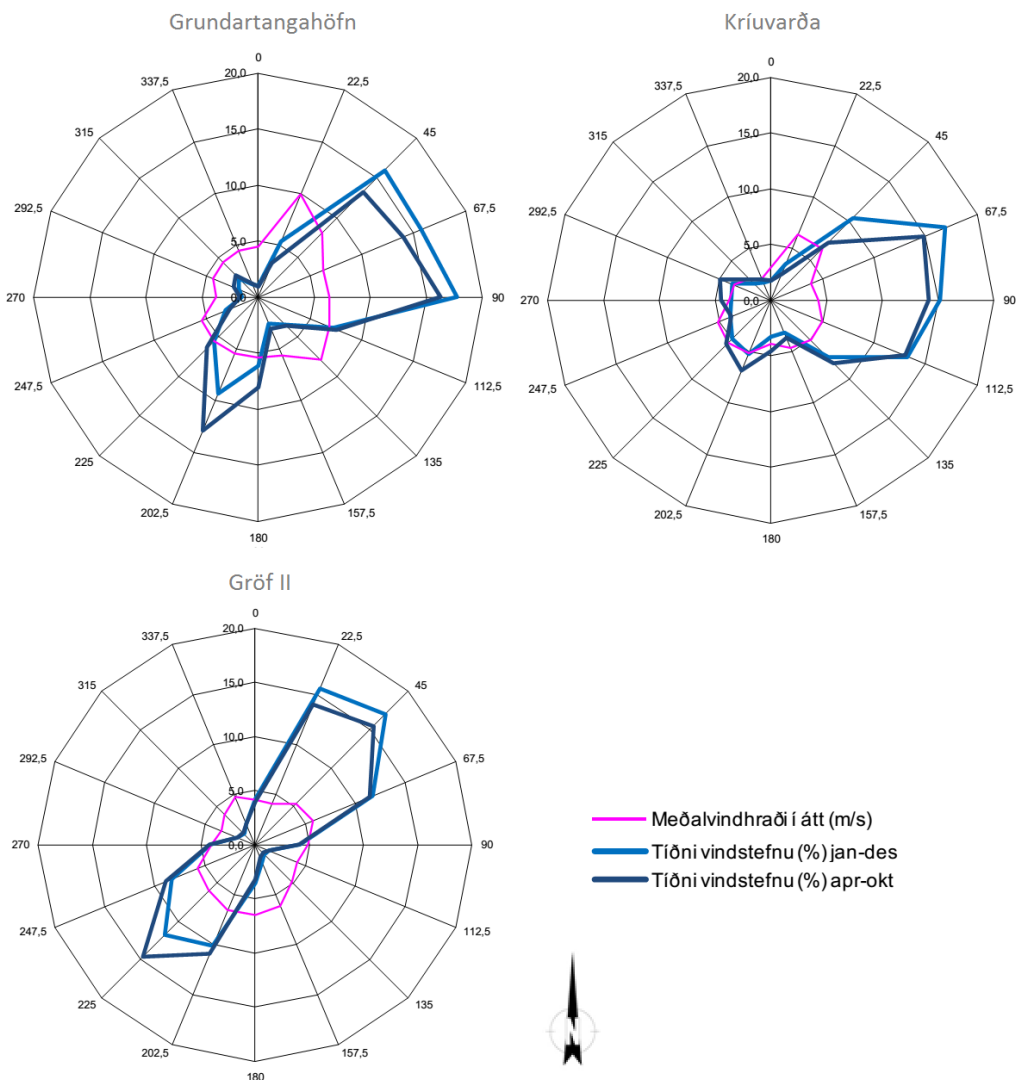
² Elkem Ísland ehf. (2014)

³ Skipulagsstjóri ríkisins (1996)

⁴ Norðurál Grundartanga ehf. (2014)

Árið 2014 einkenndist almennt af miklum hlýindum og var úrkoma yfir meðallagi um mestallt landið og sumarið sólarlítið. Á fyrri hluta ársins var hlýtt í veðri vestan- og suðvestanlands og var úrkoma með minnsta móti fyrstu tvo mánuði ársins og óvenju snjólétt í febrúar og mars. Það sem eftir lifði árs var úrkoma um og yfir meðaltali og almennt nokkuð hlýtt að júlí og desember undanskildum⁵.

Á mynd 2.2 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2014 og fyrir tímabilið frá apríl til október á öllum mælistöðvum. Nokkur munur er á vindrósunum, en það má sjá að vindrósir á Gröf II fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem mótar vindrósina með afgerandi hætti. Á Gröf II snúast austanáttir til norðaustanáttar og suðlægar áttir til suðvestlægrar, eftir legu fjallsins. Líkt og fyrri ár virðist vera skjól fyrir suðvestanvindi að Kríuvörðu og er líklegasta skýringin á því að álverið skýli fyrir þeirri vindátt. Lítil munur er á vindrósunum vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósunum alls ársins. Algengasta vindáttin er frá því að vera norðaustlæg átt á Gröf II og yfir í austlæga átt að Kríuvörðu og Grundartangahöfn. Að jafnaði er vindhraði mestur á Grundartangahöfn og minnstur á Kríuvörðu⁵.



Mynd 2.2: Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl – október 2014 og allt árið 2014⁵

⁵ Hermann Þórðarson (2015)

3 Framkvæmd umhverfisvöktunar og mæliþættir

Vöktun ársins 2014 var í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2012-2021. Umhverfisvöktunaráætlunina má sjá á heimasíðu Umhverfisstofnunar. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2014.

Tafla 3.1: Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2014

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<i>Andrúmsloft:</i> Svifryk, flúor, PAH efni, brennisteinstvíoxíð, brennisteinsvetni, köfnunarefnistvíoxíð, köfnunarefnisoxíð <i>Úrkomu:</i> klóríð, natríum, sulfat, flúor, pH	Kríuvarða og Gröf II utan þynningarsvæða Stekkjarás innan þynningarsvæða	<i>Kríuvarða:</i> allt árið <i>Gröf II:</i> 12. febrúar – 31. desember <i>Stekkarás:</i> 1. janúar – 19. september	<i>Sýnataka og efnamælingar:</i> NMÍ*
Ferskvatn	Sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð, sulfat	<i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá <i>Upptök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá	30. mars – 14. september	<i>Sýnataka og efnamælingar:</i> NMÍ*
Flæðigryfjur	<i>Málmur:</i> arsen, blý, kadmín, kopar, króm, kvikasilfur, nikkell og sink. <i>Sýaníð og flúor</i>	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfju auk tveggja viðmiðunarstaða	15. júlí, 14. ágúst og 11. september 2014	<i>Sýnataka og efnamælingar:</i> NMÍ*
Klappareitir	<i>Gróðurþreyingar fléttna og mosa</i> <i>Styrkur brennisteins og flúors í fléttum</i>	<i>Innan þynningarsvæða:</i> Stekkjarás, Selás, Langholt, Akrafjall <i>Utan þynningarsvæða:</i> Skvömp, ofan við Gröf, Neðristallar, Kalmansá, Kalastaðakot, Miðfellsmúli, Bjarnarholt, Álfholt, Beitistaðaholt, ofan Hvalfjarðareyrar, Hvammsnes, Tiðaskarð, Gimbrapallar, Hafnarbæli, Þyrilsnes, Hvalfjarðarbotn	18. – 20. ágúst 2014	<i>Gróðurmælingar:</i> Náttúrufræðistofnun Íslands <i>Efnamælingar:</i> NMÍ*
Gróður	Flúor í grasi, laufi (<i>birki, reynir</i>) og barri (<i>greni, bergfura, stafafura</i>)	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Gröf II við Þjóðveg, Gröf II við hús, Hlíð <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir	<i>Gras og lauf:</i> 10. júní og 17. september <i>Barr:</i> 27. nóvember	<i>Sýnataka og efnamælingar:</i> NMÍ*
Hey	Flúor og brennisteinn í heyi	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Hrafnabjörg, Eystra Miðfell, Litla Fellsöxl, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell	16., 23. janúar og 12. febrúar 2015	<i>Sýnataka og efnamælingar:</i> LBHÍ** og NMÍ
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka í sláturfé Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé Ástand tanna og liða í hrossum	<i>Sláturfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Gröf II, Innri Hólmur. <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Hjalli, Grímsstaðir <i>Lifandi sauðfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell <i>Lifandi hross:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Kiðafell	<i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2014 <i>Lifandi sauðfé og hross:</i> 23. september 2014, 16., 23. janúar og 12. febrúar 2015	<i>Efnamælingar:</i> NMÍ* <i>Skoðun sauðfjár:</i> Tilraunastöð HÍ*** á Keldum. <i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> LBHÍ

* NMÍ: Efnagreiningar - Nýsköpunarmiðstöð Íslands; ** LBHÍ: Landbúnaðarháskóli Íslands *** HÍ: Háskóli Íslands

3.1 Vöktunarstaðir

Yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfivöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, klappareiti, gróður, hey og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2014, má sjá á mynd 3.1.



Mynd 3.1: Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, ferskvatns, klappareita, gróðurs, heys og grasbíta árið 2014 við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

3.2 Tölfræði

Frá árinu 1999 hefur farið fram árleg umhverfivöktun fyrir ferskvatn, gróður og grasbíta. Grunnrannsóknir voru gerðar á árunum 1997 – 1998. Í þessari skýrslu er mat lagt á breytileika mælinganna á grundvelli tölfræðigreiningar á niðurstöðunum miðað við árið 1997 og í sumum tilfellum miðað við árið 2007 þegar álverið var komið í fullan rekstur. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna. Niðurstöður tölfræðigreiningarinnar er að finna í viðaukum III, V og VII.

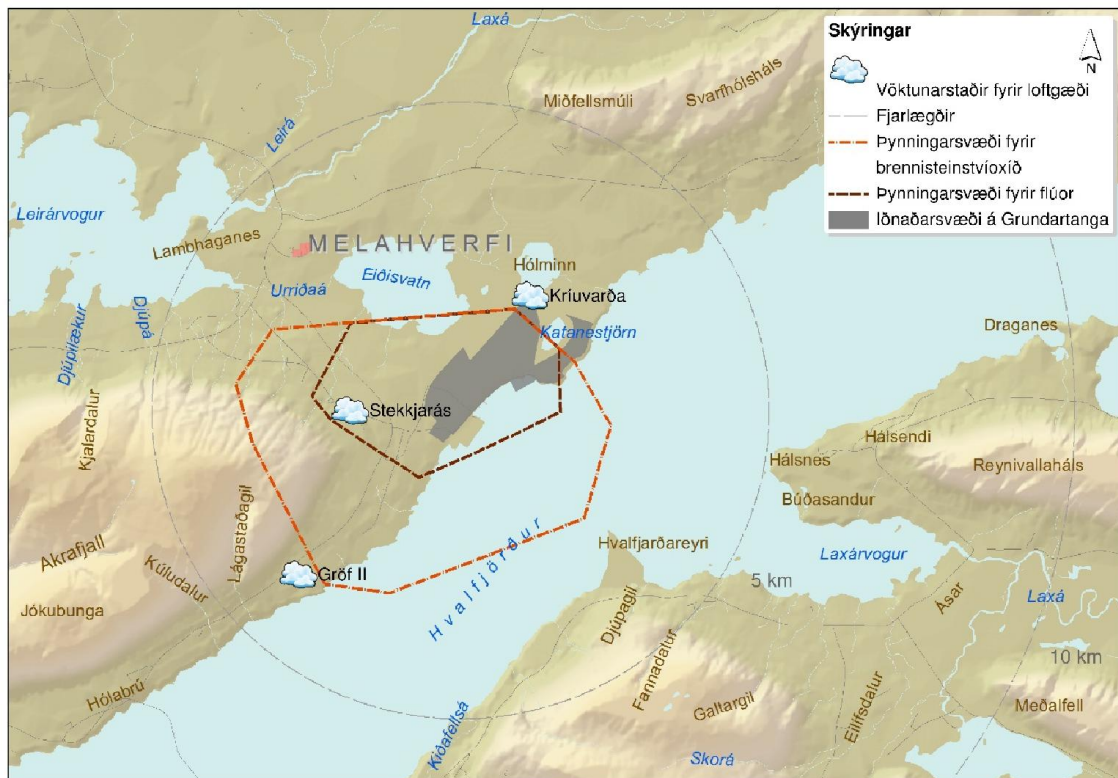
4 Loftgæði

Árið 2014 voru þrjár loftgæðamælistöðvar í rekstri. Mælt var í loftgæðamælistöðvum að Kríuvörðu og á Stekkjarási og á nýrri stöð, Gröf II, sem staðsett er um 3 km suðvestur af Grundartanga (mynd 4.1). Loftgæðamælingar þar sem sýnum er safnað á síur fóru fram á öllum mælistöðvum á vaxtartímabili gróðurs, frá síðari hluta apríl til og með loka október. Að Kríuvörðu og á Gröf II fóru auk þess fram samfelldar mælingar árið um kring fyrir ákveðna mælipætti og sjálfvirk mælistöð fyrir brennisteinstvíoxíð (SO_2) og brennisteinsvetni (H_2S) er á öllum mælistöðvum. Sjálfvirki mælibúnaðurinn á Stekkjarási var lánaður frá og með 19. september til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni sem hófst þann 28. ágúst. Greinileg áhrif vegna gossins í Holuhrauni komu fram í brennisteinsmælingum á Grundartanga í október og nóvember.

Þeir þættir sem mældir eru á hverri loftgæðamælistöð má sjá í töflu 4.1. Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ. Niðurstöður efnamælinga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda utan þynningarsvæða.

Tafla 4.1: Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2014

Loftgæðamælistöð	Samfelldar mælingar	Sýnum safnað á síur	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk, SO_2 , H_2S , NO, NO_2 , NO_x	Svifryk, F, S, PAH-efni	Na, Cl, Ca, S, F, pH, leiðni
Gröf II		F, S	
Stekkiarás	SO_2 , H_2S	Svifryk, F, S, PAH-efni	



Mynd 4.1: Staðsetning loftgæðamælistöðva sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2014

4.1 Megin niðurstöður

Flúor

Styrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti mældist á öllum mælistöðvum undir þeim viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls um styrk HF í andrúmslofti utan þynningarsvæðis.

Brennisteinstvíoxíð

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO₂) í andrúmslofti mældist undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ að Kríuvörðu fór fimm sinnum yfir skilgreind gróðurverndarmörk / (heilsuverndarmörk) á tímabilinu frá apríl til september, áður en áhrifa gætti frá gosi í Holuhrauni, en aldrei á mælistöðinni á Gröf II. Leyfilegt er að yfirstíga þessi mörk sjö sinnum árlega. Á sama tímabili fór sólarhringsmeðalstyrkur að Kríuvörðu og á Gröf II aldrei yfir heilsuverndarmörk. Eftir að áhrifa frá gosi fór að gæta í október jókst fjöldi daga þar sem sólarhringsmeðalstyrkur fór yfir gróðurverndarmörk, eða 21 sinni á Kríuvörðu og 21 sinni á Gröf II, þar af mældis styrkurinn yfir heilsuverndarmörkum sjö sinnum á Kríuvörðu og 11 sinnum á Gröf II.

Brennisteinsvetni

Styrkur brennisteinsvetnis (H₂S) í andrúmslofti mældist undir heilsuverndarmörkum á öllum mælistöðvum.

Köfnunarefnisoxíð

Styrkur köfnunarefnisvíoxíðs (NO₂) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) mældist undir heilsuverndarmörkum fyrir NO₂ og gróðurverndarmörkum fyrir NO_x að Kríuvörðu og á Gröf II.

Svifryk

Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀ og PM_{2,5}) í andrúmslofti var undir heilsuverndarmörkum á öllum mælistöðvum. Sólarhringsmeðalstyrkur svifryks, PM₁₀, að Kríuvörðu og á Gröf II mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum.

Fjölringja kolvatnsefni (PAH efni)

Styrkur bensó(a)þýren í andrúmslofti að Kríuvörðu mældist undir umhverfismörkum.

Úrkoma

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna í úrkomu. Meðalstyrkur flúors í úrkomu lá á sama bili og undanfarin 5 ár. Eldgosið í Holuhrauni hafði áhrif á styrk brennisteins í úrkomu til hækkunar og sýrustig til lækkunar.

Ítarlegri niðurstöður fyrir vöktun loftgæða má sjá í kafla 4.2. Yfirlit yfir niðurstöður mælinga og skilgreind umhverfismörk má sjá í töflu 4.2 fyrir Kríuvörðu, í töflu 4.3 fyrir Gröf II og í töflu 4.4 fyrir Stekkjarás sem liggur innan þynningarsvæða.

Tafla 4.2: Niðurstöður loftgæðamælinga að Kríuvörðu, meðalstyrkur á vöktunartímabilinu (apríl – október 2014) og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
HF			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	0,28 ± 0,11	0,3	Starfsleyfi Norðuráls
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	1,5		Mælt 22.-26. ágúst í SV-áttum
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	0,005		Mælt 21. ágúst í ANA-átt
SO₂			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	7,2 ± 3,5	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002. Meðalstyrkur apr – sept
<i>Meðalstyrkur</i>	7,4 ± 4,6	20	
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins*</i>	93	50	Gróðurverndarmörk/ (heilsuverndarmörk) skv. rg. 251/2002. Yfir mörkum 5x, leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 24. ág. í SSV-átt.
	93	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 24. ág. í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins*</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins*</i>	181	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 25. ág. í SV átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,8 ± 2,1	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	4,8	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 9. nóvember í ANA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur</i>	1,0 ± 0,5	30	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	16,6	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 2. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO_x			
<i>Meðalstyrkur</i>	1,2 ± 0,6	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	16,8		Hæsta gildi mælt 2. nóv. í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	7,1 ± 2,8	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Meðalstyrkur</i>	6,0 ± 1,2	20	
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	28,7	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 25. júní í ASA-átt
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	2,0		Mældist 6. nóv. í ANA-átt
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur</i>	5,6 ± 1,7	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002
PAH efni - Bensó(a)þýren			
<i>Mældur styrkur</i>	7·10 ⁻⁷ – 1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

* Miðað er við tímabilið frá 1. janúar til 30. september áður en áhrifa gætti frá gosi í Holuhrauni

Tafla 4.3: Niðurstöður loftgæðamælinga á Gröf II meðalstyrkur á vöktunartímabilinu (apríl – október 2014) og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
HF			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	0,03 ± 0,01	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	0,15		Mælt 21. ág. í NNA-áttum
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	0,001		Mælt 16.-20. sept. í N- og V-áttum
SO₂			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	2,5 ± 1,2	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002. Meðalstyrkur frá apr. - sept.
<i>Meðalstyrkur</i>	2,9 ± 1,3	20	
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins*</i>	26	50	Gróðurverndarmörk/ (heilsuverndarmörk) skv. rg. nr. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 2. mars. í NA-átt.
	26	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 2. mars. í NA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins*</i>	171	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 14. ág. í NA átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,7 ± 1,8	5	Heilsuverndarmörk skv rg. 514/2010
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	7,1	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 12. júní í V-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur</i>	2,3 ± 1,0	30	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	17,3	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 11. nóv. í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO_x			
<i>Meðalstyrkur</i>	2,5 ± 1,0	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	19,1	-	Hæsta gildi mælt 11. nóv. í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur</i>	6,7 ± 1,3	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	40,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Hæsta gildi mælt 25. júní í ANA-átt
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>			Mældist 6. nóv. í NA-átt
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur</i>	5,0 ± 1,8	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002

* Miðað er við tímabilið frá 12. febrúar þegar mælistöðin var gangsett og til 30. september áður en áhrifa gætti frá gosi í Holuhrauni

Tafla 4.4: Niðurstöður loftgæðamælinga á Stekkjarási*, meðalstyrkur á vöktunartímabilinu (apríl – október 2014) og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða. Mælistöðin liggur innan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða (µg/m ³)	Skýring
HF			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	0,06 ± 0,04**	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	0,40		Mælt 27. ágúst í SV-áttum
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur</i>	0		Mældist í A-áttum
SO₂			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	4,5 ± 1,5 **	20	Gróðurv.mörk skv. rg. 251/2002
<i>Meðalstyrkur</i>	2,2 ± 1,2**	20	Gróðurv.mörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins***</i>	29,6 **	50	Gróðurv.mörk/ (heilsuv.mörk) skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 14. jan. í ANA-átt.
	29,6**	125	Heilsuv.mörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Hæsta gildi mælt 14. jan. í ANA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins***</i>	83,5**	350	Heilsuv.mörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 14. jan. í ANA átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur</i>	1,0 ± 1,6**	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	4,5**	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 29. maí í S-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	8,9 ± 3,3**	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.

* Mælir á Stekkjarási var lánaður til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni frá 19. september 2014

** Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða

*** Miðað er við tímabilið frá 1. janúar til 19. september

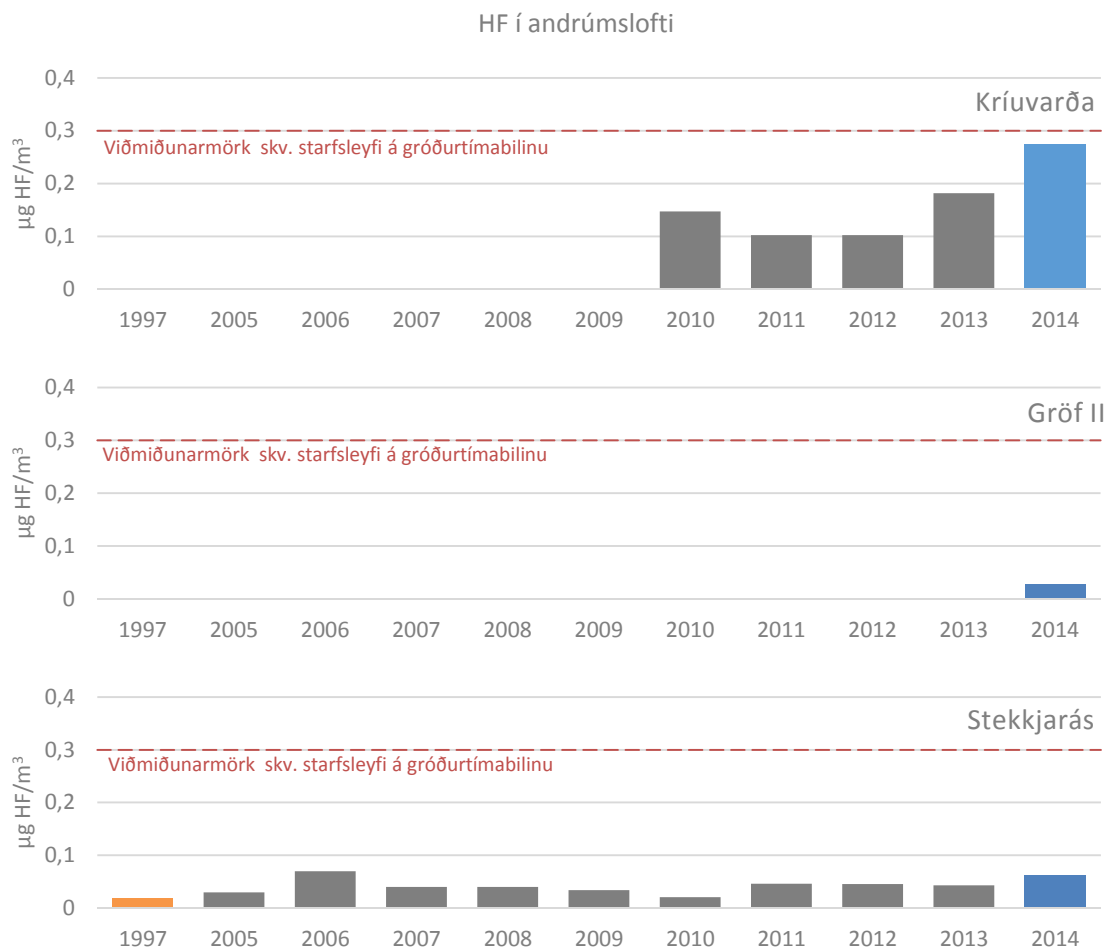
Ekki eru skilgreind umhverfismörk fyrir eftirfarandi þætti í andrúmslofti og úrkomu í íslenskum reglugerðum né í starfsleyfum iðjuveranna:

- Meðalstyrkur HF í andrúmslofti yfir mánaðartímabil og sólarhring
- Meðalstyrkur heildarflúors (samanlagður loftkenndur flúor (HF) og flúor bundinn svifryki) í andrúmslofti
- Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti yfir mánaðartímabil
- Meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir heilt ár
- Meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir mánaðartímabil
- Styrkur PAH-18 efna í andrúmslofti
- Styrkur uppleystra efna og sýrustig í úrkomu

4.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

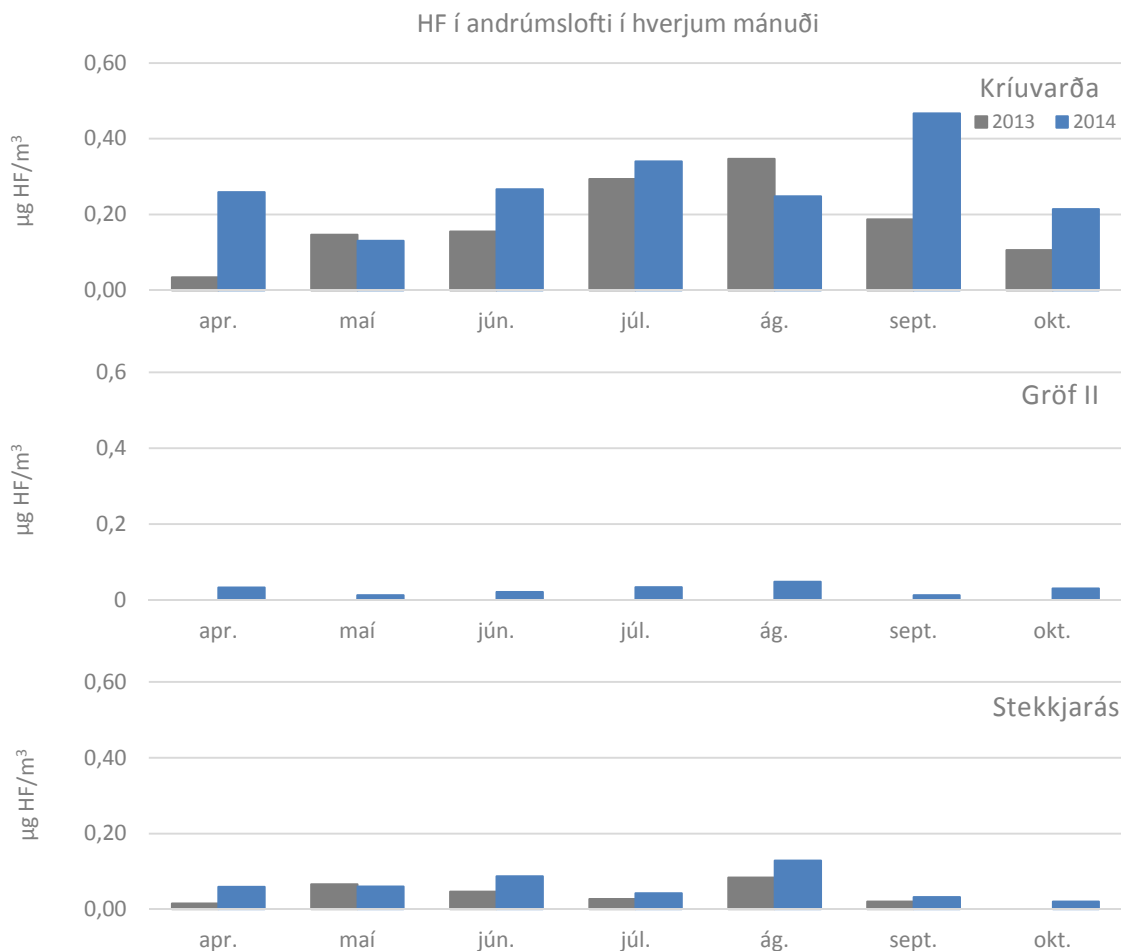
4.2.1 Flúor í andrúmslofti

Styrkur flúors í andrúmslofti var mældur frá apríl til og með október 2014 á öllum vöktunarstöðvum þar sem sýnum var safnað á síur. Meðalstyrkur flúors á öllum mælistöðvum liggur undir viðmiðunarmörkum sem eru skilgreind fyrir styrk loftkennds flúors (HF) í starfsleyfi Norðurláls sem $0,3 \mu\text{g HF/m}^3$ í andrúmslofti á gróðurtímabilinu⁶ utan þynningarsvæðis til að tryggja hefðbundnar landbúnaðarnytjar. Meðalstyrkur HF á Kríuvörðu og Stekkjarási hækkaði árið 2014 samanborið við mælingar undanfarinna ára. Meðalstyrkur HF á vöktunartímabilinu að Kríuvörðu var $0,28 \pm 0,11 \mu\text{g HF/m}^3$, á Gröf II $0,03 \pm 0,01 \mu\text{g HF/m}^3$ og á Stekkjarási $0,06 \pm 0,04 \mu\text{g HF/m}^3$ (mynd 4.2). Kríuvarða og Gröf II eru utan þynningarsvæðis fyrir flúor, en Stekkjarás innan þess. Á mynd 4.3 má sjá meðalstyrk HF í andrúmslofti í hverjum mánuði frá apríl til október á öllum mælistöðvum árið 2014 og til samanburðar fyrir árið 2013.



Mynd 4.2: Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt viðmiðunarmörkum samkvæmt starfsleyfi Norðurláls sem gilda utan þynningarsvæðis

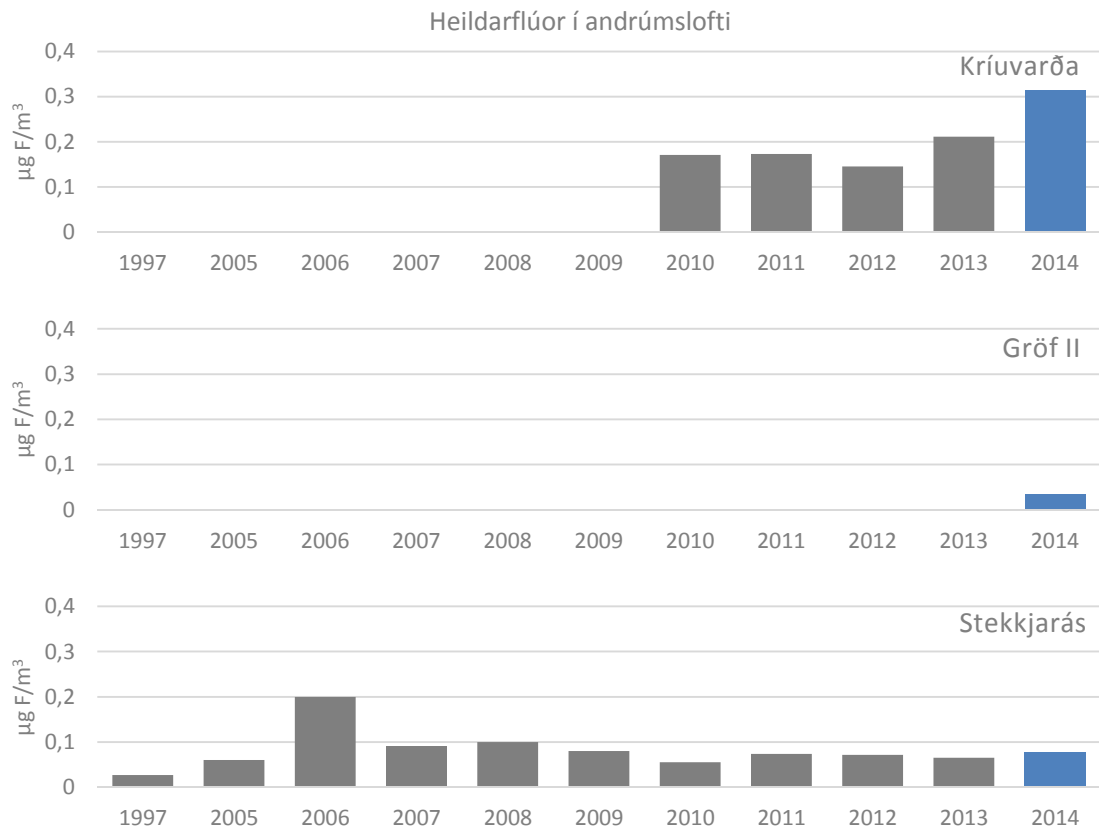
⁶ 1. apríl – 30. september



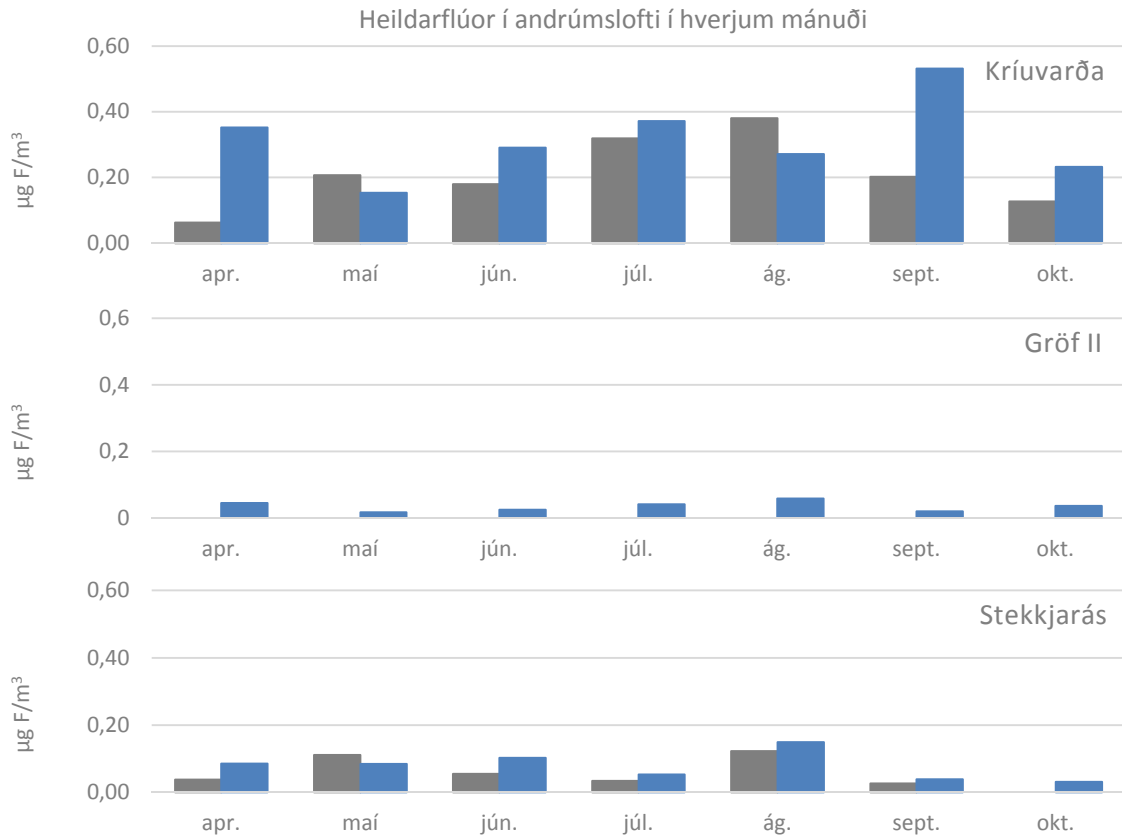
Mynd 4.3: Meðalstyrkur loftkennds flúors í hverjum mánuði á vöktunartímabilinu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árin 2013 og 2014

Meðalstyrkur heildarflúors, þ.e. samantlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, að Kríuvörðu var $0,32 \pm 0,12 \mu\text{g F/m}^3$, á Gröf II $0,03 \pm 0,01 \mu\text{g F/m}^3$ og á Stekkjarási $0,08 \pm 0,04 \mu\text{g F/m}^3$ (mynd 4.4). Meðalstyrk heildarflúors í andrúmslofti í hverjum mánuði á öllum vöktunarstöðvum má sjá á mynd 4.5.

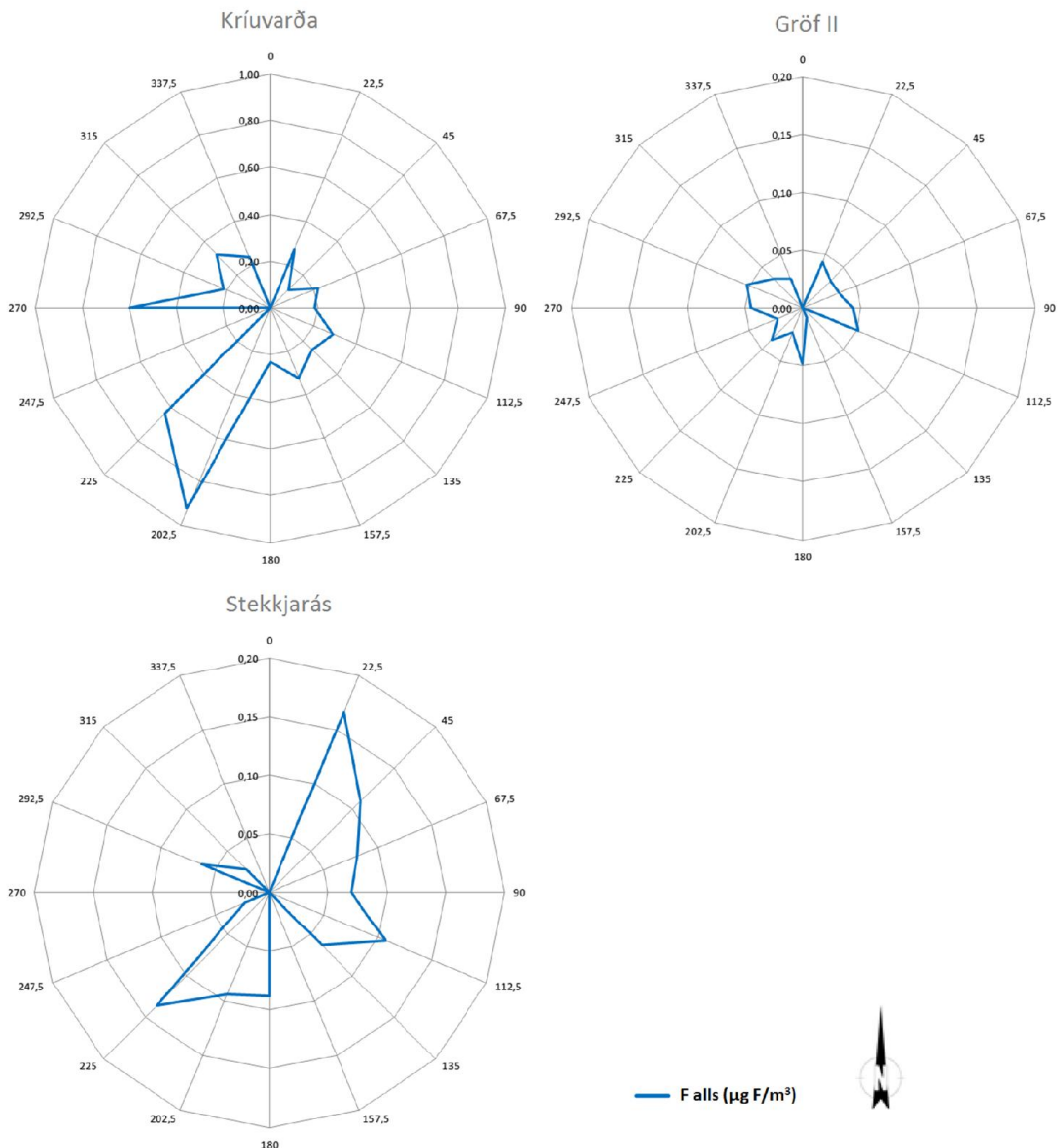
Nokkur mismunur er á meðalstyrk milli mælistöðva og liggur meginmunurinn í styrk HF. Styrkur flúors mældist hærrí að Kríuvörðu en undanfarin ár og áberandi hæstur í september þegar suðvestanátt var ráðandi. Árið 2014 voru sunnan- og suðvestanáttir tíðari en fyrri ár en misjafnt er í hvaða vindátt flúormengunar gætir á stöðvunum. Í suðvestanáttum mælist styrkur flúors hærrí á Kríuvörðu en í austanáttum á Stekkjarási þegar vindur blæs beint frá iðnaðarsvæðinu til mælistöðva. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mælidaga á mynd 4.6⁵.



Mynd 4.4: Meðalstyrkur (apríl - október) heildarflúors að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási



Mynd 4.5: Meðalstyrkur heildarflúors í hverjum mánuði á vöktunartímabilinu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árin 2013 og 2014



Mynd 4.6: Styrkur flúors ($\mu\text{g F/m}^3$) eftir vindáttum frá apríl – október 2014 að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða

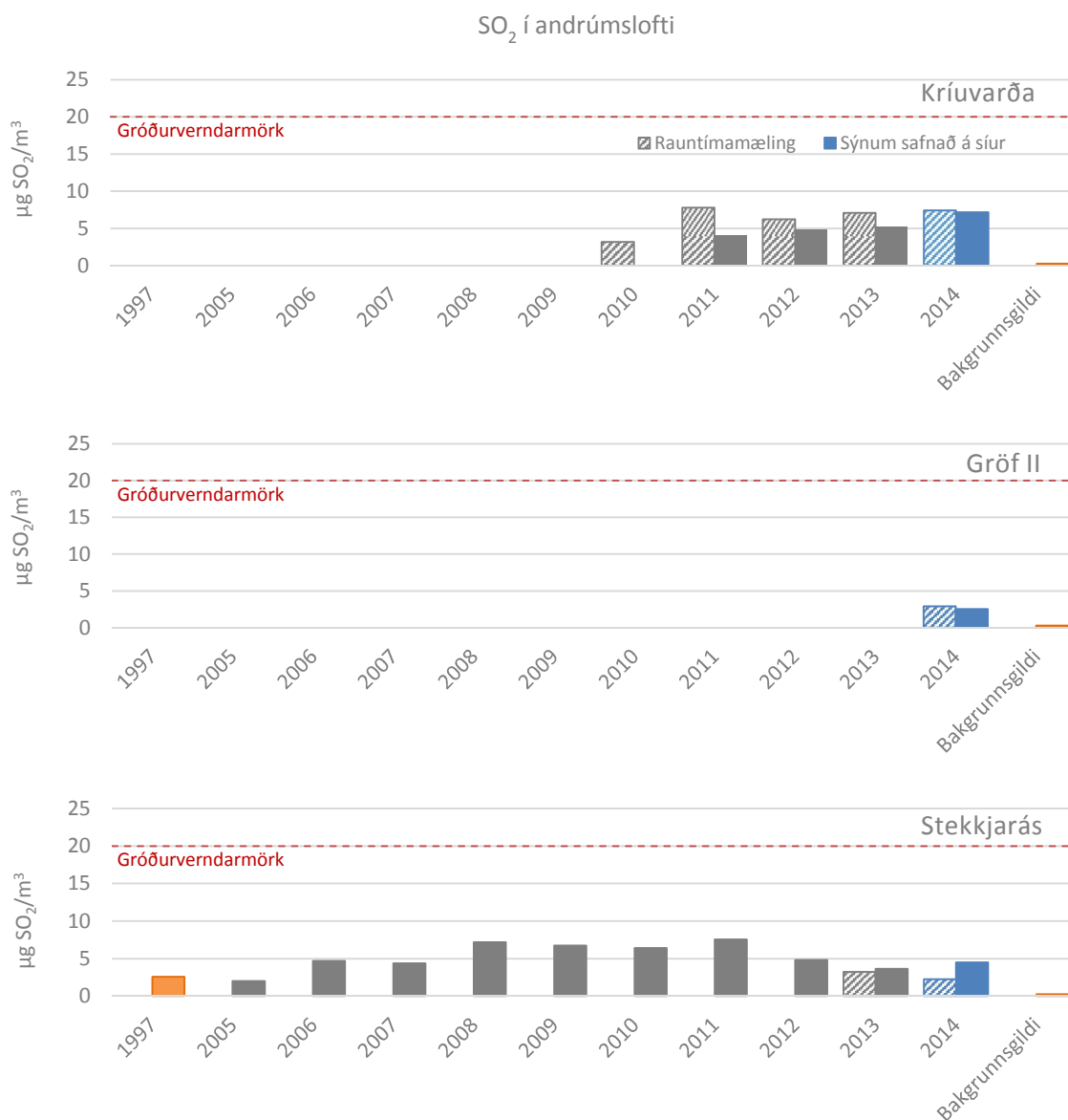
4.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti

Árið 2014 var styrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) mældur með tvennum hætti á öllum mælistöðvum. Annars vegar var sýnum safnað á síur frá apríl til október auk samfelldra mælinga yfir allt árið. Rauntímamælirinn á Stekkjarási var þó lánaður til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni frá og með miðjum september, svo ekki liggja fyrir mælingar allt árið á þeirri mælistöð.

