

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

Niðurstöður ársins 2015



SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015.

Dagsetning útgáfu:

Apríl 2016

Verkheiti

Umhverfisvöktun í Hvalfirði

Verkkaupi

Elkem Ísland ehf., GMR Endurvinnslan ehf., Kratus ehf.,
Norðurál Grundartangi ehf.

Verkefnisstjóri - EFLA

Eva Yngvadóttir

Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa

Magnús Freyr Ólafsson

Höfundar

Eva Yngvadóttir
Gyða M. Ingólfssdóttir
Friðrik K. Gunnarsson
Alexandra Kjeld
Snævarr Örn Georgsson

ISBN:

978-9935-9280-1-6

Verknúmer

2434-091

Fjöldi síðna

95

Útdráttur

Niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2015 eru birtar í skýrslunni. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu veldur. Umhverfisvöktunin 2015 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir fyrir árin 2014 – 2021 og hefur verið samþykkt af Umhverfisstofnun. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, móareitir, gróður (gras, lauf og barr) og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður vöktunar árið 2015 fyrir loftgæði, ferskvatn og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt nema eitt varðandi sólarhringsmeðalstyrk brennisteinstvíoxíðs. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, móareiti, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs og reglugerðarmörkum. Styrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en ekki er greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrk flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Lykilorð

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

Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs

Opin

Dreifing með leyfi verkkaupa

Trúnaðarmál



Samantekt

Tilgangur umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Niðurstöður vöktunarinnar fyrir árið 2015 eru teknar saman í skýrslunni. Umhverfisvöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt og gildir fyrir árin 2014 – 2021. Í samræmi við vöktunaráætlunina voru loftgæði, ferskvatn, umhverfi flæðigryfja í sjó, móareitir, gróður og grasbítar vöktuð á árinu 2015. 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 2015 fyrir loftgæði, ferskvatn og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt nema eitt. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór 28 sinnum yfir sólarhringsgróðurverndarmörk, en leyfilegt er að fara yfir þessi mörk sjö sinnum á ári. Eldgosinu í Holuhrauni lauk 27. febrúar 2015 en áhrif þess á mælingar voru takmörkuð. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir móareiti, gróður (lauf og barr), grasbíta eða úrkomu. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs og reglugerðarmörkum. 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. Ekki voru greinanleg áhrif flúors 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 2015 hjá Elkem var 117.949 tonn af 75% kísilmálm og 23.664 tonn af kísilryki. Ársframleiðsla Norðuráls var 311.911 tonn af áli. Kratus endurvann 3.300 tonn af algjalli og framleiðsla GMR á járnbitum úr brotajárni nam 4.000 tonnum.

Veðurfar

Árið 2015 var kalt og úrkomusamt miðað við undanfarin ár og var tíðarfarið ekki gott. Algengasta vindáttin var norðaustlæg átt á Gröf II og Grundartangahöfn, en austnorðaustanátt á Kríuvörðu. Að jafnaði var vindhraði mestur og hitastig hæst á Grundartangahöfn.

Andrúmsloft

Styrkur loftkennds flúors á árinu mældist á öllum mælistöðvum undir þeim viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti mældist frá apríl til september undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Á Gröf II fór sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs einu sinni yfir heilsuverndarmörk á árinu, en það var 12. janúar þegar áhrifa varð ennþá vart frá eldgosinu í Holuhrauni. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs á Kríuvörðu fór 28 sinnum yfir skilgreind gróðurverndarmörk og þar af einu sinni yfir heilsuverndarmörk á árinu. Leyfilegt er að yfirstíga þessi mörk sjö sinnum árlega.

Styrkur brennisteinsvetnis, köfnunarefnisoxíða og svifryks var í öllum tilvikum undir heilsu- og gróðurverndarmörkum og styrkur bensó(a)pýrens 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 var töluvert hærri en undanfarin ár á Kríuvörðu en svipaður og áður á Stekkjarási. Brennisteinsgildi í úrkomu mældust svipað og undanfarin ár og pH stig lítillega herra.

Ferskvatn

Sýrustig og meðalstyrkur flúors og súlfats var í öllum vöktunarám innan þeirra marka sem skilgreind eru í neysluvatnsreglugerð. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár miðað við árið 1997. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í Kalmansá og Urriðaá miðað við 1997.

Sjór við flæðigryfjur

Málmur

Arsen (As), kadmín (Cd), kopar (Cu), nikkell (Ni), blý (Pb) og sink (Zn) mældust í öllum tilvikum innan við umhverfismörk II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) og styrkur kvikasilfurs liggur innan skilgreindra umhverfismarka. Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna flæðigryfju. Styrkur króms (Cr) mældist í öllum tilvikum innan umhverfismarka II nema við vesturenda 1m við flæðigryfjuna þar sem styrkurinn mældist í einu tilfalli innan umhverfismarka IV (áhrifa að vænta). Styrkur járn mældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi fyrir styrks járn í neysluvatni.

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.

Móareitir

Samanburður við fyrri ár er einungis mögulegur í tveimur reitum af fimm þar sem þrír reitir voru aflagðir og þrír nýir mældir í þeirra stað. Ekki er hægt að merkja miklar breytingar á gróðri í móareitum milli árána 2009 og 2015 en þó hefur tegundaauði dregist lítillega saman.

Gróður

Flúor í grasi var undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta sem og reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Styrkur flúors í laufi og barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir töldum þolmörkum lauf- og barrtrjáa. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í grasi og í laufi frá vöktunarstöðum miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi eða í laufi miðað við árið 2007. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins eða tveggja ára barri í Hvalfirði miðað við árin 1997 og 2007.

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 vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn (>1000 µg F/g). Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Árið 2015 er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba frá öllum vöktunarbæjum til hækkunar miðað við árið 1997, en til lækkunar miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Frá þremur vöktunarbæjum mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum sem talin er hætta á tannskemmdum (>1000 µg F/g) í dádýrum. Frá einum bæ mældist meðalstyrkur flúors yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum (>2000 µg F/g) í dádýrum. Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Árið 2015 er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum til hækkunar miðað við árið 1997 en ekki er marktæk breyting miðað við árið 2007.

Lifandi sauðfé og hross

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.

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga má sjá í eftirfarandi töflu fyrir árið 2015. Alls eru skilgreindir um 105 mælipættir í umhverfisvöktunaráætlun iðjuveranna. Árið 2015 voru vaktaðir 54 mælipættir vegna umhverfisvöktunarinnar. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfi fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 24 af þessum mælipáttum. Ekki eru til íslensk viðmið fyrir aðra mælipætti.

	Mælispættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum	
Loftegæði	Andrúmsloft	Flúor í lofti (HF)	Starfsleyfi Norðurláls
		Heildarflúor (flúor í lofti+flúor í svifryki)	Starfsleyfi Norðurláls
		Brennisteinn í lofti og ryki	Ársmeðalstyrkur - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
			Sólahringsmeðalstyrkur SO ₂ - Gróðurverndarmörk/(heilsuverndarmörk) skv. rg. nr. 251/2002,
			Sólahringsmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
			Klukkustundarmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Brennisteinsvetni	Ársmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
			Klukkustundarmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		Köfnunarefnistvíoxíð	Ársmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Köfnunarefnisoxíð	Klukkustundarmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
	Svifryk (PM ₁₀)	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002	
		Klukkustundarmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002	
		Svifryk (PM _{2,5})	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002 m.s.br.
			PAH16
	Úrkoma	Klóríð	Viðmiðunargildi ekki til
		Natríum	
Kalsíum			
Súlfat			
Flúor			
Sýrustig (pH)			
Ferskvatn	Leiðni	Viðmiðunargildi ekki til	
	Sýrustig (pH)	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Klóríð		
	Súlfat		
Sjór við flæðigryfjur	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
	Járn		Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
Sýaníð	Viðmiðunargildi ekki til		
Móa - reitir	Tegundafjöldi fléttna	Viðmiðunargildi ekki til	
	Tegundafjöldi háplantna		
	Tegundafjöldi mosategunda		
Gróður	Flúor í grasi sem fóður fyrir sauðfé	Reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri	
	Flúor í laufi	Viðmiðunargildi ekki til	
	Flúor í barri		
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			

Engin viðmiðunarmörk í íslenskum reglugerðum
Ákvæði í íslenskum reglugerðum uppfyllt
Ákvæði í íslenskum reglugerðum ekki uppfyllt
Ákvæði í íslenskum reglugerðum í endurskoðun –undanþága í gildi

Efnisyfirlit

Samantekt	i
Efnisyfirlit	v
Skilgreiningar og orðskýringar	vii
1 Inngangur	1
2 Staðhættir	2
2.1 <i>Almenn lýsing</i>	2
2.2 <i>Veðurfar</i>	3
3 Framkvæmd umhverfisvöktunar og mælipættir	5
3.1 <i>Vöktunarstaðir</i>	6
3.2 <i>Tölfræði</i>	6
4 Loftgæði	7
4.1 <i>Megin niðurstöður</i>	8
4.2 <i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	13
4.2.1 Flúor í andrúmslofti	13
4.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti	17
4.2.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti	21
4.2.4 Köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð í andrúmslofti	24
4.2.5 Svifryk í andrúmslofti	25
4.2.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	29
4.2.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	30
5 Ferskvatn	35
5.1 <i>Megin niðurstöður</i>	36
5.2 <i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	38
5.2.1 Leiðni ferskvatns	38
5.2.2 Sýrustig ferskvatns	38
5.2.3 Flúor í ferskvatni	39
5.2.4 Súlfat í ferskvatni	41
6 Sjór við flæðigryfjur	43
6.1 <i>Megin niðurstöður</i>	44
6.2 <i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	44
6.2.1 Málmar í sjósýnum	44
6.2.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum	46
7 Móareitir	47
7.1 <i>Megin niðurstöður</i>	48

7.2	<i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	48
7.2.1	<i>Fléttur, háplöntur og mosar í móareit</i>	48
8	Gróður	49
8.1	<i>Megin niðurstöður</i>	50
8.2	<i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	53
8.2.1	<i>Flúor í grasi</i>	53
8.2.2	<i>Flúor í laufi</i>	54
8.2.3	<i>Flúor í barri</i>	55
9	Grasbítar	56
9.1	<i>Megin niðurstöður</i>	58
9.2	<i>Niðurstöður einstakra mælipátta</i>	61
9.2.1	<i>Flúor í lömbum</i>	61
9.2.2	<i>Flúor í fullorðnu fé</i>	64
9.2.3	<i>Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé</i>	66
9.2.4	<i>Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum</i>	67
	Heimildaskrá	68
	Viðauki I: Eldri ársskýrslur umhverfisvöktunar	70
	Viðauki II: Loftgæði	71
	Viðauki III: Ferskvatn	73
III.I:	<i>Flúor og flúor/klóríð hlutfall í Urriðaa</i>	73
III.II:	<i>Súlfat og súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaa</i>	74
III.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður ferskvatns</i>	75
	Viðauki IV: Móareitir	78
	Viðauki V: Gróður	80
V.I:	<i>Flúor í grasi</i>	80
V.II:	<i>Flúor í laufi</i>	83
V.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður gróðurs</i>	86
	Viðauki VI: Grasbítar	88
VI.I:	<i>Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum</i>	88
VI.II:	<i>Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum)</i>	91
VI.III:	<i>Tölfræðiniðurstöður grasbíta</i>	92

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	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (e. polycyclic aromatic hydrocarbons), hópur efna sem finnast í olíum og myndast við bruna á lífrænu eldsneyti.
pH	Sýrustig sem ákvarðast af magni hlaðinna vetnisjóna, H ⁺ , í vatnslausn.
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.
ng BaP/m³	Styrkur bensó(a)pýrens, nanógramm á rúmmetra.
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 neysl vatn.
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 starfsemi fyrirtækjanna veldur.

Unnið er samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2014–2021, sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt. Áætlunin var endurskoðuð 9. apríl 2015, m.a. með tilliti til nýrrar loftgæðimælistöðvar og nýrra flæðigryfja, auk þess sem nokkrar breytingar voru gerðar á staðsetningu á klappar- og móareitum [1].