Styrkur SO_2 í október og nóvember mældist hér, en þá var ráðandi norðan- og norðaustanátt og má rekja háan styrk til eldgossins í Holuhrauni. Til að niðurstöður fyrir styrk SO_2 í andrúmslofti séu samanburðarhæfar við fyrri ár er valið að sýna meðalstyrk árið 2014 frá apríl – september, en ekki apríl – október líkt og fyrri ár⁵. Niðurstöður fyrir SO_2 frá apríl – október má sjá í viðauka II.

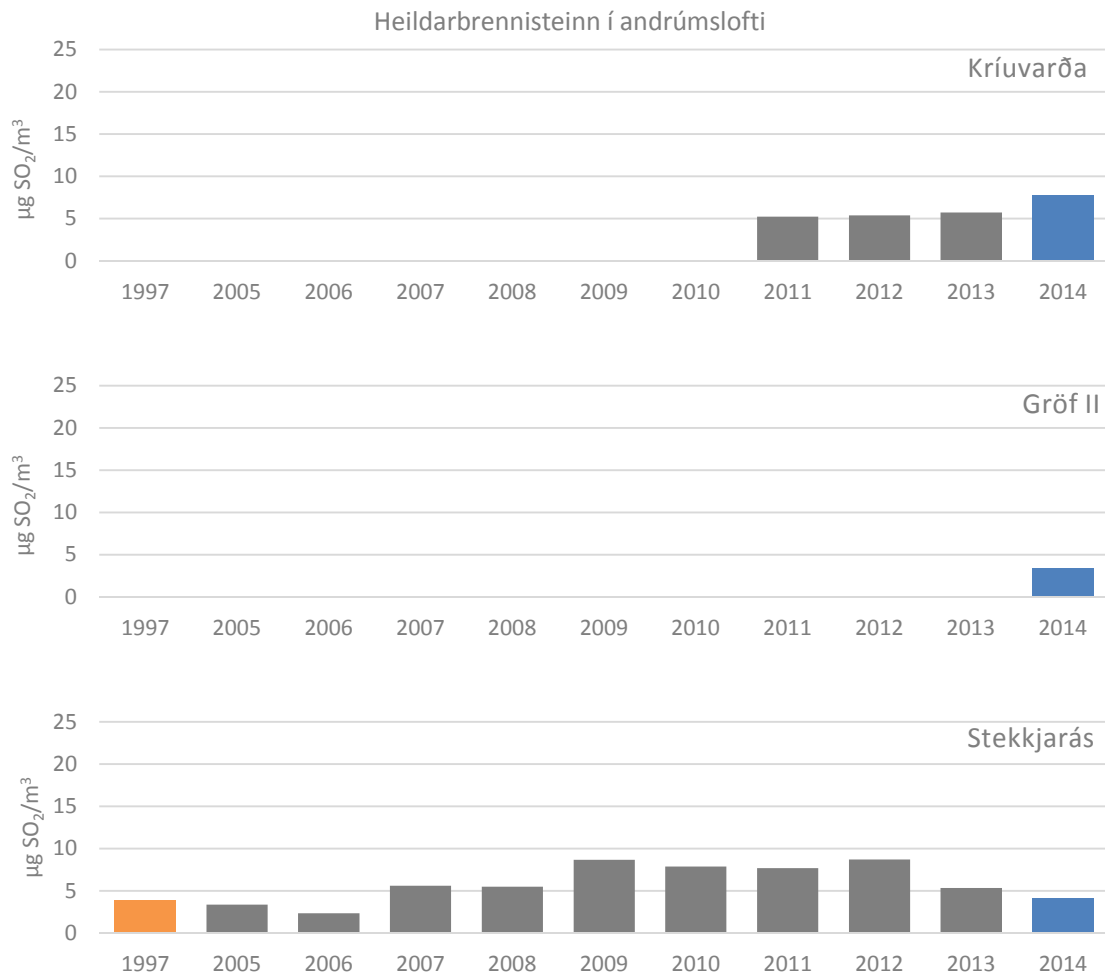
4.2.2.1 SO₂ í andrúmslofti áður en áhrifa frá Holuhrauni fór að gæta

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á tímabilinu apríl – september 2014, áður en áhrifa fór að gæta vegna eldgoss í Holuhrauni, var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 (20 µg SO₂/m³) sem gildir utan þynningarsvæðis. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti að Kríuvörðu var 7,4 ± 4,6 µg SO₂/m³ mælt með rauntímamælingu frá apríl - september, en 7,2 ± 3,5 µg SO₂/m³ mælt í sýnum af síum (mynd 4.7). Á nýrri vöktunarstöð á Gröf II var meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti 2,9 ± 1,3 µg SO₂/m³ mælt með rauntímamælingu, en í sýnum sem safnað var á síur var meðalstyrkurinn 2,5 ± 1,2 µg SO₂/m³. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á Stekkjarási mældur með rauntímamælingu frá apríl til 19. september var 2,2 ± 1,2 µg SO₂/m³ og í sýnum sem safnað var á síur apríl til loka september 4,5 ± 1,5 µg SO₂/m³.



Mynd 4.7: Meðalstyrkur SO₂ á vöktunartímabilinu (apríl - október, en apríl - septemeber 2014) á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt gróðurverndarmörkum sem gilda utan þynningarsvæðis. Bakgrunnsgildi mæld við Íráfoss árið 2003 (0,26 µg SO₂/m³)

Meðalstyrkur heildarbrennisteins á vöktunartímabilinu (apríl - september), þ.e. samanlagður styrkur loftborins brennisteins og brennisteins í ryki í sýnum sem safnað var á síur, var að Kríuvörðu $7,8 \pm 3,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, á Gröf II $3,4 \pm 1,2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $5,0 \pm 1,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ (mynd 4.8).

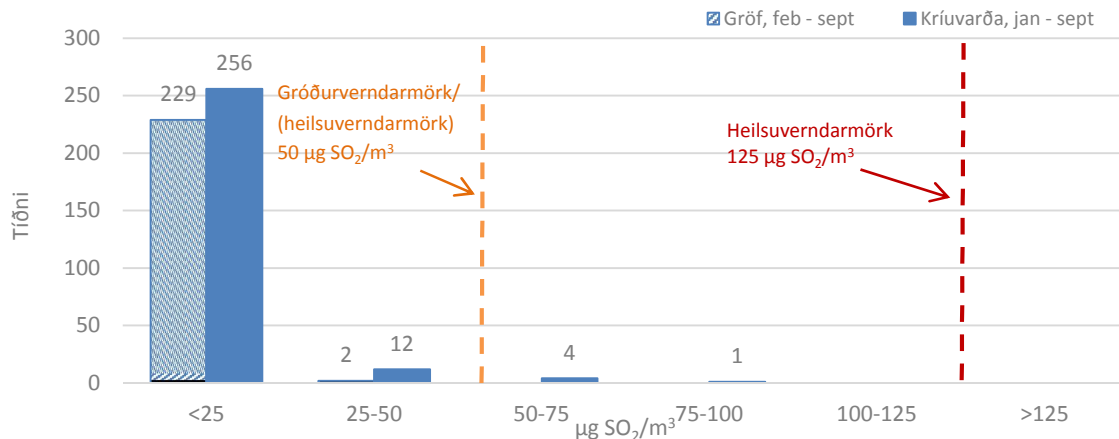


Mynd 4.8: Meðalstyrkur heildarbrennisteins að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási yfir vöktunartímabilið (apríl - október en apríl - september 2014).

Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti mældur með rauntímamælingum á Kríuvörðu á tímabilinu 1. janúar – 30. september var $4,5 \pm 16,1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og hæsti klukkustundar meðalstyrkur SO_2 mældist 25. ágúst $181 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, sem er undir klukkustundar heilsuverndarmörkum skv. reglugerð nr. 251/2002 ($350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$). Á sama tímabili var meðalstyrkur ársins á Gröf II $3,2 \pm 8,9 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og hæsti klukkustundar styrkur mældist þann 14. ágúst $171 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Á báðum mælistöðvum fór klukkustundar meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti aldrei yfir klukkustundar heilsuverndarmörk.

Hæsti meðalstyrkur sólarhrings áður en áhrifa vegna gossins gætti, var $93 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $37 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ á Gröf II, en sólarhrings heilsuverndarmörk eru $125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ samkvæmt reglugerð nr. 251/2002. Sólarhrings meðalstyrkur fór því aldrei yfir heilsuverndarmörk á tímabilinu.

Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ fór fimm sinnum yfir gróðurverndarmörk / (heilsuverndarmörk) (50 µg SO₂/m³) á Kríuvörðu en aldrei á Gröf II. Leyfilegt er samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 að fara yfir þessi mörk sjö sinnum árlega. Á mynd 4.99 má sjá fjölda mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ að Kríuvörðu og Gröf II sem mældust undir gróðurverndarmörkum/ (heilsuverndarmörkum) og á milli gróður- og heilsuverndarmarka, áður en áhrifa gætti frá Holuhrauni. Á tímabilinu mældist sólarhringsmeðalstyrkur aldrei yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO₂/m³).



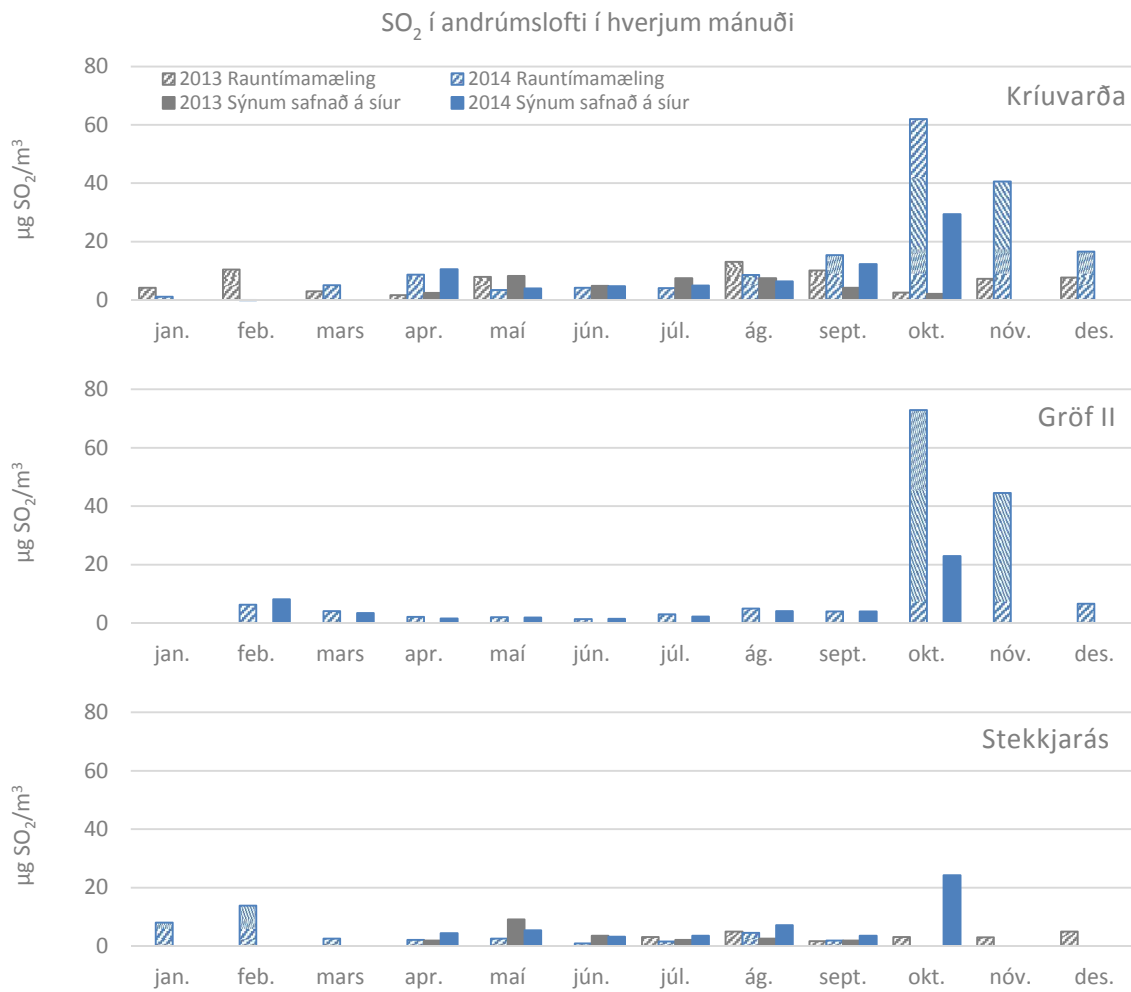
Mynd 4.9: Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ að Kríuvörðu og Gröf II sem mældust undir gróðurverndarmörkum/ (heilsuverndarmörkum) og á milli gróður- og heilsuverndarmarka, áður en áhrifa gætti frá Holuhrauni. Mælingar frá 1. janúar – 30. september á Kríuvörðu og 12. febrúar – 30. september á Gröf II

4.2.2.2 SO₂ í andrúmslofti allt árið 2014

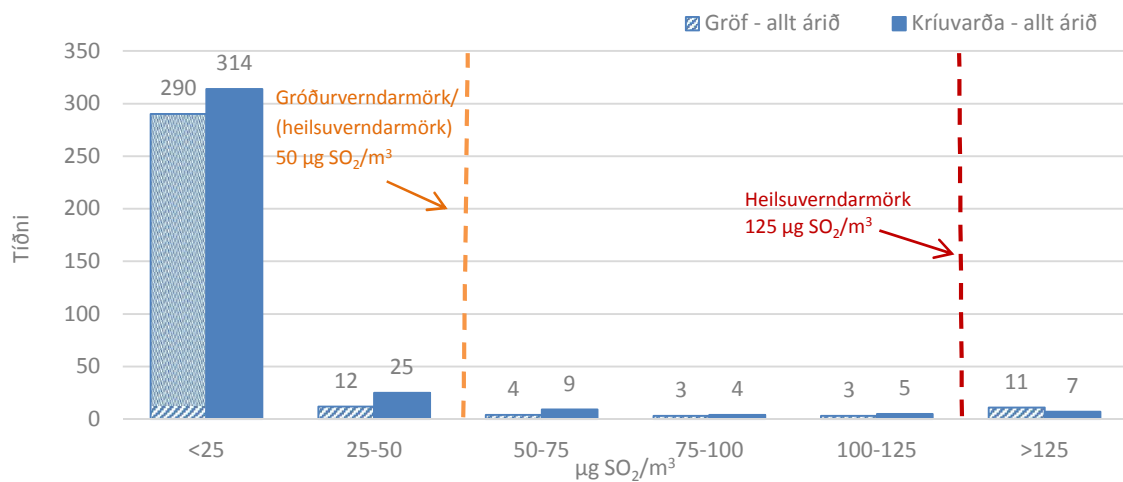
Eldgosið í Holuhrauni hafði áhrif á mældan styrk SO₂ í andrúmslofti á Grundartanga og gætti áhrifanna sérstaklega í október og nóvember 2014. Á mynd 4.10 má sjá meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á öllum loftgæðamælistöðvum árið 2014 og til samanburðar fyrir árið 2013. Á myndunum sést glögglega hve styrkurinn eykst í október og nóvember 2014 vegna eldgossins í Holuhrauni.

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti allt árið 2014 mældur með rauntímamælingu á Kríuvörðu var 14,3 ± 55,4 µg SO₂/m³. Þar var hæsti klukkustundar meðalstyrkur SO₂ 1.300 µg SO₂/m³ þann 4. nóvember, sem er yfir klukkustundar heilsuverndarmörkum sem skilgreind eru í reglugerð nr. 251/2002 (350 µg SO₂/m³). Sömu sögu er að segja á Gröf II, þar sem meðalstyrkur SO₂ mældist í andrúmslofti frá 12. febrúar og út árið 2014 14,2 ± 64,1 µg SO₂/m³ og hæsti klukkustundar meðalstyrkur 1.327 µg SO₂/m³, einnig þann 4. nóvember. Samtals fór klukkustundar meðalstyrkurinn 42 sinnum yfir klukkustundar heilsuverndarmörk að Kríuvörðu og 50 sinnum á Gröf II eftir að áhrifa vegna gossins fór að gæta, en aldrei á tímabilinu frá janúar til september.

Sólarhringsmeðalstyrkur mældist yfir gróðurverndarmörk (50 µg SO₂/m³), 21 sinni á Kríuvörðu og 21 sinni á Gröf II þar af mældist styrkurinn yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO₂/m³) sjö sinnum á Kríuvörðu og 11 sinnum á Gröf II. Tekið skal fram að áður en áhrifa fór að gæta frá Holuhrauni (janúar – september) voru öll ákvæði reglugerðar uppfyllt. Á mynd 4.11 má sjá fjölda mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ að Kríuvörðu og Gröf II sem mældust undir gróðurverndarmörkum/ (heilsuverndarmörkum), á milli gróður- og heilsuverndarmarka og yfir heilsuverndarmörkum allt árið 2014.



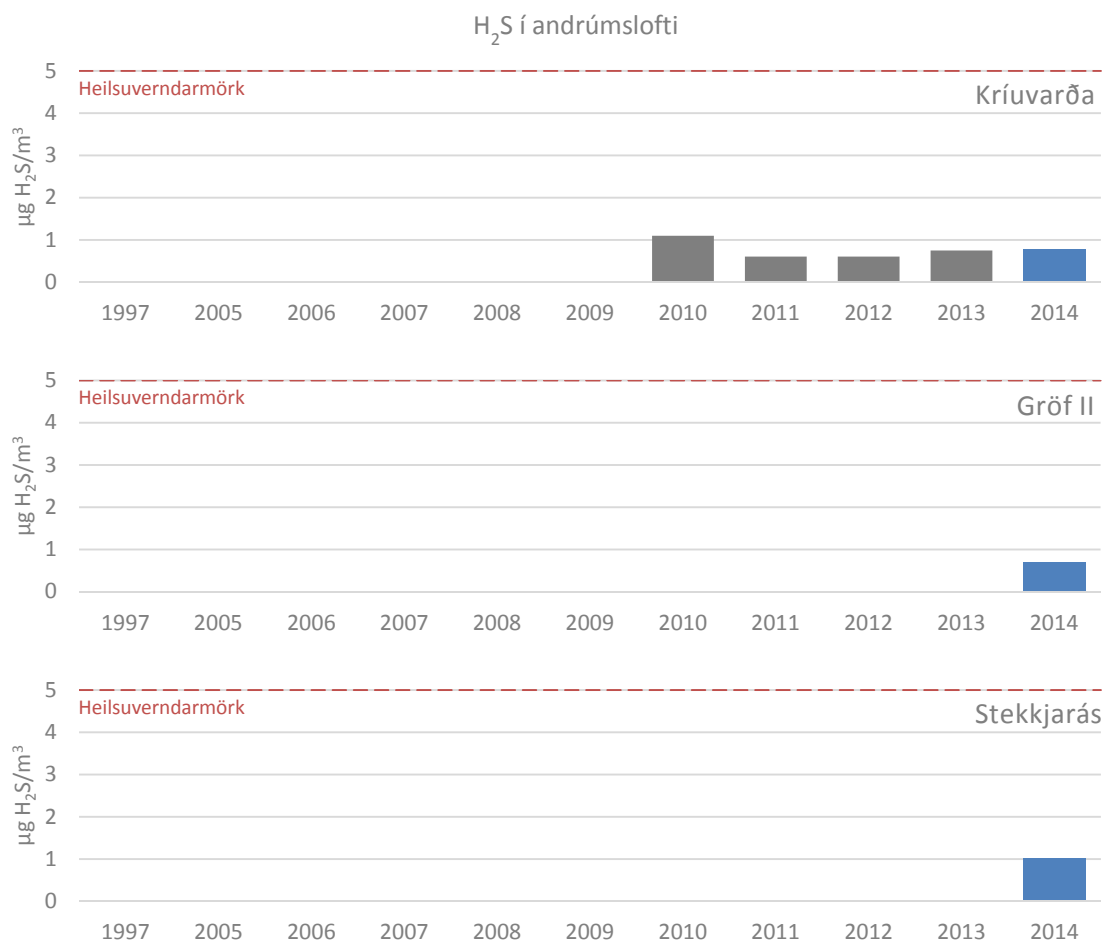
Mynd 4.10: Meðalstyrkur brennisteinvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2014 og 2013 til samanburðar.



Mynd 4.11: Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ að Kríuvörðu og Gröf II árið 2014 sem mældust undir gróðurverndarmörkum/ (heilsuverndarmörkum), á milli gróður- og heilsuverndarmarka og yfir heilsuverndarmörkum, allt árið 2014

4.2.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti

Meðalstyrkur loftborins H₂S á Kríuvörðu árið 2014 var $0,8 \pm 2,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $0,7 \pm 1,8 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $1,0 \pm 1,6 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir árs heilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) samkvæmt reglugerð 514/2010 (mynd 4.12). Hæsti sólarhrings meðalstyrkur á Kríuvörðu var $4,8 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $7,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $4,5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir sólarhrings heilsuverndarmörkum á öllum vöktunarstöðvum skv. reglugerð 514/2010 ($50 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$). Hæsti meðalstyrkur klukkustundar á Kríuvörðu var $27 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $26 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $12,9 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir tilkynningaskyldum aðvörnumörkum skv. reglugerð 514/2010 ($50 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$)⁵.

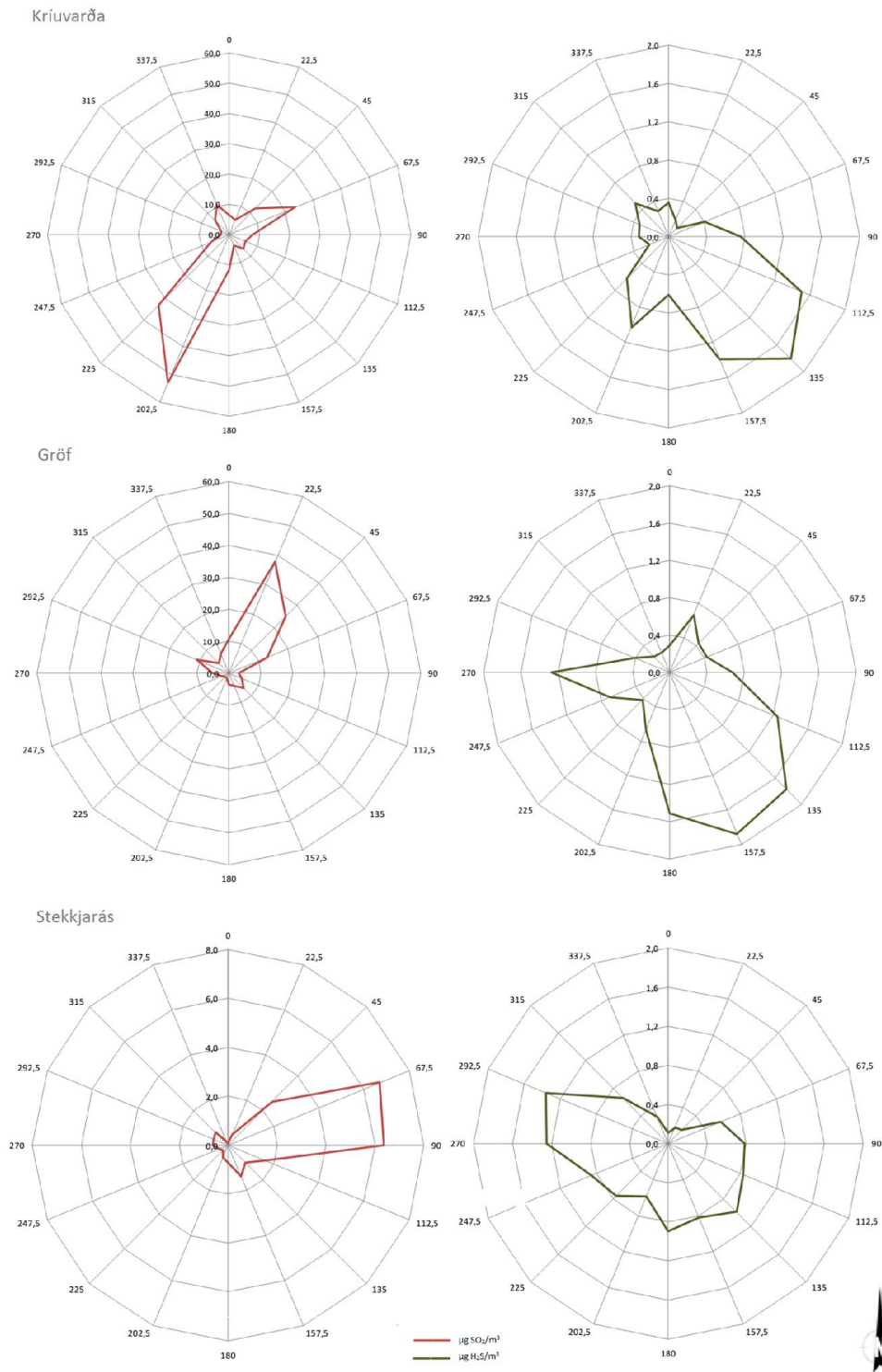


Mynd 4.12: Meðalstyrkur H₂S á vöktunarstöðum fyrir loftgæði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt heilsuverndarmörkum

Á mynd 4.13 má sjá uppsprettuáttir SO₂ og H₂S í rauntímamælingum að Kríuvörðu og Gröf II árið 2014 og frá janúar til 19. september á Stekkjarási. Meginuppspretta SO₂ að Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem SO₂ berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en á Gröf II í norðaustanáttum. Uppsprettuátt H₂S á Kríuvörðu og Gröf II er að suðaustan frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Um er að ræða sambærilegar niðurstöður og síðastliðin ár að Kríuvörðu.

Á Stekkjarási fara ekki fram vindmælingar og á mynd 4.13 er notast við vindróslu frá Kríuvörðu. Á Stekkjarási mældist SO₂ lægra í meginuppsprettuátt úr austri, samanborið við Kríuvörðu og Gröf

H_2S mældist hæst á Stekkjarási í norðvestanáttum en ekki í suðvestanáttum. Hér er um sambærilegar niðurstöður og árið 2013 að ræða. Hugsanlegt er að vindrósin sem notast er við passi ekki vel og ef notast er við vindrósi frá Grundartangahöfn og Gröf II breytist meginuppsprettuátt H_2S úr norðvestri til vesturs eða vestsuðvesturs. Áhugavert er að H_2S virðist berast í einhverjum mæli að öllum mælistöðvum meðfram Akrafjalli, en uppspretta H_2S getur verið tengd landbúnaði og einnig geta leirurnar í Leirárvogi norðan Akrafjalls verið uppspretta H_2S ⁵.

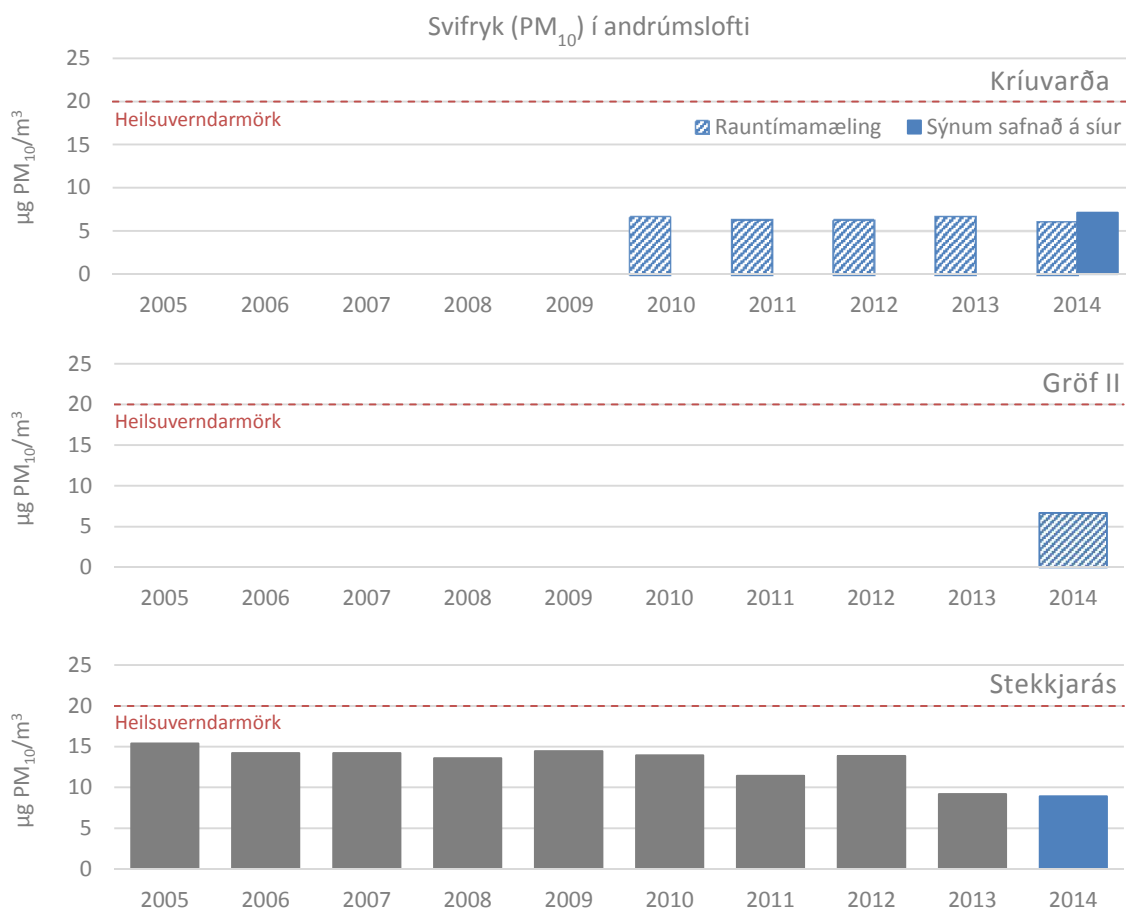


Mynd 4.13: Styrkur SO_2 (rauðar línur, $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) og H_2S (grænar línur, $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) í mældum vindáttum árið 2014 að Kriuvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða

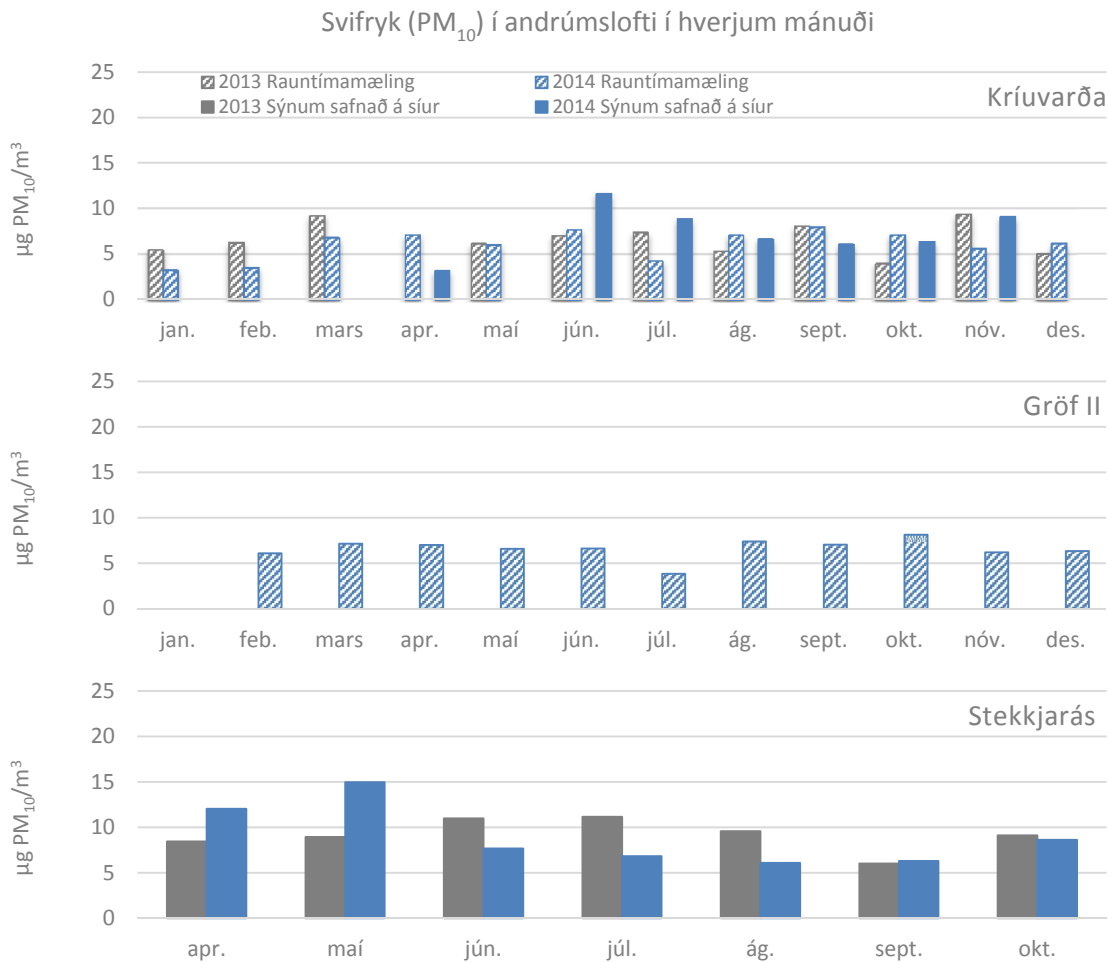
4.2.5 Svifryk í andrúmslofti

Samfelldar mælingar á styrk svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram að Kríuvörðu og Gröf II árið 2014 auk þess sem söfnun sýna á síur fóru fram á Kríuvörðu og Stekkjarási fyrir PM_{10} . Um er að ræða mjög ólíkar mæliaðferðir. Árið 2014 var meðalstyrkur PM_{10} mældur með samfelldum mælingum allt árið að Kríuvörðu $6,0 \pm 1,2 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ og á Gröf II $6,7 \pm 1,3 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$. Niðurstöður samfelldra mælinga að Kríuvörðu gefa sambærilegar niðurstöður og fyrri ár. Í sýnum safnað á síur var meðalstyrkur svifryks á vöktunartímabilinu frá apríl til október að Kríuvörðu $7,1 \pm 2,8 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $8,9 \pm 3,3 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ (mynd 4.16). Meðalstyrkur PM_{10} var því undir heilsuverndarmörkum skv. reglugerð 251/2002 á öllum mælistöðvum ($20 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$). Á síðastliðnum tveimur árum hefur styrkur PM_{10} á Stekkjarási mælst lægri en næstu átta ár þar á undan. Ástæður þess má líklega rekja til þess að sumrin hafa verið mun úrkomusamari síðustu tvö ár samanborið við árin á undan, en töluvert umferðarryk berst frá nærliggjandi malarvegi á þurrum árum. Einnig geta framkvæmdir á svæðinu haft veruleg áhrif á svifryksmælingarnar.

Á árinu 2014 fór styrkur PM_{10} að Kríuvörðu og á Gröf II aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörk ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsti sólarhrings meðalstyrkur PM_{10} á Kríuvörðu mældist $28,7 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ og á Gröf II $40,6 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$. Meðalstyrk svifryks, PM_{10} , í hverjum mánuði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási má sjá á mynd 4.17.

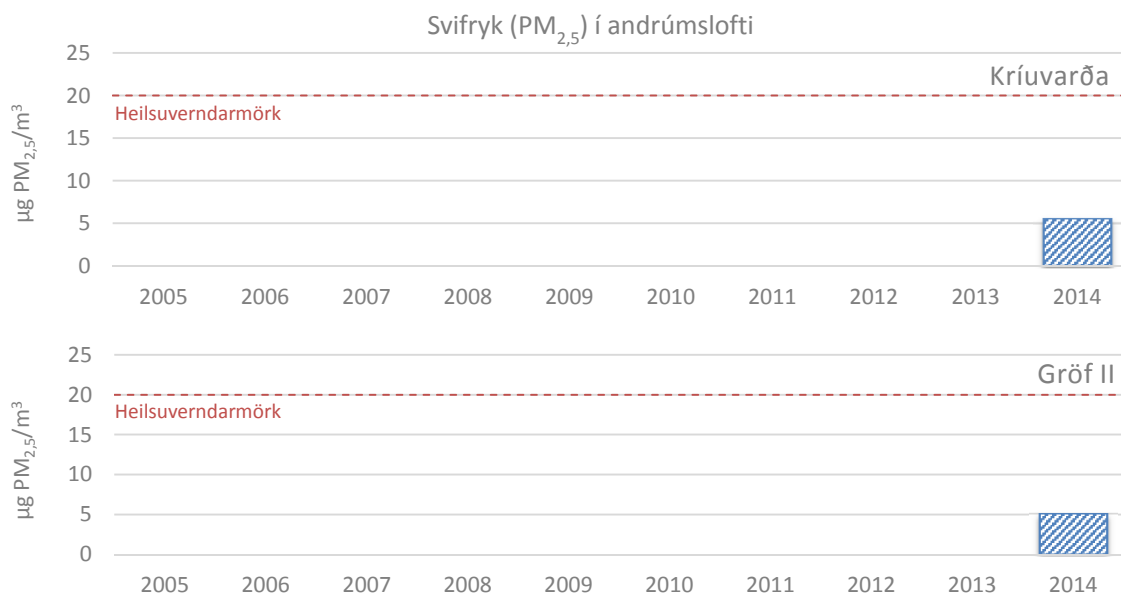


Mynd 4.16: Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt heilsuverndarmörkum svifryks sem gilda utan þynningarsvæðis

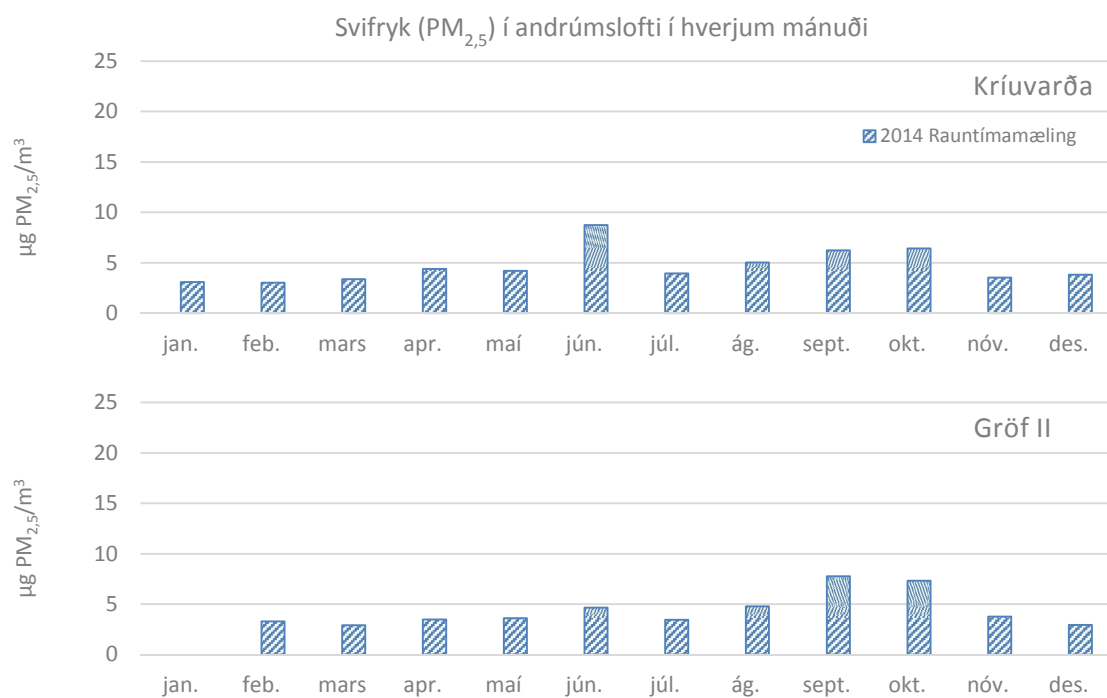


Mynd 4.17: Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í hverjum mánuði að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árin 2014 og 2013 til samanburðar

Árið 2014 var meðalstyrkur PM_{2,5} mældur með samfelldum mælingum allt árið að Kríuvörðu $5,6 \pm 1,7$ µg PM_{2,5}/m³ og frá og með febrúar á Gröf II $5,0 \pm 1,8$ µg PM_{2,5}/m³ (mynd 4.18). Samkvæmt reglugerð 251/2002 með síðari breytingum eru skilgreind heilsuverndarmörk (20 µg PM_{2,5}/m³) fyrir styrk PM_{2,5} í andrúmslofti. Meðalstyrkur PM_{2,5} var því undir heilsuverndarmörkum skv. reglugerð á báðum mælistöðvum). Fyrir PM_{2,5} mældist hæsti sólarhrings meðalstyrkur á Kríuvörðu 37,8 µg PM_{2,5}/m³ og á Gröf II 25,8 µg PM_{2,5}/m³. Meðalstyrk svifryks, PM_{2,5}, í hverjum mánuði að Kríuvörðu og Gröf II má sjá á mynd 4.19. Tekið skal fram að truflanir urðu á mælingum á PM_{2,5} að Kríuvörðu í júní af óþekktum ástæðum sem skýrir hvers vegna hæsta meðalgildi dags er hærra fyrir PM_{2,5} en fyrir PM₁₀ að Kríuvörðu.