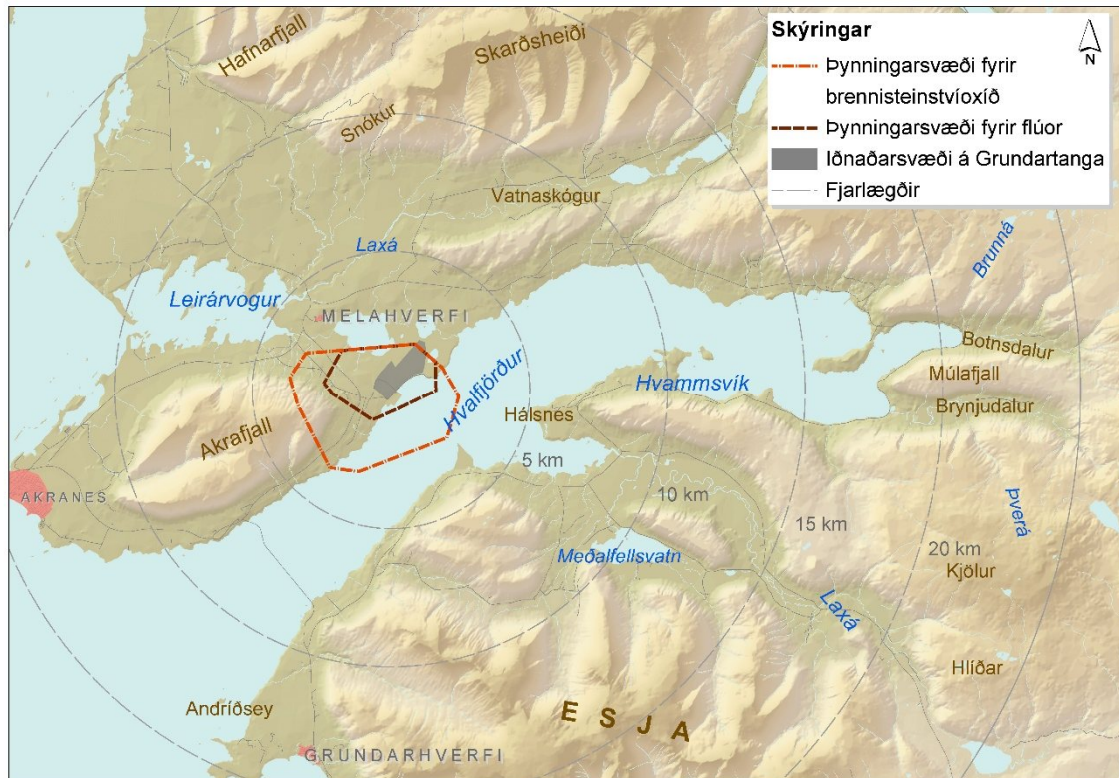
Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem gerðar voru árið 2015. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við á og niðurstöður fyrri ára, auk þess sem mat er lagt á breytileika þeirra fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Allar skýrslur sérfræðinga sem tóku þátt í umhverfisvöktuninni eru að finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í níu kafla. Í 1. kafla er sagt frá tilgangi umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Lýsingu á staðhættum og veðurfari við iðnaðarsvæðið er að finna í kafla 2. Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2015 er í kafla 3 og í köflum 4 – 9 eru mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, móareiti, gróður og grasbíta. Að auki fylgja sex 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 móareitum og í viðauka V eru niðurstöður umhverfisvöktunar á gróðri auk niðurstaðna tölfræðigreiningar. Viðauki VI inniheldur 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.

Kísilmálverksmiðja 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). Árið 2015 framleiddi Elkem 117.949 tonn af 75% kísilmálmi og 23.664 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,94% af samanlögðum rekstrartíma allra ofna. Fyrirtækið þurfti að lækka álag á öllum ofnum í haust vegna ýmissa ástæðna, samtals 57 daga. Elkem hefur

starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af 75% kísilmálmi og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyki. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin. Loftborin umhverfisáhrif má að mestu leyti rekja til kísilyks, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂) [2].

Álver Norðuráls var gangsett árið 1998 og hefur ársframleiðslugetan aukist úr 60.000 tonnum í rúmlega 300.000 tonn. Árið 2015 fékk Norðurál samþykkt breytingu á starfsleyfi sem felur í sér heimild til framleiðslu á allt að 350.000 tonnum af áli á ári. Framleiðsla ársins var 311.911 tonn af áli. Sendar voru þrjár tilkynningar til Umhverfisstofnunar um skert afköst á þurrhreinivirkjum sem komu til vegna viðhalds og rekstrartruflunar í kerskála. Að öðru leyti gekk rekstur þurrhreinivirkja vel. 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 gróðurhúsalofttegunda [3]. Losun á ryki á sér einnig stað [4].

GMR er nýsköpunarfyrirtæki í stáliðnaði sem er stofnað um framleiðslu á straumleiðurum og tindaefni fyrir álver. GMR endurvinnur notaða straumteina og tindaefni til framleiðslu nýrrar vöru. Verksmiðjan er sérhönnuð fyrir endurvinnslu efni sem fellur til við framleiðslu á áli en hún er lítil í samanburði við erlendar stálverksmiðjur. GMR hóf starfsemi á Grundartanga á miðju ári 2013. Fyrirtækið hefur starfsleyfi til endurvinnslu á 30.000 tonnum á ári. Árið 2015 voru 4.000 tonn endurunnin. 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 2015 endurvann Kratus um 1.600 tonn af áli úr um 3.300 tonnum af gjalli. Við endurvinnsluna fellur til saltkaka sem er endurunnin í Bretlandi. Alls voru flutt út um 2.000 tonn af saltköku til endurvinnslu. Að lokinni endurvinnslu er saltið flutt til landsins og endurnotað í endurvinnsluferli Kratusar.

2.2 Veðurfar

Veðurmælingar ársins 2015 fóru fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum að Kríuvörðu, Gröf II og á Grundartangahöfn. Mælistöðin við Gröf II er staðsett 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. Meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraða á öllum mælistöðvum má sjá í töflu 2.1.

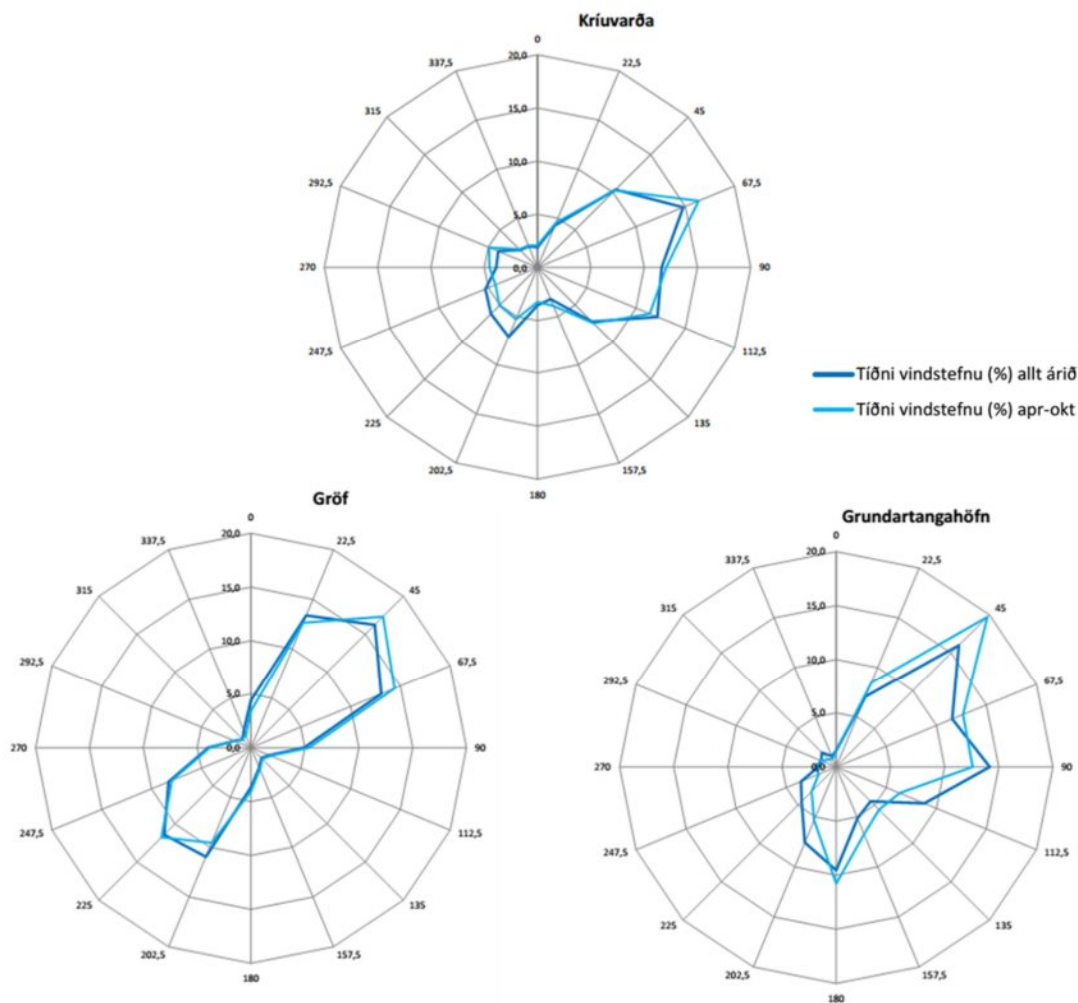
Tafla 2.1: Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingarstöðvum í Hvalfirði árið 2015

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

Árið 2015 var kalt og úrkomusamt sé mið tekið af undanförunum árum og var tíðarfarið ekki gott. Vetrarmánuðir voru kaldir og veðurlag stórgert. Vorið var kalt og tók gróður seint við sér. Sumarið var víðast kalt og úrkomusamt. Suðvestanlands var sumarið að hluta sólríkt og hiti fór yfir

meðallag. Haustið var skaplegt, en í nóvember urðu nokkur umskipti með miklum snjó og nokkrum illviðrum undir lok ársins [5].

Á mynd 2.2 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2015 og fyrir tímabilið frá apríl til október á öllum mælistöðvum. Nokkur munur er á vindrósunum. Greinilegt er að fjallshlíðar Akrafjalls mótar vindrósina á Gröf II með afgerandi hætti. Þar snúast austanáttir til norðaustanáttar og suðlægar áttir til suðvestlægrar, eftir legu fjallsins. Á Kríuvörðu virðist álverið skýla fyrir suðvestanvindum. Lítil munur er á vindrósum vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósum alls ársins. Algengasta vindáttin er norðaustlæg átt á Gröf II og Grundartangahöfn en austnorðaustanátt á Kríuvörðu. Að jafnaði er vindhraði mestur og hitastig hæst á Grundartangahöfn [5].



Mynd 2.2: Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl – október 2015 og allt árið 2015 [5]

3 Framkvæmd umhverfisvöktunar og mæliþættir

Vöktun ársins 2015 var í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2014 – 2021. Umhverfisvöktunaráætlunina má sjá á heimasíðu Umhverfisstofnunar. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2015.