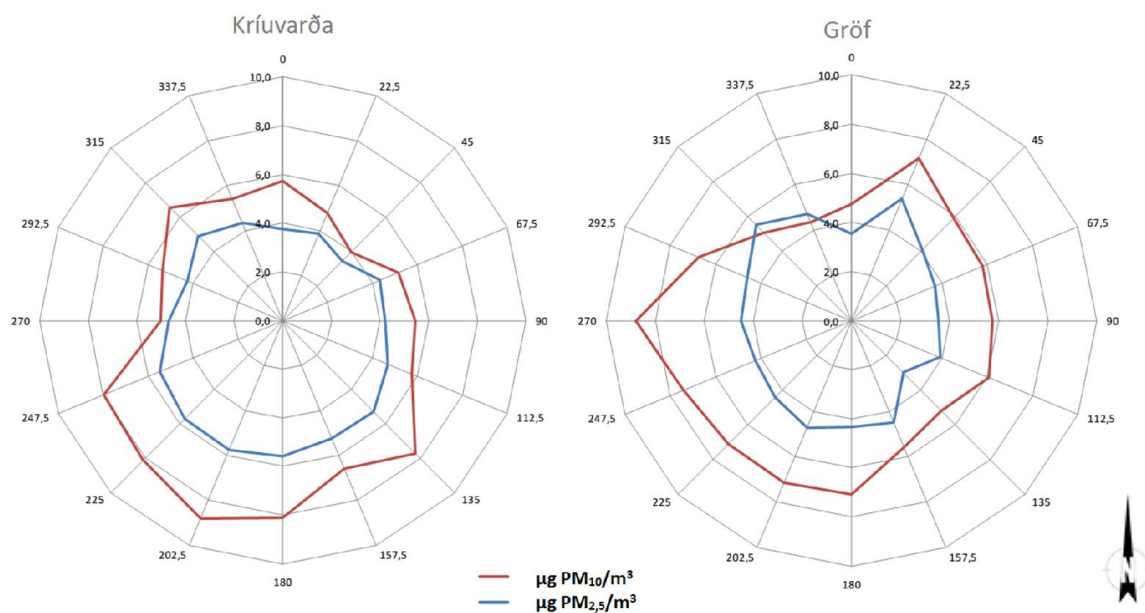


Mynd 4.18: Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í andrúmslofti að Krúuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum $PM_{2,5}$ sem gilda utan þynningarsvæðis



Mynd 4.19: Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í hverjum mánuði að Krúuvörðu og Gröf II árið 2014

Á mynd 4.20 má sjá rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestanáttum sem bendir til þess að verksmiðjувæðið sé ekki höfuðuppspretta þess svifryks sem mældist. Þetta sést á því að á Gröf II mældist styrkurinn hæstur í vestan- eða suðvestanáttum. Hins vegar má rekja hluta þess svifryks sem mældist til starfseminnar á Grundartanga þar sem styrkur svifryks er hærri úr suðvestri á Kríuvörðu en á Gröf II auk þess sem sjá má lítinn topp í norð-norðaustri á rykrós frá Gröf II. Líklegar uppsprettur svifryks á svæðinu eru iðnaðarsvæðið, malarnáma við Stóru-Fellsöxl, umferð í nágrenni stöðvanna og höfuðborgarsvæðið⁵.



Mynd 4.20: Styrkur svifryks ($\mu\text{g PM}/\text{m}^3$) eftir vindáttum að Kríuvörðu og Gröf II árið 2014

4.2.6 Fjölhringja kolvatnsefni (PAH) í andrúmslofti

Mælingar voru gerðar á styrk fjölhringja kolvatnsefna (PAH-efna) í 10 svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur að Kríuvörðu árið 2014, auk þess sem ein mæling var frá Stekkjarási vegna bilunar í safnara á Kríuvörðu.

Styrkur PAH efnanna mældist lágur, en meðalstyrkur allra PAH efnanna á vöktunartímabilinu var $0,030 \pm 0,015 \text{ ng PAH}/\text{m}^3$ að Kríuvörðu. Meðalstyrk allra PAH efna í svifrykssýnum má sjá á mynd 4.21, en ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH efna í andrúmslofti.

Styrkur bensó(a)pýren mældist á bilinu $0,0005 - 0,0010 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$, en í tveimur tilvikum var styrkurinn undir greiningarmörkum ($0,0003 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$). Umhverfismörk fyrir BaP eru skilgreind sem $1 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$ samkvæmt reglugerð nr. 410/2008. Niðurstöður mælinga og umhverfismörk fyrir BaP má sjá í töflu 4.5. Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í svifryki hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti þar komið til herra hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri⁵.



Mynd 4.21: Meðalstyrkur allra PAH efna í svifryki að Krúuvörðu

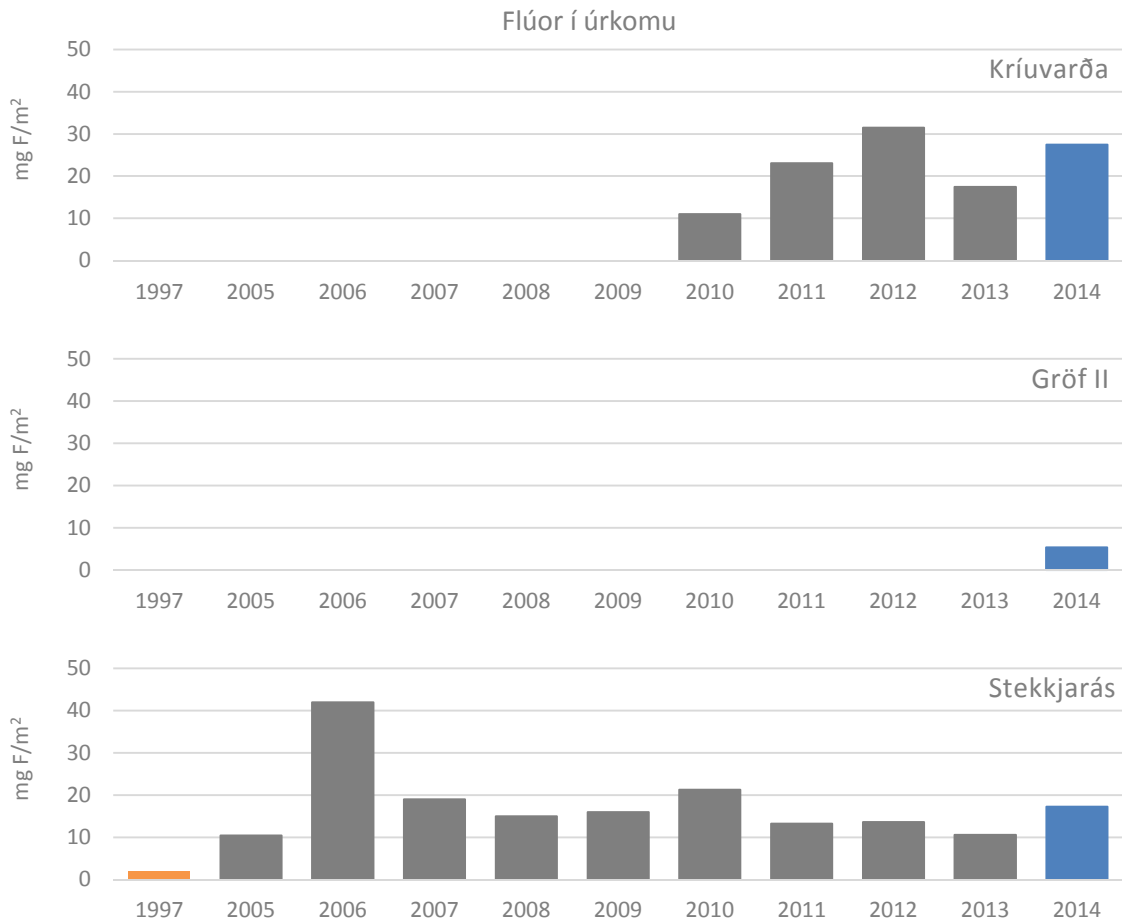
Tafla 4.5: Styrkur bensó(a)pýrens í svifryki að Krúuvörðu í öllum vöktunarmánuðum ásamt umhverfis- og greiningarmörkum

	Krúuvörða (ng BaP/ m³)
desember/ janúar	0,0008
janúar/ feb	0,0007
mars	0,0008
apríl	<0,0003
maí	-
júní	<0,0003
júlí	0,0006
ágúst	0,0005
september/október	0,0010
nóvember/desember	0,0008
Umhverfismörk	1
Greiningarmörk	0,0003

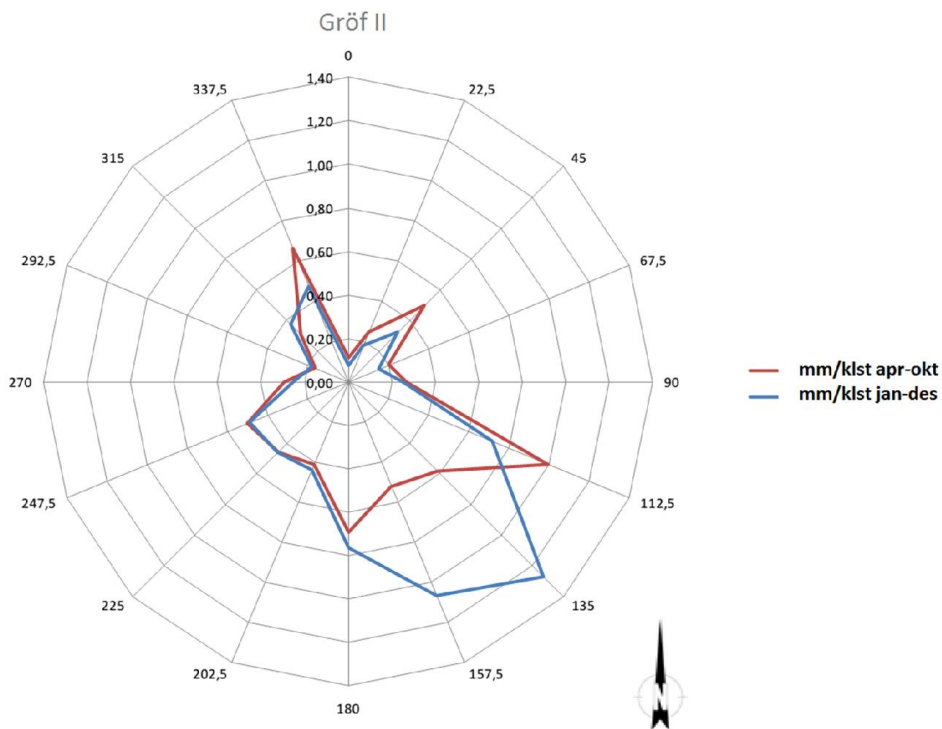
4.2.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Flúor

Styrkur flúors mældist í úrkomu að meðaltali hærri að Krúuvörðu (27 ± 13 mg/m²) en á Stekkjarási (17 ± 7 mg/m²) (mynd 4.22). Meðalstyrkur flúors hefur legið á bilinu 10 – 30 mg/m² á síðastliðnum fimm árum að Krúuvörðu og Stekkjarási og liggja niðurstöður ársins innan þeirra marka. Styrkur flúors í úrkomu mældist hærri en árið 2013 og hefði mátt búast við enn hærri gildum þar sem flúorstyrkur mældist óvenju hár í andrúmslofti að Krúuvörðu á árinu⁵. Á tímabilinu frá apríl til október 2014 var helsta úrkomuáttin suðaustanáttir sem skýrir hækkaðan styrk flúors í úrkomu á Stekkjarási samanborið við síðustu þrjú ár á undan (mynd 4.23). Ekki er til samanburður fyrir mælingar á Gröf II, en styrkur flúors í úrkomu mældist þar 5 ± 4 mg/m². Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk flúors í úrkomu.



Mynd 4.22: Meðalstyrkur (apríl – október) flúors í úrkomu að Krúuvörðu, Gröf II og Stekkjarási

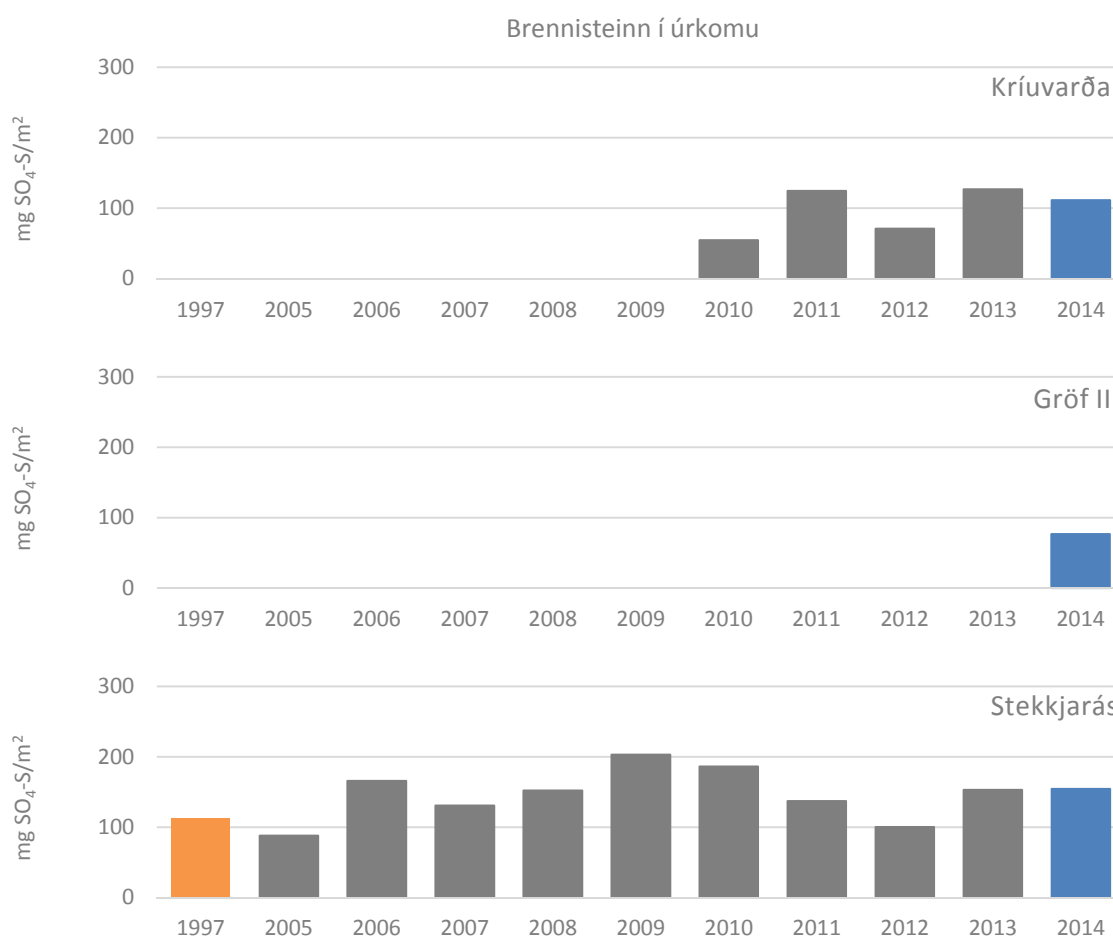


Mynd 4.23: Megin úrkomuáttir á Gröf II, tímabilin apríl – október og janúar – desember 2014

Súlfat

Mældur styrkur brennisteins í úrkomu hækkaði mjög í september og sérstaklega í október á árinu 2014 vegna brennisteinsoxíðmengunar frá eldgosinu í Holuhrauni. Líkt og fyrir mælingar á SO₂ í andrúmslofti er hér gefinn upp styrkur brennisteins í úrkomu frá apríl til september, en ekki október líkt og fyrri ár. Meðalstyrk brennisteins fyrir allt vöktunartímabilið má sjá í viðauka II.

Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu (mælt sem súlfat, SO₄-S) var 111 ± 61 mg/m² að Kríuvörðu, 77 ± 57 mg/m² á Gröf II og 155 ± 68 mg/m² á Stekkjarási (mynd 4.24). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk súlfats í úrkomu.

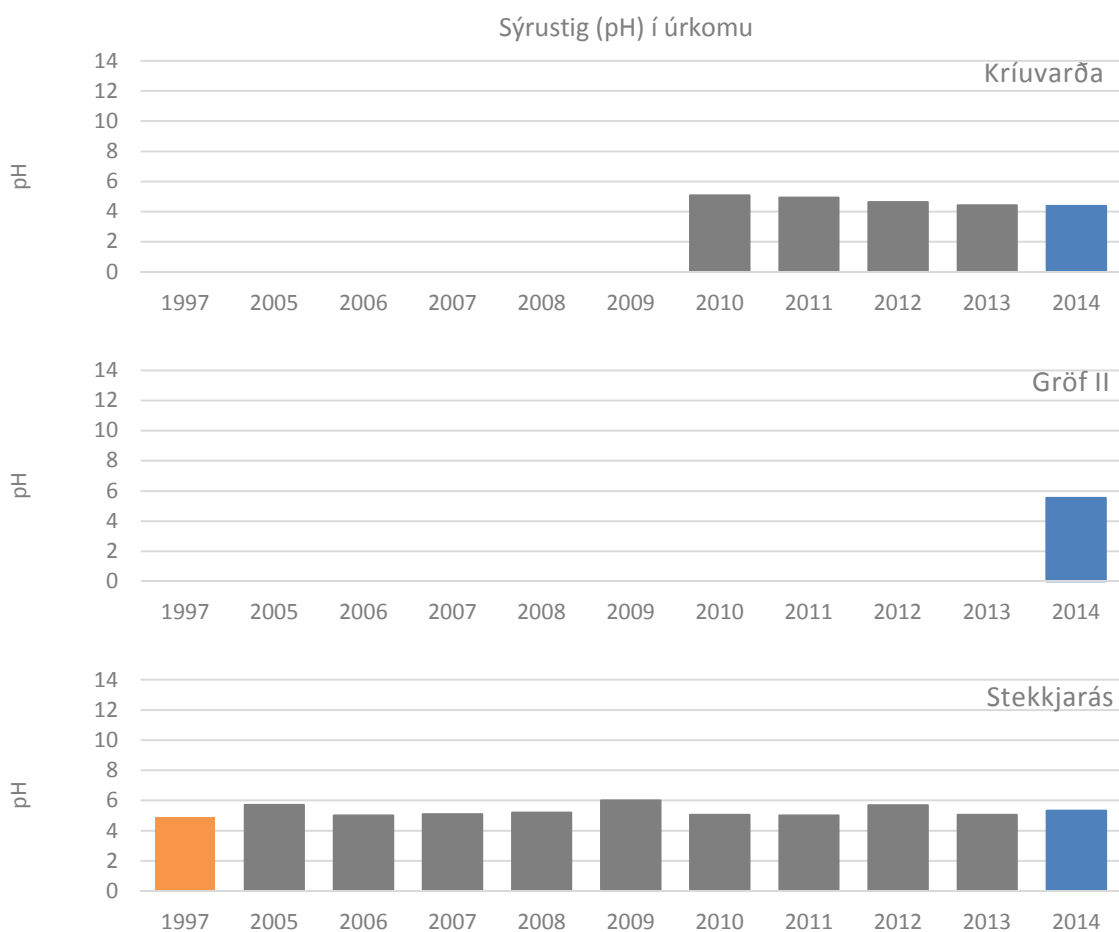


Mynd 4.24: Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási á vöktunartímabilinu

Sýrustig

Aukinn styrkur brennisteinsoxíða í úrkomu vegna áhrifa frá gosinu í Holuhrauni veldur því að úrkoman súrnar. Líkt og fyrir brennistein í úrkomu eru því sýndar niðurstöður fyrir apríl til september en niðurstöður fyrir allt vöktunartímabilið má sjá í viðauka II.

Að Kríuvörðu mældist sýrustig í úrkomu pH 4,4, á Gröf II pH 5,5 og á Stekkjarási pH 5,3 (mynd 4.25). Meðal sýrustig að Kríuvörðu var lágt, svipað og undanfarin ár bæði fyrir og eftir að eldgos hófst í Holuhrauni. Að sama skapi hefur sýrustig á Stekkjarási farið lækkandi frá árinu 2000, en mældist hærra árið 2014 en árið á undan⁵. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir sýrustig úrkomu. Veðurstofa Íslands fylgist með sýrustigi ómengaðrar úrkomu og sýna daglegar mælingar að meðaltali væga súrnun (pH 5,4)⁷. Niðurstöður mælinga á klóríð og natríum í úrkomu má sjá í viðauka II.



Mynd 4.25: Meðal sýrustig í úrkomu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási

⁷ Veðurstofa Íslands (2015)

5 Ferskvatn

Tekin voru ferskvatnssýni úr fjórum ám norðan Hvalfjarðar; Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá og Berjadalsá ofan Akraness, og einni á sunnan Hvalfjarðar; Fossá undir Eyrarfjalli (mynd 5.1). Tímabil sýnatöku var frá 30. mars til 14. september 2014. Sýnum var safnað á um mánaðarfresti úr Urriðaá og Kalmansá (samtals sex sýnum úr hvorri á). Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar yfir söfnunartímabilið og þrjú sýni voru tekin úr Berjadalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð og sulfat. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ. Bakgrunns mælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000.

Kalmansá og Urriðaá renna úr annars vegar Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Rennsli þeirra er því fyrst og fremst yfirborðsvatn. Laxá, Berjadalsá og Fossá eru allar bergvatnsár. Í viðauka III má sjá tölfræðigreiningu á mælingum á efnainnihaldi vöktunaráa frá 1997 – 2014 sem gerð er til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk hafa átt sér stað í ánum á þessu tímabili.



Mynd 5.1: Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2014

5.1 Megin niðurstöður

Leiðni

Meðalleiðni allra vöktunaránna var svipuð og undanfarin ár en mikils breytileika hefur gætt frá upphafi mælinga. Kalmansá og Urriðaá hafa töluvert hærrí og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar (Fossá, Berjadalsá og Laxá).

Sýrustig

Sýrustig í öllum ám árið 2014 mældist innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá og Urriðaá miðað við árið 1997. Það sama á við um Berjadalsá.

Flúor

Meðalstyrkur flúors var í öllum vöktunarám undir því gildi sem gefið er fyrir hámarksstyrk flúors í neysluvatni. Í Urriðaá hefur orðið marktæk hækkun á styrk flúors miðað við árið 1997 en engin breyting í Kalmansá. Áhrif frá flúor í bergvatnsánum eru óveruleg og hefur styrkurinn haldist nánast óbreyttur frá árinu 2000.

Súlfat

Styrkur súlfats í vöktunarám mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem gefið er upp í neysluvatnsreglugerð. Styrkur súlfats í bergvatnsánum hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi mælinga og er töluvert lægri en í Kalmansá og Urriðaá.

Ítarlegri niðurstöður fyrir umhverfisvöktun ferskvatns má sjá í kafla 5.2 hér fyrir aftan. Að auki er yfirlit yfir mælingar og hámarksgildi samkvæmt neysluvatnsreglugerð í töflu 5.1 og niðurstöður tölfræði úrvinnslu fyrir vöktunarárnar í viðauka III.

Tafla 5.1: Niðurstöður mælinga í vöktunarám ásamt skilgreindum hámarksildum fyrir neysluvatn auk niðurstaðna frá tölfræðiúrvinnslu

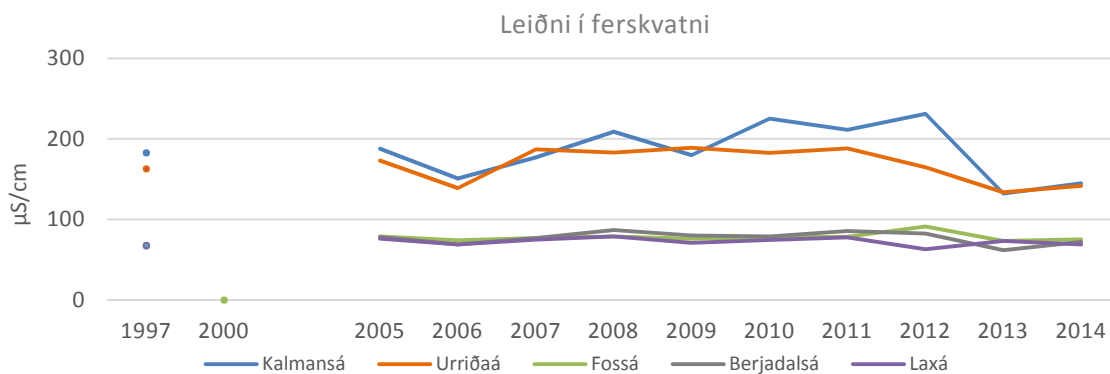
Mælipáttur	Meðalstyrkur	Niðurstöður tölfræðireikninga Breyting 2014 m.v. 1997
Flúor	(µg/L)	
<i>Kalmansá</i>	96 ± 24 Min 56 (mars), Max 115 (júní)	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðasá</i>	104 ± 15 Min 85 (mars), Max 123 (ág.)	Marktæk breyting til hækkunar
<i>Berjadalsá</i>	21 ± 6 Min 14 (mars), Max 26 (júlí)	Ekki marktæk breyting
<i>Fossá</i>	28 ± 1 Tvær mælingar	Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Laxá</i>	34 ± 8 Tvær mælingar	
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	1.500	
Klóríð	(mg/L)	
<i>Kalmansá</i>	15 ± 2 mg/L Min 14 (mars), Max 18 (júní)	Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Urriðasá</i>	16 ± 1 Min 14 (sept.), Max 18 (apr.)	
<i>Berjadalsá</i>	10 ± 1 Min 8 (sept.), Max 12 (mars)	
<i>Fossá</i>	8,2 ± 0 Tvær mælingar	
<i>Laxá</i>	5,9 ± 1 Tvær mælingar	
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	250	
Súlfat	(mg/L)	
<i>Kalmansá</i>	9,3 ± 1,4 Min 7,0 (mars), Max 11 (júní)	Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Urriðasá</i>	7,4 ± 0,7 Min 6,4 (sept.), Max 8,5 (apr.)	
<i>Berjadalsá</i>	2,8 ± 0,1 Min 2,7 (júlí), Max 2,9 (sept.)	
<i>Fossá</i>	1,7 ± 0 Tvær mælingar	
<i>Laxá</i>	1,9 ± 0,1 Tvær mælingar	
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	250	
Sýrustig (pH)	pH	
<i>Kalmansá</i>	7,3 ± 0,2 Min 7,0 (mars), Max 7,5 (júní)	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðasá</i>	7,4 ± 0,3 Min 7,1 (mars), Max 7,8 (ág.)	Ekki marktæk breyting
<i>Berjadalsá</i>	7,3 ± 0,1 Min 7,2 (mars), Max 7,4 (sept.)	Ekki marktæk breyting
<i>Fossá</i>	7,5 ± 0,1 Tvær mælingar	Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Laxá</i>	7,5 ± 0,1 Tvær mælingar	
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	6,5 – 9,5	

5.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

5.2.1 Leiðni ferskvatns

Leiðni vatns er háð efnainnihaldi þess en við aukið efnainnihald eykst leiðni vatnsins. Leiðnimælingarnar gefa því vísbendingu um heildarstyrk jóna í árvatni. Bent skal á að á sýnatökusvæðum Laxár, Urriðaár og Kalmansár er mjög láglent. Í stórstraumi flæðir sjór stundum upp fyrir sýnatökustaði sem leiðir af sér mikla hækkun í leiðni sem gætir í nokkurn tíma eftir slík flóð, jafnvel nokkra daga. Þetta er þekkt frá mælingum fyrri ára og þegar um er að ræða greinileg merki um þetta í sýnum eru þessar mælingar ekki reiknaðar í meðaltalið⁸.

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2014 mældist á bilinu 86 - 169 $\mu\text{S}/\text{cm}$ með meðalleiðni $143 \pm 23 \mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 62 - 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var $72 \pm 6 \mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var $101 \pm 40 \mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og undanfarin ár en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin. Mynd 5.2 sýnir meðaltöl fyrir leiðni í vöktunarám frá árunum 2005 – 2014, auk bakgrunnsgilda frá 1997 og frá 2000 fyrir Fossá til viðmiðunar.



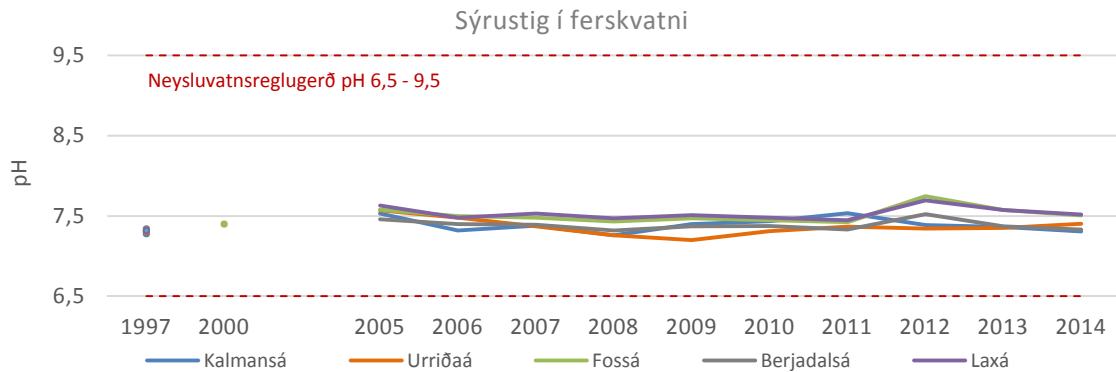
Mynd 5.2: Meðalleiðni í vöktunarám árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

5.2.2 Sýrustig ferskvatns

Allar mælingar á sýrustigi árið 2014 voru innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var pH $7,35 \pm 0,22$ og mældist á bilinu pH 6,95 – 7,80 árið 2014. Sýrustig bergvatnsána mældist að meðaltali pH $7,45 \pm 0,13$ á bilinu pH 7,20 – 7,60. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var pH $7,41 \pm 0,19$ sem er svipað og undanfarin ár⁸.

Á mynd 5.3 eru sýnd meðaltöl sýrustigs í vöktunarám. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá eða Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki III). Þar sem mælingum í Fossá og Laxá hefur fækkað niður í tvær á ári er ekki mögulegt að gera tölfræðigreiningu fyrir þær ár.

⁸ Dr. Helga Dögg Flosadóttir (2015)



Mynd 5.3: Meðaltal sýrustigs í vöktunarám árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

5.2.3 Flúor í ferskvatni

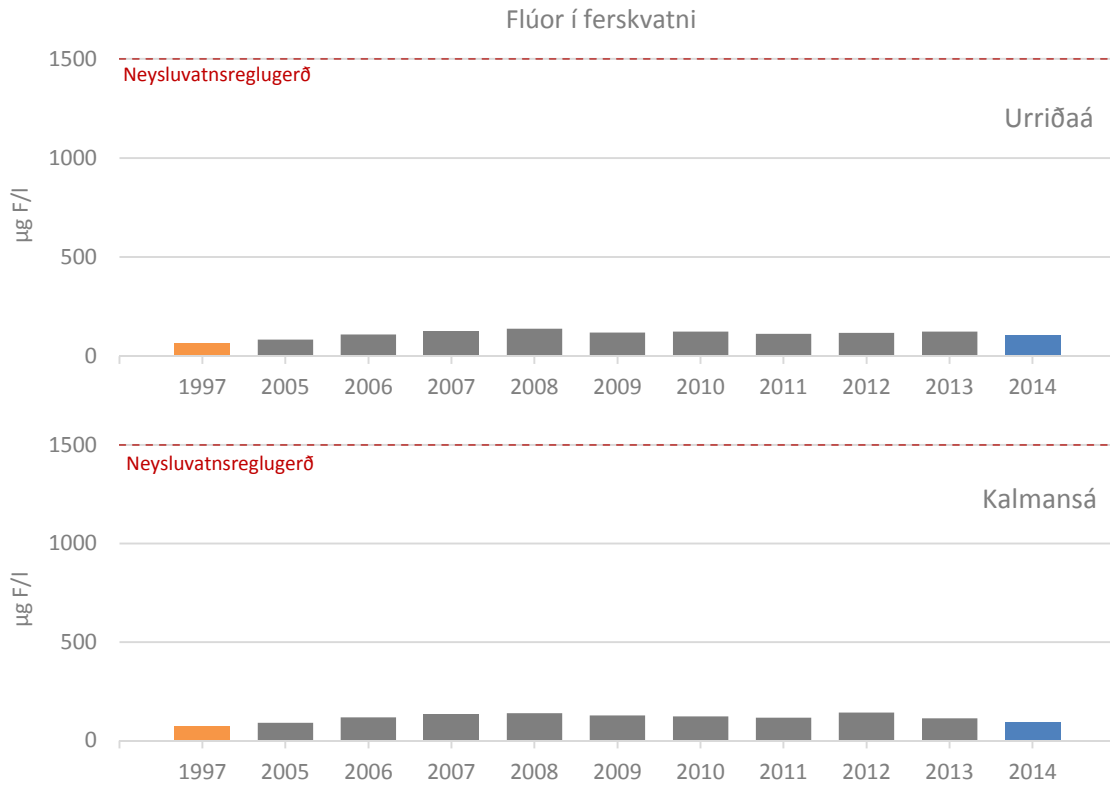
Meðalstyrkur flúors hefur alltaf mælst undir því hámarksgildi sem gefið er fyrir styrk flúors í neysluvatni samkvæmt reglugerð númer 536/2001 (1.500 µg F/L). Styrkur flúors í ferskvatni hærrí en 200 µg/L er talinn geta haft skaðleg áhrif á lax⁹ en ekki hefur verið skilgreindur hámarksstyrkur flúors í íslenskum ám og vötnum. Ársmeðalstyrkur flúors hefur aldrei farið yfir 200 µg F/L á vöktunartímanum í vöktunaránum.

Meðalstyrkur flúors í Kalmansá árið 2014 var 96 ± 24 µg F/L og í Urriðaá 104 ± 15 µg F/L og mældist fjórum sinnum hærrí en í bergvatnsánnum. Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors 28 ± 8 µg F/L, á bilinu 14 – 40 µg F/L, sem er svipað og fyrri ár að undanskildu árinu 2012 (mynd 5.4).

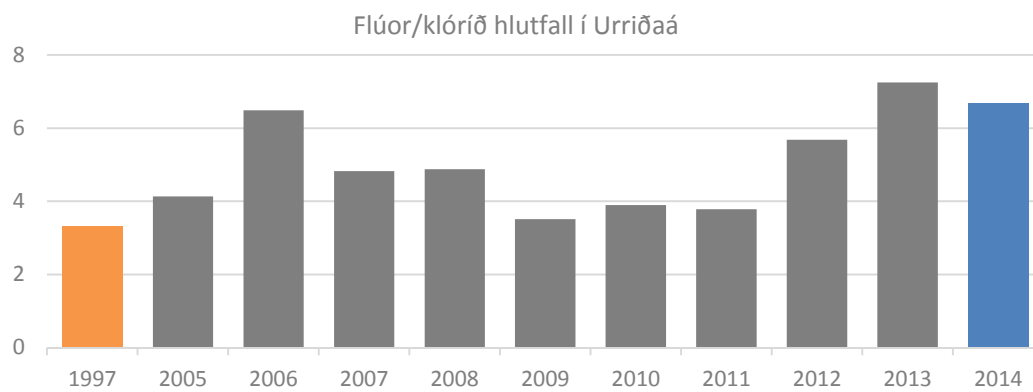
Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötn, Eiðisvatn og Hólmavatn, sem staðsett eru afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og liggur syðsti hluti Eiðisvatns að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Þessar ár eru því nærmar fyrir flúorslosun, en styrkur flúors er einnig tengdur vatnsmagni ána og vatnanna sem þær renna úr og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu. Ekki hefur orðið marktæk breyting á styrk flúors í Kalmansá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007. Hins vegar er marktæk hækkun á flúorstyrk í Urriðaá árið 2014 miðað við árið 1997 en ekki er um að ræða marktæka breytingu miðað við árið 2007 (viðauki III). Í Kalmansá og Urriðaá hefur mælst hærrí styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu Norðuráls, en þessi aukning er einungis marktæk í tilfalli Urriðaár. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika⁸.

Styrkur klóríðs er mældur í vöktunaránum svo að hægt sé að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúors og klóríðs í Urriðaá. Hlutfall flúors/klóríðs má sjá á mynd 5.5 en hlutfallið er svipað og á síðustu tveimur árum sem hafði þá hækkað töluvert samanborið við síðustu ár þar á undan og gætti því minni áhrifa frá sjó árin 2012 – 2014 en árin á undan og hægt er að tengja mældan styrk flúors til reksturs Norðuráls. Mánaðarmeðalstyrk fyrir hlutfall flúors/klóríðs og meðalstyrk flúors hvern mælímánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 2005 – 2014 í Urriðaá.

⁹ Foulkes, R.G. og Anderson, A.C. (1994)



Mynd 5.4: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá og Urriðará árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



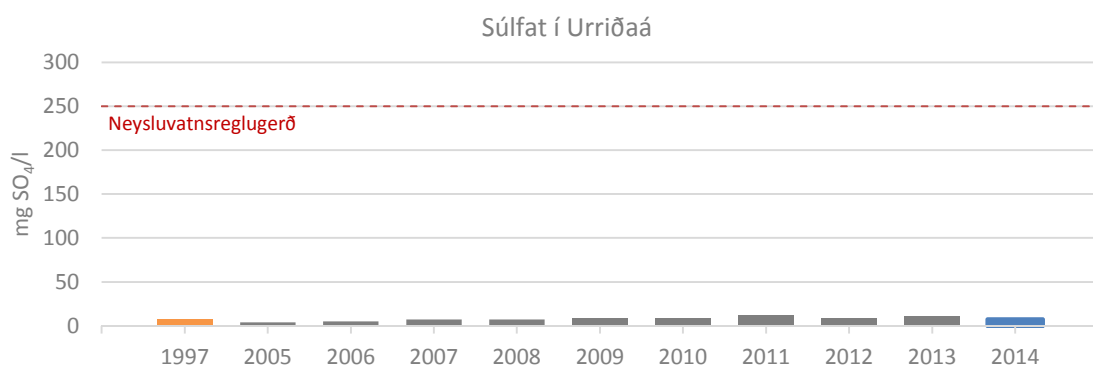
Mynd 5.5: Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðará árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

5.2.4 Súlfat í ferskvatni

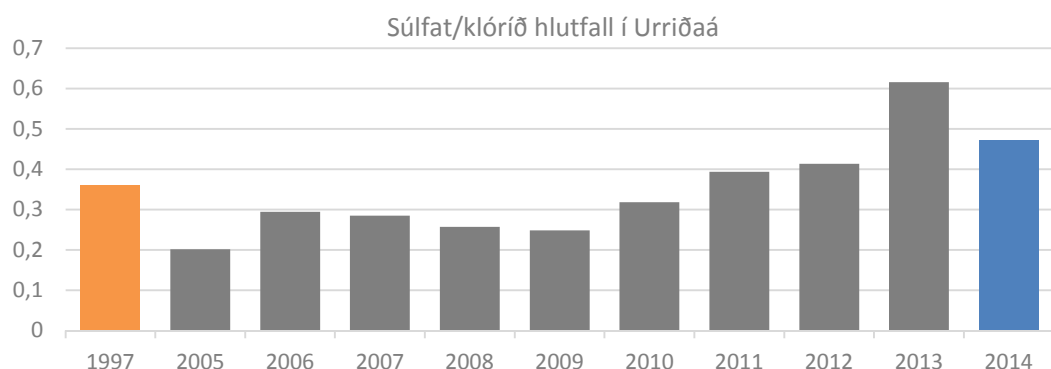
Styrkur súlfats í vöktunaránnum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett eru fyrir styrk súlfats í neytlavatni (250 mg SO₄/L) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var líkt og áður töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánnum. Meðalstyrkur bergvatnsánna var 2,2 ± 0,5 mg SO₄/L en 8,0 ± 1,5 mg SO₄/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.6 fyrir Urriðaá).

Styrkur súlfats í árvatni bergvatnsánna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi og var engin breyting þar á árið 2014. Meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá hefur hins vegar verið breytilegur og var meðalstyrkur í þeim ám lægri en undanfarin ár.

Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd 5.7 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs lækkaði töluvert miðað við árið á undan og gætti því meiri áhrifa frá sjó en árin á undan. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins. Meðaltal fyrir hlutfall súlfats/klóríðs og mældan meðalstyrk hvern mælimánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 2005 – 2014.



Mynd 5.6: Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 5.7: Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

6 Flæðigryfjur

Iðjuverin hafa samkvæmt starfsleyfi heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í flæðigryfjum sem staðsettar eru á hafnarsvæði í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Þetta er meðal annars kerbrot, óendurvinnanlegar málmleifar, kola- og súralsryk. Flæðigryfjurnar eru afmarkaðar með grjótgarði og þær síðan fylltar smám saman með úrgangi og burðarhæfum jarðvegi. Veggir flæðigryfjanna hindra að föst efni berist til sjávar. Við urðun kerbrota er úrgangurinn blandaður og hulinn skeljasandi. Skeljasandurinn hvarfast við flúorsambönd og önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Sjór fellur svo um gryfjuna vegna sjávarfalla. Eldri flæðigryfja, sem iðjuverin hafa notað á undanförunum árum, er orðin fullnýtt og byggð hefur verið ný flæðigryfja vestan við þá gömlu. Nýja flæðigryfjan var tekin í notkun í mars 2014 og í samráði við Umhverfisstofnun voru ákvarðaðir nýir sýnatökustaðir utan við flæðigryfjuna.



Mynd 6.1: Staðsetning vöktunarstaða (Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson, í eigu Faxaflóahafna)

Sjósýni voru tekin á 10 stöðum utan við flæðigryfjuna auk tveggja viðmiðunarsýna. Öll sýni voru tekin á 1 metra dýpi. Sýni við flæðigryfjuna voru tekin í 1 metra og 4 metra fjarlægð frá ytri mörkum grjótgarðs (mynd 6.1). Mældur var styrkur átta málma í sjó auk styrks sýaniðs og flúors. Viðmiðunarsýni var tekið við Kalastaði, þar sem ekki gætir áhrifa frá flæðigryfjunum og hafnarsvæði vegna legu strauma í Hvalfirði þar sem sjór flæðir inn í fjörðinn að sunnanverðu og út að norðanverðu. Sýni þaðan er því talið innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Einnig var í fyrsta skipti tekið viðmiðunarsýni í miðjum firði. Sýni voru tekin þrisvar, dagana 15. júlí, 14. ágúst og 11. september. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ.

6.1 Megin niðurstöður

Málmar

Sink (Zn), arsen (As), króm (Cr), kadmín (Cd), kopar (Cu) og nikkell (Ni) mældust innan við umhverfismörk II (lítil hættu á áhrifum á umhverfið) og styrkur kvikasilfur liggur innan skilgreindra umhverfismarkna. Því má vænta lítilla eða engna áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna flæðigryfju. Styrkur blýs greindist í öllum tilvikum undir greiningarmörkum þ.e. innan við umhverfismörk II í sýnum teknum á tveimur af þremur sýnatökudögum. Fyrsta sýnatökudaginn mældist styrkur blýs mjög mismunandi eftir sýnatökustöðum og viðmiðunarsýnum allt frá því að vera innan umhverfismarkna II upp að umhverfismörkum IV (áhrifa að vænta). Ekki er hægt að fullyrða um upptök mengunarinnar þ.e. flæðigryfja, mistök í sýnatöku eða mælingum eða vegna framkvæmda í firðinum þar sem blý mældist mjög tilviljunarkennt í sýnum við flæðigryfjuna og í viðmiðunarsýnum þennan eina sýnatökudag.

Sýnið og flúor

Styrkur frís og heildar sýniðs reyndist vera undir greiningarmörkum í öllum tilfellum. Styrkur flúors mældist í öllum sýnum svipaður eða aðeins hærri en í viðmiðunarsýni og í öllum tilfellum undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni.

6.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

6.2.1 Málmar í sjósýnum

Reglulega er fylgst með styrk átta málma (arsens, kadmíns, kvikasilfurs, blýs, króms, kopars, nikkels og sinks) sem í miklu mæli eru taldir vera óæskilegir í lífríki hafins. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessa málma í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og reglugerð nr. 955/2011 um breytingu á reglugerð nr. 796/1999.

Meðalstyrkur sinks (Zn) mældist í nær öllum sýnum innan greiningarmarkna og í öllum tilfellum innan umhverfismarkna I. Meðalstyrkur arsens (As), króms (Cr), kadmíns (Cd), kopars (Cu) og nikkels (Ni) mældist í öllum tilvikum svipaður og í viðmiðunarsýnum og oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Meðalstyrkurinn mældist alltaf undir umhverfismörkum II (lítil hættu á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að lítil útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Styrkur kvikasilfurs (Hg) mældist svipaður og í viðmiðunarsýnum og undir umhverfismörkum samkvæmt reglugerð nr. 955/2011 (0,07 µg Hg/L) í öllum tilfellum. Blý mældist undir greiningarmörkum 0,3 µg/L (umhverfismörk II) í öllum sýnum teknum seinni sýnatökudagana tvo. Hins vegar mældist blý í 7 af 10 sýnum sem tekin voru fyrsta sýnatökudaginn, auk viðmiðunarsýnis í miðju fjarðar. Styrkurinn mældist mjög mismunandi eftir sýnatökustöðum lægstur undir greiningarmörkum 0,3 µg/L (umhverfismörk II) og hæstur 11,6 µg/L (umhverfismörk IV). Ekki er hægt að fullyrða um upptök mengunarinnar þ.e. flæðigryfja, mistök í sýnatöku eða mælingum eða vegna framkvæmda í firðinum þar sem blý mældist mjög tilviljunarkennt í sýnum við flæðigryfjuna og í öðru viðmiðunarsýni. Meðalstyrkur og hæsti og lægsti mældi styrkur málma er að finna í töflu 6.1. Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni skv. reglugerð nr. 796/1999 og reglugerð nr. 955/2011 (sjá töflu 6.2).

Tafla 6.1: Meðalstyrkur málma. Litir vísa til umhverfismarka.

Vöktunarstaður	As	Min Max	Cd	Min Max	Cr	Min Max	Cu	Min Max	Hg	Min Max	Ni	Min Max	Pb*	Min Max	Zn	Min Max
1 - Austurendi - 1 m	1,6	1,4 1,8	<0,05	<0,05 0,06	0,7	0,2 1,6	0,6	0,6 0,8	<0,002	<0,002 0,002	0,6	<0,5 1,2	4,0	<0,3 11,6	2,2	<2,0 2,9
2 - Austurendi - 4 m	1,4	1,1 1,7	0,07	0,061 0,08	0,2	<0,1 0,6	<0,5	<0,5 0,6	0,003	<0,002 0,005	0,7	<0,5 1,7	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0
3 - Austanmegin - 1 m	1,8	1,1 2,8	<0,05	<0,05 0,08	0,7	0,3 1,0	<0,5	<0,5 0,8	<0,002	<0,002 0,002	0,8	<0,5 1,9	2,6	<0,3 7,6	<2,0	<2,0 2,1
4 - Austanmegin - 4 m	1,4	1,2 1,5	<0,05	<0,05 0,06	0,5	<0,1 0,8	<0,5	<0,5 0,7	<0,002	<0,002 0,002	<0,5	<0,5 0,8	1,9	<0,3 5,4	<2,0	<2,0 <2,0
5 - Miðja - 1 m	1,6	1,0 2,5	<0,05	<0,05 0,07	0,3	<0,1 0,5	<0,5	<0,5 0,9	0,003	<0,002 0,006	1,3	<0,5 3,3	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0
6 - Miðja - 4 m	1,5	1,2 2,0	<0,05	<0,05 0,06	0,6	0,4 0,8	<0,5	<0,5 0,6	0,005	<0,002 0,014	0,9	<0,5 2,3	1,5	<0,3 4,1	<2,0	<2,0 <2,0
7 - Vestanmegin - 1 m	1,4	1,0 2,1	<0,05	<0,05 0,06	0,4	<0,1 0,9	0,68	<0,5 1,1	0,004	<0,002 0,009	<0,5	<0,5 0,5	1,3	<0,3 3,6	<2,0	<2,0 2,4
8 - Vestanmegin - 4 m	1,9	1,4 2,6	<0,05	<0,05 <0,05	0,5	<0,1 0,9	0,54	<0,5 0,7	0,006	0,002 0,008	0,5	<0,5 1,1	1,2	<0,3 3,3	<2,0	<2,0 <2,0
9 - Vesturendi - 1 m	2,3	1,1 4,4	<0,05	<0,05 0,07	0,2	<0,1 0,3	<0,5	<0,5 1,0	0,003	<0,002 0,005	0,5	<0,5 1,0	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0
10 - Vesturendi - 4 m	2,1	1,1 3,4	<0,05	<0,05 <0,05	0,3	<0,1 0,6	<0,5	<0,5 <0,5	0,004	<0,002 0,008	0,6	<0,5 1,4	1,0	<0,3 2,8	2,5	<2,0 3,7
Kalastaðir	2,1	1,1 3,6	<0,05	<0,05 0,07	0,2	<0,1 0,3	<0,5	<0,5 0,9	0,006	<0,002 0,016	0,8	<0,5 1,3	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 2,7
Miðja fjarðar	1,5	0,9 2,1	<0,05	<0,05 0,07	0,3	0,2 0,6	<0,5	<0,5 0,7	<0,002	<0,002 <0,002	0,5	<0,5 0,9	1,0	<0,3 2,7	<2,0	<2,0 3,3

* Einn sýnatökudag mældist styrkur blýs mjög tilviljunarkennt í sýnum við flæðigryfjuna og í viðmiðunarsýnum. Ekki er hægt að fullyrða um ástæður þess.

Tafla 6.2: Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V

Umvhverfismörk málma	I	II	III	IV	V
skv. rg. nr. 796 1999	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Kopar (Cu)	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Sink (Zn)	<5	5-20	20-60	60-300	>300
Kadmín (Cd)	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	>1,5
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Króm (Cr)	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Nikkel (Ni)	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Arsen (As)	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75

- Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum
- Lítil hættu á áhrifum
- Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki
- Áhrifa að vænta
- Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði

Umvhverfisgæðamörk fyrir kvikasilfur eru 0,07 µg/L sem er hæsti leyfilegur styrkur í yfirborðsferkvatni/ í árósvatni og strandsjó skv. viðauka I í rg. nr. 955/2011

6.2.2 Sýanið og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk og hæsta og lágsta mældi styrk sýaniðs og flúors í sjósýnum er að finna í töflu 6.3. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir sýanið og flúor í sjó en sýnin tekin við Kalastaði og í miðjum firði eru notuð til viðmiðunar. Styrkur frís sýaniðs og heildar sýaniðs mældist undir greiningarmörkum (<0,005 mg/L) í öllum tilfellum. Flúor mældist í svipuðum eða hærri styrk en mældist í viðmiðunarsýnum við Kalastaði (0,70 mg/L) og í miðjum firði (0,71 mg/L). Flúor mældist hæst 0,78 mg/L sem er lítillega fyrir ofan viðmiðunarsýnin og nokkuð vel undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg/L).

Tafla 6.3: Meðalstyrkur sýaniðs og flúors

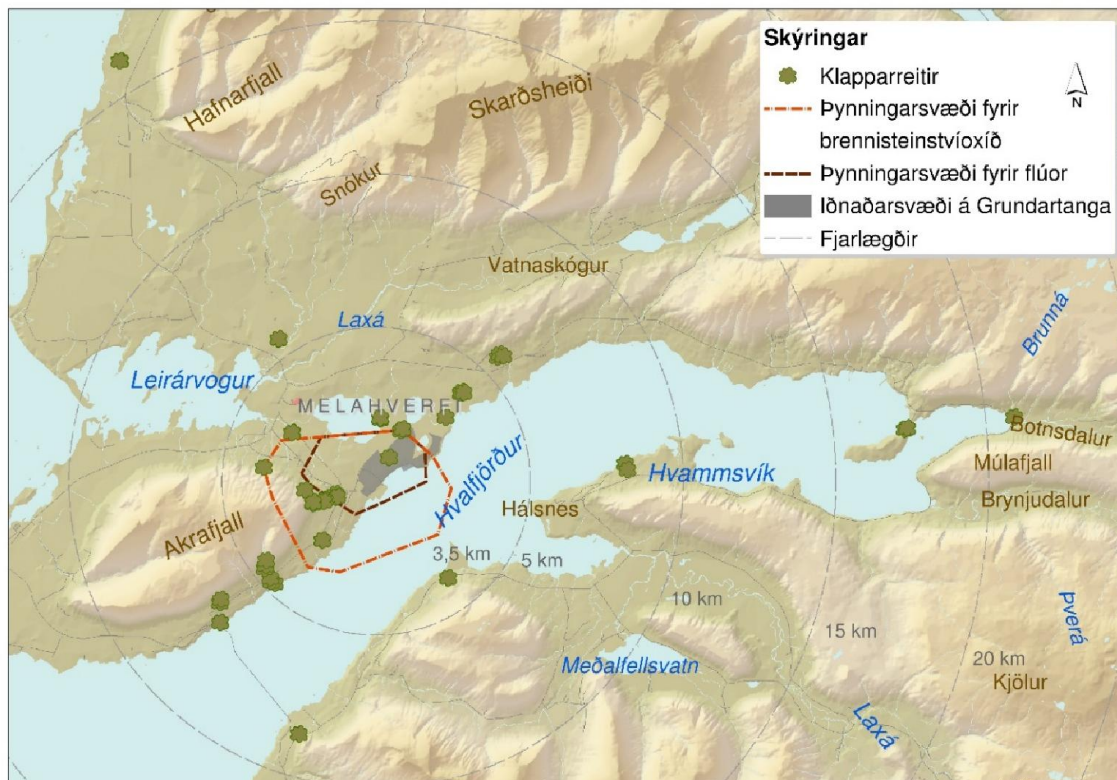
Vöktunarstaður	Sýanið (Frítt) (mg/L)	Min Max	Sýanið (Heild) (mg/L)	Min Max	Flúor* (mg/L)	Min Max
1 - Austurendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,78	0,71 0,84
2 - Austurendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,73 0,82
3 - Austanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,72 0,81
4 - Austanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,72	0,66 0,81
5 - Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,78	0,68 0,94
6 - Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,69 0,87
7 - Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,69	0,66 0,73
8 - Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,70	0,68 0,73
9 - Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,71	0,70 0,74
10 - Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,70	0,69 0,73
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,70	0,68 0,73
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,71	0,70 0,74

* Hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni er 1,5 mg F/L skv. neysluvatnsreglugerð, nr. 536/2001.

7 Klappareitir

Frá árinu 1976 hafa klapparsamfélög mosa og fléttna verið vöktuð í föstum reitum í nágrenni iðnaðarsvæðisins við Grundartanga. Sérstaklega er fylgst með þekjubreytingum á mosum og fléttum (blað-, runn- og hrúðurfléttur) innan vöktunarreita auk þess sem háplöntur eru rannsakaðar að nokkru marki. Mosar og fléttur eru viðkvæm gagnvart flúor og brennisteini í lofti því gróðurinn tekur alla næringu úr lofti, er mjög hægvaxta og sígrænn (getur ekki losað sig við óæskileg efni). Mengunarefni safnast því smám saman í þennan gróður og gefur vísbendingu um uppsöfnun mengunarefna í náttúrunni.

Árin 1975 og 1976 voru 52 reitir (40 x 50 cm) settir upp og merktir í nágrenni iðnaðarsvæðisins. Árið 1999 var tíu reitum bætt við með stefnu frá iðjuverunum á Grundartanga í stefnu á Akrafjall. Áður en mælingar voru gerðar árið 2014 var 15 nýjum reitum bætt við á fimm svæðum, suðvestur og norðaustur af iðnaðarsvæðinu í samræmi við algengustu vindáttirnar, fyrir utan þynningarsvæði flúors og brennisteins. Þá voru 16 reitir lagðir af, sem staðsettir voru innan þynningarsvæða flúors og brennisteins (sbr. mynd 7.1). Alls eru því reitirnir 60 talsins þ.e. 10 reitir innan þynningarsvæða og 50 reitir utan þynningarsvæða.



Mynd 7.1: Yfirlitskort yfir staðsetningu fastra klappareita í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

Dagana 18.-22. ágúst 2014 ljósmynduðu starfsmenn Náttúrufræðistofnunar Íslands fasta reiti og mátu með tillit til þekju mosa og fléttugróðurs¹⁰. Frá því að föstu reitirnir voru lagðir út 1975 og 1976 hafa þeir verið þekjumetnir þrisvar sinnum áður, árin 1997, 2006¹¹ og 2011¹² og ljósmyndaðir reglulega.

Styrkur flúors og brennisteins var mældur í sex sýnum af snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) frá reitum á Stekkjarási í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga (innan þynningarsvæða fyrir flúor og brennisteinstvíoxíð), í norðaustur hlíð Akrafjalls í um 2,5 km fjarlægð (innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð) og utan þynningarsvæða á Miðfells múla ofan Kalastaðakots í um 5 km fjarlægð, á Gimbrapöllum ofan Böltsmýrar í um 4 km fjarlægð, ofan við Gröf í um 5 km fjarlægð og á Neðristöllum ofan við námu (Hólabrú) í um 8 km fjarlægð frá Grundartanga. Samanburðarsýni voru tekin við Hreðavatn í Borgarfirði eins og áður. Í hverju sýni var mældur styrkur flúors, brennisteins og hlutfall jarðvegs í sýni miðað við þyngd og voru þær mælingar unnar á NMÍ.

7.1 Megin niðurstöður

Að meðaltali urðu litlar þekjubreytingar á mosum og fléttum milli áranna 2011 og 2014 en í einstökum reitum minnkaði þekjan um allt að 29% hjá mosum en innan við 10% hjá fléttum. Samsvarandi aukning varð mest 10% hjá mosum og 12,5 % hjá blað- og runnfléttum. Ekki er hægt að sjá mun á þekjubreytingum blað- og runnfléttna eftir því hvort reitirnir eru innan eða utan þynningarsvæða brennisteins og flúors á tímabilinu 2011-2014. Meiri breytileika gætti í reitum sem staðsettir voru nálægt iðnaðarsvæðinu en ekki varð vart við einhliða hnignun sem rekja má til loftmengunar.

Litlar breytingar mældust á styrk brennisteins í fléttum samanborið við árið 2011. Styrkur brennisteins mældist hærrí í hraunbreyskju (runnflétta) en snepaskóf (blaðflétta). Hæsti styrkur brennisteins mældist í 8 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu. Styrkur flúors jókst töluvert í sýnum teknum innan þynningarsvæðis flúors en minnkaði hins vegar á svæðum utan þynningarsvæðis miðað við árið 2011. Styrkur flúors mældist hærrí í snepaskóf en hraunbreyskju og mun hærrí í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnum við Hreðavatn. 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.

¹⁰ Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir (2015)

¹¹ Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson (1999), Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson (2007), Hörður Kristinsson (2000) og Hörður Kristinsson (2004)

¹² Starri Heiðmarsson (2012)

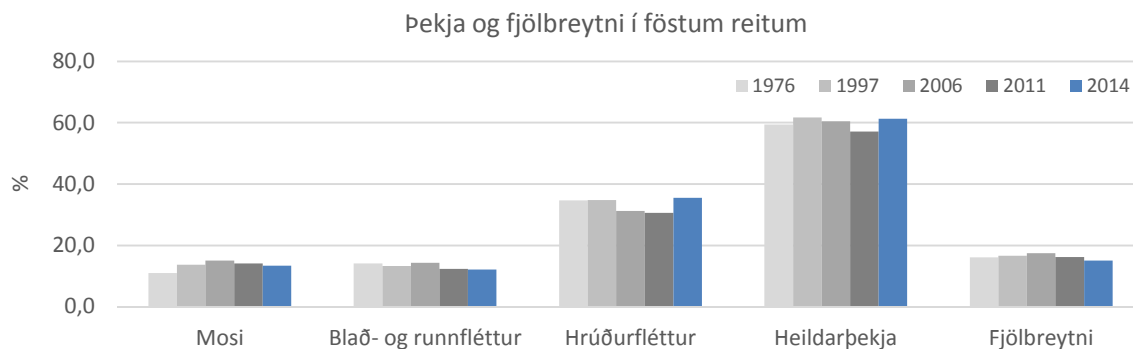
7.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

7.2.1 Þekja tegunda

Talið er að mosar auk blað- og runnfléttna séu viðkvæm gagnvart áhrifum loftmengunar og eru þessar tegundir því valdar til vöktunar á umhverfinu. Út frá ljósmyndum af 60 klappareitum var metið hvaða breytingar hafi orðið á þekju mosa og fléttna frá árinu 2011 og frá upphafi vöktunar 1976¹⁰. Ekki er hægt að sjá mun á þekjubreytingum blað- og runnfléttna eftir því hvort reitirnir eru innan eða utan þynningarsvæðis á tímabilinu 2011-2014 (viðauki IV). Meiri breytileika gætti í reitum sem staðsettir voru nálægt iðnaðarsvæðinu en ekki var vart við einhliða hnignun sem rekja má til loftmengunar.

Að meðaltali hefur orðið lítil breyting á þekju einstakra hópa frá 1976 (mynd 7.2). 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.

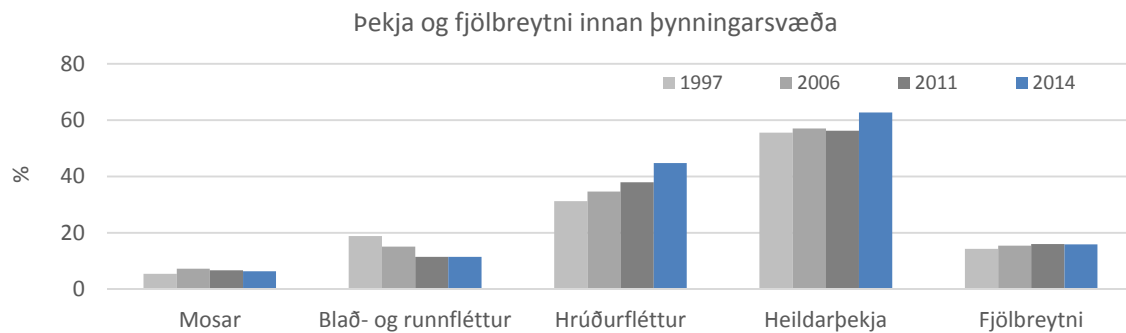
Í einstökum reitum minnkaði þekja hjá mosum um 29% en innan við 10% hjá fléttum. Samsvarandi aukning varð mest 10% hjá mosum og 12,5 % hjá blað- og runnfléttum. Meðalfjölbreytni tegunda í föstum reitum var 15,0% árið 2014 miðað við 16,2% árið 2011.



Mynd 7.2: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal tegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014

Gróðurbreytingar innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga

Alls voru 10 reitir vaktaðir á svæðum, sem eru innan þynningarsvæða brennisteins og flúor, og eru nær iðnaðarsvæðinu en 3,5 km (mynd 7.1). Ekki er hægt að sjá einhlítar gróðurbreytingar hjá mosum né blað- og runnfléttum næst iðnaðarsvæðinu. Að meðaltali hafa litlar breytingar orðið varðandi þekju einstakra tegundahópa milli 2011 og 2014 nema meðalþekja hrúðurfléttna hefur aukist. Meðalfjölbreytni tegunda er svipaður yfir vöktunartímabilið. Í viðauka IV má sjá nánara þekjumat fyrir hvert svæði fyrir sig. Tafla 7.1 inniheldur yfirlit yfir samanburð á þekjumati milli árána 1976 og 2014.



Mynd 7.3: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal tegundafjölda í öllum föstum reitum, innan þýningarsvæða, sem metnir voru 2014

Tafla 7.1: Yfirlit yfir samanburð á þekjumati mosa, blað- og runnfléttna og hrúðurfléttna á svæðum sem staðsett eru innan þýningarsvæða milli árunna 1976 og 2014

Vöktunarreitir	Mosar	Blað- og runnfléttur	Hróðurfléttur	Heildarþekja	Helstu skýringar á breytingu á heildarþekju	Tegundafjöldi
Stekkjars (í 1 km fjarlægð)	↓	↓	↑	↓	Minnkun á þekju blað- og runnfléttna	-
Selás (í <2 km fjarlægð)	↑	↑	↑	↑	Aukning á þekju mosa og blað- og runnfléttna	-
Langholt (í <3 km fjarlægð)	↓	↓	↑	↑	Aukning á þekju hrúðurfléttna	↑
Akrafjall (í 2,2-2,3 km fjarlægð)*	↓	↓	↑	↓	Minnkun á þekju blað- og runnfléttna	↓

* samanburður milli árunna 1999 og 2011

↑ þekjumati til hækkunar

↓ þekjumati til lækkunar

- Litlar breytingar á þekjumati

Gróðurbreytingar utan þýningarsvæðis

Alls voru 50 reitir vaktaðir sem eru fyrir utan þýningarsvæði iðnaðarsvæðisins á Grundartanga (mynd 7.1). Á árinu voru lagðir út nýir reitir ofan við Gröf II, við Neðristalla, Kalastaðakot, Miðfellsmúla og Gimbrapalla. Í viðauka IV má sjá nánara þekjumati fyrir hvern reit fyrir sig. Tafla 7.2 inniheldur yfirlit yfir samanburð á þekjumati milli árunna 1976 og 2014.

Tafla 7.2: Yfirlit yfir samanburð á þekjumati mosa, blað- og runnfléttna og hrúðurfléttna á svæðum utan þynningarsvæðis milli árána 1976 og 2014.

Vöktunareitir	Mosar	Blað- og runnfléttur	Hrúðurfléttur	Heildarþekja	Skýring á breytingu á heildarþekju	Tegundafjöldi
Skvömp (í 7 km fjarlægð)	↑	*	↓	↓	Minnkun á þekju hrúðurfléttna	↓
Ofan við Gröf (í 5 km fjarlægð)	Nýir reitir**					
Neðristallar (í 8 km fjarlægð)	Nýir reitir**					
Kalmansá (í 3 km fjarlægð)	↑	↓	↓	↓	Minnkun á þekju fléttna	↓
Kalastaðakot (í 4 km fjarlægð)	Nýir reitir**					
Miðfellsmúli (í 5 km fjarlægð)	Nýir reitir**					
Bjarnarholt (í 2 km fjarlægð)	↑	↓	↑	-		↓
Álfholt (í 3 km fjarlægð)	↑	↓	↓	↓	Minnkun á þekju fléttna	↓
Beitistaðaholt (í 6 km fjarlægð)	↓	↑	↑	↑	Aukning á þekju fléttna	↓
Ofan Hvalfjarðareyrar (í 4 km fjarlægð)	↑	↓	↓	-		-
Hvamsnes (í 8 km fjarlægð)	-	↑	↓	↓	Minnkun á þekju hrúðurfléttna	-
Tíðaskarð (í 9 km fjarlægð)	↓	↑	↑	↑	Aukning á þekju fléttna	↓
Gimbrapallar (í 4 km fjarlægð)	Nýir reitir**					
Hafnarbæli (í 16 km fjarlægð)	-	↑	↑	↑	Aukning á þekju fléttna	↑
Þyrilsnes (í 17 km fjarlægð)	-	-	-	-		-
Hvalfjarðarbotn (í >20 km fjarlægð)	↑	↑	↓	↑	Aukning á þekju mosa	↑

* Engar blað- og runnfléttur hafa vaxið á reitunum á vöktunartímabilinu.

** Nýir reitir. Mat á þekju einstakra tegunda má finna í skýrslu NÍ¹⁰

↑ Þekjumati til hækkunar

↓ Þekjumati til lækkunar

- Litlar breytingar á þekjumati

Þekjubreytingar einstakra tegunda

Klettastrý

Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) er runnkennd flétta sem vex einkum á klettum og klöppum nærri sjó. Tegundinni hefur hnignað jafnt og þétt síðan vöktun hófst 1976. Tegundin hafði mikla þekju í Stekkjarási þegar mælingar hófust 1976 og var þá í slíku magni að óhætt var talið að safna sýnum af henni til að mæla í styrk flúors og brennisteins. Árið 2006 var hins vegar einungis nægt magn af klettastrýi að finna í um 2,5 km fjarlægð frá Grundartanga. Hnignun klettastrýs er greinileg þegar borin er saman þekja tegundarinnar í þeim fjórum reitum sem hún hefur fundist í. Þessir reitir eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð auk þess sem einn reitur er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Breytingar á þekju klettastrýs má sjá í viðauka IV.

Snepaskóf

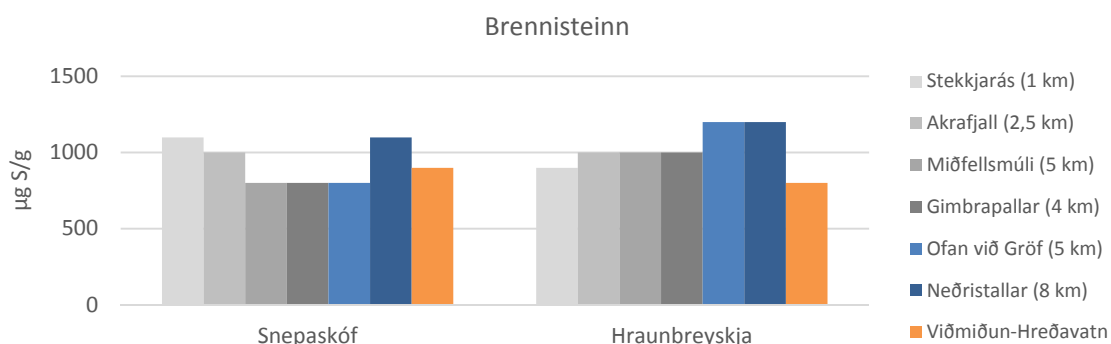
Snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) er sú blaðflétta á svæðinu sem finnst í flestum reitum og hefur mesta þekju. Ekki er hægt að merkja mun á þekjubreytingum eftir því hvort reitir eru innan eða utan þýningarsvæðis. Þekja snepaskófar virðist minnka töluvert í nokkrum reitum og eru þeir reitir víða á svæðinu, t.d. á Bjarnarholti, Álpholti, við Kalmansá, Hafnarbæli og ofan Hvalfjarðareyrar. Í þremur reitum eykst þekja snepaskófar talsvert og er einn þeirra reita innan þýningarsvæðis meðan hinir tveir eru í Hvalfjarðarbotni og utan við Hvammsnes. Snepaskóf virðist við sumar aðstæður vaxa úr sér, þ.e. 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. Breytingar á þekju snepaskófar má sjá í viðauka IV.

7.2.2 Brennisteinn og flúor í blað- og runnfléttum

Brennisteinn

Styrkur brennisteins og flúors var mældur í hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) og snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) líkt og í fyrri rannsóknum¹³. Nú hafa bæst við 15 nýir reitir þannig að styrkur brennisteins og flúors var mældur í sýnum frá sex svæðum árið 2014 auk viðmiðunarsýnis frá Hreðavatni þ.e. í reitum á Stekkjarási (í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga og innan þýningarsvæða fyrir flúor og brennisteinstvíoxíð), í norðaustur hlíð Akrafjalls (í um 2,5 km fjarlægð, innan þýningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð) og utan þýningarsvæða á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots (í um 5 km fjarlægð), á Gimbrapöllum ofan Böltsmýrar (í um 4 km fjarlægð), ofan við Gröf (í um 5 km fjarlægð) og á Neðristöllum ofan við námu (Hólabrú, í um 8 km fjarlægð frá Grundartanga). Styrkur brennisteins í snepaskóf og hraunbreyskju mældist á bilinu 800 – 1.200 µg S/g (mynd 7.4). Styrkur brennisteins í snepaskóf í viðmiðunarsýni frá Hreðavatni var svipaður og í sýnum frá öðrum sýnatökustöðum en mældist ívið lægri í hraunbreyskju. Hæsti styrkur brennisteins mældist í sýnum í reitum suðvestur af iðnaðarsvæðinu, ofan við Gröf og á Neðristöllum.

Erlendar rannsóknir hafa sýnt að náttúrulegur styrkur brennisteins í fléttum á svæðum þar sem ekki er um veruleg áhrif loftmengunar að ræða liggur oftast á bilinu 300-600 µg S/g. Efri þolmörk margra fléttna liggur hins vegar á bilinu 2.000 – 3.000 µg S/g, en hjá viðkvæmum tegundum geta þolmörkin verið á bilinu 1.500 – 2.000 µg S/g¹⁴.

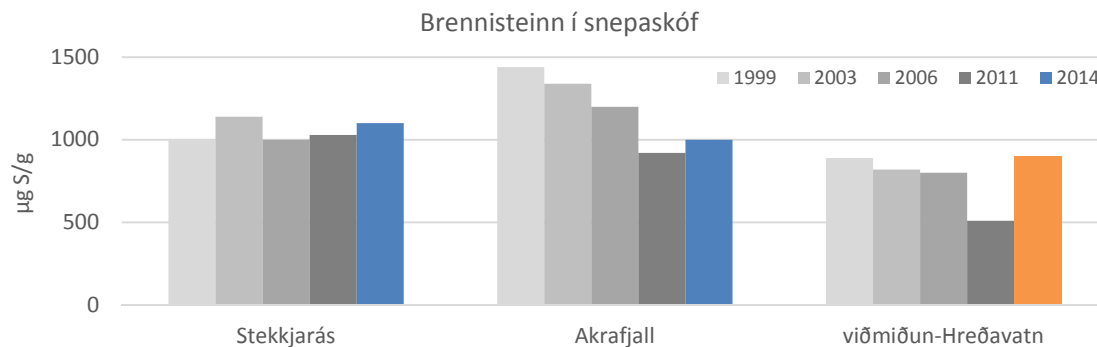


Mynd 7.4: Styrkur brennisteins í snepaskóf og hraunbreyskju á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu

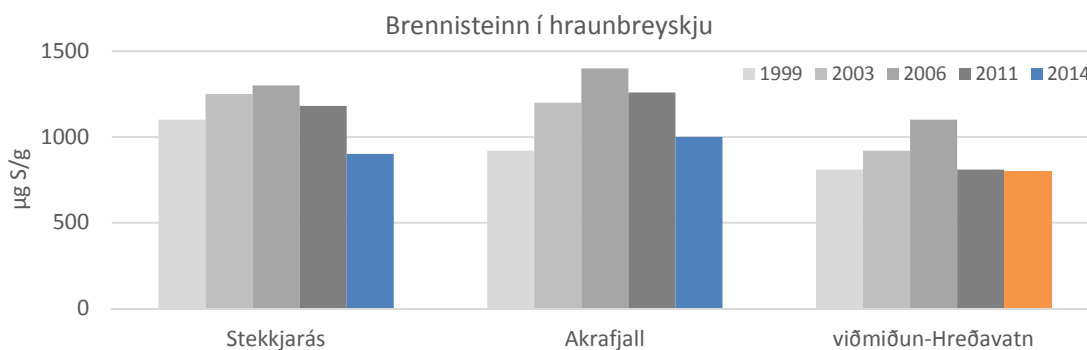
¹³ Starri Hreiðmarsson (2012), Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson (2007), Hörður Kristinsson (2000) og Hörður Kristinsson (2004)

¹⁴ Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson (1999)

Styrkur brennisteins hafði aukist lítillega í snepaskóf síðan 2011 í reitum á Stekkjarási og Akrafjalli en töluvert í viðmiðunarsýni miðað við árið 2011 (mynd 7.5). Styrkur brennisteins í hraunbreyskju hafði lækkað í reitum á Stekkjarási og í Akrafjalli en viðmiðunarsýni frá Hreðavatni innihéldu svipaðan styrk brennisteins samanborið við mælingar gerðar árið 2011 (mynd 7.6).



Mynd 7.5: Styrkur brennisteins í snepaskóf árin 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014. Allir klapparreitirnir liggja innan þyngingarsvæðis fyrir brennistein (nema viðmiðunarsýnið)

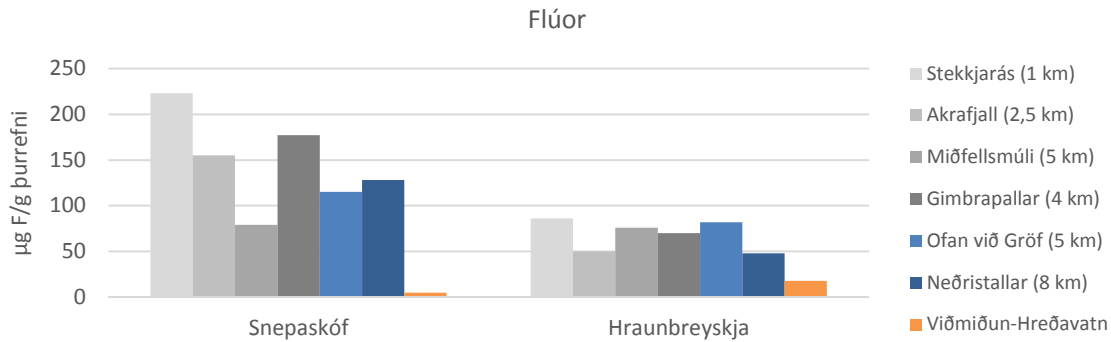


Mynd 7.6: Styrkur brennisteins í hraunbreyskju árin 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014. Allir klapparreitirnir liggja innan þyngingarsvæðis fyrir brennistein (nema viðmiðunarsýnið)

Flúor

Styrkur flúors mældist hærri í snepaskóf (79 – 223 µg F/g þurrefni) en hraunbreyskju (48 – 86 µg F/g þurrefni) og mun hærri í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnunum frá Hreðavatni (mynd 7.7). Flúor mældist hæstur í sýnum af snepaskóf frá Stekkjarási, sem er innan þyngingarsvæðis fyrir flúor (223 µg F/g). Styrkur flúors mældist í öllum tilfellum yfir eða innan þolmarka (30 – 100 µg F/g í plöntuvef) sem eru talin þolmörk fléttna fyrir styrk flúors (tafla 6.1). Þó er ekki sýnilegur skaði á snepaskóf og hraunbreyskju en runnfléttunni klettastrý hefur hnignað mikið og er sú tegund hugsanlega viðkvæm fyrir loftmengun. Rannsóknir á þoli fléttna gagnvart flúor hafa sýnt margvíslegar niðurstöður. Dæmi eru um að sýnilegar skemmdir sjáist á fléttum þegar styrkur flúors er hærri en 80 µg F/g en annars staðar hafa engar skemmdir sést þrátt fyrir að styrkur flúors mældist töluvert hærri en 100 µg F/g. Auk þess mældist styrkur flúors í fléttum nærri iðnaðarsvæðum í tveimur finnskum rannsóknum 360 µg F/g og 940 µg F/g¹⁵.

¹⁵ Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson (2007)

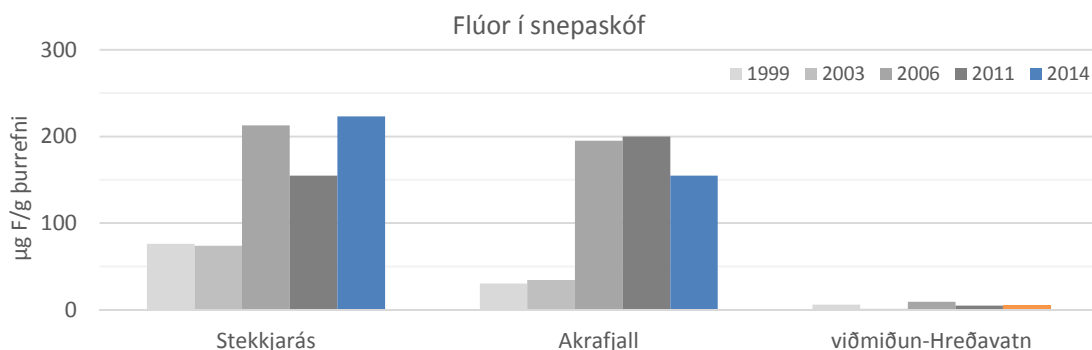


Mynd 7.7: Styrkur flúors í snepaskóf og hraunbreyskju á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu

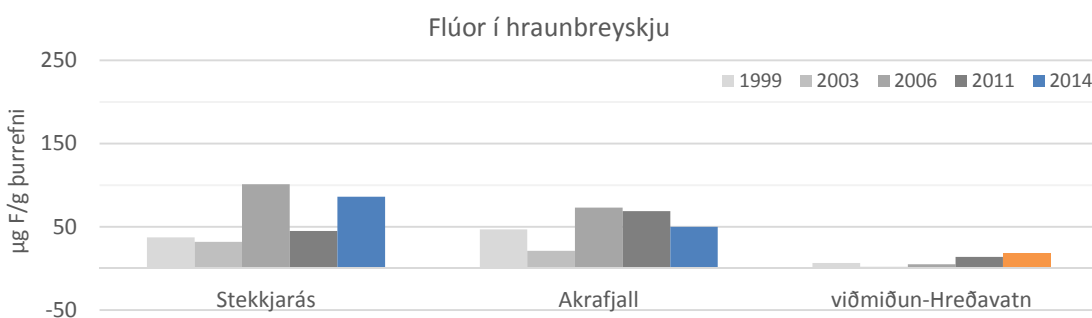
Árið 2014 mældist hæsti styrkur flúors á Stekkjarási sem mælt hefur í snepaskóf (223 µg F/g þurrefni) frá því mælingar hófust á svæðinu árið 1999, sem er allnokkur aukning síðan 2011 og ívið herra en mældist 2006 (mynd 7.8). Hins vegar mældist lægri flúorstyrkur miðað við 2011 í reitum staðsettum við austnorðausturenda Akrafjalls í um 2,5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu (mynd 7.8).

Umtalsvert lægri styrkur flúors mældist í hraunbreyskju en snepaskóf. Styrkur flúors í hraunbreyskju hækkaði innan þynningarsvæðis en lækkaði í 2,5 km fjarlægð miðað við 2011 (mynd 7.9). Athyglisvert er að flúor eykst í sýnum frá Hreðavatni (viðmiðunarsýni) miðað við 2011 og mældist magn flúors í snepaskóf þrisvar sinnum hærri í hraunbreyskju en í snepaskóf frá þessum stað.

Þrátt fyrir þessi háu gildi flúors er ekki hægt að merkja hnignun hjá snepaskóf en líkt og áður hefur verið bent á þá hefur dregið mjög úr þekju klettastrýs síðan vöktunin hófst¹⁰.



Mynd 7.8: Styrkur flúors í snepaskóf árin 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014. Stekkjarás liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor



Mynd 7.9 Styrkur flúors í hraunbreyskju árin 1999, 2003, 2006, 2011 og 2014. Stekkjarás liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor

8 Gróður

Vöktun á styrk flúors í plöntuvef gróðurs í Hvalfirði var á árinu 2014 með sama fyrirkomulagi og árin á undan. Þar sem gróðurtegundir þola misvel flúor eru mælingar gerðar á þremur mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki, reyni) og barri (bergfuru, greni, stafafuru). Árið 2014 var gróðursýnum safnað alls þrisvar sinnum á vöktunartímanum. Þann 10. júní og 17. september voru sýni tekin af grasi og laufi og þann 27. nóvember var barri safnað. Söfnun sýna var í höndum NMÍ. Tímasetningar fyrir söfnun gróðursýna miðast við vaxtartímabil gróðurs auk þess sem sýnataka þarf að fara fram þegar þurrt hefur verið í veðri. Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantnanna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtartímabilsins. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 64 sýnum af grasi og laufi (32 í hvorri sýnatökufurð) og 44 sýnum af barri. Í júní var heildarúrkoma (5. júní – 10. júní) fyrir sýnatökudag 0,1 mm sem féll daginn fyrir sýnatöku. Þurrt var meðan á sýnatökunni stóð. Vindáttir og vindhraði voru talsvert breytilegar tímabilið á undan sýnatökunni. Í september var heildarúrkoma fyrir sýnatökudag 5 mm, þar af 0,2 mm daginn fyrir sýnatöku. Þurrt var meðan á sýnatökunni stóð. Megináttir voru að sunnan og suðaustan, en stilla var daginn fyrir og á sýnatökudeginum. Í nóvember var heildarúrkoma fyrir sýnatökudag 27,1 mm, þar af 0,8 mm daginn fyrir sýnatöku. Vindar voru austlægir og suðlægir.

Sýni voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 8.1), sjö norðan fjarðar og fjórir sunnan fjarðar. Tveir staðir liggja innan þynningarsvæðis, Stekkjarás liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor og Fannahlið er innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð. Á einum sýnatökustað (Gröf II við hús) var sýnum safnað af grasi og laufi en á hinum tíu af grasi, laufi og barri. Tölfræðigreining á styrk flúors í grasi, laufi og barri var gerð til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára (viðauki V).



Mynd 8.1: Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2014

Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart styrkleika flúors í lofti (HF) eru talin vera 0,3 µg F/m³ yfir 5 – 6 mánaða tímabil. Þessi styrkur í andrúmslofti getur leitt til uppsöfnunar á um 30 µg F/g í plöntuvef¹⁶. Þolnar tegundir gagnvart flúor í andrúmslofti eru t.d. krækilyng og birki á meðan grös eru miðlungspolnar tegundir¹⁷. Talin þolmörk gagnvart flúor í vef og andrúmslofti er að finna í töflu 8.1. Samkvæmt reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri, með síðari breytingum, eru hámarksgildi flúors í fóðri fyrir nautgripi, geitur og sauðfé skilgreind sem 30 µg F/g, og fyrir mjólkandi dýr sem 50 µg F/g miðað við 12% rakainnihald fóðurs.