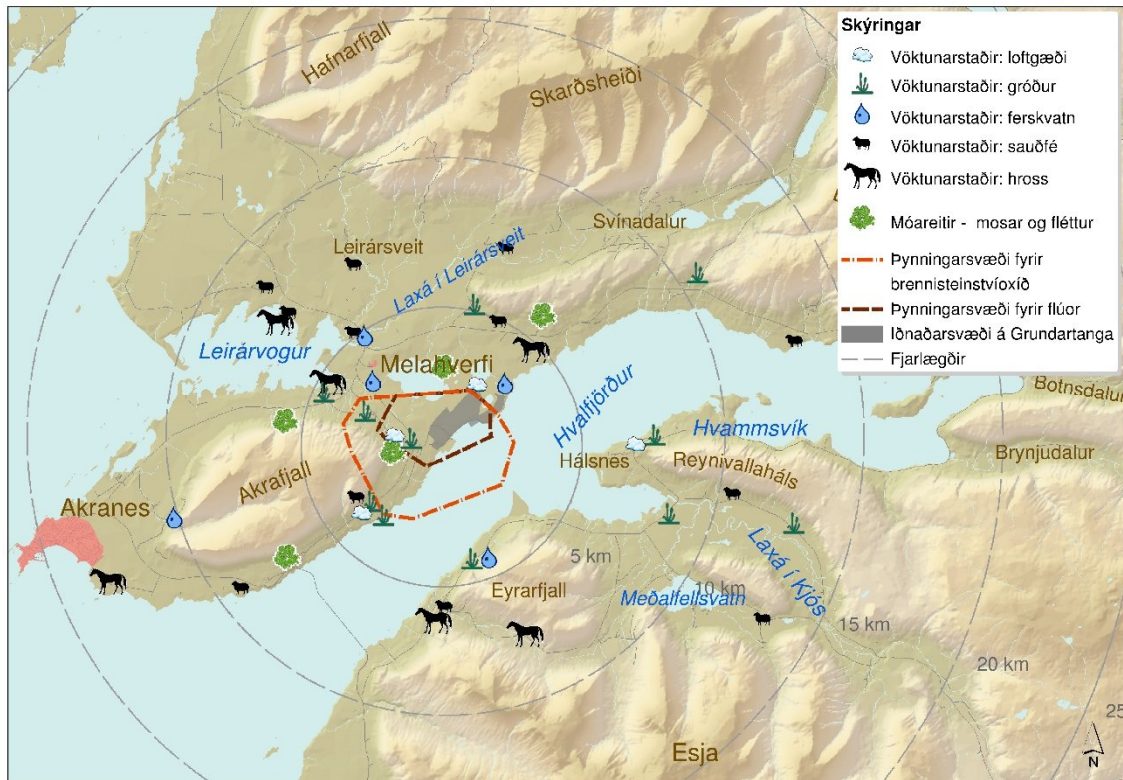
Tafla 3.1: Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2015

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<i>Andrúmsloft:</i> Svifryk, flúor, PAH efni, brennisteinstvíoxíð, brennisteinsvetni, köfnunarefnistvíoxíð, köfnunarefnisoxíð <i>Úrkomu:</i> klóríð, natríum, kalsíum, súlfat, flúor, pH	<i>Innan þynningarsvæðis:</i> Stekkjará <i>Utan þynningarsvæða:</i> Kríuvarða, Gröf II og Hálsnes	<i>Kríuvarða:</i> allt árið <i>Gröf II:</i> allt árið <i>Stekkarás:</i> 9. júní – út árið <i>Hálsnes:</i> apríl-október Vöktunartímabil flúors: apríl – október	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Ferskvatn	Sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð, súlfat	<i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá <i>Upptök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá	9. apríl – 15. október	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Sjór við flæðigryfjur	<i>Málmur:</i> arsen, blý, kadmín, kopar, króm, kvikasilfur, nikkell, járn og sink. Sýaníð og flúor	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfju auk tveggja viðmiðunarstaða	18. júní, 1. september og 17. september	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Móareitir	<i>Gróðurbreytingar háplantan, fléttna og mosa</i>	<i>Innan þynningarsvæða:</i> Stekkjarás, <i>Utan þynningarsvæða:</i> Eiðisvatn, Hólabrú, Skál og Seldalur	18. – 21. júlí	<i>Gróðurmælingar:</i> Náttúrufræðistofnun Íslands
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> 22. júní og 15. september <i>Barr:</i> 17. nóvember	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé Ástand tanna og liða í lifandi 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>Viðmiðunarsýni:</i> frá: Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. <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 2015 <i>Lifandi sauðfé og hross:</i> 20. september 2015, 20. janúar 2016 og 10. og 17. febrúar 2016	<i>Efnagreiningar:</i> NMÍ <i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýrlæknirinn Mosfellsbæ <i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýrlækna-miðstöðin ehf.

* NMÍ: Efnagreiningar - Nýsköpunarmiðstöð Íslands

3.1 Vöktunarstaðir

Yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, móareiti, gróður og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2015, má sjá á mynd 3.1.



Mynd 3.1: Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, ferskvatns, móareita, gróðurs og grasbíta árið 2015 við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

3.2 Tölfræði

Frá árinu 1999 hefur farið fram árleg umhverfsvöktun á ferskvatni, gróðri og grasbítum. 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 öll kerálversins voru komin í rekstur. Notuð er t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna. Niðurstöður tölfræðigreiningarinnar er að finna í viðaukum III, V og VI.

4 Loftgæði

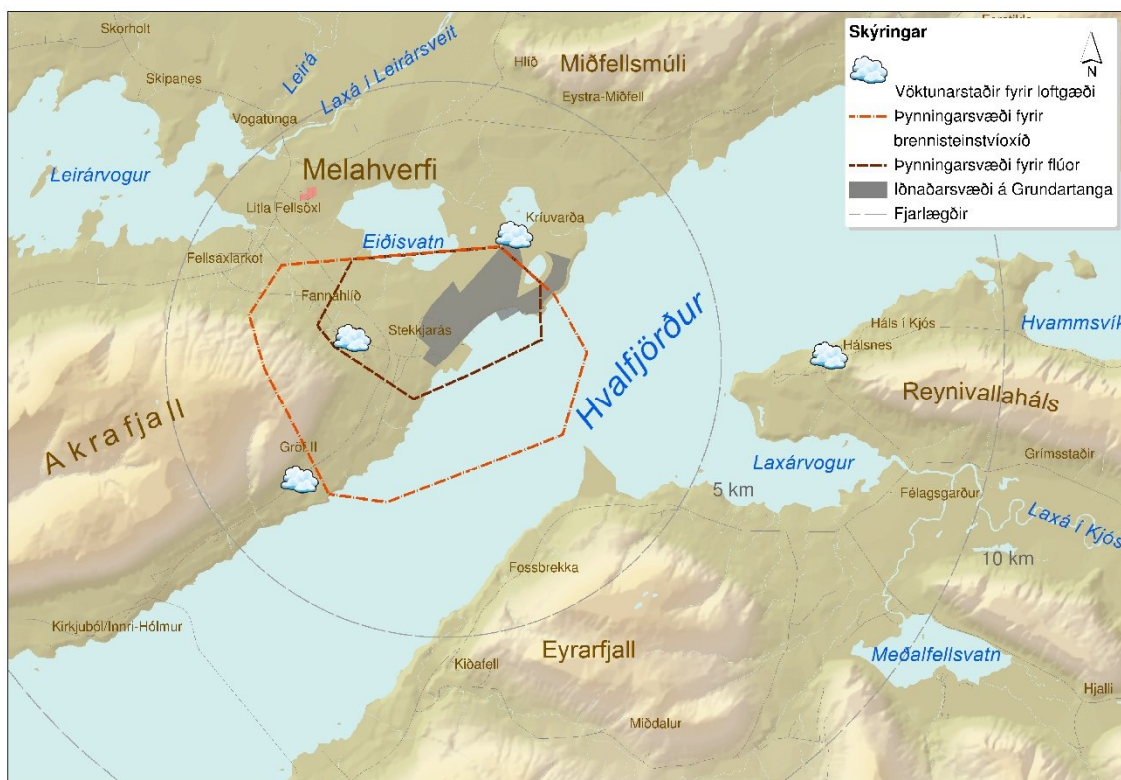
Árið 2015 voru fjórar loftgæðamælistöðvar í rekstri, þ.e. að Kríuvörðu, á Stekkjarási, Gröf II og á Hálsnesi (mynd 4.1). Mælingar fóru síðast fram á Hálsnesi árið 2012 en þær fara fram á þriggja ára fresti samkvæmt vöktunaráætlun. Á öllum mælistöðvum var sýnum safnað á síur yfir vöktunartímabilið, frá síðari hluta apríl til og með loka október. Á Kríuvörðu og á Gröf II fóru auk þess fram samfelldar mælingar árið um kring fyrir ákveðna mælipætti (tafla 4.1). Sjálfvirkur mælibúnaður var einnig settur aftur upp á Stekkjarási 8. júní 2015 en hann hafði verið lánaður til mengunarmælinga vegna eldgossins í Holuhrauni frá 19. september 2014. Eldgosinu í Holuhrauni lauk 27. febrúar 2015 en áhrif vegna gossins komu greinilega fram í brennisteinsmælingum þann 12. janúar 2015.

Þeir þættir sem mældir eru á hverri loftgæðamælistöð má sjá í töflu 4.1. Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ [5]. Niðurstöður efnagreininga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda utan þynningarsvæða.

Tafla 4.1: Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2015

Loftgæðamælistöð	Samfelldar mælingar allt árið*	Sýnum safnað á síur apríl - október	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk, SO ₂ , H ₂ S, NO, NO ₂ , NO _x	Svifryk, F, S, PAH-efni	Na, NO ₃ , Cl, Ca, S, F, pH, leiðni
Gröf II		F, S	
Stekkjarás	SO ₂ , H ₂ S	Svifryk, F, S	
Hálsnes			

* Mælir við Stekkjarás settur upp að nýju í júní



Mynd 4.1: Staðsetning loftgæðamælistöðva sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2015

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 og heildarflúors í andrúmslofti utan þynningarsvæðis.

Brennisteinstvíoxíð

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO₂) í andrúmslofti mældist undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ á mælistöðinni á Gröf II fór einu sinni yfir heilsuverndarmörk á árinu en það var 12. janúar þegar greinilegra áhrifa frá eldgosinu í Holuhrauni varð vart. Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ á Kríuvörðu fór 28 sinnum yfir skilgreind gróðurverndarmörk og þar af einu sinni yfir heilsuverndarmörk á árinu. Leyfilegt er að yfirstíga þessi mörk sjö sinnum árlega.

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 á Kríuvörðu og á Gröf II.

Svifryk

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

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)

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

Úrkoma

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Meðalstyrkur flúors í úrkomu var töluvert hærra en undanfarin ár á Kríuvörðu en svipaður og áður á Stekkjarási. Brennisteinsgildi í úrkomu mældust svipað og undanfarin ár og pH stig lítillaga hærra.

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, í töflu 4.4 fyrir Stekkjarás, sem liggur innan þynningarsvæða, og í töflu 4.5 fyrir Hálsnes. Einnig eru gerðar efnagreiningar á þáttum í andrúmslofti og úrkomu þar sem skilgreind umhverfismörk liggja ekki fyrir, t.d. meðalstyrkur HF og SO₂ í andrúmslofti yfir mánaðartímabil, meðalstyrkur HF á sólarhring, meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir heilt ár og yfir mánaðartímabil, styrkur PAH-16 efna í andrúmslofti og styrkur uppleystra efna og sýrustigs í úrkomu, sjá kafla 4.2.

Tafla 4.2: Niðurstöður loftgæðamælinga á Kríuvörðu, meðalstyrkur 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
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,19 ± 0,31	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	1,64		Mælt 16. október í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		Mælt 2. júní í ANA-átt.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,23 ± 0,37	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	1,95		Mælt 16. október í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		Mælt 8. maí og 2. júní.
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl - október (síur)</i>	6,8 ± 7,8		
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	12,1 ± 31,9	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002. Eldgos í Holuhrauni stóð yfir í janúar og febrúar.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	126	50	Gróðurverndarmörk/ (heilsuverndarmörk) skv. rg. 251/2002. Yfir mörkum 28x, leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 8. febrúar í SV-átt.
	126	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Gildi mælt 8. febrúar í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,1		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	270	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 12. janúar í A-átt. Greinileg áhrif frá Holuhrauni.
	197	350	Hæsta gildi mælt að gosi loknu þann 14. mars.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,7 ± 2,3	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	6,3	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Gildi mælt 13. desember í SA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,9 ± 1,8	30	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	13,4	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 8. febrúar í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,4 ± 2,9	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	15,2		Hæsta gildi mælt 8. febrúar í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	5,8 ± 4,9	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	25,5	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 26. júní í S-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	1,8		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	4,2 ± 3,6	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.
PAH efni - Bensó(a)þýren			
<i>Mældur styrkur apríl – október (síur)</i>	3·10 ⁻⁷ – 4,7·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

Tafla 4.3: Niðurstöður loftgæðamælinga á Gröf II, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03 ± 0,06	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,28		Mælt 21. ágúst í NNA-áttum.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		Mælist mörgum sinnum.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,05 ± 0,07	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,43		Mælt 27. – 31. júlí.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		Mælt 3. – 8. október.
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl – október (síur)</i>	3,0 ± 1,4		
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,8 ± 13,8	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002. Eldgos í Holuhrauni stóð yfir í janúar og febrúar.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	126	50	Gróðurverndarmörk/ (heilsuverndarmörk) skv. rg. nr. 251/2002. Yfir mörkum 1x, leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Undanþága í gildi, rg. í endurskoðun. Hæsta gildi mælt 12. janúar í A-átt. Greinileg áhrif frá Holuhrauni.
	126	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 12. janúar í A-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	425	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 12. janúar í A-átt. Greinileg áhrif frá Holuhrauni.
	202	350	Hæsta gildi mælt að gosi loknu þann 27. október.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,6 ± 1,5	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	6,2	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 3. febrúar í A-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,0 ± 3,4	30	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	11,5	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 24. ágúst í NA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,3 ± 3,8	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	13,1	-	Hæsta gildi mælt 24. ágúst í NA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,1		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	5,7 ± 4,9	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	24,7	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Hæsta gildi mælt 26. júní í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,9 ± 3,7	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.