Tafla 8.1: Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í lofti (HF) og flúor í plöntuvef

Styrkur flúors í lofti [µg HF/m ³]	Styrkur flúors í plöntuvef [µg F/g]	Talin áhrif
0 - 0,02	0 - 10	Engin – gildið telst vera bakgrunnsgildi
0,02 - 0,2	10 - 30	Engin
0,2 - 0,6	30 - 100	Hnignun viðkvæmra tegunda, einkum mosa, fléttna, barrtrjáa
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungspolinna tegunda, t.d. flestra grasa
> 1,2	> 200	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs

8.1 Megin niðurstöður

Gras

Styrkur flúors í plöntuvef grasa mældist undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta eins og verið hefur árin á undan. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar er einnig samsvarandi niðurstöðum árána á undan, þar sem marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar miðað við árið 1997 og meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar er marktækt lægri árið 2014 miðað við árið 2007. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar miðað við 2007. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í grasi norðan fjarðar miðað við sunnan árið 2014.

Lauf

Styrkur flúors í plöntuvef lauftrjáa mældist undir töldum þolmörkum lauftrjáa eins og undanfarin ár. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar eru óbreyttar sé litið til árána á undan, þ.e. marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í laufi norðan Hvalfjarðar árið 2014 miðað við árið 1997, en sunnan fjarðar er ekki um að ræða marktæka breytingu. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá vöktunarstöðum norðan fjarðar né sunnan fjarðar miðað við árið 2007. Meðalstyrkur flúors er marktækt hærri í laufsýnum teknum norðan fjarðar en sunnan árið 2014.

Barr

Meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir töldum þolmörkum barrtrjáa. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar sýna að marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í eins árs barri sunnan fjarðar árið 2014 miðað við árið 1997 en ekki norðan fjarðar. Ekki er um að ræða marktæka breytingu í 1 árs barri samanborið við árið 2007. Í sýnum úr tveggja ára barri norðan og sunnan fjarðar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors árið 2014 samanborið við árin 1997 og 2007. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2014.

¹⁶ Liteplo o.fl. (2002)

¹⁷ Friðrik Pálmason og Skye (1999); Horntvedt og Øyen (1994); Ongstad o.fl. (1994); Weinstein og Davison (2004)

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í kafla 8.2. Að auki er meðalstyrkur flúors (samanlagt í þurrefni og skoli) í grasi, laufi og barri tekinn saman í töflu 8.2 ásamt töldum þolmörkum og niðurstöðum tölfræðilegrar úrvinnslu.

Tafla 8.2: Niðurstöður flúormælinga í grasi, laufi og barri á öllum vöktunarstöðum árið 2014 ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Styrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Styrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 2007
Flúor í grasi					
Norðan fjarðar	Stekkjarás	9	8	Marktæk breyting til hækunar	Marktæk breyting til lækunar
	Fannahlíð	7	6		
	Fellsaxlarkot	8	4		
	Ferstikla	2	4		
	Gröf II við veg*	2	7		
	Gröf II við hús*	4	6		
Hlíð*	5	5	Ekki marktæk breyting		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5			3
	Fossbrekka	1			3
	Háls í Kjós	3			3
	Reynivellir	7	5		
Talin þolmörk grasa		100-200 µg F/g í plöntuvef			
Talin þolmörk grasbíta¹⁸		30 µg F/g í plöntuvef			

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 2007	
Flúor í laufi						
Norðan fjarðar	Stekkjarás	15	25	Marktæk breyting til hækunar	Ekki marktæk breyting	
	Fannahlíð	20	26			
	Fellsaxlarkot	23	36			
	Ferstikla*	5	5			
	Gröf II við veg*	5	16			
	Gröf II við hús*	7	14			
Hlíð*	8	16	Ekki marktæk breyting			
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	6				9
	Fossbrekka	1				4
	Háls í Kjós*	3				5
	Reynivellir	5	10			
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef				

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 1997		Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2014 m.v. 2007
Flúor í barri		1 árs barr	2 ára barr			
Norðan fjarðar	Stekkjarás	11	19	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri		Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri
	Fannahlíð	13	19			
	Fellsaxlarkot	20	26			
	Ferstikla*	3	6			
	Gröf II við veg*	7	8			
	Hlíð*	5	8			
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5	6	Marktæk breyting til hækunar í 1 árs barri	Ekki marktæk breyting í 2 ára barri	
	Fossbrekka	5	5			
	Háls í Kjós*	4	4			
	Reynivellir	6	8			
Talin þolmörk barrtrjáa		30 - 100 µg F/g í plöntuvef				

* Mælingar hófust árið 2009 við Gröf II við veg og Hlíð, árið 2010 við Gröf II við hús og árið 2011 við Ferstiklu og Háls í Kjós.

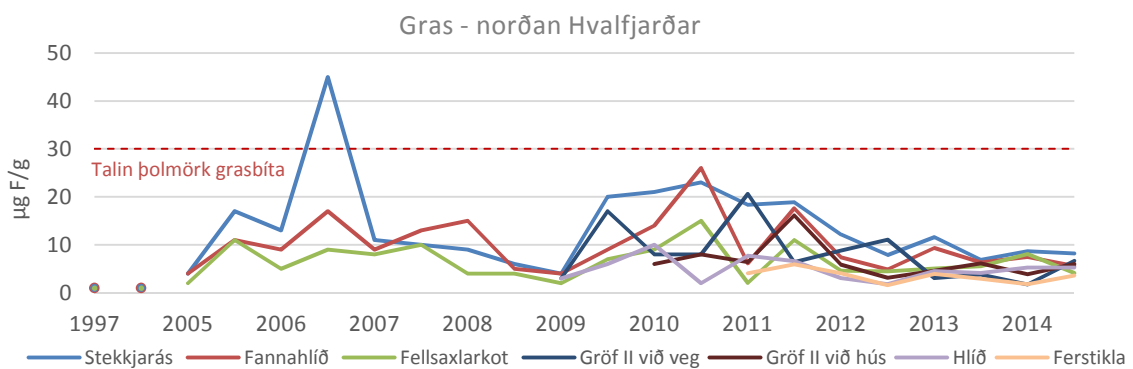
¹⁸ Weinstein og Davison (2004)

8.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

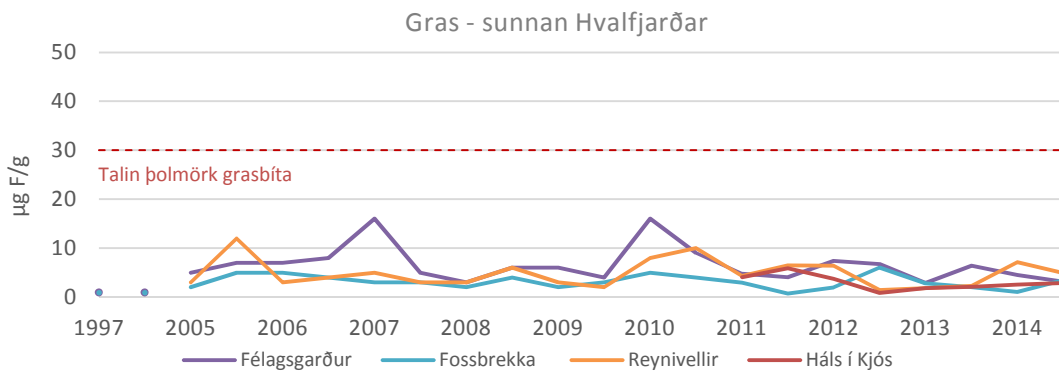
8.2.1 Flúor í grasi

Árið 2014 mældist styrkur flúors í grasi í öllum tilvikum innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri ($30 \mu\text{g F/g}$)¹⁸ og innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef ($100 - 200 \mu\text{g F/g}$), sbr. töflu 8.2 og myndir 8.2 og 8.3 sem sýna meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2005 til 2014 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2004.

Lægsti styrkur ársins mældist í júní í Fossbrekku, $1 \mu\text{g F/g}$. Í september mældist lægstur styrkur flúors, $3 \mu\text{g F/g}$, í Fossbrekku, við Félagsgarð og við Háls í Kjós. Hæsti styrkur ársins mældist í grassýnum frá Stekkjarási í júní, $9 \mu\text{g F/g}$, og í september $8 \mu\text{g F/g}$.



Mynd 8.2 Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 8.3 Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Á fjórum af alls ellefu vöktunarstöðum, þ.e. Fossbrekku, Ferstiklu, Gröf II við veg og Gröf II við hús mældist styrkur flúors í grasi hærrí í september en í júní. Í Hlíð og á Háls í Kjós mældist sami styrkur í báðum sýnatökum, en á öðrum sýnatökustöðum mældist lægri styrkur í september heldur en í júní.

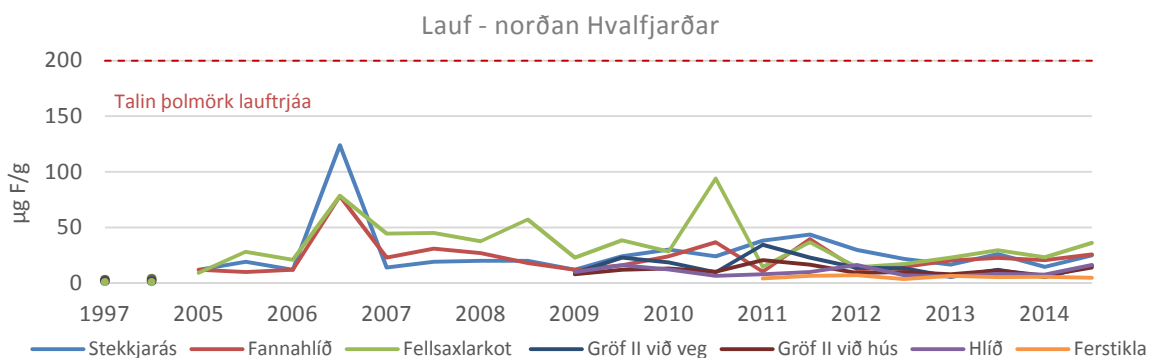
Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2014 miðað við árið 1997. Hins vegar lækkar marktækt meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar miðað við árið 2007 eins og verið hefur frá árinu

2012, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors sunnan fjarðar yfir sama tímabil. Breytileiki á mæligildum milli ára er umtalsvert meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki V). Meðalstyrkur flúors í grasi norðan fjarðar er ekki marktækt hærri né lægri en sunnan árið 2014.

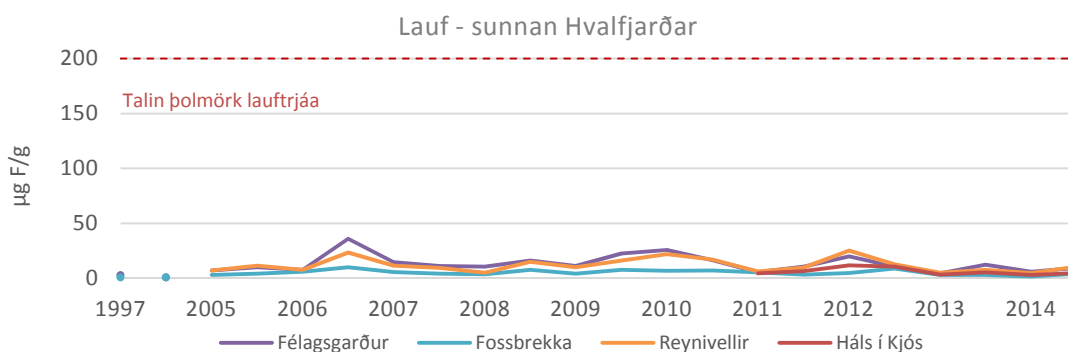
8.2.2 Flúor í laufi

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa, samanber töflu 8.2 (200 µg F/g). Lægstur meðalstyrkur flúors mældist í laufsýnum frá Fossbrekku í júní, 1 µg F/g, en hæsti meðalstyrkurinn mældist í sýnum frá Fellsaxlarkoti í september, 36 µg F/g. Myndir 8.4 og 8.5 sýna meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2005 til 2014 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2004.

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum hærri í september en í júní, utan mælingar í Ferstiklu þar sem mældur styrkur var óbreyttur milli mælinga. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka V. Niðurstöður tölfræðigreiningar eru þær sömu og verið hafa árin á undan, þ.e. marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar árið 2014 miðað við árið 1997, en sunnan fjarðar eru breytingar ekki marktækar. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá öllum vöktunarstöðum, hvorki norðan né sunnan fjarðar, miðað við árið 2007. Breytileiki á mæligildum milli ára er meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki V). Meðalstyrkur flúors í laufsýnum teknum norðan fjarðar er marktækt hærri en í sýnum teknum sunnan fjarðar árið 2014.



Mynd 8.4: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



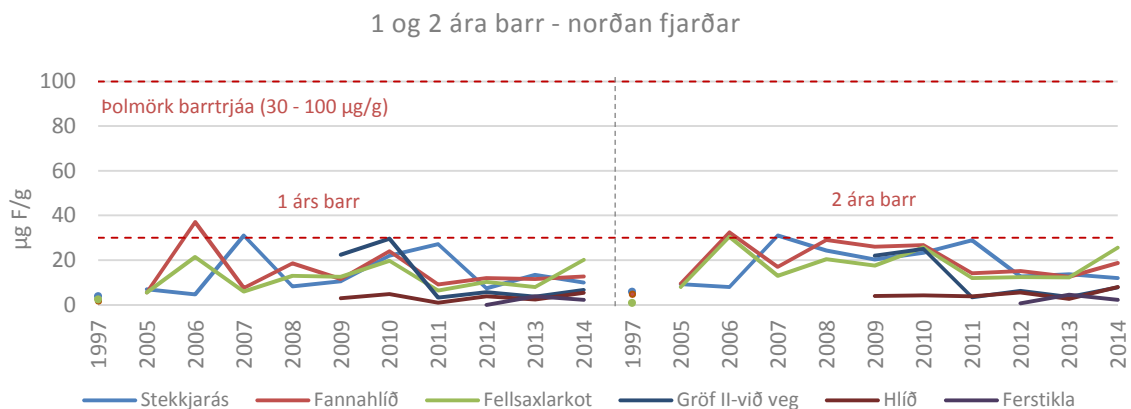
Mynd 8.5: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

8.2.3 Flúor í barri

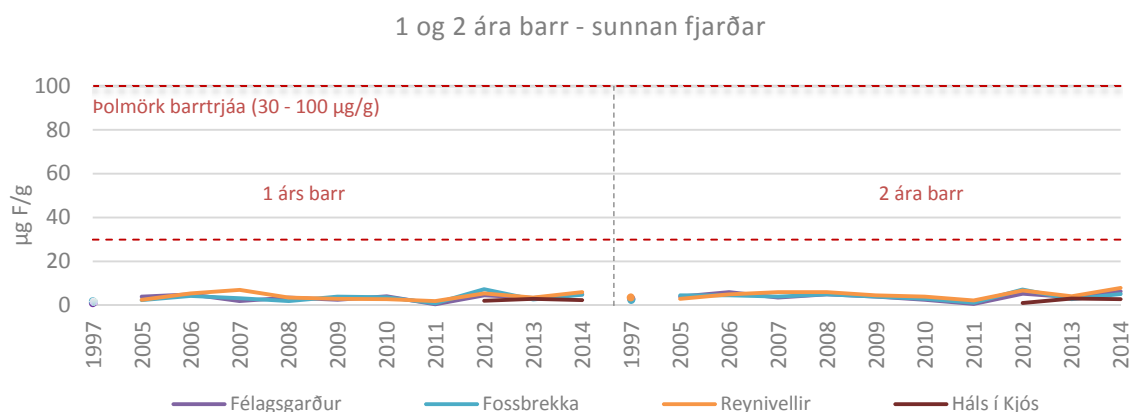
Meðalstyrkur flúors í barri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum barrtrjáa gagnvart flúor sem talin eru vera 30 -100 µg F/g.

Styrkur flúors í tveggja ára barri mældist í 8 tilvikum hærri, og 2 tilvikum jafn styrk flúors í eins árs barri. Styrkur flúors í eins og í tveggja ára barri hækkar milli ára í sýnum frá öllum vöktunarstöðum. Myndir 8.6 og 8.7 sýna meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2005 til 2014 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

Ekki er marktæk breyting á styrk flúors í eins né tveggja ára barri miðað við árið 1997 norðan fjarðar. Það sama á við miðað við árið 2007 (viðauki V). Hinsvegar er marktæk breyting í styrk flúors í eins árs barri miðað við árið 1997 sunnan fjarðar, en ekki marktæk breyting í styrk flúors í tveggja ára barri. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2014.



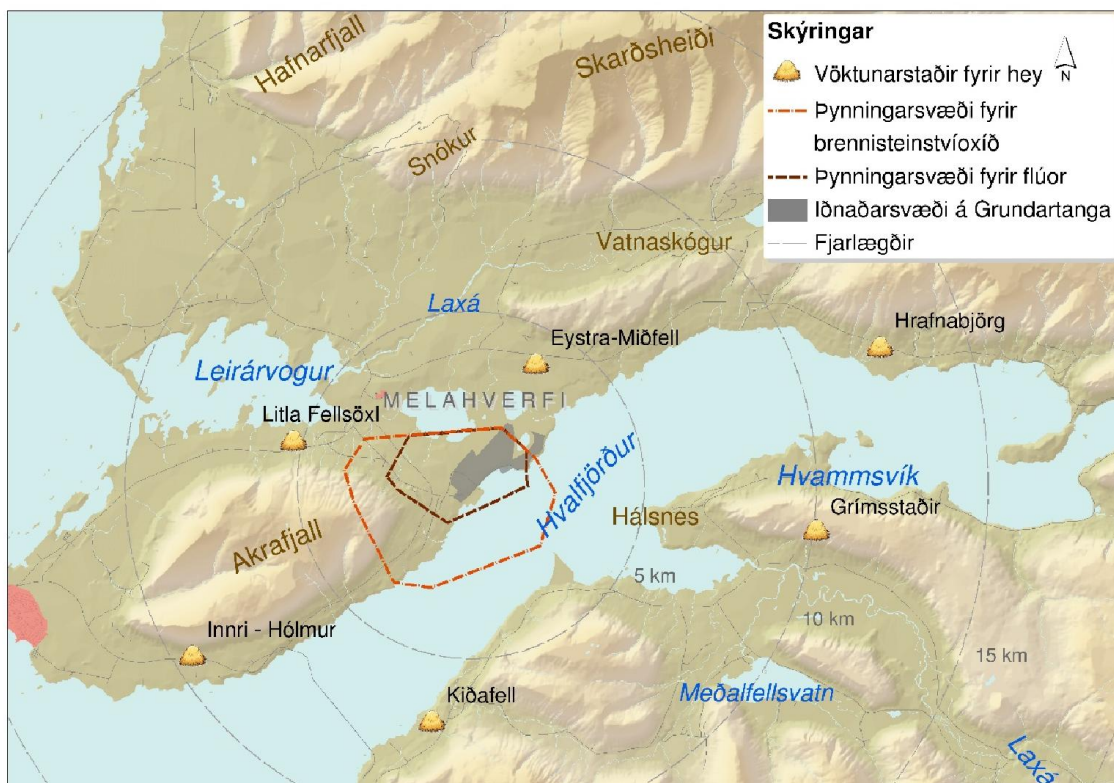
Mynd 8.6 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 8.7 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

9 Hey

Samkvæmt vöktunaráætlun fyrir árin 2012-2021 skulu mælingar á heysýnum framkvæmdar annað hvert ár. Það var fyrst gert árið 2012 og síðan aftur í umhverfsvöktuninni fyrir árið 2014. Sýni af heyi voru tekin 16. janúar, 23. janúar og 12. febrúar 2015. Sýnataka af heyi í böggum eða rúllum var framkvæmd um leið og skoðun fór fram á tönnum lifandi grasbíta (sauðfé og hross) og endurspeglar því það hey sem gefið er í vetrargjöf. Söfnun sýna var í höndum Landbúnaðarháskóla Íslands og sá NMÍ um efnamælingar. Tólf sýni af heyi voru tekin á sex bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. Hrafnabjörg, Eystra-Miðfell, Litla Fellsöxl, Innri Hólmur, Kiðafell og Grímsstaðir (mynd 9.1)¹⁹. Nánari upplýsingar um vöktunarstaði og niðurstöður má sjá í viðauka VI.



Mynd 9.1: Vöktunarstaðir fyrir hey í Hvalfirði árið 2014

9.1 Megin niðurstöður

Styrkur flúors í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgilda flúors í fóðri samkvæmt reglugerð (50 µg F/g og 30 µg F/g fyrir mjólkandi dýr). Niðurstöður mælinga á styrk brennisteins í heyi eru sambærilegar við niðurstöður annarra rannsókna sem gerðar hafa verið á brennisteinsstyrk í heyi víðs vegar um landið. Dýralæknir frá Landbúnaðarháskóla Íslands gerði enga athugasemd við hollustu þessara heyja með tilliti til flúors og brennisteins.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfsvöktun heys má sjá í kafla 9.2. Að auki eru nánari lýsingar á sýnatökustöðum í viðauka VI.

¹⁹ Grétar Hrafn Harðarson (2015)

9.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

9.2.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi frá árinu 2014 mældist í öllum tilfellum innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g þ.e.¹⁸) og innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fódri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30 µg F/g) sbr. reglugerð nr. 340/2001 með síðari breytingum, um eftirlit með fódri. Tafla 9.1 sýnir niðurstöður á mælingum flúors og brennisteins í heysýnum og aðrar upplýsingar um sýningatökustaðina.

Tafla 9.1: Niðurstöður mælinga flúors og brennisteins í heyi á öllum vöktunarstöðum ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Flúor µg/g þurrefni	Brennisteinn mg/g þurrefni	Þolmörk grasbíta gagnvart flúor Hámarksgildi fódurs
Norðan fjarðar	Hraf nabjörg	20,1	2,22	30 µg F/g þ.e. í plöntuvef 50 µg F/g í fódri fyrir sauðfé
		16,9	2,67	
	Eystra Miðfell	1,9	2,27	
		2,0	2,98	
	Litla Fellsöxl	8,7	2,32	
		7,5	2,36	
Innri Hólmur	8,4	3,51		
	5,5	2,96		
Sunnan fjarðar	Kiðafell	2,2	1,90	
		2,1	1,59	
	Grímsstaðir	2,3	2,38	
		5,0	3,35	

Styrkurinn mældist hæstur í heysýni frá Hraf nabjörg (20,1 µg F/g þ.e.) sem sker sig úr og lægstur í heysýni frá Eystra Miðfelli (1,9 µg F/g þ.e.). Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g²⁰ og 4,2 µg F/g í grasi og heyi²¹. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi mældist um 4300 µg F/g í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var styrkurinn kominn niður fyrir 30 µg F/g²².

9.2.2 Brennisteinn í heyi

Niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi má sjá í töflu 9.1. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Innri Hólmi (3,51 mg S/g þ.e.) og lægstur í sýni frá Kiðafelli (1,59 mg S/g þ.e.). Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið árið 2006²³, þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g og lægsta gildi 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g.

Dýralæknir gerir engar athugasemdir við hollustu þessara heya með tilliti til styrks flúors og brennisteins sem mældist í heysýnunum.

²⁰ Pétur Sigurjónsson o.fl. (1970)

²¹ Friðrik Pálmason o.fl. (1985)

²² Guðmundur Georgsson o.fl. (1981)

²³ Grétar Hrafn Harðarson o.fl. (2006)

10 Grasbítar

Vöktun á áhrifum flúors á sauðfé frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga, hefur farið fram síðan 1997 og skoðun á lifandi sauðfé og hrossum hefur farið fram frá árinu 2012. Vöktunarbærirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar. Flúor var mælt í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé. Kjálkabein og tennur úr sauðfénu voru enn fremur skoðaðar með tilliti til sýnilegra áhrifa á tennur og bein af völdum flúors²⁴. Skoðun á kjálkum fór fram á Tilraunastöð HÍ á Keldum og flúormælingar í beinösku kjálka voru framkvæmdar hjá NMÍ. Einnig skoðaði dýralæknir frá Landbúnaðarháskóla Íslands ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa auk þess að meta ástand liðamóta framfóta²⁵.

Flúor safnast fyrir í beinum sauðfjár með tíma og mælist því hærri styrkur flúors hjá eldra fé. Samkvæmt umhverfsvöktunaráætlun er leitast við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur kjálkabein af fullorðnu fé frá hverjum vöktunarbæ. Aldur sauðfjár hefur verið mismunandi milli ára og er því nokkur breytileiki í mælingum af þeim sökum. Óskað var eftir 6 vetra kindum eða eldri til að minnka breytileika í mælingum en það gekk ekki eftir í öllum tilvikum. Meðalaldur fullorðins fjár sem rannsakað var árið 2014 var um 6 vetra (yngst eldri en 2,5 vetra og elst 11 vetra). Upplýsingar um aldur dýranna fengust frá bónda viðkomandi bæja en hægt er að segja til um aldur út frá tannskiptingum til og með 4 vetra aldurs en ekki eftir það.



Mynd 10.1: Vöktunarsvæði fyrir sauðfé og hross árið 2014

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2014, bárust frá 12 bæjum (mynd 10.1), ekki bárust sýni frá þaravöllum að þessu sinni. Einnig bárust viðmiðunarsýni af

²⁴ Ólöf G. Sigurðardóttir (2015)

²⁵ Grétar Hrafn Harðarson (2015)

lömbum og fullorðnu fé frá bæjunum Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Styrkur flúors var mældur í 109 kjálkabeinum (56 af lömbum og 53 af fullorðnu fé). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld og má sjá niðurstöðurnar í töflu í viðauka VII.

Uppsöfnun flúors í kjálkum og tönnum grasbíta getur verið af ýmsum ástæðum, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði. Erfitt er að segja til um þolmörk sauðfjár gagnvart flúorneyslu því þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma. Ekki eru til rannsóknir á áhrifum flúors á tennur sauðfjár og því er stuðst við norska rannsókn á ungum dádýrum, líkt og undanfarin ár. Í töflu 10.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum^{26,27}. Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár er talin geta átt sér stað ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g²⁸. Til upplýsingar þá hefur styrkur flúors í beinösku 4 – 5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni óeðlilegri flúormengun sumarlangt, mælt í kringum 180-200 µg F/g²⁹. Einnig mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellssýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g²⁹.

Tafla 10.1: Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára^{26,27})

Styrkur flúors í kjálka (µg/g)	Áhrif
< 1.000	Engin áhrif
1.000 – 2.000	Hætta talin á tannskemmdum í dádýrum
> 2.000	Veldur tannskemmdum í dádýrum

Ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum var skoðað í lifandi fé frá sex bæjum í Hvalfirði (norðan fjarðar: Hrafnabjörg, Eystra Miðfell, Vogatunga og Innri Hólmur og sunnan fjarðar: Kiðafell og Grímsstaðir), 12 kindur á hverjum bæ, samtals 72 dýr. Leitast var við að skoða um 8 eldri ær og 4 yngri á hverjum bæ. Meðalaldur dýranna var um 5 vetur. Tennur og liðir voru einnig skoðaðir í samtals 38 hrossum frá sex bæjum í Hvalfirði (norðan fjarðar: Litlu Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti og Ytri Hólmi og sunnan fjarðar: Miðdalur og Kiðafell). Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var frá 9 til 16 ára. Markmiðið var að skoða hross sem eru að mestu uppalin á bæjunum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Skoðun á tönnum og liðum í lifandi fé og hrossum fór fram dagana 23. september 2014, 16. og 23. janúar 2015 og 12. febrúar 2015.

Til að meta áhrif flúors á tennur í lifandi grasbítum (hrossum og sauðfé) var stuðst við matskerfi sem sjá má í töflu 10.2.

²⁶ Ongstad o.fl. (1994)

²⁷ Vikøren og Stuve (1996)

²⁸ Weinstein og Davison (2004)

²⁹ Páll A. Pálsson (1995)

Tafla 10.2: Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé³⁰.

Stig	Lýsing
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.

10.1 Megin niðurstöður

Flúor í lömbum

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í kjálkabeinum lamba frá Eystri Leirárgörðum og sá hæsti í kjálkabeinum lamba frá Innri Hólmi. Í öllum tilfellum mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum vegna flúors hjá dádýrum. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba frá öllum vöktunarbæjum árið 2014 miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í kjálka fullorðins fjár frá Eystri Leirárgörðum og sá hæsti mældist í fullorðnu fé frá Vogatungu. Frá sex af tólf vöktunarbæjum mældist meðalstyrkur flúors í kjálakabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum hjá dádýrum. Meðalaldur fjárins var um sjö vetur. Engin kjálkasýni mældust með flúorstyrk í kjálkabeinum yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum hjá dádýrum. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum árið 2014 miðað við árið 1997. Hins vegar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár miðað við árið 2007.

Tennur og kjálkar í sláturfé

Við skoðun dýralæknis kom í ljós að nokkuð var um slit á tönnum og tannlos hjá fullorðnu fé. Einnig sást beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu og í einstaka tilvikum þykknun í kjálkabeini (bein- og beinmergsbólga eða tannkýli). Um 55% af fullorðnu fé var með allar framtennur en hinar kindurnar höfðu misst eina eða fleiri framtennur. Rúmlega 6% fjárins 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 magns flúors í kjálkabeinum. Að auki voru ekki sýnilegar skemmdir í glerungi framtanna sem bentu til flúoreitrunar.

³⁰ National Research Council (1974)

Tennur og liðir í lifandi sauðfé og hrossum

Niðurstöður dýralæknis frá skoðun á tönnum og liðamótum framfóta lifandi grasbíta (sauðfé og hross) gefa til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðamóta var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt.

Í töflu 10.3 er yfirlit yfir flúormælingar og talin þolmörk dádýra auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu fyrir meðalstyrk frá öllum svæðum. Í töflu 10.4 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum. Í töflu 10.5 er að finna yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Í viðauka VII má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar og yfirlit dýralæknis fyrir skoðun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár. Þar er einnig yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta á lifandi hrossum og sauðfé og niðurstöður tölfraeðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2014.

Tafla 10.3: Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu

Vöktunarstaður	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þ.e.)	Niðurstöður tölfraeðireikninga Breyting 2014 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðireikninga Breyting 2014 m.v. 2007
Lömb			
<i>Frá öllum svæðum</i>	143 Min 44 (Kíðafell) Max 414 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	78 Min 56 (Hrafnabjörg) Max 120 (Hrafnabjörg)	Marktæk breyting til lækkunar (frá 1999)	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	311 Min 233 (Gröf) Max 414 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	130 Min 47 (Eystri Leirárgarðar) Max 379 (Eystra Miðfell)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	81 Min 44 (Kíðafell) Max 112 (Grímsstaðir)	Ekki marktæk breyting	Marktæk breyting til lækkunar
Fullorðið fé			
<i>Frá öllum svæðum</i>	1.108 Min 146 (Eystri Leirárgarðar) Max 1.851 (Hrafnabjörg)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.410 Min 940 (Hrafnabjörg) Max 1.851 (Hrafnabjörg)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.374 Min 752 (Gröf) Max 1.745 (Gröf)	Ekki marktæk breyting (frá 2000)	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.028 Min 146 (Eystri Leirárgarðar) Max 1.694 (Vogatunga.)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	989 Min 573 (Hjalli) Max 1.551 (Grímsstaðir)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til hækkunar
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000-2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

Tafla 10.4: Meðal-, hæsti og lægsti styrkur flúors í kjálkabeinum lamba og fullorðins sláturfjár frá öllum bæjum

Vöktunarbærir	Aldursflokkur (meðalaldur)	Fjöldi dýra	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þ.e.)	Min-Max (µg F/g)
	Lömb			
Innri Hólmur	Lömb	4	364	(302-414)
Eystra Miðfell	Lömb	4	339	(302-379)
Gröf	Lömb	4	257	(233-282)
Vogatunga	Lömb	4	153	(131-183)
Grímsstaðir	Lömb	4	93	(84-112)
Hjalli	Lömb	4	90	(72-105)
Hóll	Lömb	4	84	(66-101)
Hrafnabjörg	Lömb	4	78	(56-120)
Skipanes	Lömb	4	77	(49-99)
Skorholt	Lömb	4	72	(50-118)
Kiðafell	Lömb	4	61	(44-77)
Eystri Leirárgarðar	Lömb	4	53	(47-59)
Skjaldfönn*	Lömb	4	83	(16-176)
Bjarnarhöfn*	Lömb	4	47	(37-59)
	Fullorðið fé			
Vogatunga	≥ 5,75 vetra	4	1.560	(1.467-1.694)
Innri Hólmur	5,75 vetra	4	1.499	(1.355-1.728)
Hrafnabjörg	≥ 4 vetra	4	1.410	(940-1.851)
Grímsstaðir	7,25 vetra	4	1.381	(1.284-1.551)
Eystra Miðfell	5,33 vetra	3	1.370	(1.022-1.551)
Gröf	≥ 2,5 vetra	2	1.248	(752-1.745)
Skipanes	5,5 vetra	4	999	(718-1.204)
Skorholt	7,25 vetra	4	965	(795-1.102)
Hóll	11,5 vetra	4	836	(683-992)
Kiðafell	7,5 vetra	4	797	(662-896)
Hjalli	6,75 vetra	4	788	(573-933)
Eystri Leirárgarðar	3,5 vetra	4	438	(146-940)
Skjaldfönn*	8,75 vetra	4	718	(605-816)
Bjarnarhöfn*	≥ 4 vetra	4	646	(616-694)

*Viðmiðunarsýni

Tafla 10.5: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi sauðfé og hrossum²⁵.

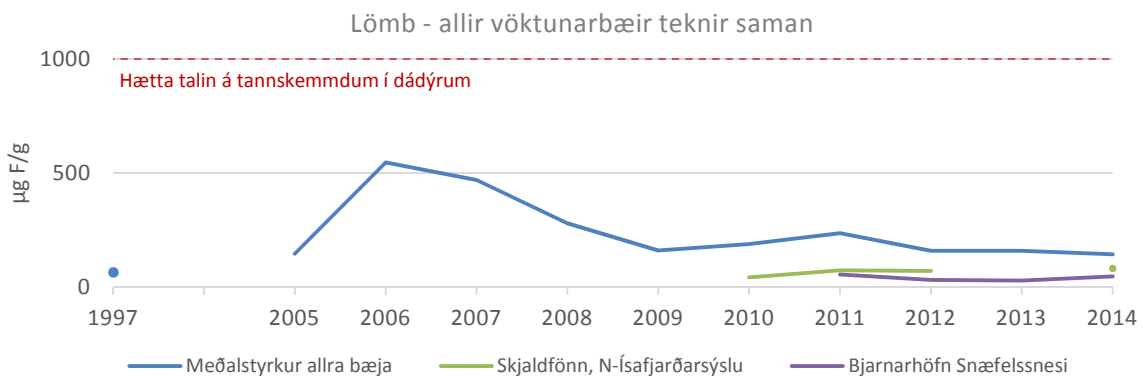
Vöktunarbærir	Tegund meðalaldur	Fjöldi dýra	Min-max gildi á mati á tönnum	Mat á liðum
	Fullorðið fé			
Grímsstaðir	4,8 vetra	12	0,25-0,67	0,00
Innri Hólmur	6,4 vetra	12	0,00-0,17	0,00
Hrafnabjörg	5,4 vetra	12	0,08-0,33	0,00
Eystra Miðfell	3,9 vetra	12	0,09-0,50	0,00
Vogatunga	6,1 vetra	12	0,00-0,10	0,00
Kiðafell	4,9 vetra	12	0,00-0,22	0,00
	Hross			
Skipanes	12 vetra	8	0,00-0,63	0,00
Ytri Hólmur	9 vetra	6	0,00-0,33	0,00
Litla Fellsöxl	12 vetra	6	0,00-0,00	0,00
Miðdalur	16 vetra	5	0,00-0,80	0,00
Kalastaðakot	10 vetra	7	0,00-0,57	0,00
Kiðafell	14 vetra	6	0,00-0,17	0,00

10.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

10.2.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilfellum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 $\mu\text{g F/g}$, töflur 10.3 og 10.4). Meðalstyrkur flúors var hæstur í kjálkabeinum lamba frá Innri Hólmi (364 $\mu\text{g F/g}$) og lægstur í kjálkabeinum lamba frá Eystri Leirargörðum (53 $\mu\text{g F/g}$).

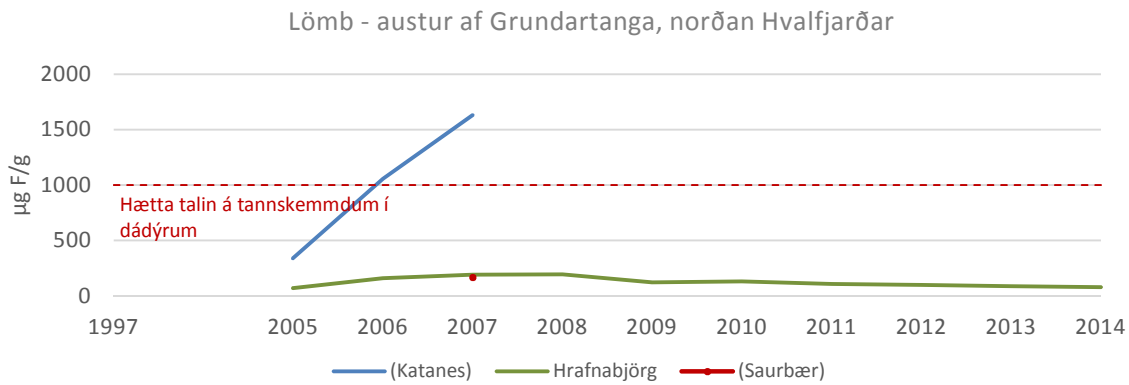
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 143 $\mu\text{g F/g}$ (mynd 10.2). Eins og á undanförunum árum hefur orðið marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarsvæðum miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007 (viðauki VII). Til viðmiðunar var styrkur flúors mældur í kjálkabeinum lamba frá Skjaldfönn í Norður Ísafjarðarsýslu, 83 $\mu\text{g F/g}$, og frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, 47 $\mu\text{g F/g}$. Meðalstyrkur flúors á Skjaldfönn var hærri en í lömbum frá 5 vöktunarbæjum en meðalstyrkur flúors var lægstur í lömbum frá Bjarnarhöfn. Vísað er til fyrir vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2004.



Mynd 10.2: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005- 2014, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

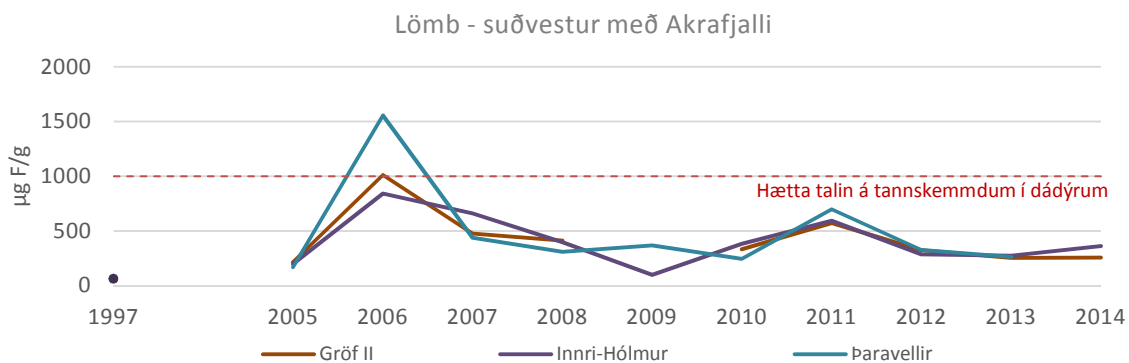
Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

Vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga verður fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu, miðað við ríkjandi vindáttir. Mynd 10.3 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum af þessu svæði, en á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en marktæk lækkun hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2014 miðað við árið 1999 sem og miðað við árið 2007 (viðauki VII).



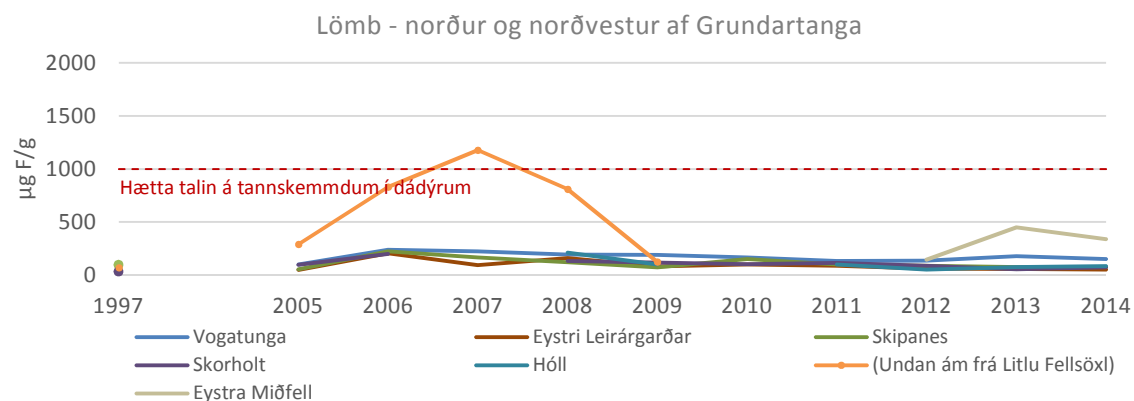
Mynd 10.3: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005-2014 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu. Katanes liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor

Miðað við ríkjandi vindáttir verður svæðið til suðvesturs með Akrafjalli fyrir áhrifum flúorlosunar frá álverinu. Mynd 10.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum af þessu svæði. Ekki bárust sýni frá Þaravöllum að þessu sinni. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði miðað við árið 1997, hins vegar er marktæk breyting á styrk flúors til lækkunar samanborið við árið 2007 (viðauki VII).



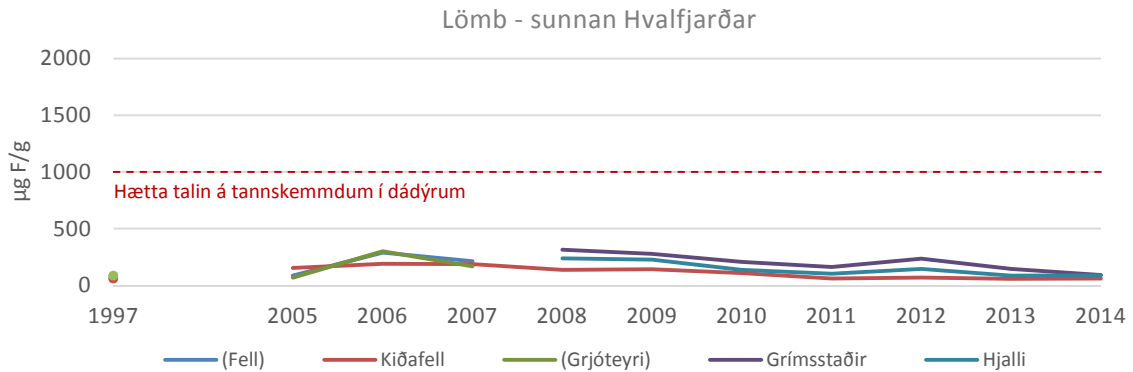
Mynd 10.4: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005-2014 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, má sjá á mynd 10.5. Ekki er marktæk breyting á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæðið miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki VII).