Tafla 4.4: Niðurstöður loftgæðamælinga á Stekkjarási*, meðalstyrkur 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
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03 ± 0,02**	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,13		Mælt 8. júlí í S-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		Mældist í NA-áttum.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,06 ± 0,06	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,18		Mælt 18. – 22. og 24. – 28. ágúst.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,01		Mælt 9. september.
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl – október (síur)</i>	6,3 ± 2,9**		
<i>Meðalstyrkur ársins***</i>	4,7 ± 2,5**	20	Gróðurv.mörk skv. rg. 251/2002.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins***</i>	21,9**	50	Gróðurv.mörk/ (heilsuv.mörk) skv. rg. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 24. ágúst í NA-átt.
	21,9**	125	Heilsuv.mörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Hæsta gildi mælt 24. ágúst í NA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins***</i>	0,1		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins***</i>	80,1**	350	Heilsuv.mörk skv. rg. 251/2002. Hæsta gildi mælt 23. ágúst í A-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,7 ± 1,2**	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins***</i>	6,5**	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 12. desember í A-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins***</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur apríl - október (síur)</i>	8,5 ± 1,8**	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.

* Mælir á Stekkjarási var lánaður til Umhverfisstofnunar frá 19. september 2014 til 8. júní 2015 vegna eldgossins í Holuhrauni.

** Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða.

*** Miðað er við tímabilið frá 9. júní til lok ársins.

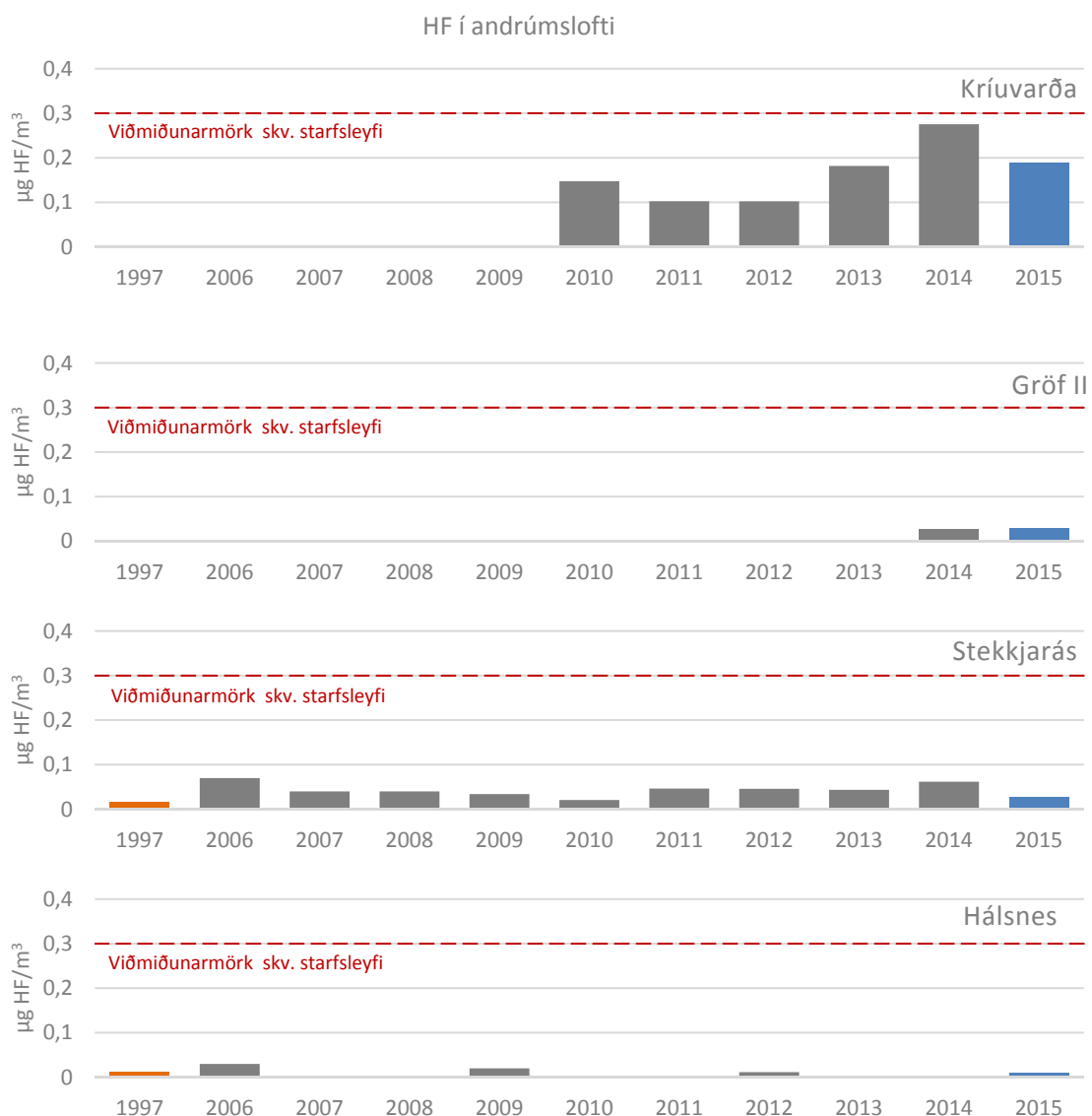
Tafla 4.5: Niðurstöður loftgæðamælinga á Hálsnesi, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhringsgildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,01 ± 0,01	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,02		Mælt nokkrum sinnum yfir tímabilið.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		Mældist í NA-áttum.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,02 ± 0,01	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,05		Mælt nokkrum sinnum í júlí.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		Mælt 29. október – 2. nóvember.
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl – október (síur)</i>	0,5 ± 0,4		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur apríl – október (síur)</i>	6,2 ± 2,3	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 251/2002.

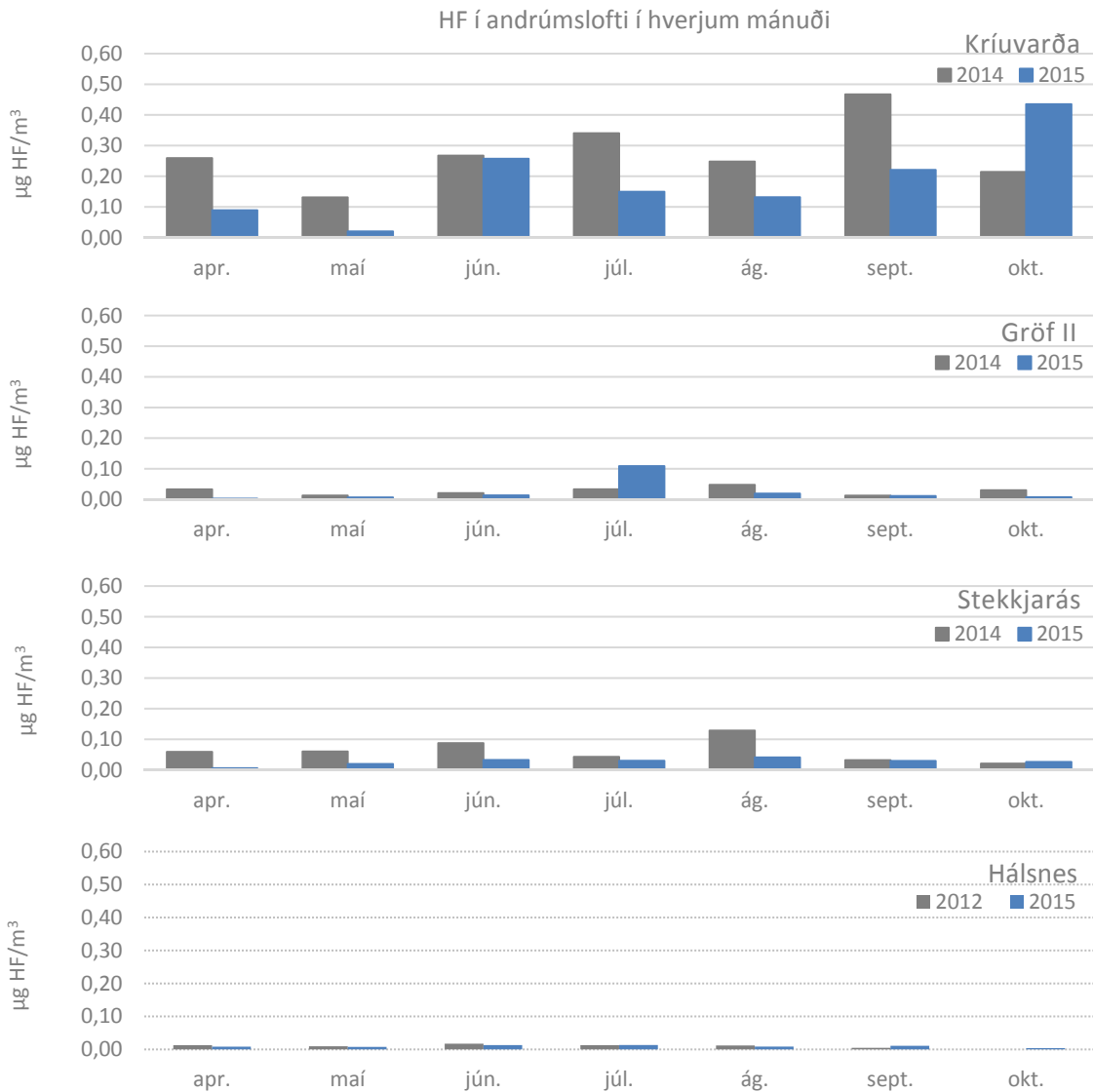
4.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

4.2.1 Flúor í andrúmslofti

Styrkur flúors í andrúmslofti var mældur í sýnum sem safnað var á síur frá apríl til og með október 2015 á öllum vöktunarstöðvum. 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 vöktunartímabilinu utan þynningarsvæðis til að tryggja hefðbundnar landbúnaðarntjar. Meðalstyrkur HF lækkaði árið 2015 á öllum stöðum eða var svipaður samanborið við mælingar undanfarinna ára. Meðalstyrkur HF á vöktunartímabilinu á Kríuvörðu var $0,19 \pm 0,31 \mu\text{g HF/m}^3$, á Gröf II $0,03 \pm 0,06 \mu\text{g HF/m}^3$, á Stekkjarási $0,03 \pm 0,02 \mu\text{g HF/m}^3$ og á Hálsnesi $0,01 \pm 0,01 \mu\text{g HF/m}^3$ (mynd 4.2). Kríuvarða, Gröf II og Hálsnes 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 2015 og til samanburðar fyrir árið 2014.