Mynd 10.5: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005-2014 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 10.6 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum staðsettum sunnan Hvalfjarða. Ekki hefur orðið marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum hjá lömbum miðað við árið 1997, hins vegar hefur orðið marktæk breyting til lækkunar samanborið við árið 2007 (viðauki VII).



Mynd 10.6: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005-2014 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar, og viðmiðunarsýni frá 1997

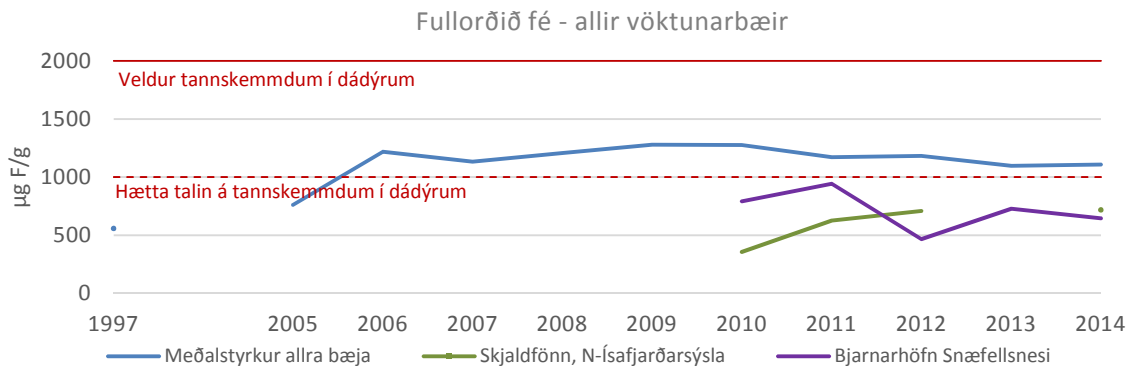
Meðalstyrkur flúors var marktækt hærri í kjálkabeinum lamba frá öllum bæjum norðan Hvalfjarðar miðað við meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar árið 2014 (viðauki VII).

10.2.2 Flúor í fullorðnu fé

Flúor safnast fyrir í beinum kinda yfir tíma og því er erfitt er að bera saman meðalstyrk flúors í fullorðnu fé á milli ára. Markmiðið var að mæla flúorstyrk í fé 6 vetra og eldra. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2014 var tæplega 6 vetra (yngst 2,5 vetra og elst 11,5 vetra).

Engin kjálkasýni mældust með flúor yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum í ungum dádýrum (2.000 µg F/g). Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá sex bæjum (Gröf, Innri Hólmur, Eystra Miðfell, Vogatunga, Hrafnabjörg og Grímsstaðir), sem er sá styrkur sem hætta er talin á að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var um 5 vetur.

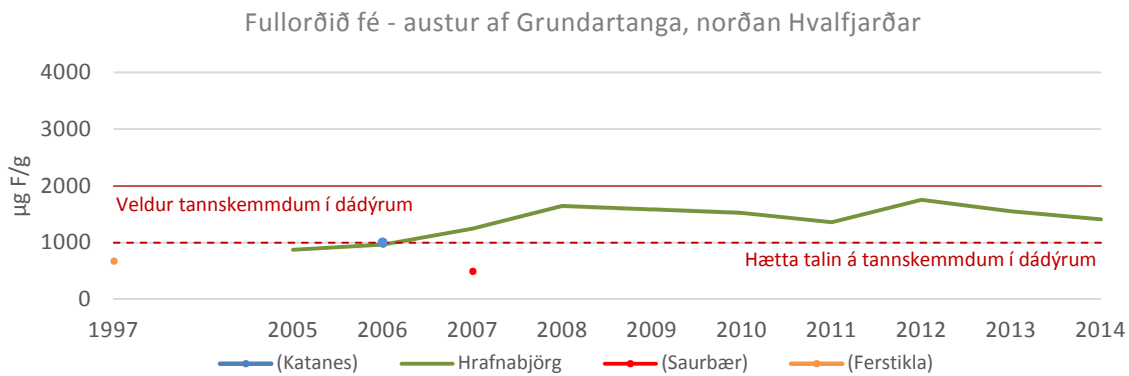
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 1.108 µg F/g (mynd 10.7). Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2004. Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Vogatungu (1.560 µg F/g) og lægstur í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgörðum (438 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé 718 µg F/g frá Skjaldfönn (8-10 vetra gömul dýr) og 646 µg F/g frá Bjarnarhöfn (≥ 4 vetra gömul dýr), sem er hærri meðalstyrkur en mældist á einum vöktunarbæ þ.e. frá Eystri Leirárgörðum. Sláturféð frá Eystri Leirárgörðum var aðeins yngra en á viðmiðunarstöðum. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum samanborið við árið 1997, hins vegar er ekki marktæk breyting samanborið við árið 2007.



Mynd 10.7: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2005 - 2014, allir vöktunarbæir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

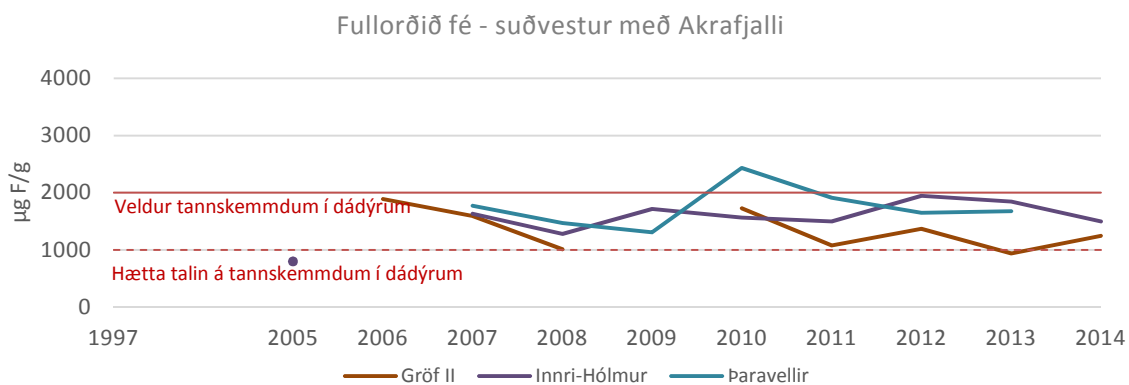
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Mynd 10.8 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu austur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2014 miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki VII).



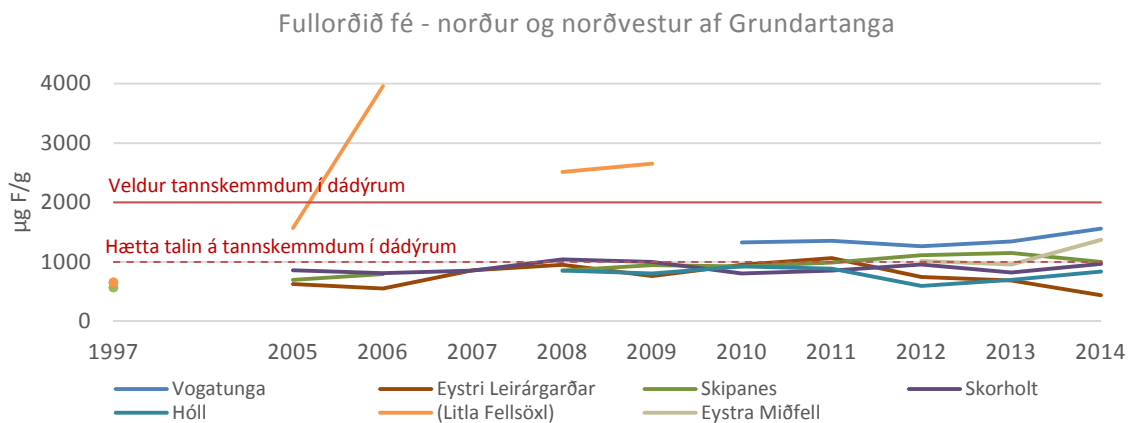
Mynd 10.8: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2005 - 2014 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 10.9 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár á svæðinu suðvestur með Akrafjalli árið 2014 miðað við árin 2000 og 2007 (viðauki VII).



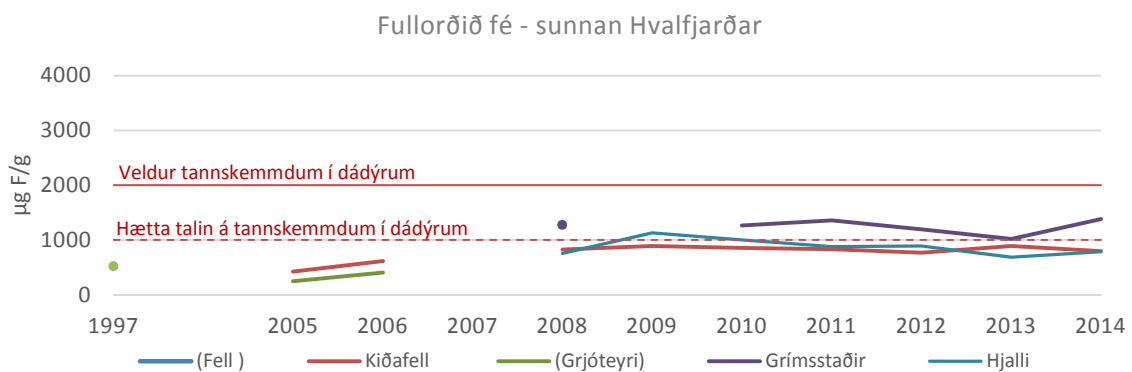
Mynd 10.9: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2005 - 2014 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu

Meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, má sjá á mynd 10.10. Marktæk breyting til hækkunar er á styrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2014 samanborið við árið 1997 en ekki er marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar miðað við árið 2007 (viðauki VII).



Mynd 10.10: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2005 - 2014 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Mynd 10.11 sýnir meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árin 1997 og 2007 (viðauki VII).



Mynd 10.11: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2005 - 2015 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar, og viðmiðunarsýni frá 1997

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum norðan Hvalfjarðar hefur verið hærri en meðalstyrkur flúors frá vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar frá upphafi vöktunar árin 1997 – 2014. Ekki er alltaf um marktækan mun að ræða (viðauki VII).

10.2.3 *Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé*

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé með tilliti til sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðið fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir áður en hausarnir fóru í flúormælingu. Dýralæknir tók síðan mið af mæligildum flúors við túlkun skoðunar²⁴. Yfirlit frá skoðun dýralæknis má sjá í viðauka VII.

Við skoðun kom í ljós að nokkuð var um slit á tönnum og tannlos hjá fullorðnu fé. Einnig sást beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu og í einstaka tilvikum þykkun í kjálkabeini (bein- og beinmergsbólga eða tannkýli). Léleg tannheilsa var algengari í eldra fé, en var þó breytileg milli bæja.

Um 55% af fullorðnu fé var með allar framtennur en hinar kindurnar höfðu misst eina eða fleiri framtennur. Rúmlega 6% fjárins 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 magns flúors í kjálkabeinum. Að auki voru ekki sýnilegar skemmdir í glerungi framtanna sem bentu til flúoreitrunar²⁴.

10.2.4 *Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum*

Niðurstöður skoðana dýralæknis á tönnum og liðamótum framfóta lifandi grasbíta (sauðfé og hross) gefa til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðamóta var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt.

Yfirlit yfir niðurstöður dýralæknis má sjá í töflu 10.5 og í viðauka VII. Almennt er matið á tönnum og liðum mjög lágt bæði hjá sauðfé og hrossum. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á framtönnum var í sauðfé frá Grímsstöðum 0,54 (meðalaldur dýra 4,8 vetra) og lægst í sauðfé frá Vogatungu 0,01 (meðalaldur dýra um 6,1 vetra, en nokkur óvissa var með aldur eldra fjár). Mat á ástandi jaxla í sauðfé var með hæsta gildi á Kiðafelli 0,33 og lægst á Innri Hólmi 0,04.

Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Skipanesi, 0,40 (meðalaldur hrossa 12 vetur) og lægst í hrossum frá Litlu Fellsöxl, 0,0 (meðalaldur hrossa 12 vetur). Nokkur breytileiki var á litahætti tanna milli ára bæði inna býla og milli bæja.

Heimildaskrá

- Dr. Helga Dögg Flosadóttir (2015) Umhverfivöktun í Hvalfirði. *Ferksvatnsmælingar 2014*. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Elkem Ísland ehf. (2014) Grænt bókhald 2013. Sótt 30. mars 2015: http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2013/GB_2013_elkem.pdf
- Foulkes R.G. og Anderson A.C. (1994) Impact of Artificial Fluoridation on Salmon Species in the Northwest USA and British Columbia, Canada. *Fluoride* Vol. 27 No. 4 220 – 226.
- Friðrik Pálmason og Skye (1999) An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminum smelter on vegetation in Reyðarfjörður. A report to invest in Iceland-Energy marketing, RALA-012/UM-006
- Grétar Hrafn Harðarson (2015) Þátttaka Lbh í umhverfivöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012 - 2021. Skýrsla fyrir árið 2014. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Hermann Þórðarson (2015) Umhverfivöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Janúar – desember 2014. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Horntvedt og Øyen (1994) Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk. Kafli 6 í *Norsk aluminiumsindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primaæraluminiumverk i Norge. Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat (AMS) Oslo.*
- Hörður Kristinsson (2000) Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 1999. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00006.
- Hörður Kristinsson (2004) Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 2003. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-04004.
- Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson (1999) Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð frá 1976 til 1997. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-99001.
- Liteplo, R., Gomes, R., Hower, P., Malcolm, H. (2002) Fluorides. *Environmental Health Criteria* 227. World Health Organization.
- National Research Council (1974) *Effects of Fluorides in Animals*. National Academy of Science, National Academies Press, bls. 22-26.
- Norðurál Grundartanga ehf. (2014) Grænt bókhald 2013. Sótt 30. mars 2015: http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2013/GB_2013_nordural_grundartanga.pdf
- Ongstad, Stoll og Aasland (1994) *The Norwegian aluminium industry and the local environment. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report.*
- Ólöf G. Sigurðardóttir (2015) Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Tilraunastöð Háskóla Íslands, Keldum.
- Páll A. Pálsson (1995) Flúormengun og álver, flúormagn í dýrabeinum í grennd við álverið í Straumsvík árin 1967-1991. *Búnaðarrit* (108), bls 245-257.
- Skipulagsstjóri ríkisins (1996) Mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 63/1993. Álver á Grundartanga. Bygging álvers, lagning háspennulínu og stækkun Grundartangahafnar. Niðurstöður frumathugunar og úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins. Sótt 10. mars 2011: [http://www.skipulagsstofnun.is/focal/webguard.nsf/key2/sasn6l6kmf.html/\\$File/MAT151.PDF](http://www.skipulagsstofnun.is/focal/webguard.nsf/key2/sasn6l6kmf.html/$File/MAT151.PDF)

Starri Heiðmarsson (2012) Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2006-2011. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-12003.

Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson (2007) Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 1997-2006. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07002.

Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir (2015) Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011-2014. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-15001

Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012-2021. Sótt í mars 2014:
<http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Maelingar/alver/Grundartangi%20V%C3%B6ktunar%C3%A1%C3%A6tlun%202012-2021.pdf>

Veðurstofa Íslands (2015) Brennisteinsmengun. Mælingar í tugi ára. Sótt í apríl 2015:
<http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn/>

Vikøren, Turid og Stuve, Gudbrand (1996) Fluoride exposure in cervids inhabiting areas adjacent to aluminum smelters in Norway. II. Fluorosis. *Journal of Wildlife Diseases* 32(2), bls. 181-189.

Weinstein L.H og Davison A.W (2004) Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Viðauki I: Eldri ársskýrslur umhverfisvöktunar

Sameiginleg umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga hefur farið fram frá árinu 1999. Áður útkomnar ársskýrslur umhverfisvöktunar eru eftirfarandi og hafa að geyma upplýsingar um niðurstöður vöktunarinnar frá upphafi hennar:

1. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
2. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
3. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
4. Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
5. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
6. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
7. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
8. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
9. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
10. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
11. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
12. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

Viðauki II: Loftgæði

Í október, sem fellur innan vöktunartímabilsins, var ráðandi norðan- og norðaustanátt og má rekja hækkun í mældum SO₂ styrks í þeim mánuði til eldgossins í Holuhrauni. Þegar október er fjarlægður úr meðaltali mælinga vöktunartímabilsins (apríl – október) fæst niðurstaða sem er betur samanburðarhæf við fyrri ár⁵. Í töflu II.1 má sjá meðalstyrk SO₂ og heildarbrennisteins í andrúmslofti fyrir tvö tímabil, þ.e. apríl – september 2014 vegna áhrifa frá eldgosi í Holuhrauni og frá apríl – október 2014. Að sama skapi má sjá í töflu II.2 meðalstyrk brennisteins og meðal sýrustig í úrkomu yfir sömu tímabil.

Tafla II.1: Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti og heildarbrennisteinn á vöktunartímabilinu frá apríl – október og yfir tímabilið apríl – september árið 2014 vegna áhrifa frá eldgosi í Holuhrauni

	Meðalstyrkur SO ₂ í andrúmslofti (µg SO ₂ /m ³)		Meðalstyrkur heildarbrennisteins (µg SO ₂ /m ³)
	Rauntímamæling	Sýnum safnað á síur	Sýnum safnað á síur
Kríuvarða			
apríl - september	7,4 ± 4,6	7,2 ± 3,5	7,8 ± 3,6
apríl – október*	15,2 ± 21,0	10,3 ± 9,0	11,0 ± 9,2
Stekkjarás			
apríl - september	2,2 ± 1,2	4,5 ± 1,5	5,0 ± 1,5
apríl – október*	**	7,3 ± 7,6	7,8 ± 7,6
Gröf II			
apríl - september	2,9 ± 1,3	2,5 ± 1,2	3,4 ± 1,2
apríl – október*	12,9 ± 26,5	5,4 ± 7,8	6,3 ± 7,9

* Áhrifa gætt frá eldgosi í Holuhrauni

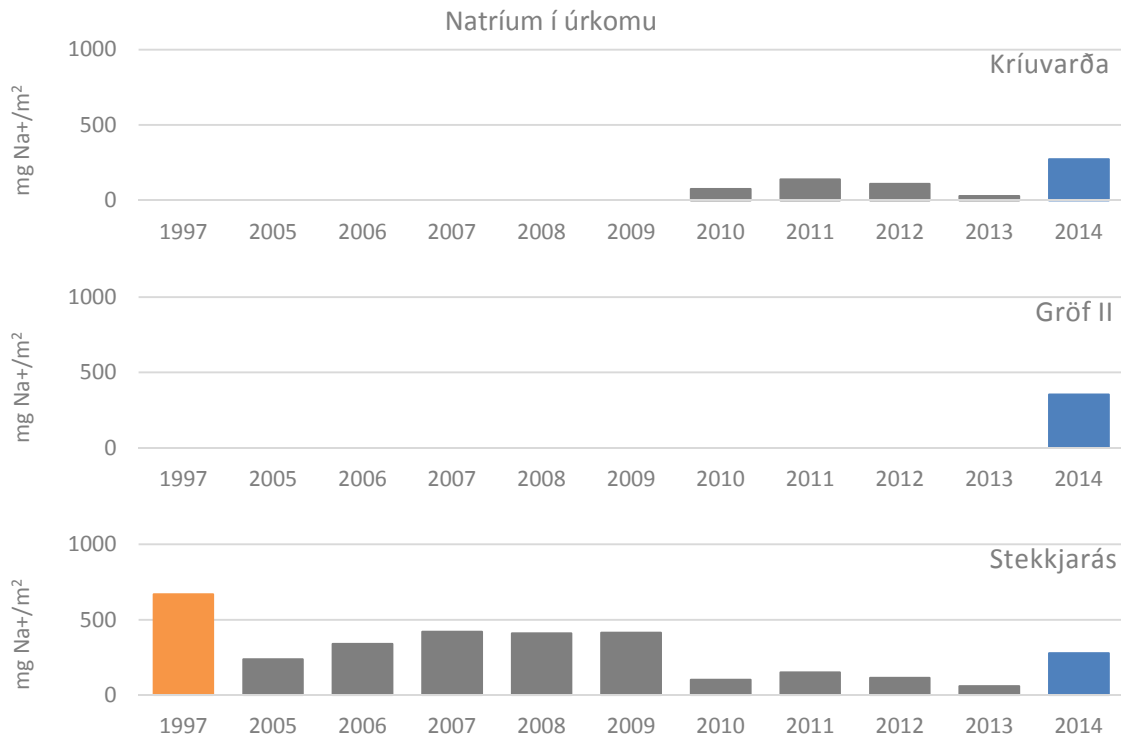
** Mælirinn var lánaður til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni og ná mælingar því eingöngu fram til 19. september á Stekkjarási.

Tafla II.2: Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu og meðal sýrustig (pH) úrkomu á vöktunartímabilinu frá apríl – október og yfir tímabilið apríl – september árið 2014 vegna áhrifa frá eldgosi í Holuhrauni

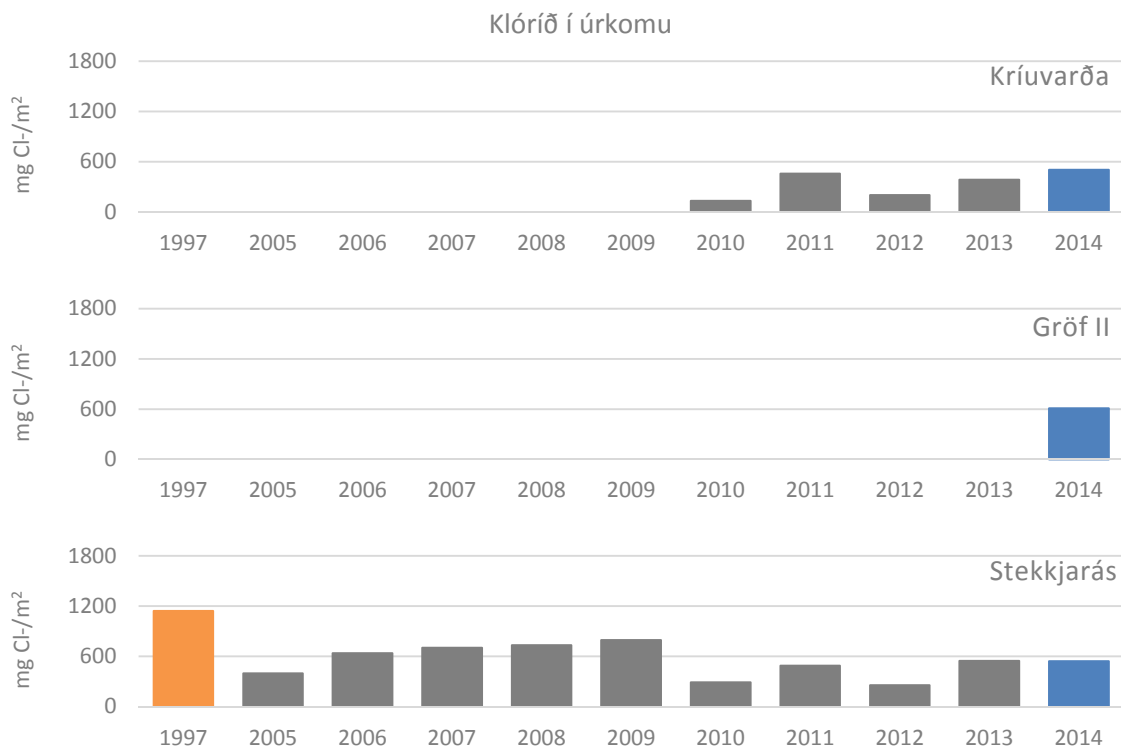
	Meðalstyrkur S í úrkomu	Meðal sýrustig (pH) í úrkomu
Kríuvarða		
<i>apríl - september</i>	111,4 ± 60,6	4,4 ± 0,4
<i>apríl – október*</i>	171,5 ± 157,0	4,2 ± 0,5
Stekkjarás		
<i>apríl - september</i>	154,5 ± 68,0	5,3 ± 1,0
<i>apríl – október*</i>	230,1 ± 194,9	5,0 ± 1,2
Gröf II		
<i>apríl - september</i>	77,0 ± 57,1	5,5 ± 0,9
<i>apríl – október*</i>	150,3 ± 186,6	5,2 ± 1,1

* Áhrifa gætt frá eldgosi í Holuhrauni

Meðalstyrkur natríums og klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu 2010 – 2014, á Stekkjarási 1997 og 2005 – 2014 og á Gröf II árið 2014 er birtur hér að neðan. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2004.



Mynd II. 1: Meðalstyrkur natríums í úrkomu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási



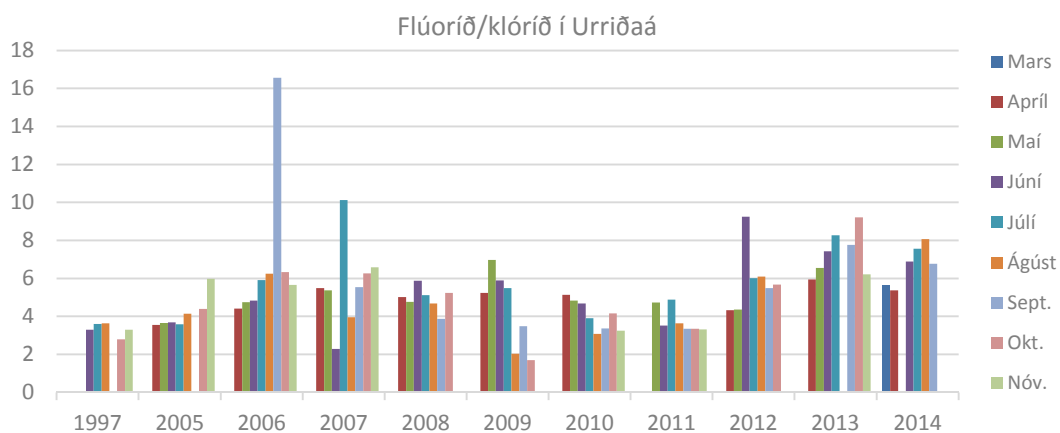
Mynd II. 2: Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási

Viðauki III: Ferskvatn

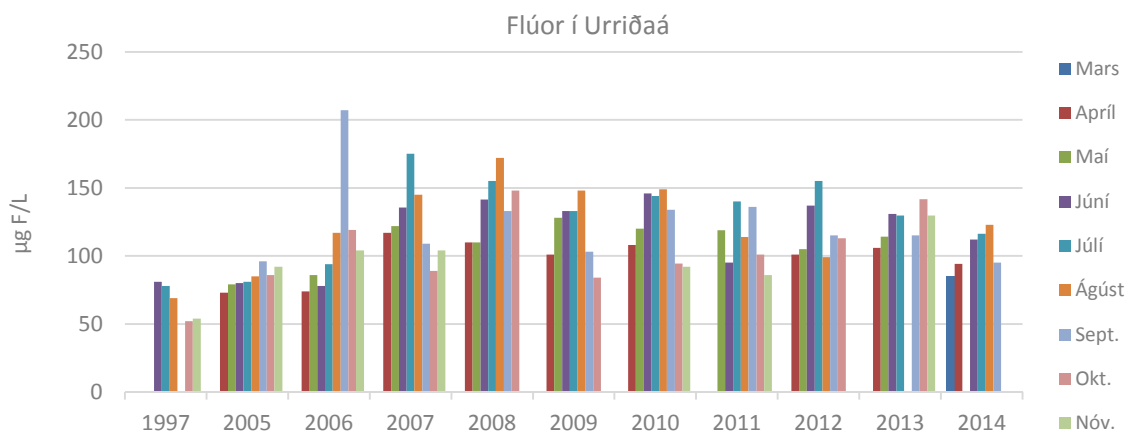
Áhrifa frá sjó getur gætt í mælingum á magni flúors og súlfats í vöktunaránum. Það byggir á því að klóríð, súlfat og flúor berst í grunnrennsli áa nálægt sjó. Styrkur klóríðs er mældur til þess að meta þessi áhrif og hlutfall flúors og klóríðs auk hlutfalls súlfats og klóríðs reiknuð. Í viðauka III.I má sjá niðurstöður vegna flúormælinga fyrir árin 1997 og 2005-2014, í viðauka III.II má sjá niðurstöður súlfatmælinga fyrir árin 1997 og 2005-2014 og í viðauka III.III eru tölfræðiniðurstöður fyrir ferskvatn. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2004.

III.I: Flúor og flúor/klóríð hlutfall í Urriðaá

Á myndum III.1 og III.2 má sjá að mestu áhrifa frá sjó árið 2014 gætti í apríl í Urriðaá, en minnst í ágúst.



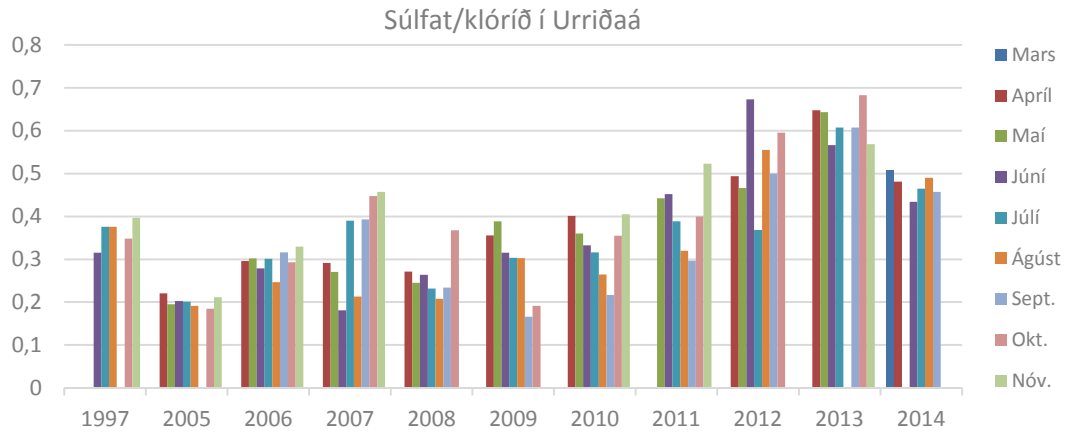
Mynd III. 1: Hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



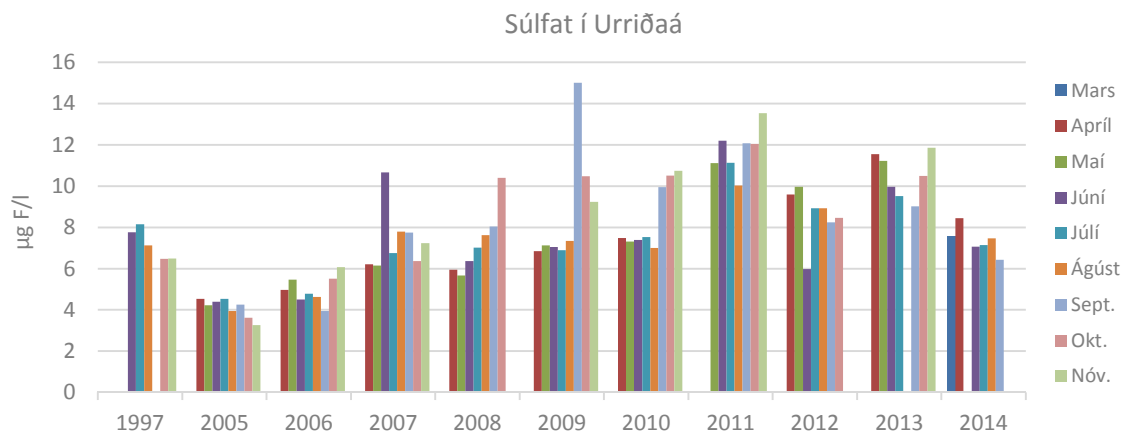
Mynd III. 2: Meðalstyrkur flúors í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

III.II: Súlfat og súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá

Á myndum III.3 og III.4 má sjá að mestu áhrifa frá sjó í Urriðaá gætti í júní, en minnst í lok mars árið 2014.



Mynd III. 3: hlutfall súlfats/klóríðs í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

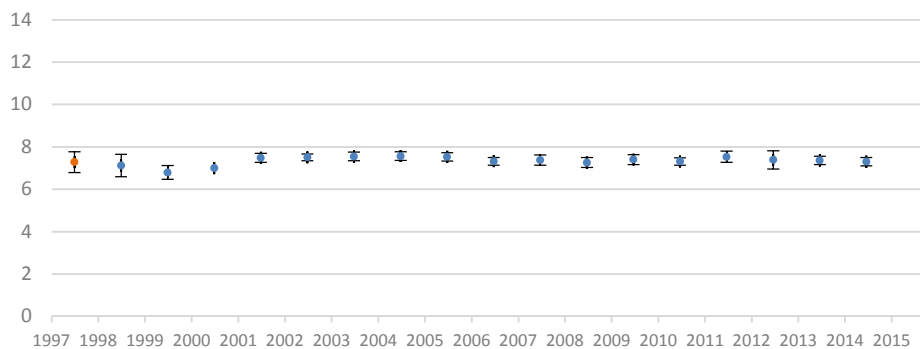


Mynd III. 4: Meðalstyrkur súlfats í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

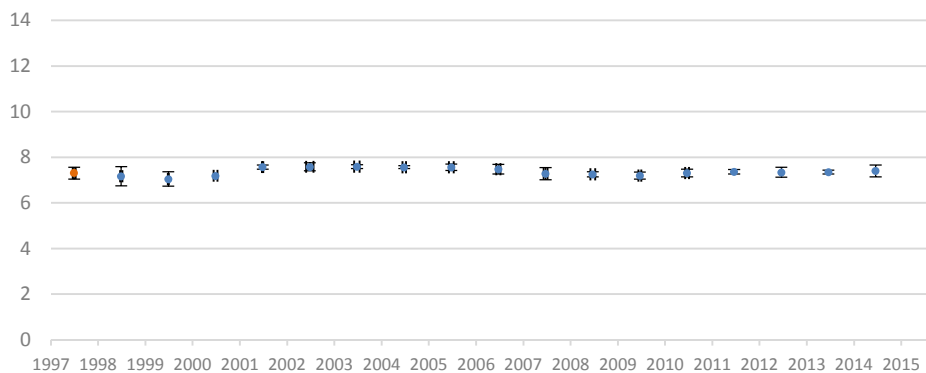
III.III: Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

Umhverfsvöktun fyrir ferskvatn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2014 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk.

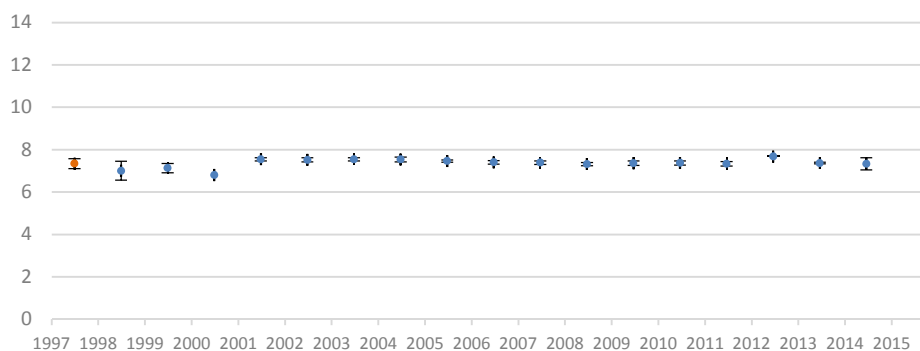
Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir ferskvatn árin 1997 – 2014 eru birt hér að neðan. Myndir III.5 – III.7 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2014.



Mynd III. 5: Meðaltal sýrustigs í Kalmansá mælt 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum

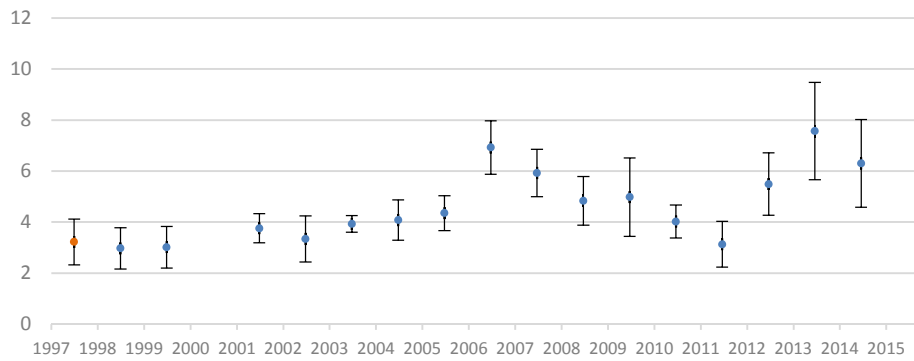


Mynd III. 6: Meðaltal sýrustigs í Urriðaá mælt 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum

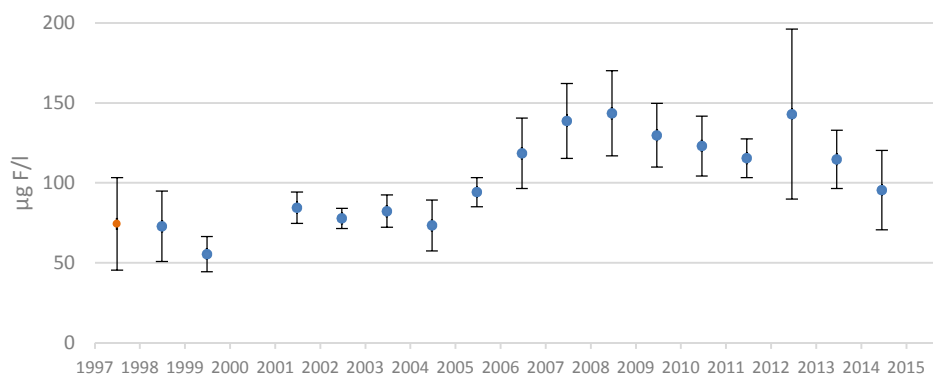


Mynd III. 7: Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá mælt 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum

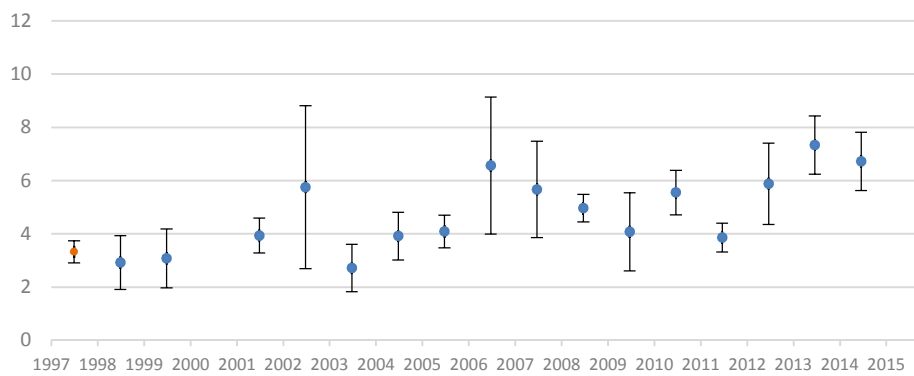
Á myndum III.8 – III.13 eru niðurstöður vegna tölfraeðigreiningar á flúor/klóríð-hlutfalli og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



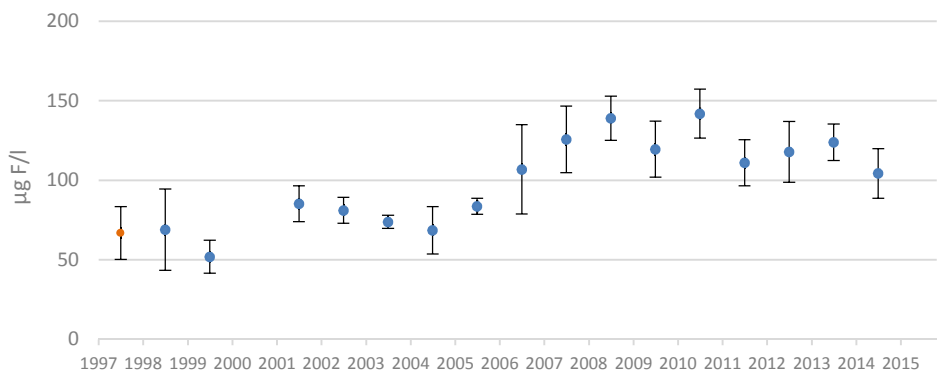
Mynd III. 8: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



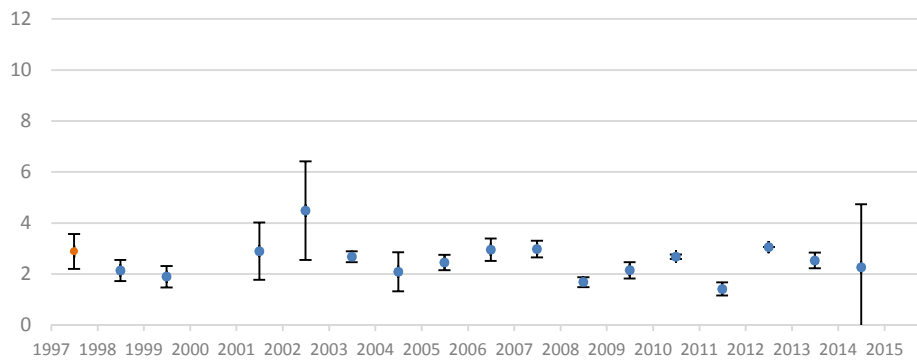
Mynd III. 9: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



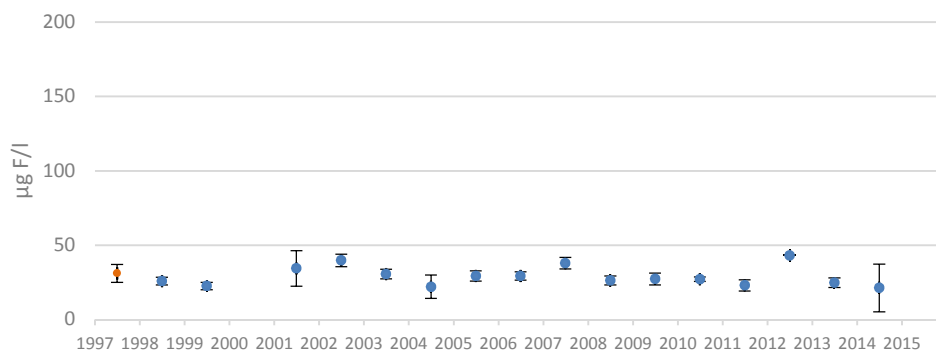
Mynd III. 10: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum



Mynd III. 11: Meðalstyrkur flúors í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum



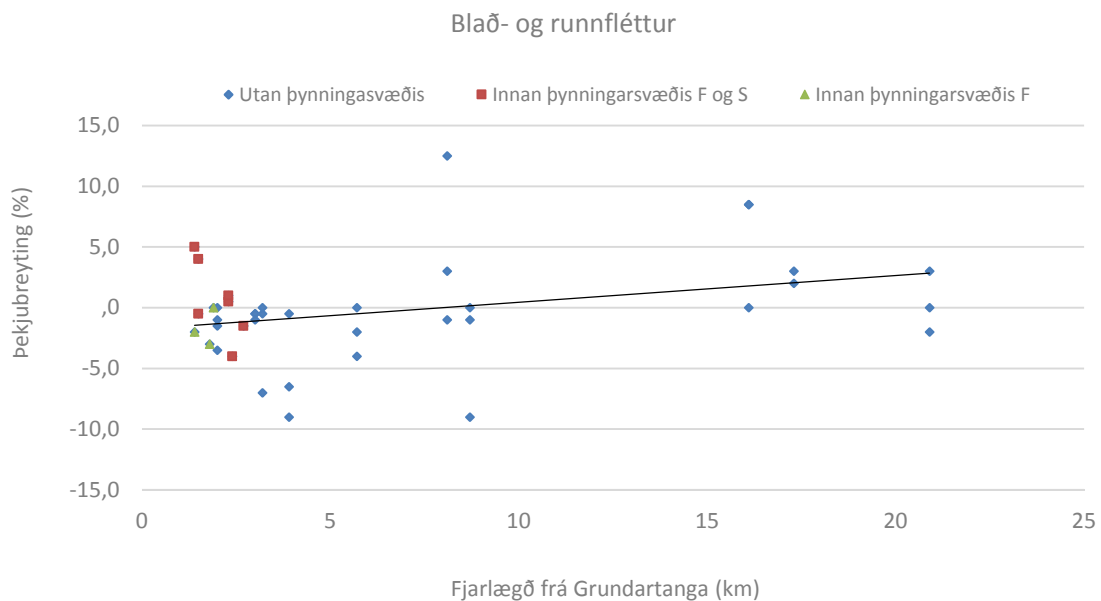
Mynd III. 12: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum



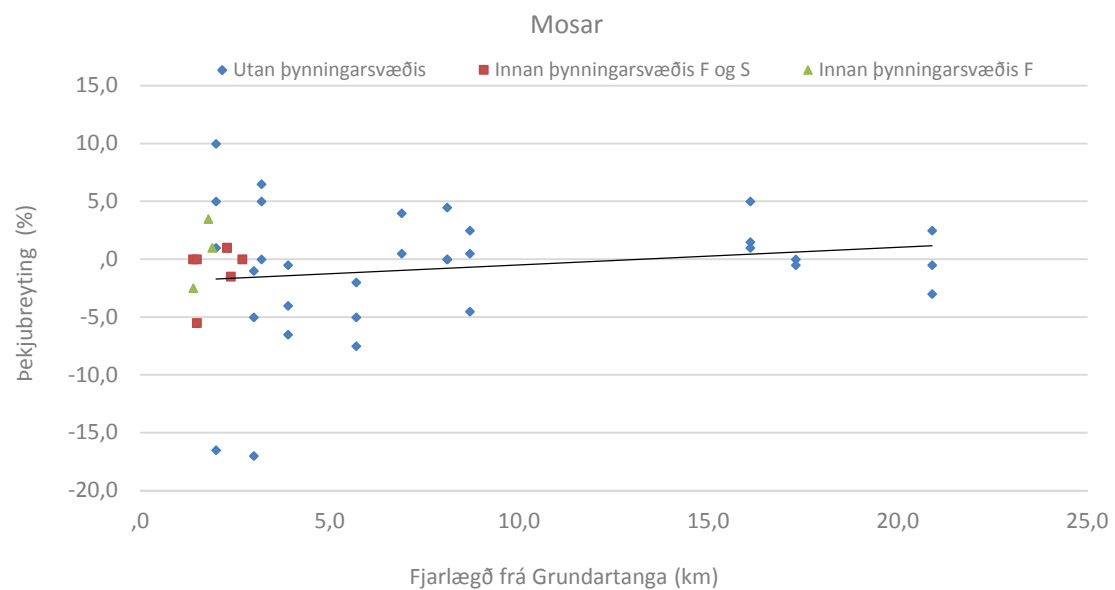
Mynd III. 13: Meðalstyrkur flúors í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum

Viðauki IV: Klappareitir

Út frá ljósmyndum af 60 klappareitum var metið hvort breytingar hafi orðið á þekju mosa eða fléttna milli ára 2011 og 2014 (Myndir IV.1 og IV.2). 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. p



Mynd IV. 1: Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga blað- og runnfléttna 2011-2014



Mynd IV. 2: Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga mosa 2011-2014

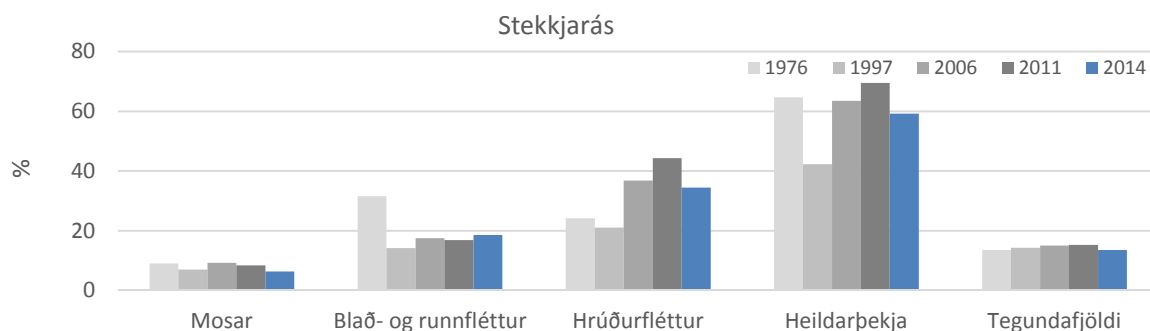
Myndir IV.3 – IV.6 sýna meðalþekjumat á mosa, blað- og runnfléttum, hrúðurfléttum auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum, nær iðnaðarsvæðinu en 3,5 km, innan þynningarsvæða flúors og brennisteins, sem metnir voru árið 2014.