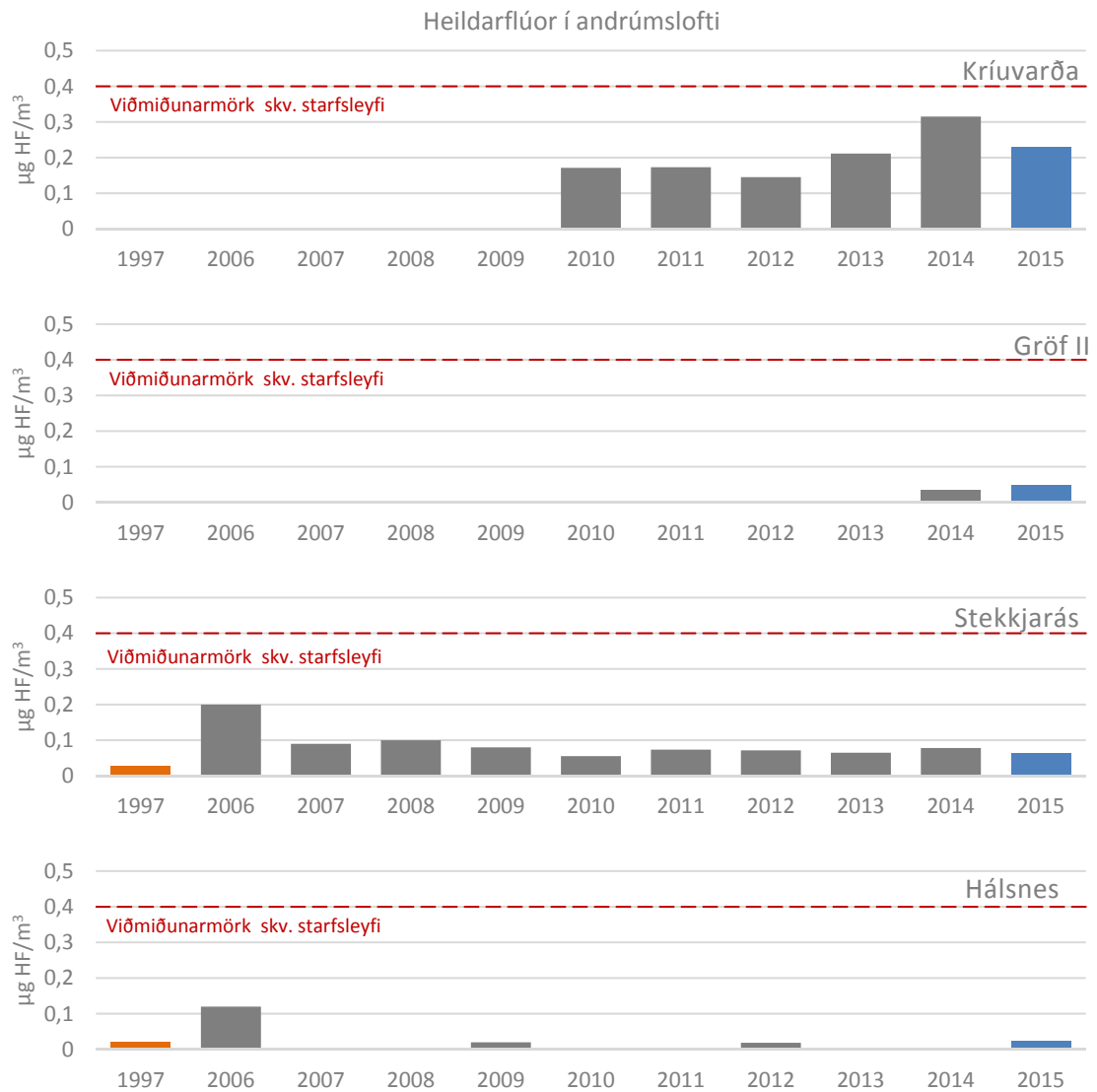
Mynd 4.2: Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi ásamt viðmiðunarmörkum samkvæmt starfsleyfi Norðurláls sem gilda utan þynningarsvæðis



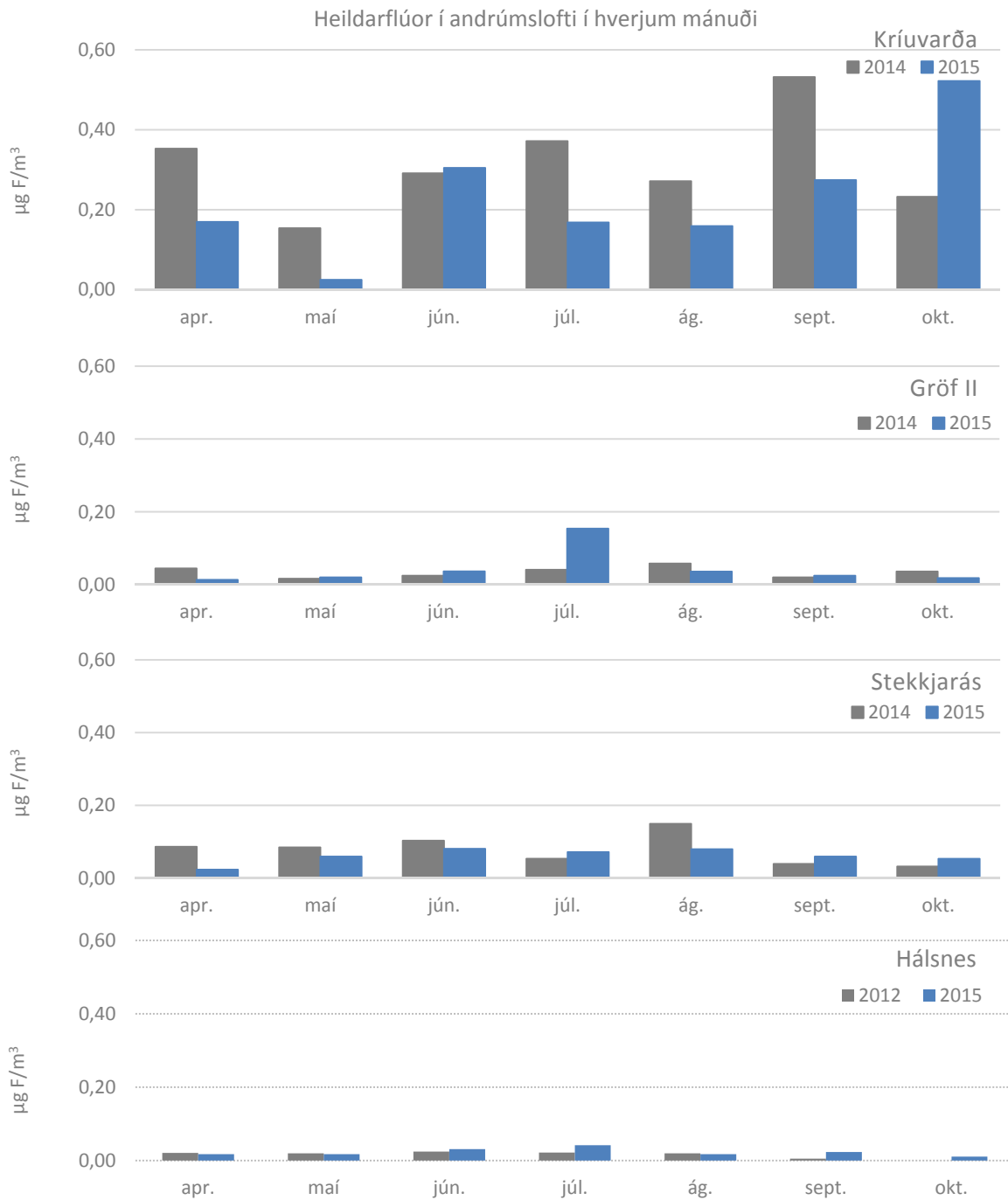
Mynd 4.3: Meðalstyrkur loftkennds flúors í hverjum mánuði á vöktunartímabilinu á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi árið 2015 og fyrri ár til samanburðar

Meðalstyrkur heildarflúors, þ.e. samanlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, á Kríuvörðu var $0,23 \pm 0,37 \mu\text{g F/m}^3$, á Gröf II $0,05 \pm 0,07 \mu\text{g F/m}^3$, á Stekkjarási $0,06 \pm 0,04 \mu\text{g F/m}^3$ og á Hálsnesi $0,02 \pm 0,01 \mu\text{g F/m}^3$ (mynd 4.4). Viðmiðunarmörk fyrir styrk heildarflúors eru $0,40 \mu\text{g F/m}^3$ miðað við starfsleyfi Norðuráls sem gefið var út 16. desember 2015 og voru allar stöðvar undir þeim mörkum. Meðalstyrk heildarflúors í andrúmslofti í hverjum mánuði á öllum vöktunarstöðvum má sjá á mynd 4.5.

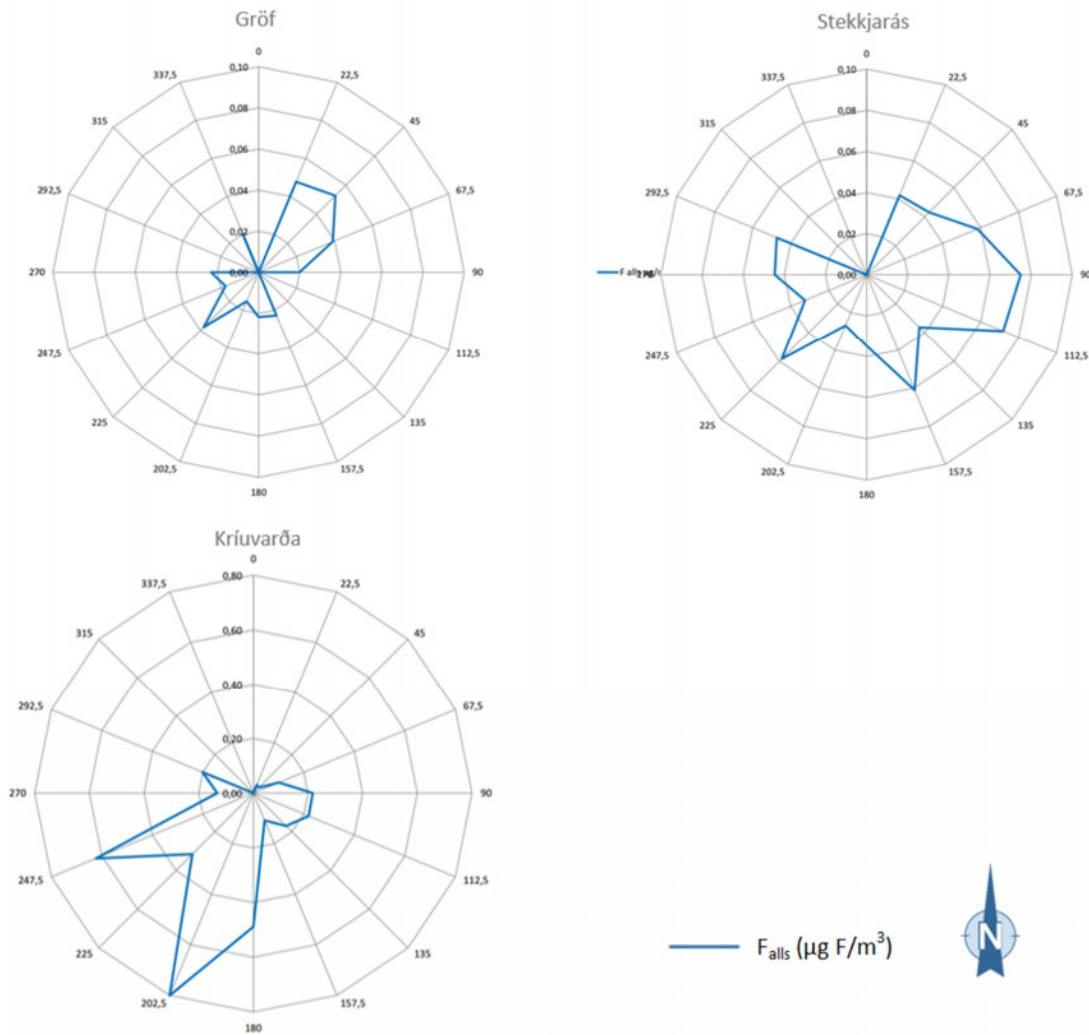
Nokkur mismunur er á meðalstyrk flúors milli mælistöðva og liggur meginmunurinn í styrk HF. Styrkur flúors mældist hærrí á Kríuvörðu en á öðrum stöðvum og er áberandi hæstur í október þegar hæg suðvestanátt var ráðandi. Misjafnt er í hvaða vindátt flúormengunar gætir á stöðvunum. Í suðvestanáttum mældist 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 4.6 [5].