Mynd IV.7- IV.17 sýnir meðalþekjumat á mosa, blað- og runnfléttum, hrúðurfléttum auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum utan þynningarsvæða, sem metnir voru árið 2014.

IV.1: Gróðurbreytingar innan þynningarsvæða iðnaðarsvæðisins

Stekkjars

Stekkjars er um einn kílómetra frá iðnaðarsvæðinu í VSV. Þar eru sjö reitir, nr. 1–4 og 33–35 en 2014 voru reitir nr. 1, 2 og 4 ekki metnir. Niðurstöður þekjumatsins eru dregnar saman á mynd IV.3

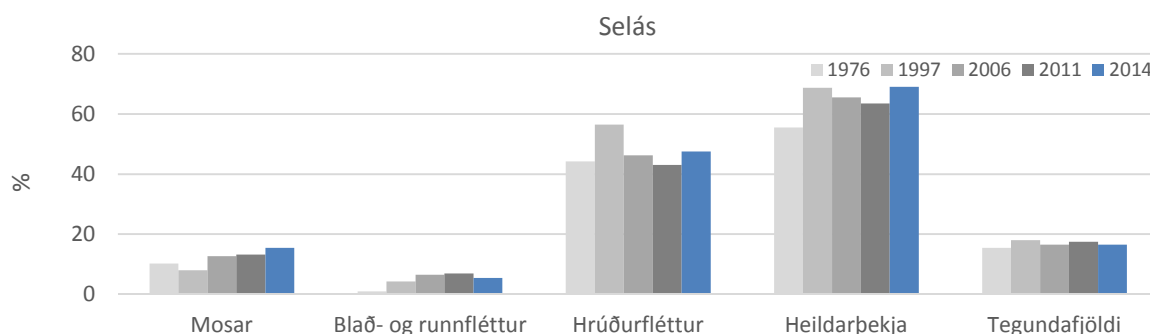


Mynd IV. 3: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 3 og 33-35

Heildarþekjan minnkaði allnokkuð frá 2011 til 2014 sem skýrist einkum af minnkandi meðalþekju hrúðurfléttna. Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) og snepaskóf hurfu nær alveg milli 1992 og 1997.

Selás

Fjórir reitir, 8–11, eru staðsettir á Selási, tæplega 2 km frá Grundartanga. Reitirnir eru staðsettir innan þynningarsvæðis vegna flúors. Niðurstöður þekjumats Selásreitanna eru dregnar saman á mynd IV. 4.

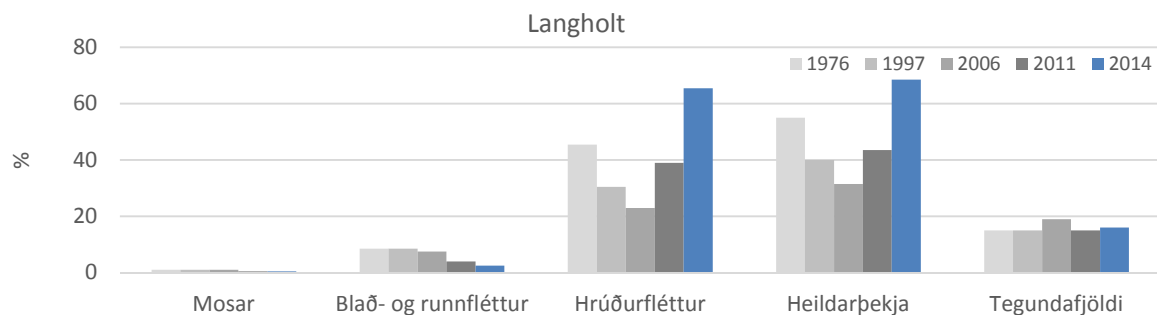


Mynd IV. 4: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 8 og 9

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).

Langholt

Þrír reitir, 27–29, eru staðsettir við Langholt tæplega 3 km suðvestur af Grundartanga, innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð. Árið 2014 var reitur nr. 27 sá eini sem var metinn. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á mynd IV.5.

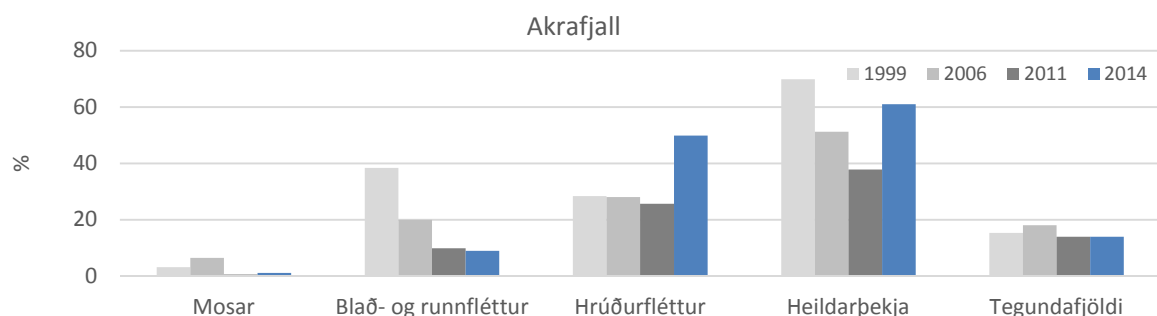


Mynd IV. 5: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reit 27

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

Akrafjall

Árið 1999 voru lagðir út 10 reitir í norðanverðu Akrafjalli og liggja þeir 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 þrír þeirra voru metnir 2014, þ.e. nr. 56, 57 og 60. Samandregnar niðurstöður eru sýndar á mynd IV.6.



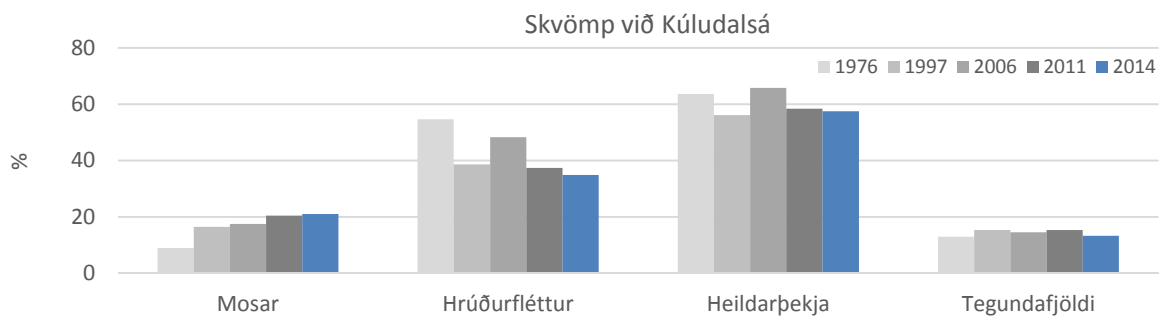
Mynd IV. 6: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 56, 57 og 60

Það dregur úr þekjuminnkun blað- og runnfléttna sem hefur verið áberandi allt frá því að reitirnir voru settir upp árið 1999. Þekja hróðurfléttna eykst hins vegar umtalsvert og skýrir aukningu í meðalheildarþekju.

IV.II: Gróðurbreytingar vestsuðvestur af Grundartanga

Skvömp við Kúludalsá

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 mynd IV.7.



Mynd IV. 7: Meðalþekja mosa, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal tegundafjölda í reitum 24-26

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.

Ofan við Gröf

Ofan við Gröf voru þrír reitir, 72–74, lagðir út og metnir í fyrsta skipti 2014. Reitirnir eru framan í og ofan á klettabelti sem er u.þ.b. 100 metra fyrir ofan þjóðveginn. Þekjumat einstakra tegunda má sjá í töflu.1 í viðauka í skýrslu NÍ¹⁰.

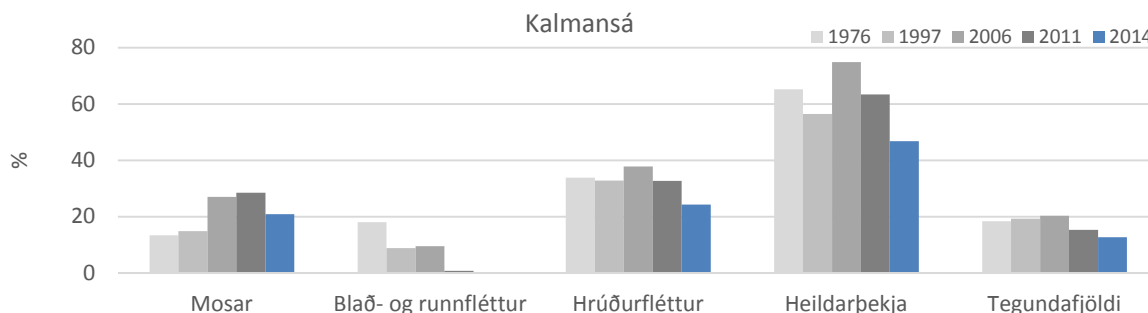
Neðristallar

Fyrir ofan námu við Hólabrú er klettabelti og skriðurunnar hlíðar Akrafjalls. Árið 2014 voru þar lagðir út þrír reitir, 75–77, sem allir eru á lóðréttum klettum. Klettarnir eru nokkuð dæmigerðir fyrir suðurhlíð Akrafjalls, skornir af gilskorningum og víða með seytlum. Þekjumat einstakra tegunda má sjá í töflu.1 í viðauka í skýrslu NÍ¹⁰.

IV.III: Gróðurbreytingar austnorðaustur af Grundartanga

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 mynd IV.8.



Mynd IV. 8: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda 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 árána 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.

Kalastaðakot

Á lágu holti í grennd við Kalastaðakot standa ávalar klappir upp úr landinu. Á þeim og á nálægum stórum steinum voru þrjú reitir, 63–65, lagðir út 2014. Þekjumat einstakra tegunda má sjá í töflu.1 í viðauka í skýrslu NÍ Error! Bookmark not defined.

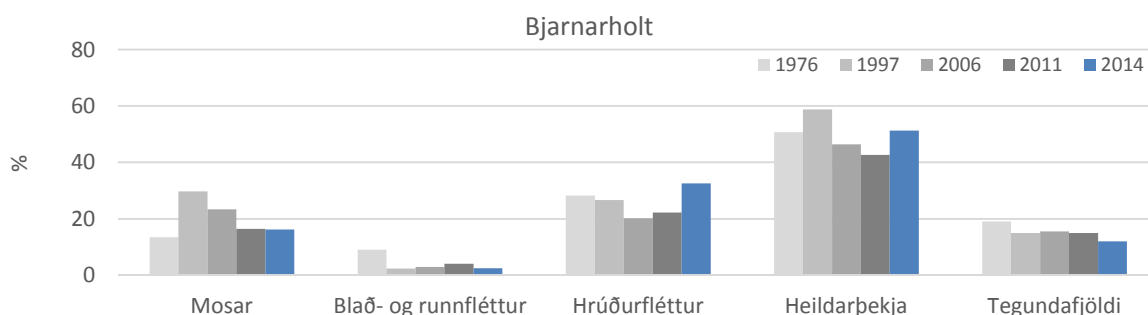
Miðfells múli

Á Miðfells múla ofan Kalastaðakots voru lagðir þrjú reitir, 66–68, árið 2014. Reitirnir eru framan í klettabeltum. Þekjumat einstakra tegunda má sjá í töflu.1 í viðauka í skýrslu NÍ Error! Bookmark not defined.

IV.IV: Gróðurbreytingar < 10 km frá iðnaðarsvæðinu

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 mynd IV.9.

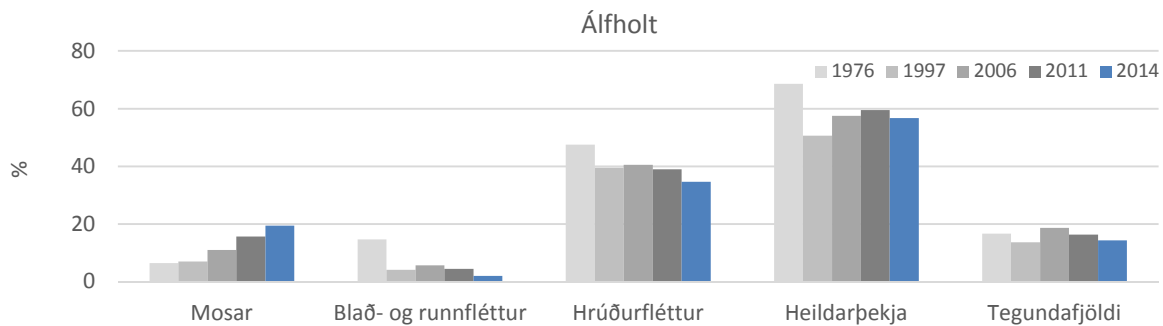


Mynd IV. 9: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 12–15

Á tímabilinu 2011–2014 jókst meðalheildarþekja vegna þekjuaukningar hrúðurfléttna. Í reit 12 minnkaði þekja blað- og runnfléttna á meðan þekja mosa jókst umtalsvert.

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 mynd IV.10.

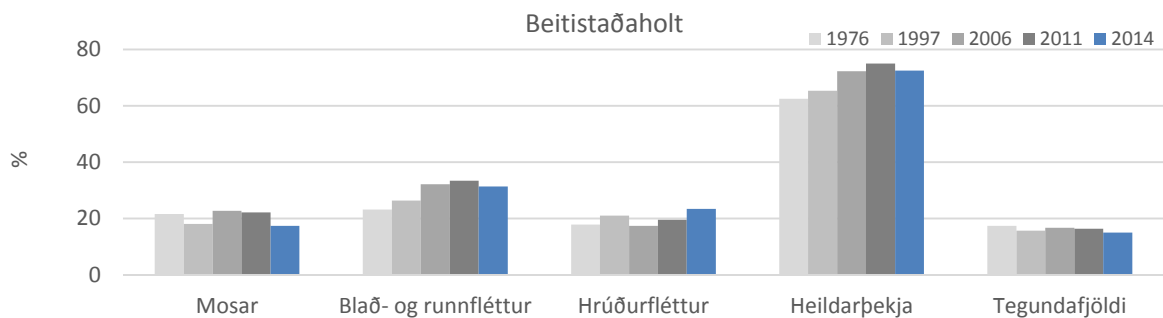


Mynd IV. 10: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 30–32

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%. Árið 2006 fannst síðan engin snepaskóf í reitnum og hefur ekki fundist þar síðan.

Beitistaðaholt

Á Beitistaðaholti eru þrír reitir, 39–41, í tæplega 6 km fjarlægð norðvestur frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á mynd IV.11.

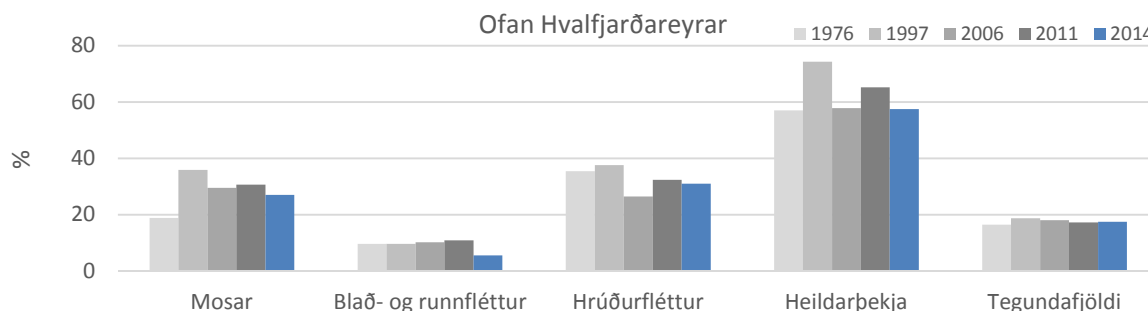


Mynd IV. 11 Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 39–41

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

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 mynd IV.12.

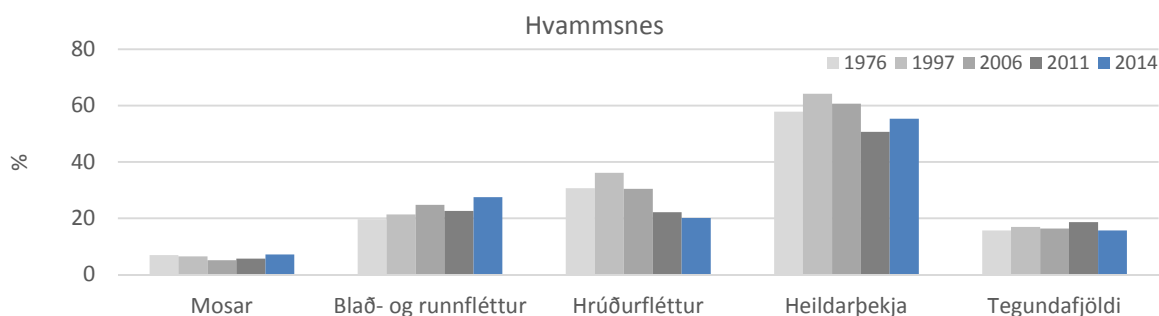


Mynd IV. 12: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52

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

Hvammsnes

Þrír reitir, 48–50, eru utan við Hvammsnes. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á mynd IV.13.

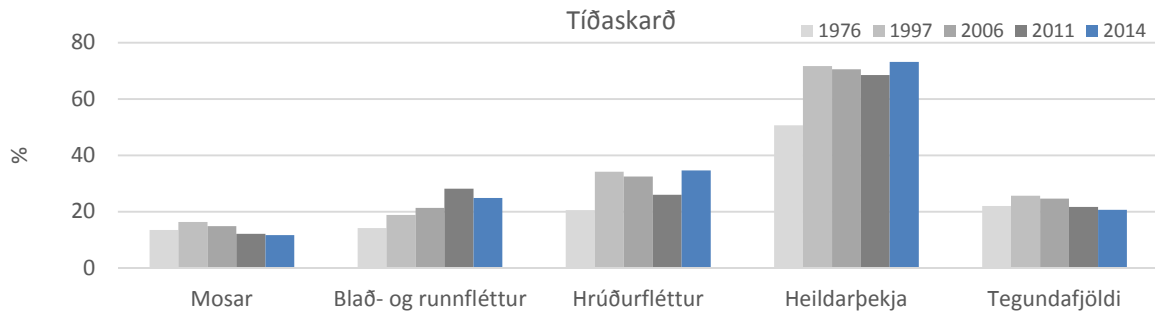


Mynd IV. 13: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 48–50

Hér hefur þekja hróðurfléttna haldið áfram að dragast saman á meðan meðalþekja mosa og blað- og runnfléttna hefur aukist síðan 2011. Stór hluti myndarlegrar snepaskófar féll af klettinum á milli árunna 1982 og 1992 á reit 48.

Tíðaskarð

Þrír reitir, 16–18, eru staðsettir við Tíðaskarð tæplega 9 km suður frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á mynd IV.14.



Mynd IV. 14: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 16–18

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

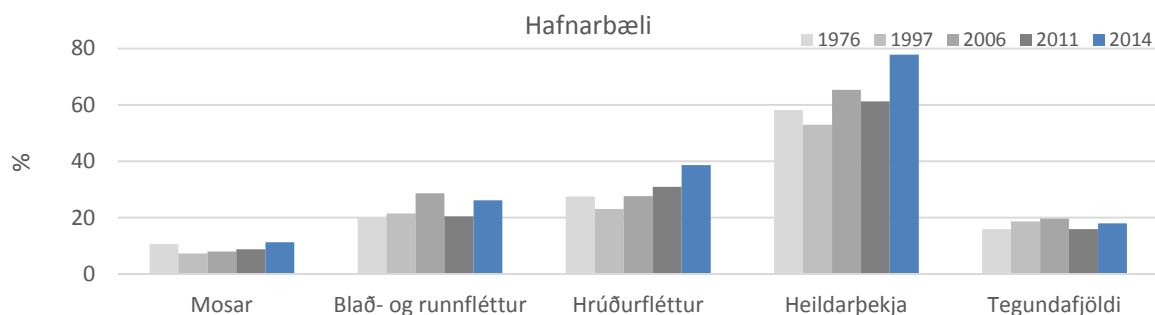
Gimbrapallar

Norðanvert í Akrafjalli voru árið 2014 metnir þrír nýir reitir í klettabeltum á svokölluðum Gimbrapöllum sem eru ofan Bóltsmýra. Reitir 69–71 eru í tæplega 5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu en tegundalistar eru í 1. töflu í viðauka skýrslu NI^{Error! Bookmark not defined.}.

IV.V: Gróðurbreytingar > 10 km frá iðnaðarsvæðinu

Hafnarbæli

Þrír reitir, 42–44, voru settir við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli u.þ.b. 16 km norðnorð-vestur af Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á mynd IV.15.

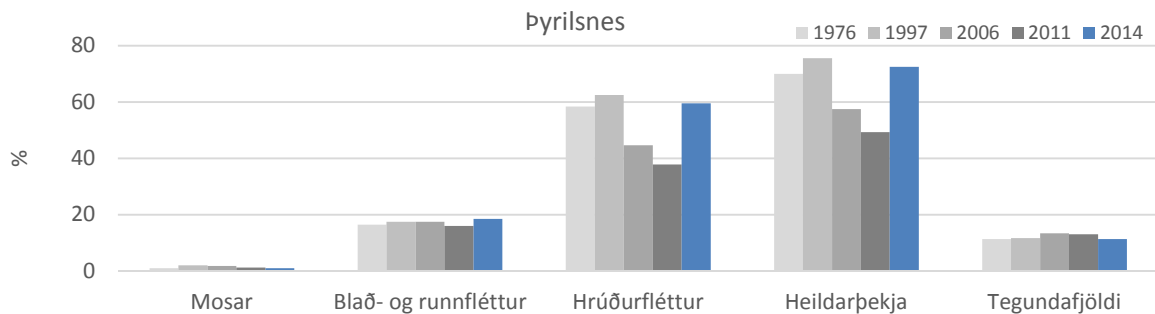


Mynd IV. 15: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 42–44

Hér jókst heildarþekjan umtalsvert milli árana 2011 og 2014.

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 mynd IV.16.

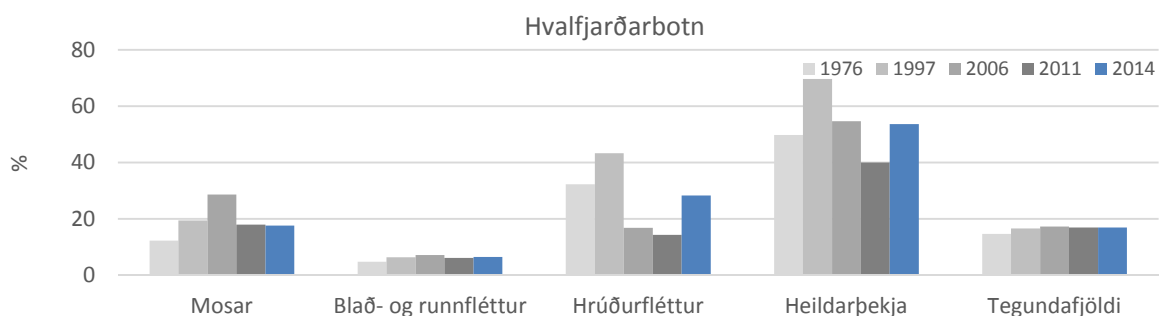


Mynd IV. 16: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 45–47

Hér hafði þekja hróðurfléttna 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.

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 mynd IV.17.

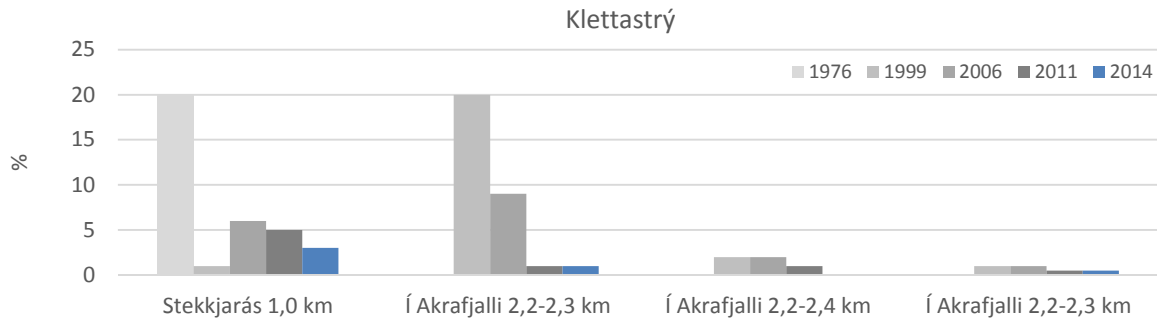


Mynd IV. 17: Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 21–23

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 hróðurfléttna jókst umtalsvert sem aftur veldur aukinni heildarþekju.

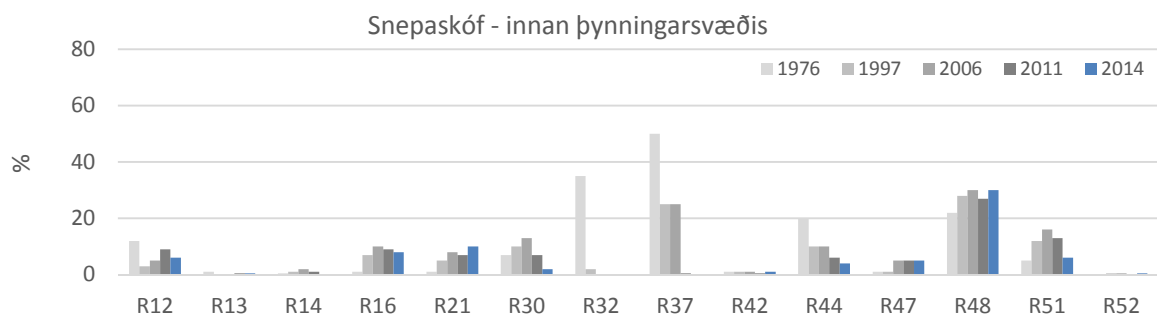
IV.VI: Þekjubreytingar einstakra tegunda

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 Grundartanga við reiti 56–59. Hnignun klettastrýs er greinileg þegar borin er saman þekja tegundarinnar í þeim fjórum reitum sem hún hefur fundist í. Reitirnir fjórir sem klettastrý vex í eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíðs auk þess sem reitur 33 er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor, sbr mynd IV.18.

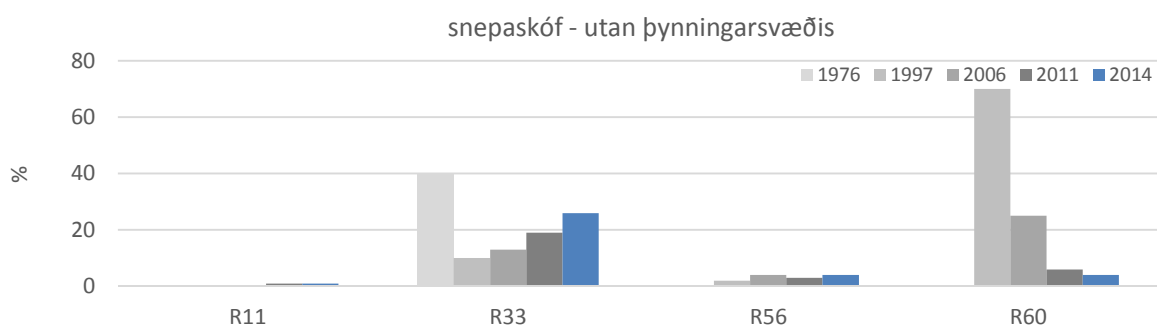


Mynd IV. 18: Þekja klettastrýs (*Ramalina subfarinacea*) í fjórum reitum, R33 (1 km) við Stekkjarás og R56 (2,2-2,3 km), R59 (2,2-2,3 km) og R60 (2,4 km) sem eru í Akrafjalli

Snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) er sú blaðflétta á svæðinu sem finnst í flestum reitum og hefur mesta þekju. Á mynd IV.19 má sjá þekjubreytingar snepaskófar í reitum sem staðsettir eru innan þýnningarsvæðis iðnaðarsvæðisins hvað varðar brennisteinstvíoxíð og flúor. Til samanburðar eru þekjubreytingar tegundarinnar í reitum sem staðsettir eru utan þýnningarsvæðisins sýndar á mynd IV.20.



Mynd IV. 19: Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í reitum sem allir eru staðsettir nær Grundartanga en 3,5 km.



Mynd IV. 20: Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í reitum sem allir eru staðsettir fjær Grundartanga en 3,5 km.

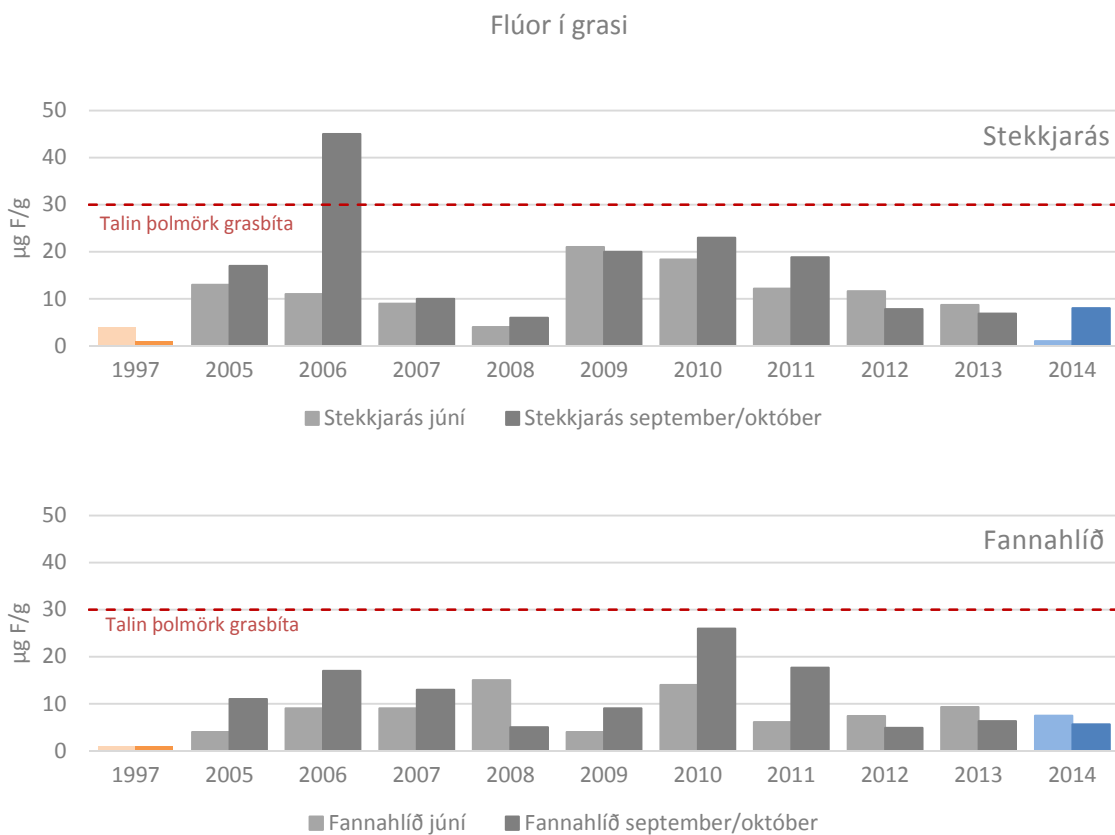
Viðauki V: Gróður

Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum V.I og V.II. Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2014 má sjá í kafla V.III.

Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 64 sýnum af grasi og laufi (32 í hvorri sýnatökuferð) og 44 sýnum af barri. Heildarúrkoma fyrir sýnatökudag í júní var 0,1 mm, sem féll daginn fyrir sýnatöku. Þurrt var meðan á sýnatökunni stóð og vindáttir breytilegar. Vikuna fyrir sýnatöku í september mældist úrkoma samtals 5 mm, þar af 0,2 mm daginn fyrir sýnatöku. Þurrt var meðan á sýnatöku stóð og stilla. Fyrir sýnatöku í nóvember var úrkoma 27,1 mm, þar af 0,8 mm daginn fyrir sýnatöku.

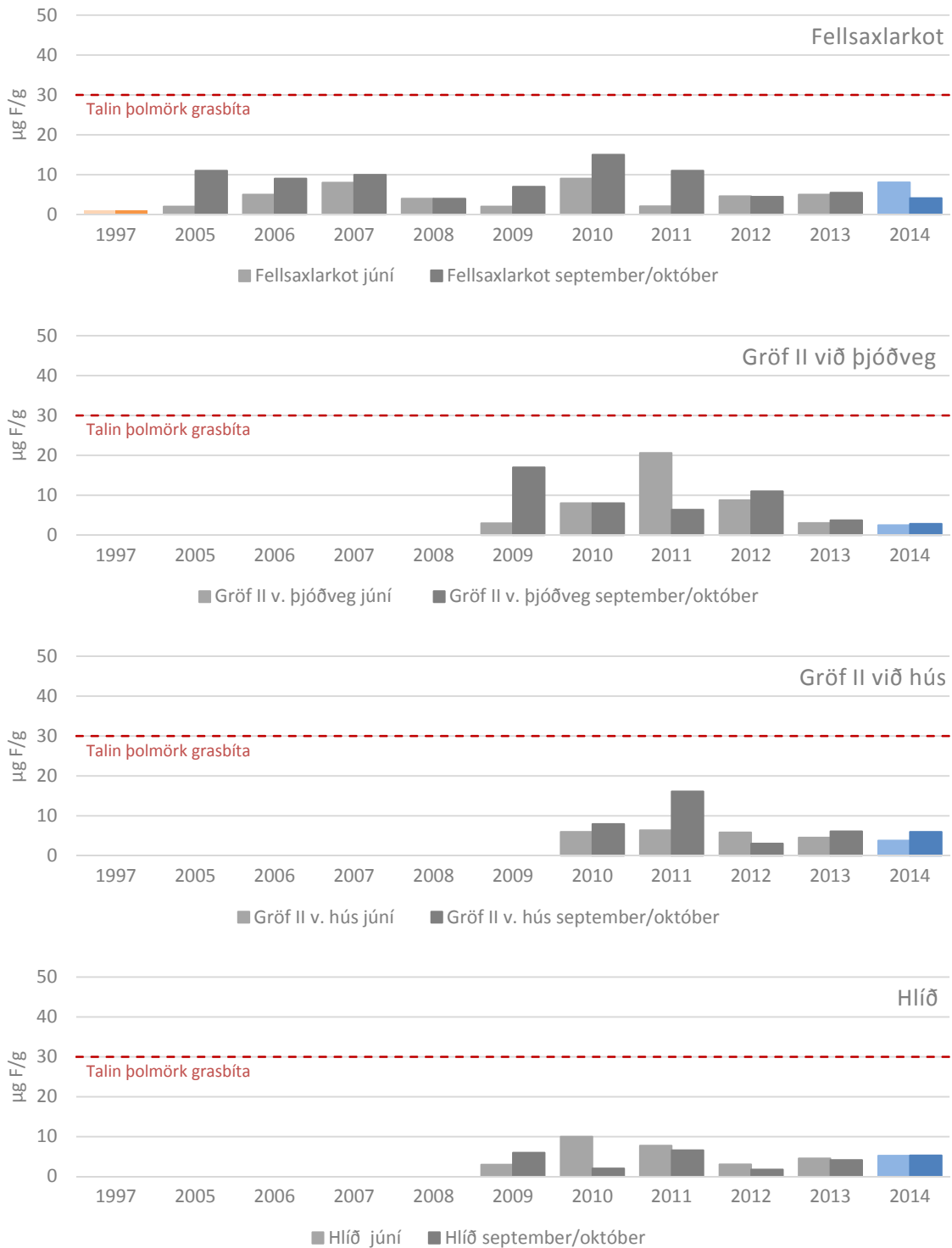
V.I: Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.1, fyrir árin 2005 – 2014 auk bakgrunnsgildis fyrir árið 1997 til viðmiðunar. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2004. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hefur verið mælt frá 2009, Gröf II við hús frá 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g.