Mynd 4.4: Meðalstyrkur heildarflúors á vöktunartímabili á Krúuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi



Mynd 4.5: Meðalstyrkur heildarflúors í hverjum mánuði á vöktunartímabilinu á Krúvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi árið 2015 og fyrri ár til samanburðar



Mynd 4.6: Styrkur flúors ($\mu\text{g F}/\text{m}^3$) eftir vindáttum frá apríl – október 2015 á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða

4.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti

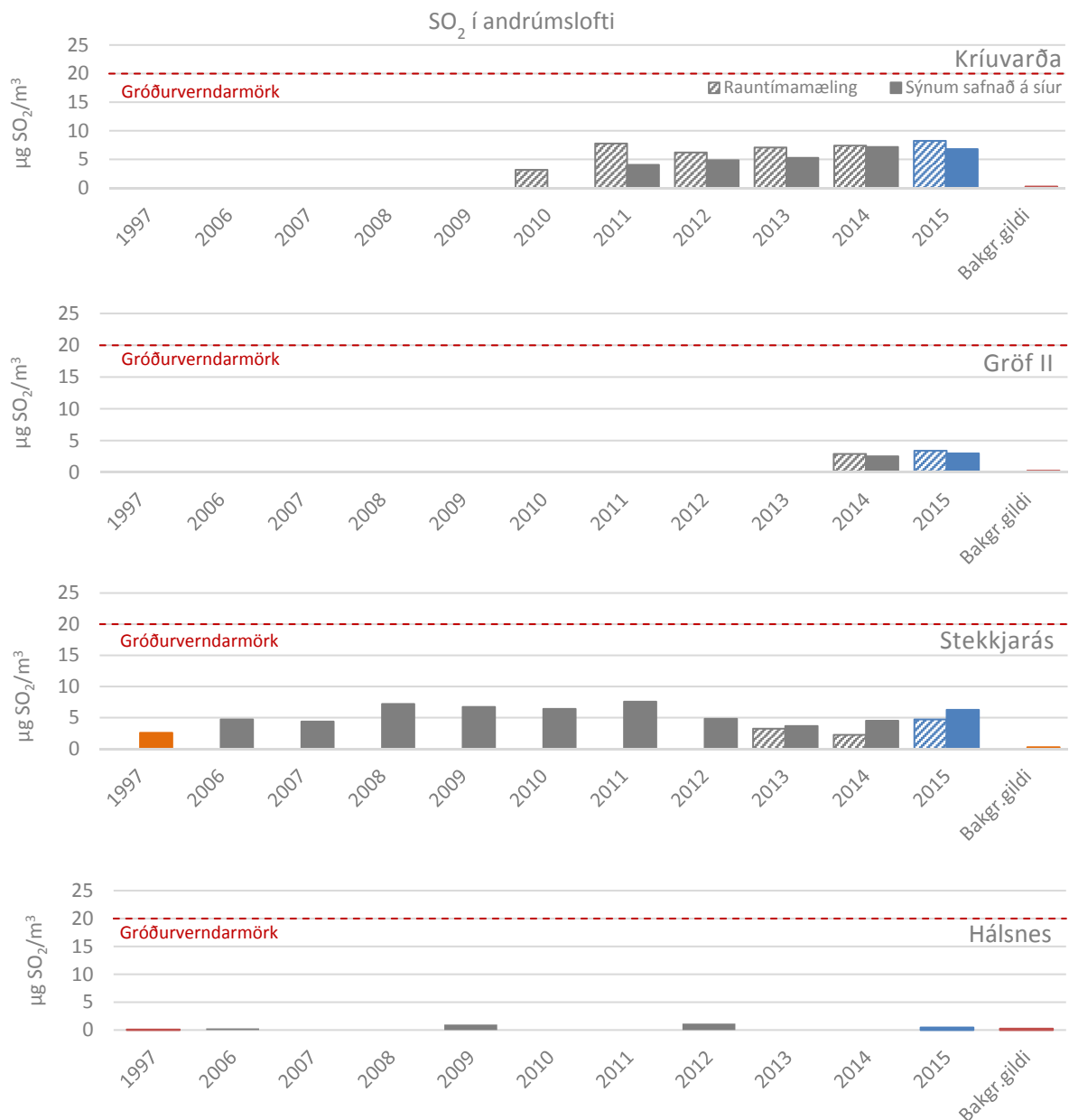
Árið 2015 var styrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) mældur með tvennum hætti á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Annars vegar var sýnum safnað á síur frá apríl til október auk samfelldra mælinga yfir allt árið. Rauntímamælirinn á Stekkjarási var lánaður til Umhverfisstofnunar vegna eldgossins í Holuhrauni frá og með miðjum september 2014 til og með 8. júní 2015, svo ekki liggja fyrir mælingar allt árið á þeirri mælistöð. Á Hálsnesi var sýnum eingöngu safnað á síur.

Eldgösinu í Holuhrauni lauk 27. febrúar 2015 og má rekja hækkun á ársmeðaltali brennisteinstvíoxíðs á Kríuvörðu til gossins í Holuhrauni að einhverju leyti. Hægt er að rekja óvenju há mæligildi þann 12. janúar til eldgossins. Fyrstu tveir mánuðir ársins eru hafðir með í gögnum þrátt fyrir að eldgosíð væri enn yfirstandandi.

Þessar tvær mæliaðferðir eru mjög ólíkar. Mælingarnar á síur eru ekki samfelldar og er heildarmælitími á bilinu 46-58 sólarhringar á vöktunartímabilinu frá apríl til október. Í sýnum sem safnað er á síur eru brennisteinstvíoxíð mæld bæði í ryki og lofti. Einungis SO_2 í lofti er borið saman við niðurstöður sjálfvirku mælinganna [5].

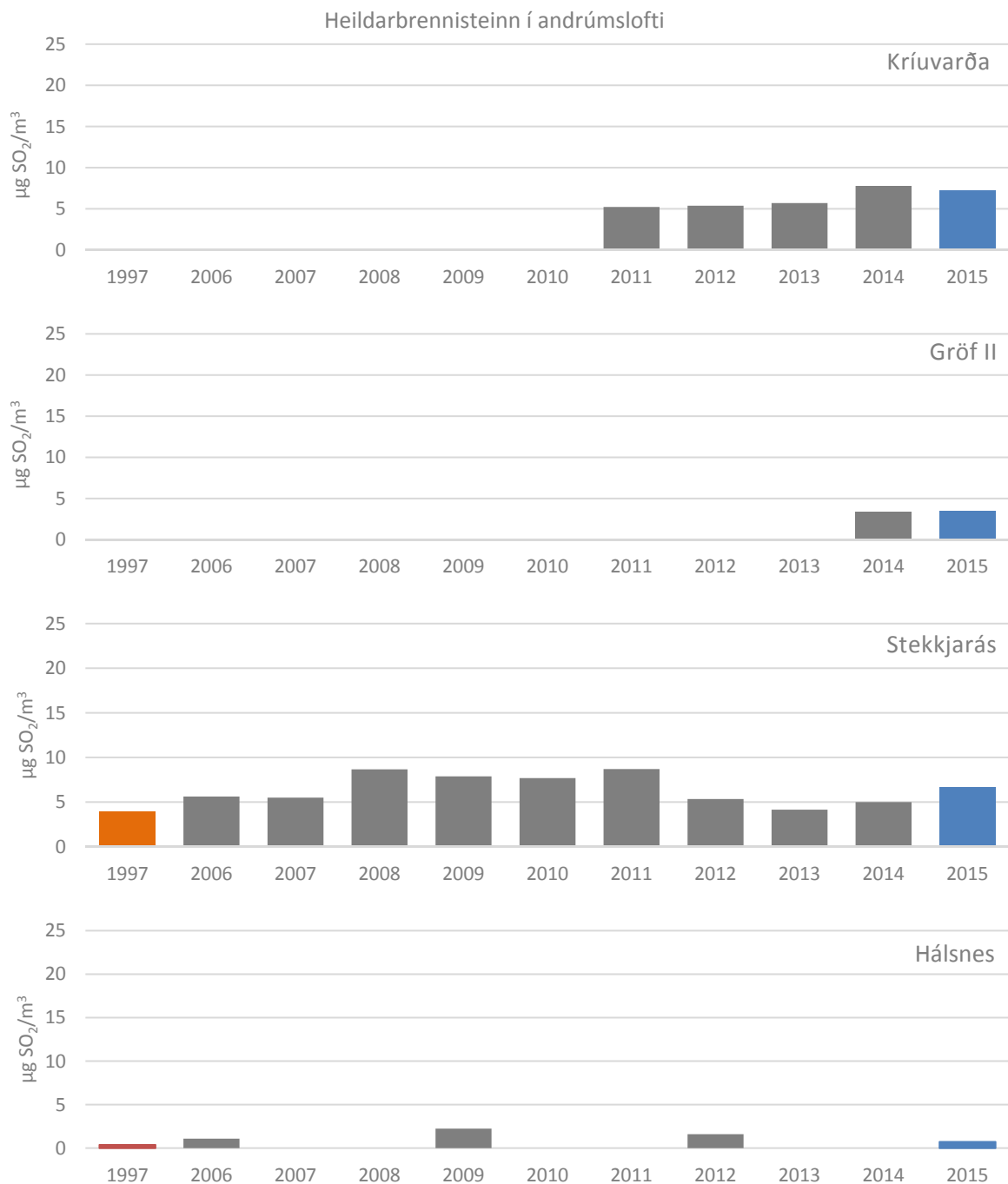
4.2.2.1 SO₂ í andrúmslofti á vöktunartímabili

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á vöktunartímabilinu apríl – október var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 (20 µg SO₂/m³) sem gildir utan þýnningarsvæðis. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á Kríuvörðu var 8,4 ± 24,9 µg SO₂/m³ mælt með rauntímamælingu frá apríl - október, en 6,8 ± 7,8 µg SO₂/m³ mælt í sýnum af síur. Á vöktunarstöðinni á Gröf II var meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti 3,4 ± 10,5 µg SO₂/m³ mælt með rauntímamælingu, en í sýnum sem safnað var á síur var meðalstyrkurinn 3,0 ± 1,4 µg SO₂/m³. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á Stekkjarási mældur með rauntímamælingu frá 10. júní fram í október var 4,7 ± 7,7 µg SO₂/m³ og í sýnum sem safnað var á síur á tímabilinu apríl - október 6,3 ± 2,9 µg SO₂/m³. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti á Hálsnesi í sýnum sem safnað var á síur á tímabilinu apríl - október var 0,5 ± 0,4 µg SO₂/m³ (mynd 4.7).



Mynd 4.7: Meðalstyrkur SO₂ á vöktunartímabilinu á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi ásamt gróðurverndarmörkum sem gilda utan þýnningarsvæðis. Bakgrunnsgildi mæld við Írafoss árið 2003 (0,26 µg SO₂/m³)

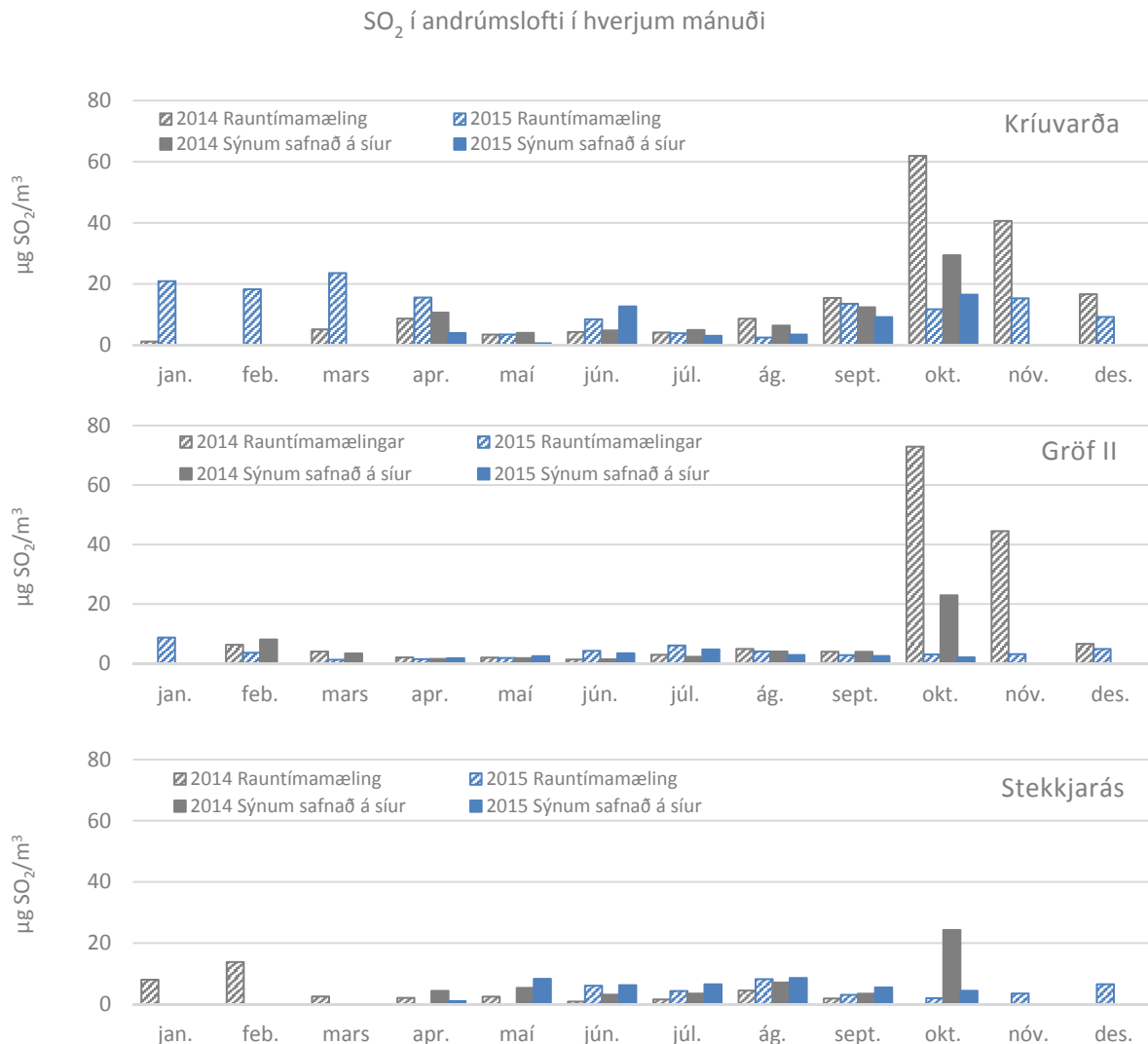
Meðalstyrkur heildarbrennisteins á vöktunartímabilinu (apríl - október), þ.e. samanlagður styrkur loftborins brennisteins og brennisteins í ryki í sýnum sem safnað var á síur, var á Kríuvörðu $7,2 \pm 7,8 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, á Gröf II $3,5 \pm 1,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, á Stekkjarási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



Mynd 4.8: Meðalstyrkur heildarbrennisteins á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi yfir vöktunartímabilið

4.2.2.2 SO₂ í andrúmslofti allt árið 2015

Eldgosið í Holuhrauni stóð yfir til loka febrúar 2015 og má að einhverju leyti rekja hækkun ársmeðaltals SO₂ á Kríuvörðu til eldgossins. Á mynd 4.9 má sjá meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2015 og til samanburðar fyrir árið 2014. Á myndunum sést glögglega hve styrkurinn eykst í október og nóvember 2014 vegna eldgossins í Holuhrauni.

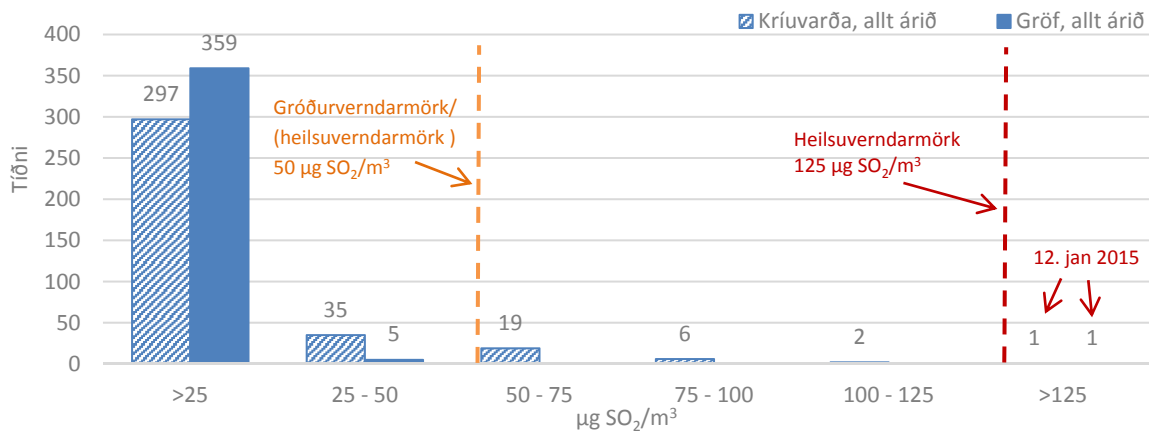


Mynd 4.9: Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2015 og árið 2014 til samanburðar

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti allt árið 2015 mældur með rauntímamælingu á Kríuvörðu var $12,1 \pm 31,9 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Þar var hæsti klukkustundar meðalstyrkur SO₂ $270 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þann 12. janúar, sem er undir klukkustundar heilsuverndarmörkum sem skilgreind eru í reglugerð nr. 251/2002 ($350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$). Á Gröf II mældist meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti $3,8 \pm 13,8 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ fyrir allt árið, og hæsti klukkustundar meðalstyrkur $425 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, einnig þann 12. janúar 2015. Þessi gildi mældust í austanátt og virðast eftirhretur gossins í Holuhrauni. Klukkustundar meðalstyrkurinn fór því aldrei yfir klukkustundar heilsuverndarmörk á Kríuvörðu en einu sinni á Gröf II, en þann dag voru áhrif frá eldgosinu í Holuhrauni greinileg. Ef skoðað er tímabilið eftir gos, þá var hæsta

klukkustundargildi $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 14. mars á Krúuvörðu og $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 27. október á Gröf og eru bæði háværk undir heilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$).

Sólarhringsmeðalstyrkur mældist yfir gróðurverndarmörkum ($50 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) 28 sinnum á Krúuvörðu og einu sinni á Gröf II yfir árið 2015. Þar af voru 7 dagar á góstmabilinu í janúar og febrúar. Af þessum 7 dögum verður einn dagur, þann 12. janúar, örugglega rakinn til gossins. Leyfilegt er samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 að fara yfir þau mörk 7 sinnum á ári. Í gildi er undanþága frá þessu ákvæði í reglugerð til 1. júlí 2016 eða þar til endurskoðun á ákvæðum reglugerðar nr. 787/1999 um loftgæði er lokið. Sólarhringsmeðalstyrkur mældist yfir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) einu sinni á Krúuvörðu og einu sinni á Gröf II, á báðum stöðum þann 12. janúar 2015, sem rekja má til áhrifa frá gosinu í Holuhrauni. Á mynd 4.10 má sjá fjölda mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO_2 á Krúuvörðu og Gröf II sem mældust undir gróðurverndarmörkum/(heilsuverndarmörkum), á milli gróður- og heilsuverndarmarkna og yfir heilsuverndarmörkum allt árið 2015.



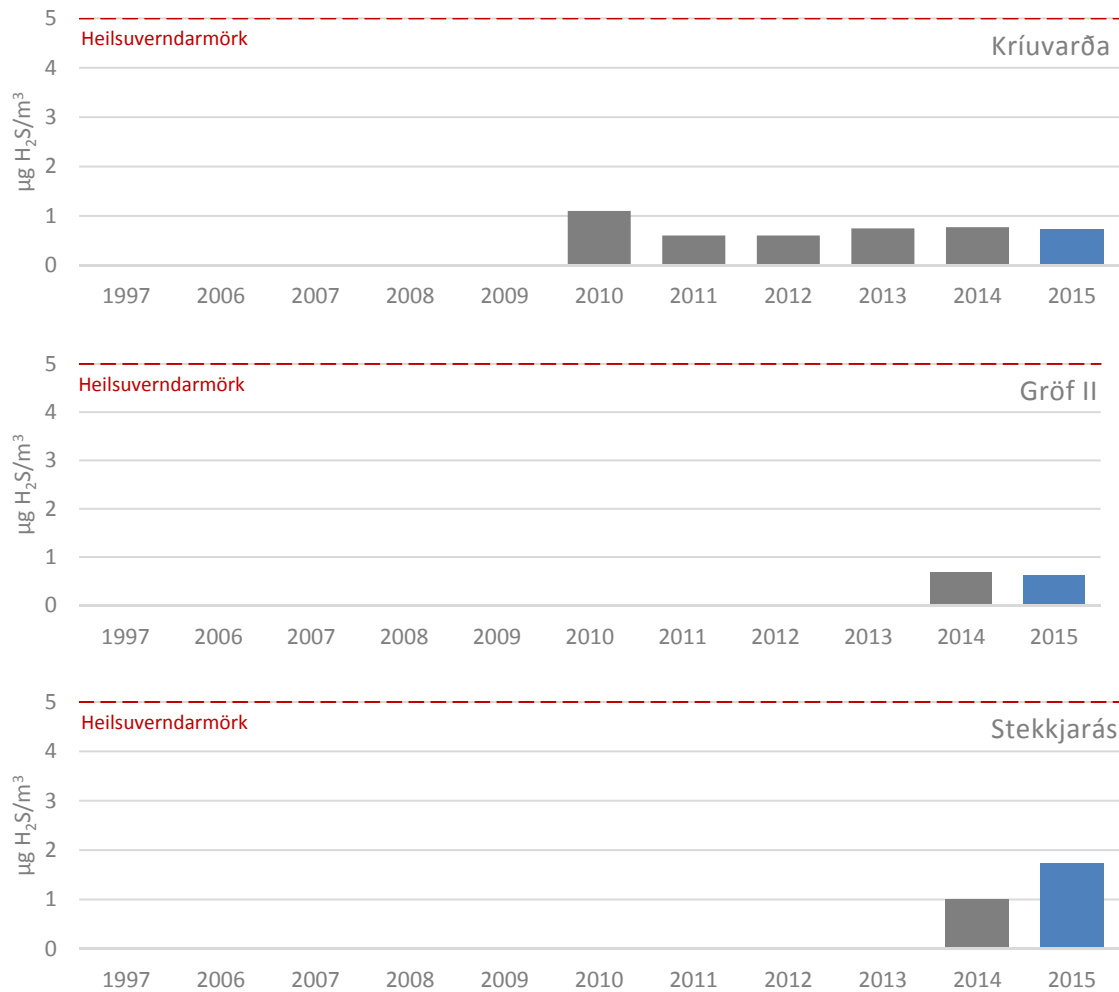
Mynd 4.10: Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO_2 á Krúuvörðu og Gröf II árið 2015 sem mældust undir gróðurverndarmörkum/(heilsuverndarmörkum), á milli gróður- og heilsuverndarmarkna og yfir heilsuverndarmörkum, allt árið 2015

4.2.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar á brennisteinsvetni (H_2S) í andrúmslofti fóru fram á Krúuvörðu og Gröf II þar sem mælt var allt árið en á Stekkjarnesi hófust mælingar 9. júní.

Meðalstyrkur loftborins H_2S á Krúuvörðu árið 2015 var $0,7 \pm 2,3 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $0,6 \pm 1,5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $1,7 \pm 1,2 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir árs heilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) samkvæmt reglugerð 514/2010 (mynd 4.11). Hæsti sólarhrings meðalstyrkur á Krúuvörðu var $6,3 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $6,2 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $6,5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ 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 Krúuvörðu var $26,3 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, á Gröf II $36,5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $12,0 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum skv. reglugerð 514/2010 ($50 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) [5].