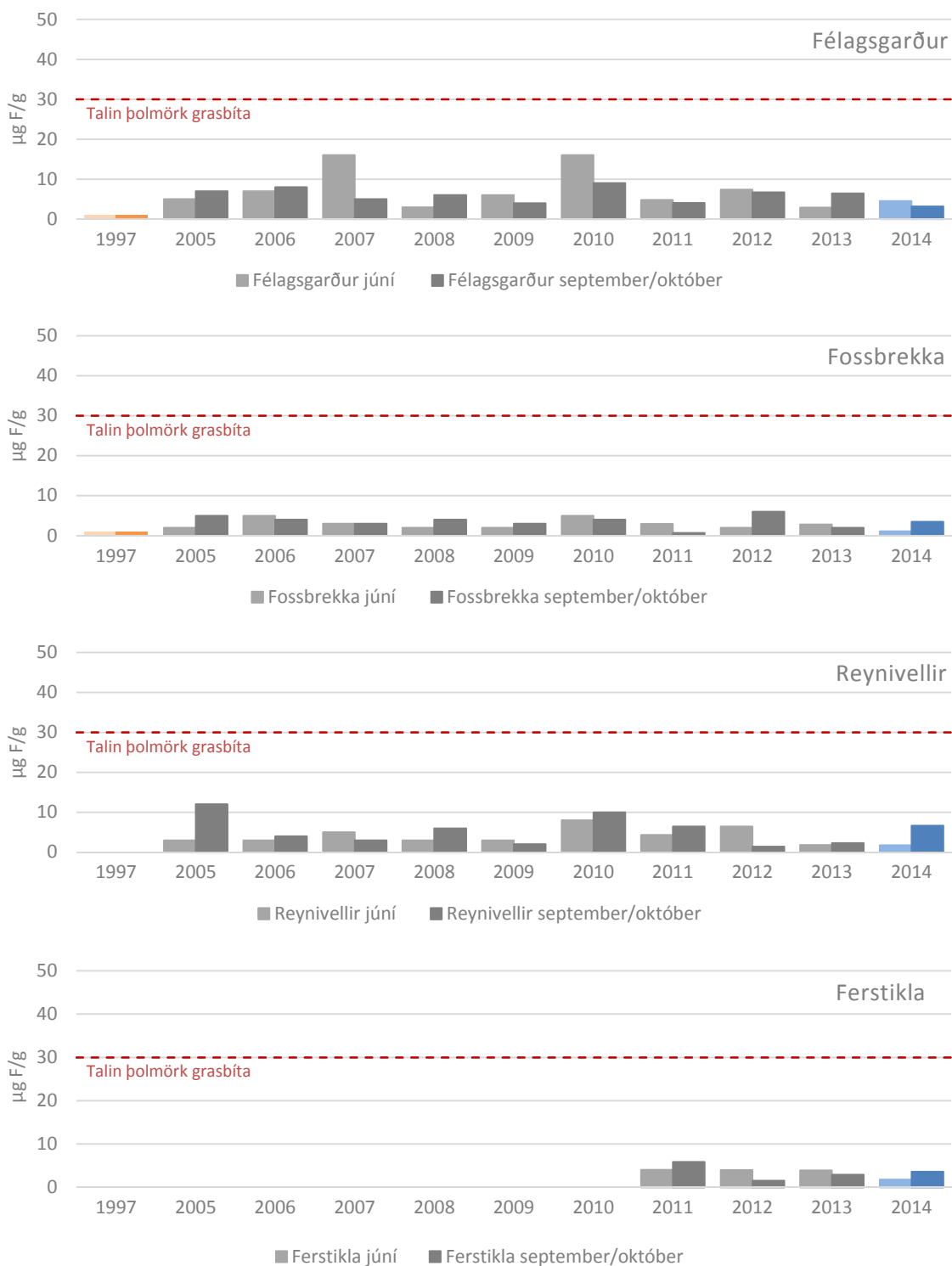
Mynd V.1: Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í grasi (framhald)



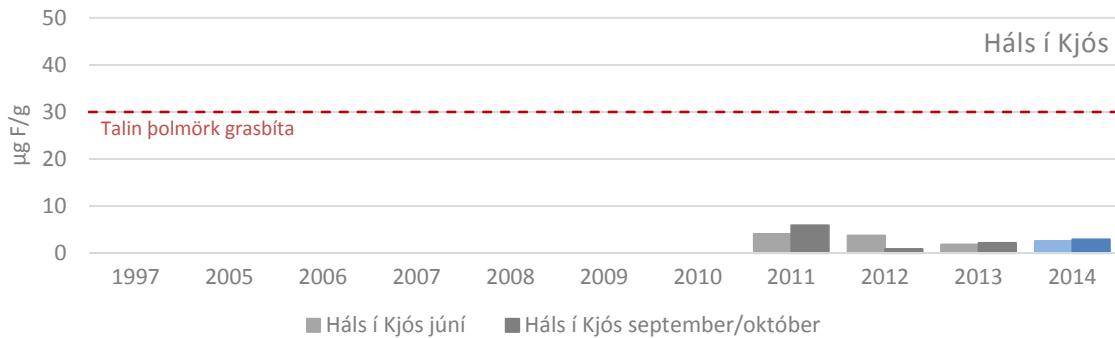
Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í grasi (framhald)



Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

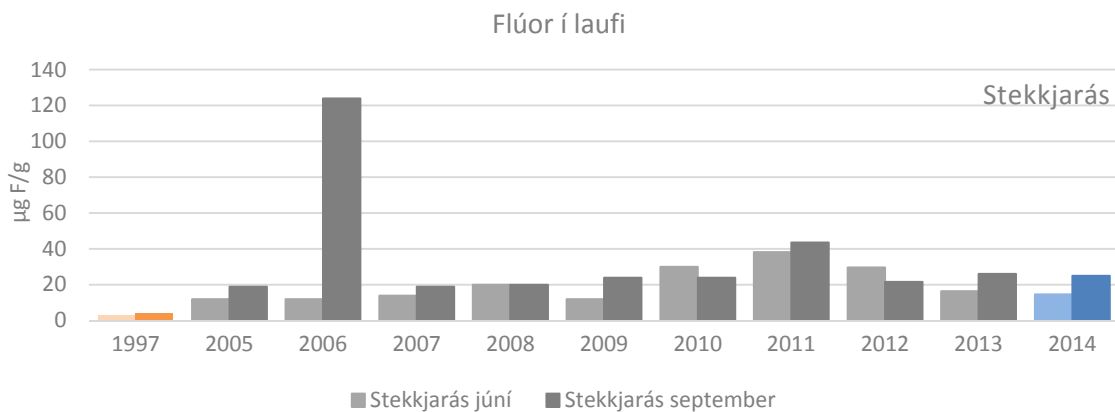
Flúor í grasi (framhald)



Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

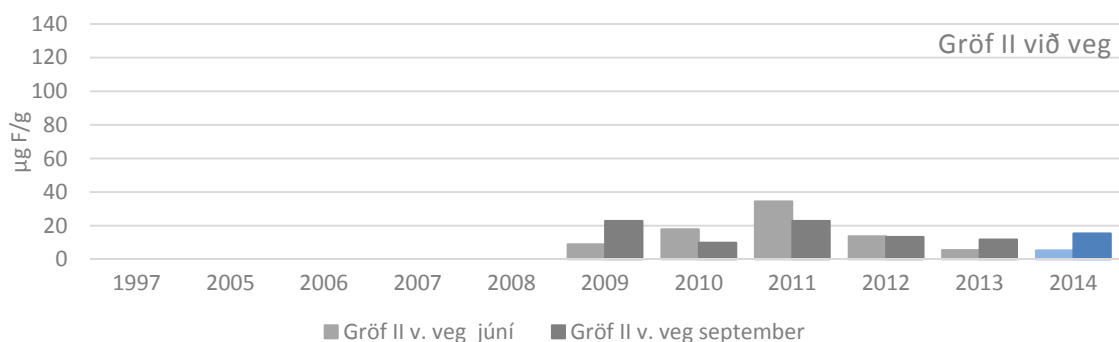
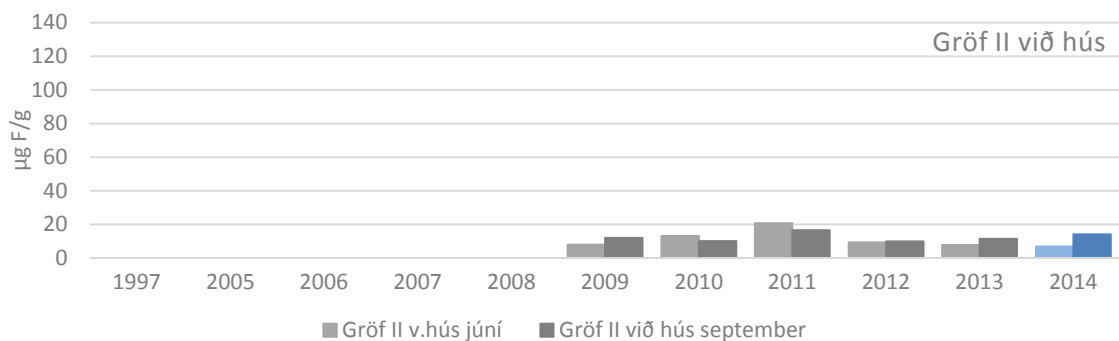
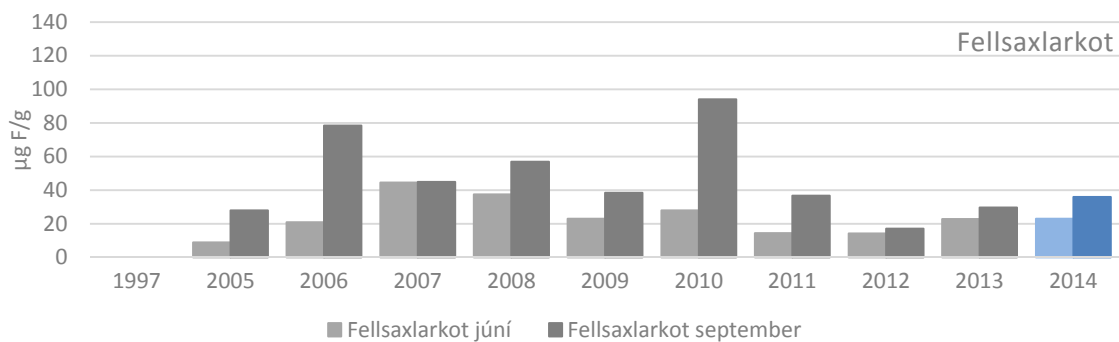
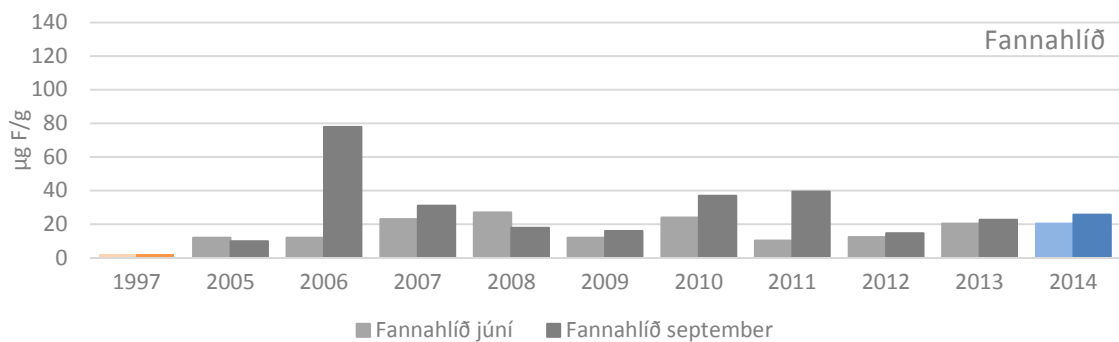
V.II: Flúor í laufi

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.2. fyrir árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árinna 1998 til 2004. Að Gröf II við Þjóðveg og hús og við Hlíð hefur flúor í laufi verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Hálss í Kjós. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g.



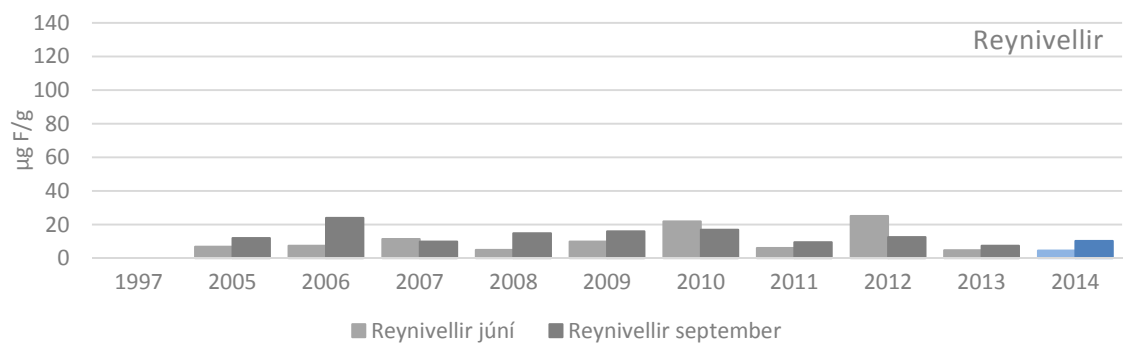
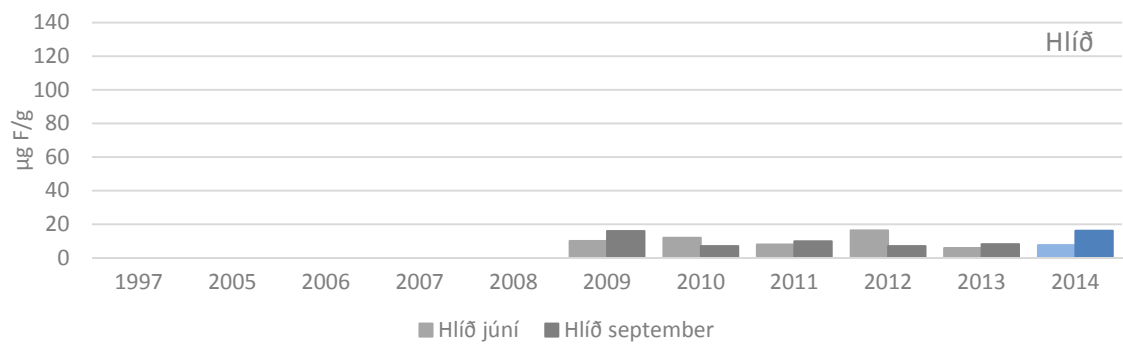
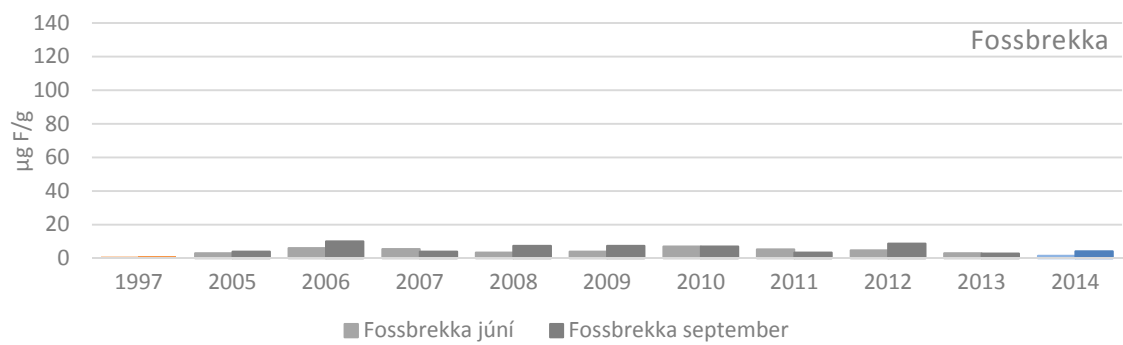
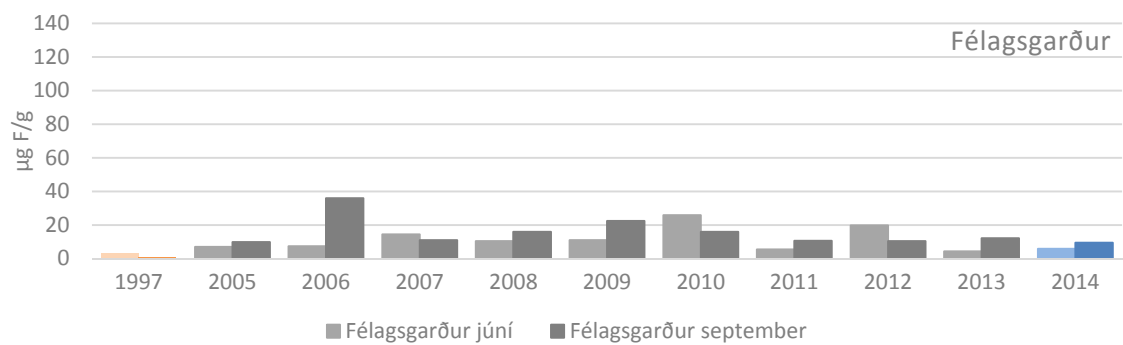
Mynd V.2: Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)



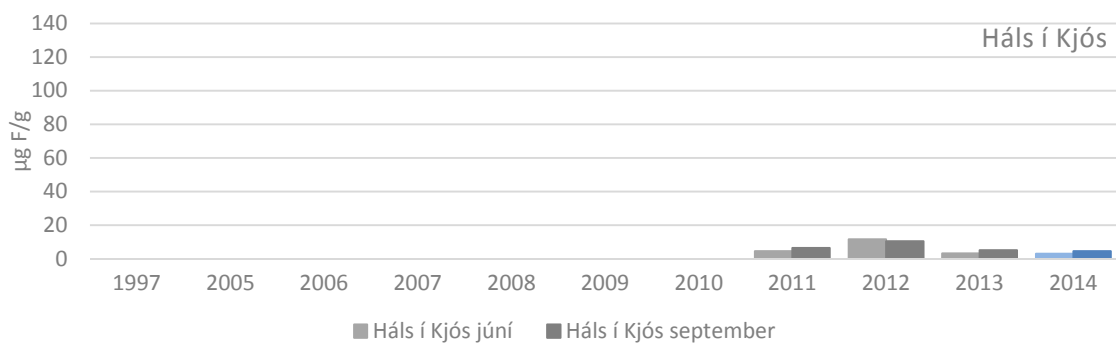
Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)



Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)

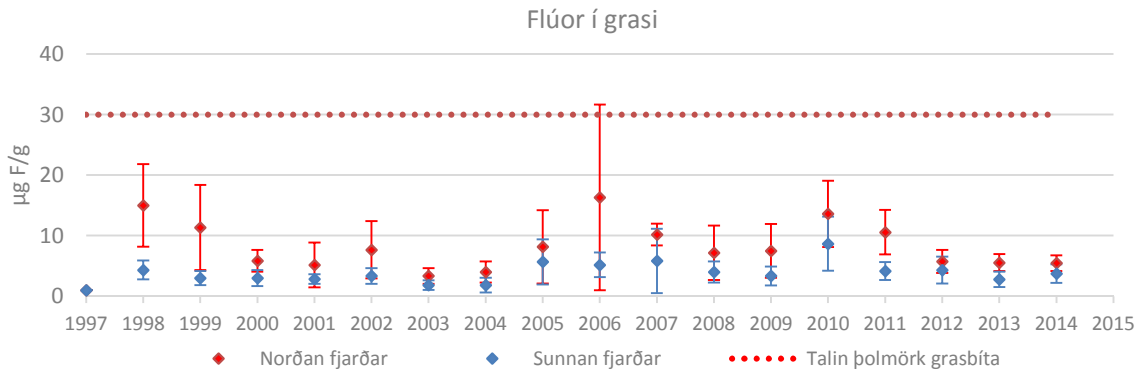


Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

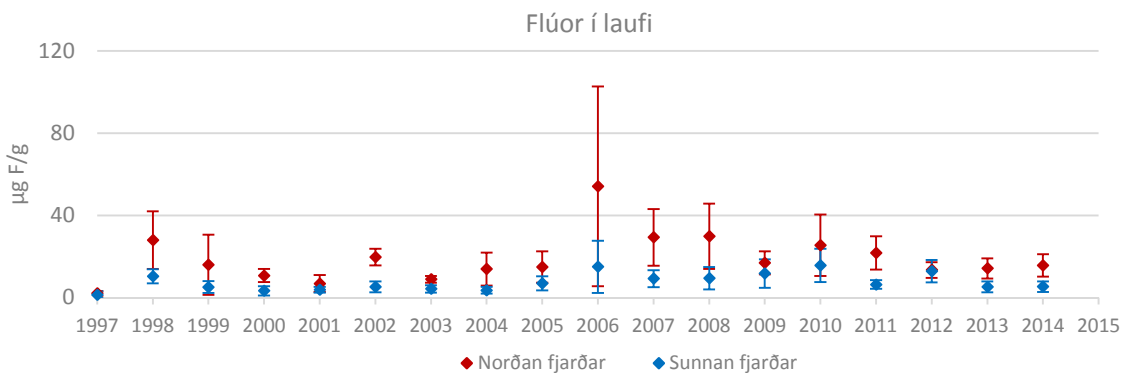
V.III: Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2014 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir gróður árin 1997 – 2014 eru birt á eftirfarandi myndum V.3 – V.6.

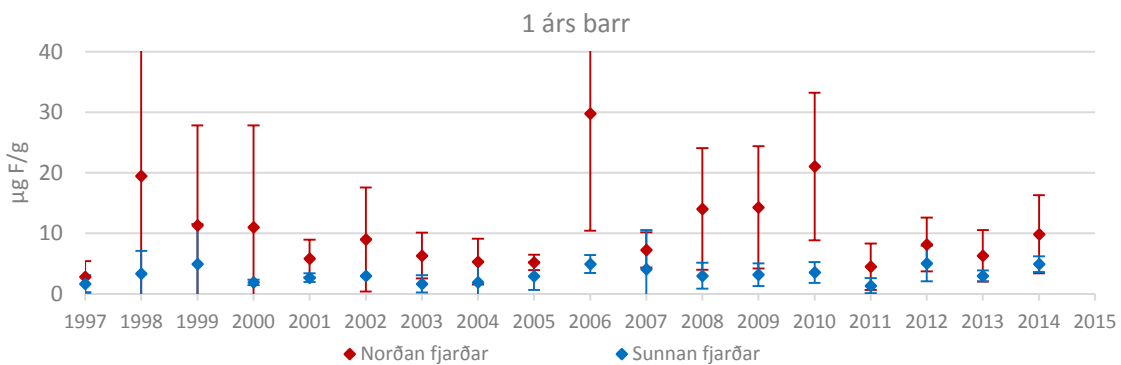
Myndir V.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd V.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir V.5 og V.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan fjarðar fyrir eins og tveggja ára gamalt barr.



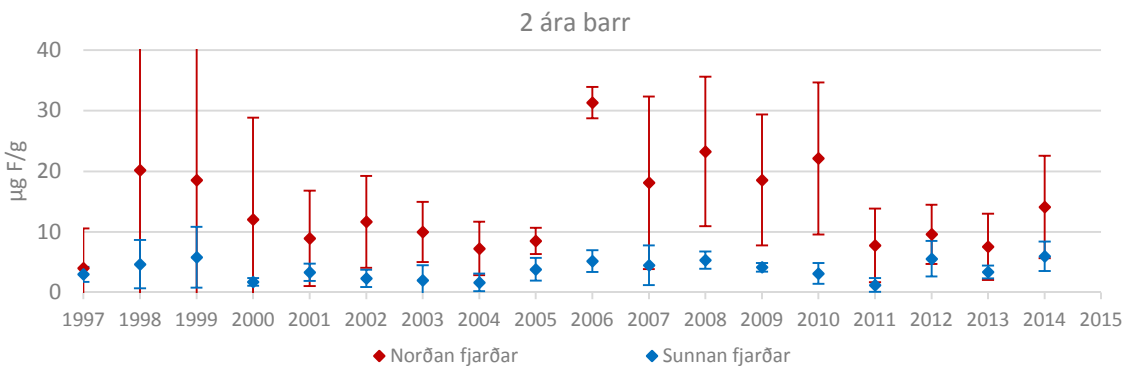
Mynd V.3: Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.4: Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.5: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.6: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2014 ásamt 95% öryggisbilum

Viðauki VI: Hey

Heysýni til flúor- og brennisteinsmælinga voru tekin á 6 bæjum, alls 12 sýni. Greining fór fram hjá Nýsköpunarmiðstöð. Flúor var dreginn út með 0,5 M H₂SO₄, sýni blandað við Citrat-Nitrat búffer og flúorinnihald greint með sértækri flúor elektróðu. Brennisteinn var magngreindur með ICP-OES tækni. Yfirlit yfir niðurstöður greininga fyrir flúor og brennistein ásamt nánari upplýsinga um sýnin má sjá í töflu VI.1.

Tafla VI.1: Yfirlit yfir heysýni og niðurstöður mælinga fyrir flúor og brennistein.

Bær	dags.	nr. sýnis	tún	Flúor mg/kg þ.e.	Brennisteinn 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

Viðauki VII: Grasbítar

Við vöktun sauðfjár voru 109 hausar lamba og fullorðins fjár skoðaðir og styrkur flúors í beinösku mældur auk þess sem hausar voru merktir og skýringar skráðar. Í viðauka VII.I má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla VII.1). Í töflu VII.2 er yfirlit dýralæknis fyrir skoðun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár. Þau gildi sem eru hærra en viðmiðunarmörk skv. niðurstöðum norskra rannsókna, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg/g flúor) eru í bláu lettri. Í viðauka VII.II má sjá yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé (töflur VII.3 og VII.4). Ítarefni fyrir niðurstöður tölfraðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2014 er að finna í viðauka VII.III.

VII.I: Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum

Tafla VII.1: Yfirlit yfir vöktunarbæi

	Áætlað úrtak	Móttekin sýni	Fjöldi til rannsóknar / Fjöldi mótttekinn			
			Lömb		Kindur	
Kjós	Grímsstaðir	Grímsstaðir	4	4	4	4
	Hjalli	Hjalli	4	4	4	4
	Kiðafell	Kiðafell	4	4	4	4
Borgarfjarðarsýsla	Eystri Leirárgarðar	Eystri 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*
	Vogatunga	Vogatunga	4	4	4	4
Viðmiðunarsýni – sauðfé						
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	Bjarnarhöfn	4	4	4	4
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	Skjaldfönn	4	4	4	4
		Samtals	56	56	56	54

* Einum haus ofaukið; ekki tekinn með í rannsóknina.

Tafla VII.2: Yfirlit yfir flúorstyrk og helstu breytingar á tönnum sauðfjár að mati dýralæknis.

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					
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					

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun †	Beinbólga *	Annað
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 haugar 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	+	+			
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	+	+	+		

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun [‡]	Beinbólga [*]	Annað
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: Þykkun í kjálkabeini; bein- og beinmergsbólga (tannslíðursbólga)

¹⁾ F 021 E Leirárgarðar. Ekki búin að skipta út neinum tönnum.

²⁾ F 022 E- Leirárgarðar. Búin að skipta út i1.

³⁾ F 064. E-Miðfell. Hægri i1 var með hringlaga svæði með lækkað yfirborð framan á tönninni – Galli í glerung; líklist ekki flúorskemmdum.

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

VII.II: Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum)

Yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta framfóta í lifandi hrossum og sauðfé má sjá í töflum VI.3 og VI.4 hér að neðan.

Tafla VII.3: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta 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.

Tafla VII.4: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta 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

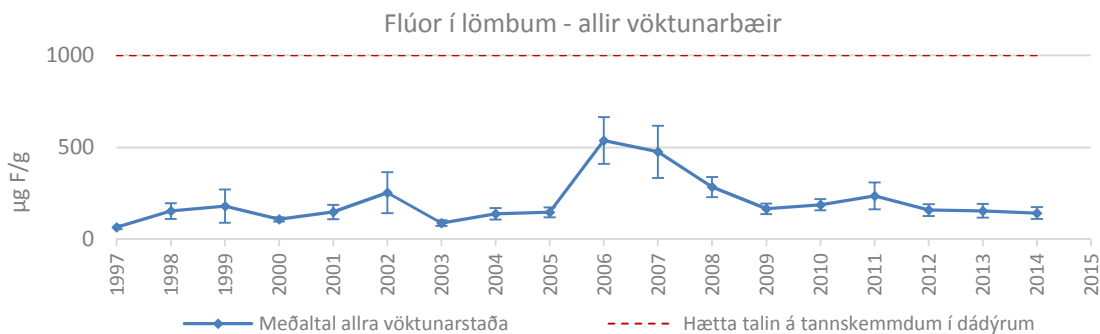
Skýring: mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

VII.III: Tölfræðiniðurstöður grasbíta

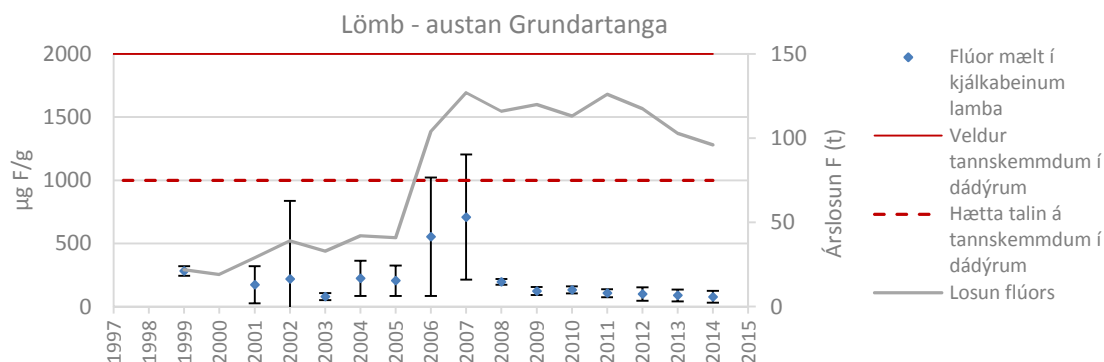
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2014 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

Niðurstöður tölfræðigreiningar á lömbum er að finna á myndum VI.1 – VI.6 og fyrir fullorðið fé á myndum VI.7 – VI.12

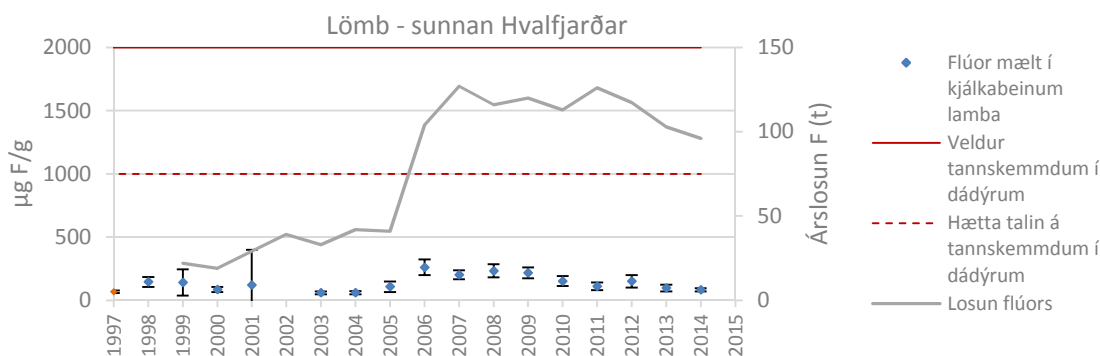
Lömb



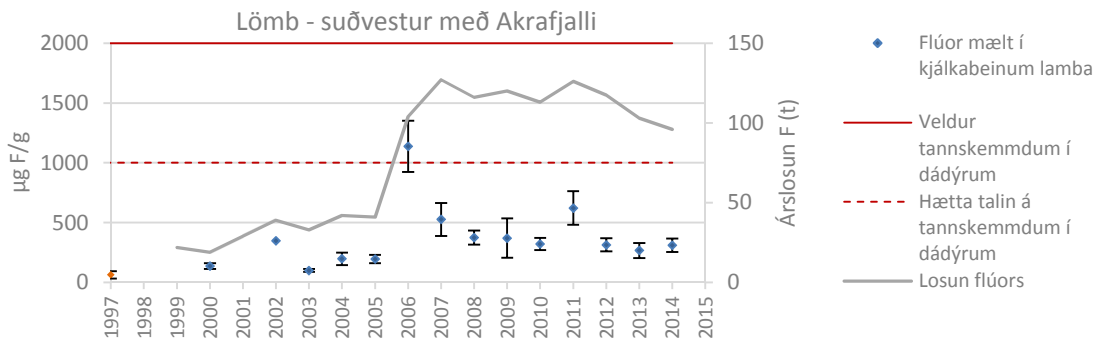
Mynd VI. 1: Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2014



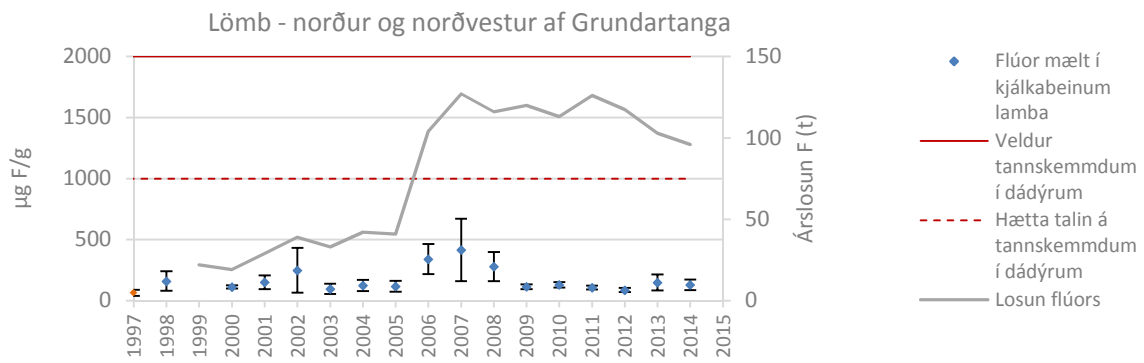
Mynd VI. 2: Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu 1997 – 2014



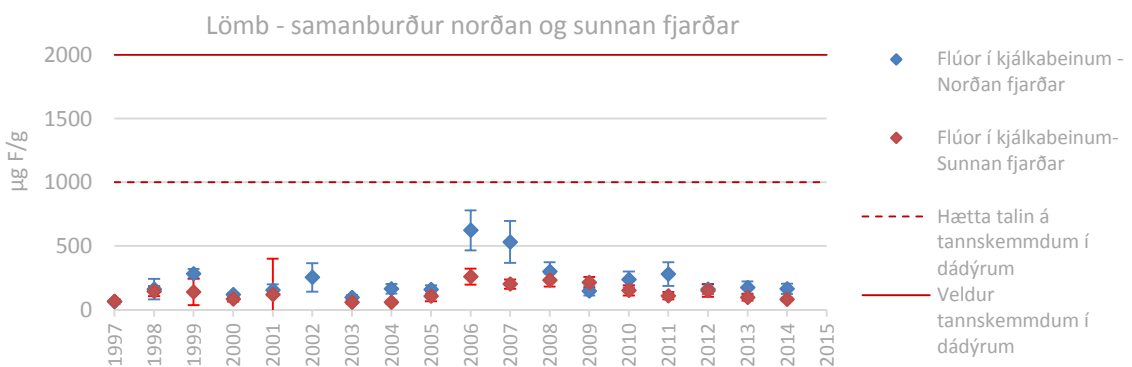
Mynd VI. 3: Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014



Mynd VI. 4: Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014

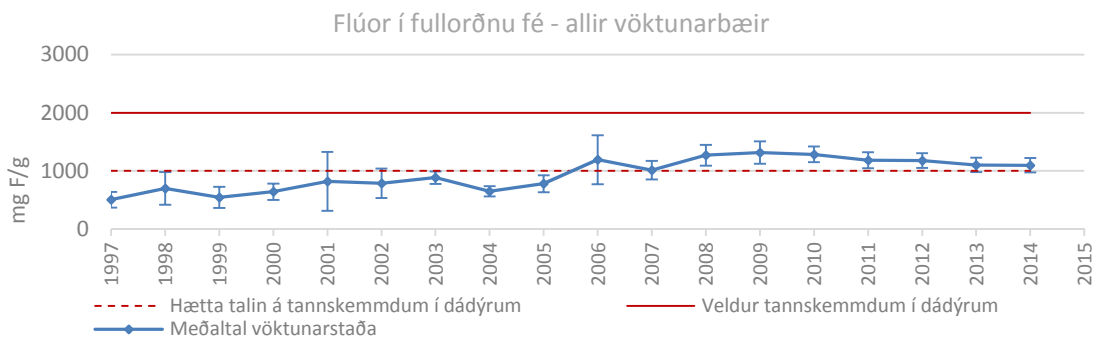


Mynd VI. 5: Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014

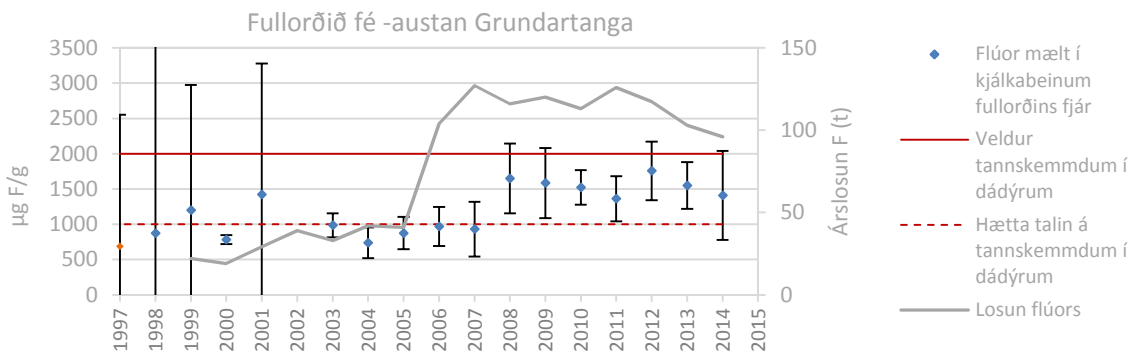


Mynd VI. 6: Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2014

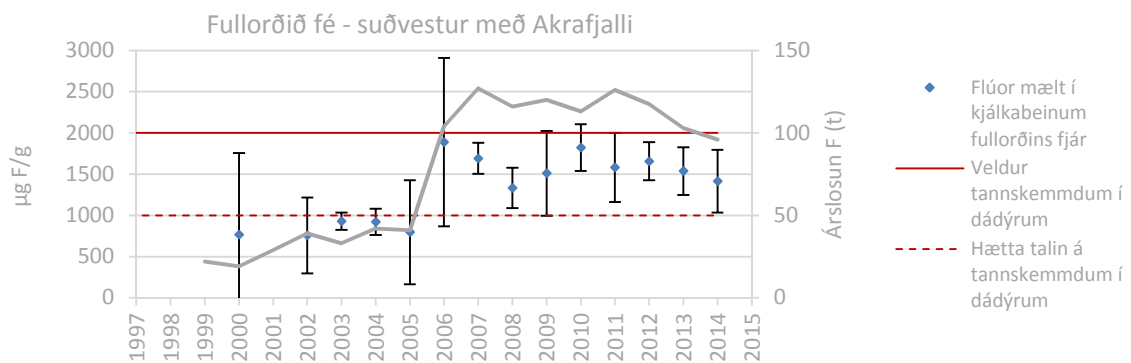
Fullorðið fé



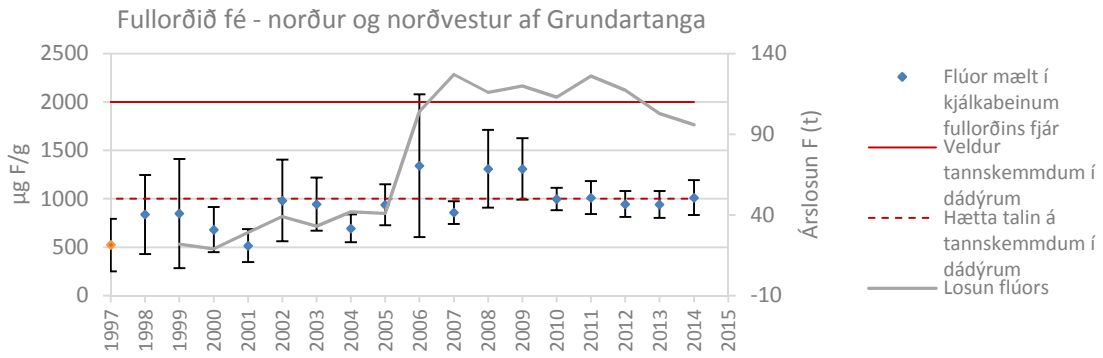
Mynd VI. 7: Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2014



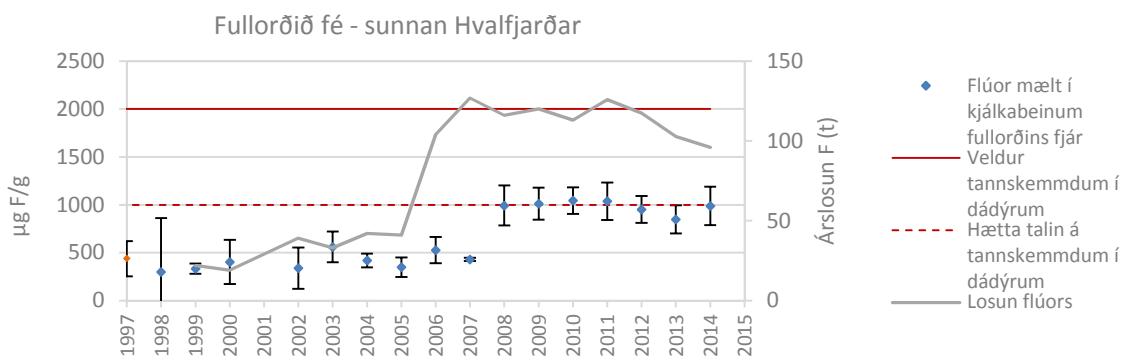
Mynd VI. 8: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014



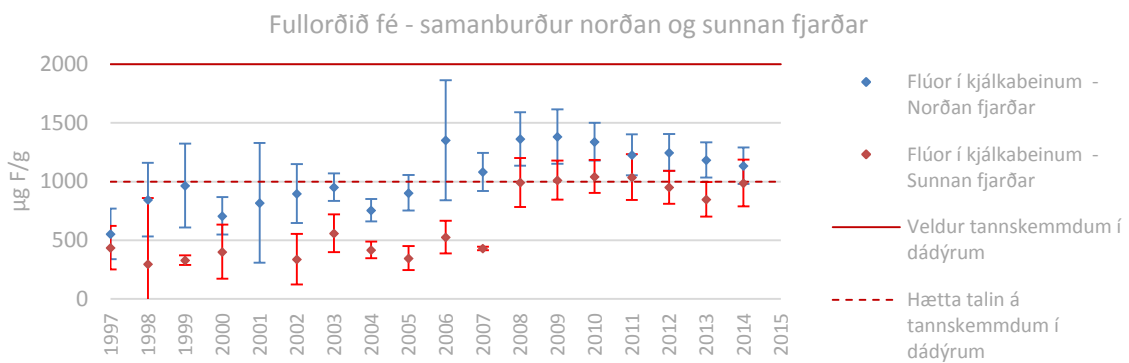
Mynd VI. 9: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014



Mynd VI. 10: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014



Mynd VI. 11: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2014



Mynd VI. 12: Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2014