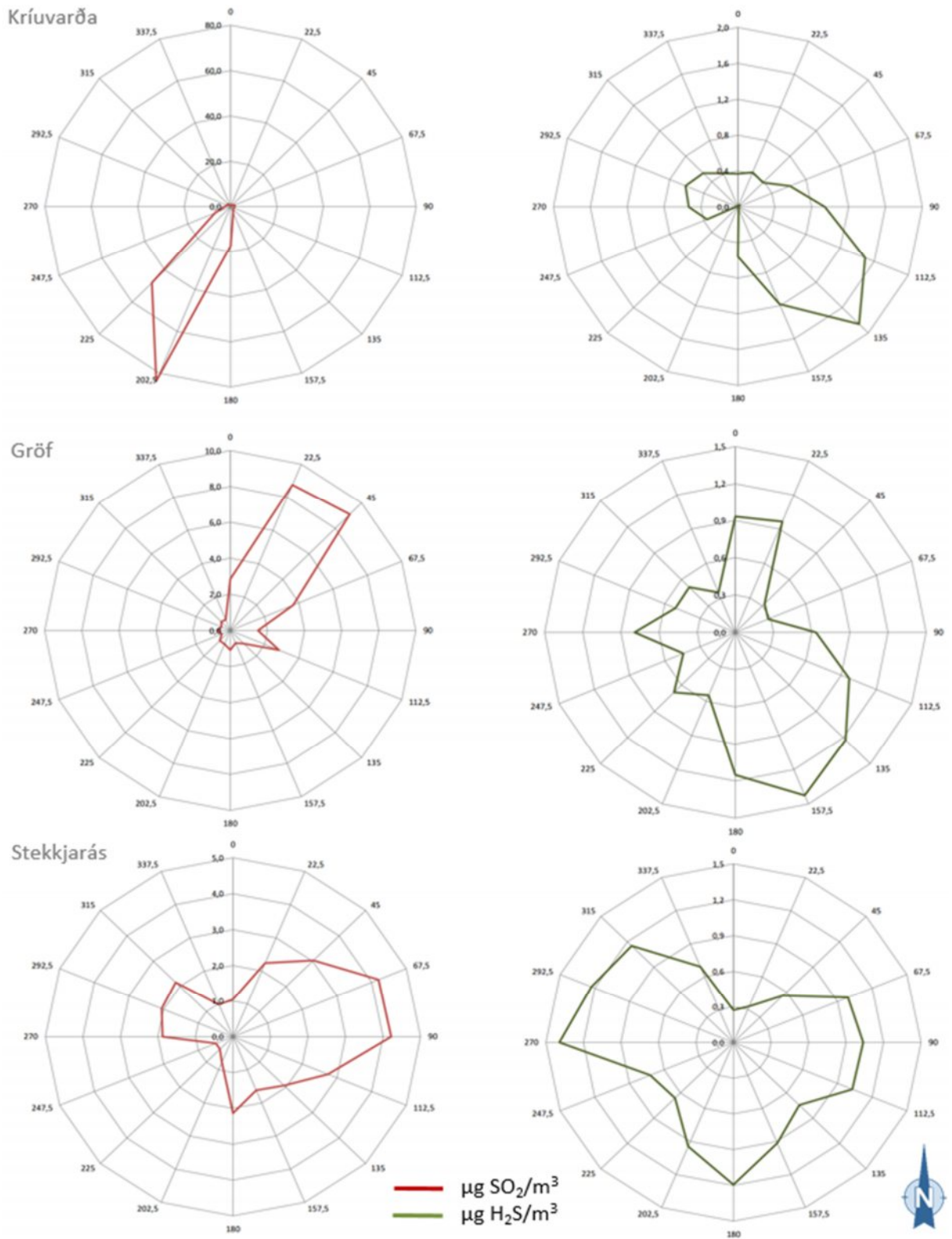
H₂S í andrúmslofti



Mynd 4.11: Meðalstyrkur H₂S á vöktunarstöðum fyrir loftgæði á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt heilsuverndarmörkum

Á mynd 4.12 má sjá uppsprettuáttir SO₂ og H₂S í rauntímamælingum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2015 og frá júní til ársloka á Stekkjarási. Meginuppspretta SO₂ á 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 við fyrri ár.

Á Stekkjarási fara ekki fram vindmælingar og á mynd 4.12 er notast við vindrós frá Kríuvörðu. Á Stekkjarási mældist SO₂ lægra í meginuppsprettuátt úr austri, samanborið við Kríuvörðu og Gröf II, og H₂S mældist hæst á Stekkjarási í norðvestanáttum en ekki í suðvestanáttum. Eru þessar niðurstöður sambærilegar við fyrri ár.

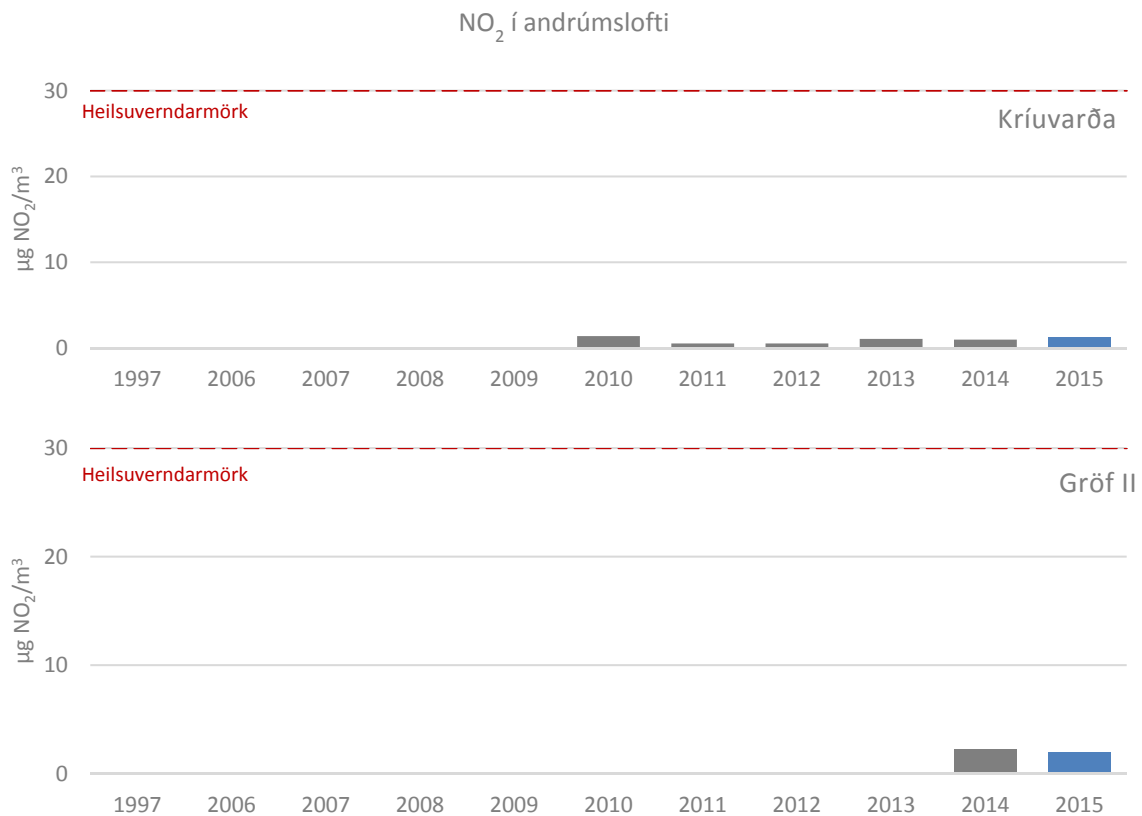


Mynd 4.12: Styrkur SO₂ (rauðar línur, $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) og H₂S (grænar línur, $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) í mældum vindáttum árið 2015 á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða

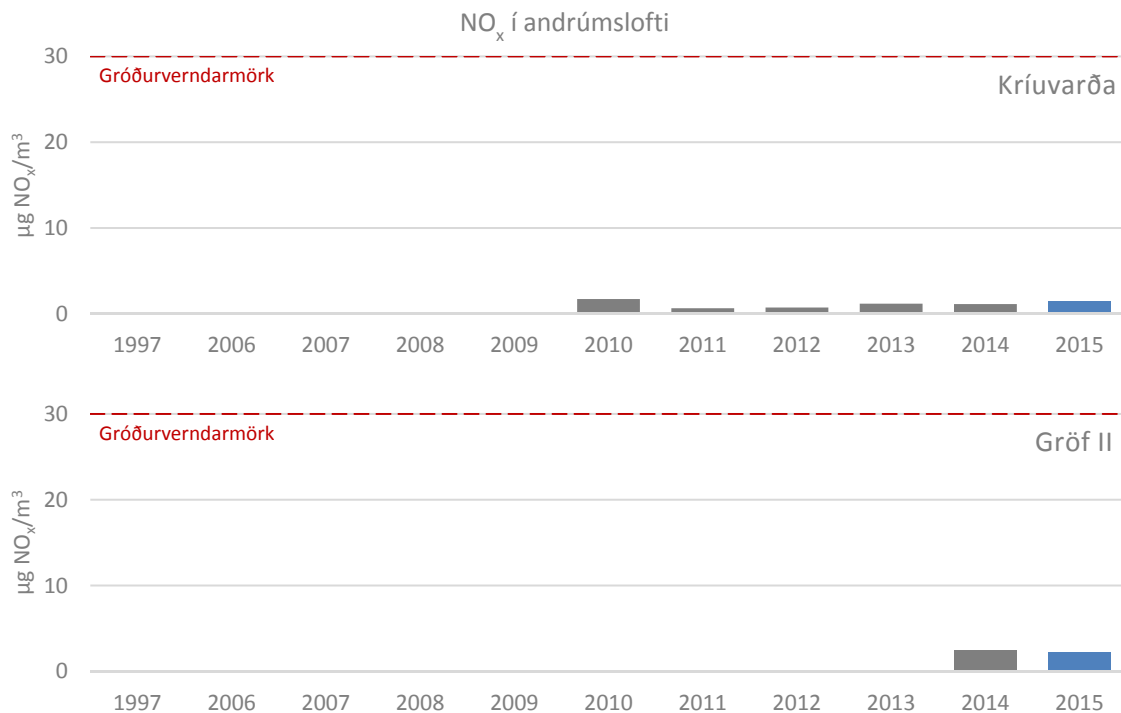
4.2.4 Köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíða í andrúmslofti

Samfelldar mælingar á styrk köfnunarefnistvíoxíðs (NO₂) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) í andrúmslofti fóru fram á Kríuvörðu og á Gröf II. Sólarhringsmeðalstyrkur NO₂ fór aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörk árið 2015 skv. reglugerð nr. 251/2002 (75 µg NO₂/m³), það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk.

Meðalstyrkur NO₂ árið 2015 mældist á Kríuvörðu 1,4 ± 1,8 µg NO₂/m³ og á Gröf II 2,0 ± 3,4 µg NO₂/m³ sem er undir heilsuverndarmörkum skv. reglugerð nr. 251/2002 fyrir NO₂ (30 µg NO₂/m³), sjá mynd 4.13. Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu var 1,4 ± 2,9 µg NO_x/m³ og á Gröf II 2,3 ± 3,8 µg NO_x/m³ (mynd 4.14) sem er undir gróðurverndarmörkum fyrir NO_x (30 µg NO_x/m³).



Mynd 4.13: Meðalstyrkur NO₂ á Kríuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum



Mynd 4.14: Meðalstyrkur NO_x á Krúuvörðu og Gröf II ásamt gróðurverndarmörkum

4.2.5 Svifryk í andrúmslofti

Samfelldar mælingar á styrk svifryks (PM₁₀ og PM_{2,5}) fóru fram á Krúuvörðu og Gröf II árið 2015 auk þess sem söfnun sýna á síur fóru fram á Stekkjarási og Hálsnesi fyrir PM₁₀. Um er að ræða mjög ólíkar mæliaðferðir.

4.2.5.1 Svifryk í andrúmslofti á vöktunartímabili

Í sýnum safnað á síur var meðalstyrkur svifryks á vöktunartímabilinu frá apríl til október á Stekkjarási $8,5 \pm 1,8 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ og á Hálsnesi $6,2 \pm 2,3 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ (mynd 4.15). Meðalstyrkur PM₁₀ var því undir heilsuverndarmörkum skv. reglugerð 251/2002 á öllum mælistöðvum ($20 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$).

Meðalstyrkur PM₁₀, mældur með samfelldum mælingum allt árið, var á Krúuvörðu $5,8 \pm 4,9 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ og á Gröf II $5,7 \pm 4,9 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$. Niðurstöður samfelldra mælinga á Krúuvörðu gefa sambærilegar niðurstöður og fyrri ár.

Síðastliðin þrjú ár hefur styrkur PM₁₀ á Stekkjarási mælst lægri en næstu níu ár þar á undan. Ástæður þess má líklega rekja til þess að sumrin hafa verið mun úrkomusamari síðustu þrjú 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. Ryk sem safnað var á síur mældist með minnsta móti og hefur ekki mælst lægra síðan 2001.



Mynd 4.15: Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í andrúmslofti allt árið á Krúvörðu og Gröf II og á vöktunartímabili á Stekkjarási og Hálsnesi ásamt heilsuverndarmörkum svifryks sem gilda utan þynningarsvæðis

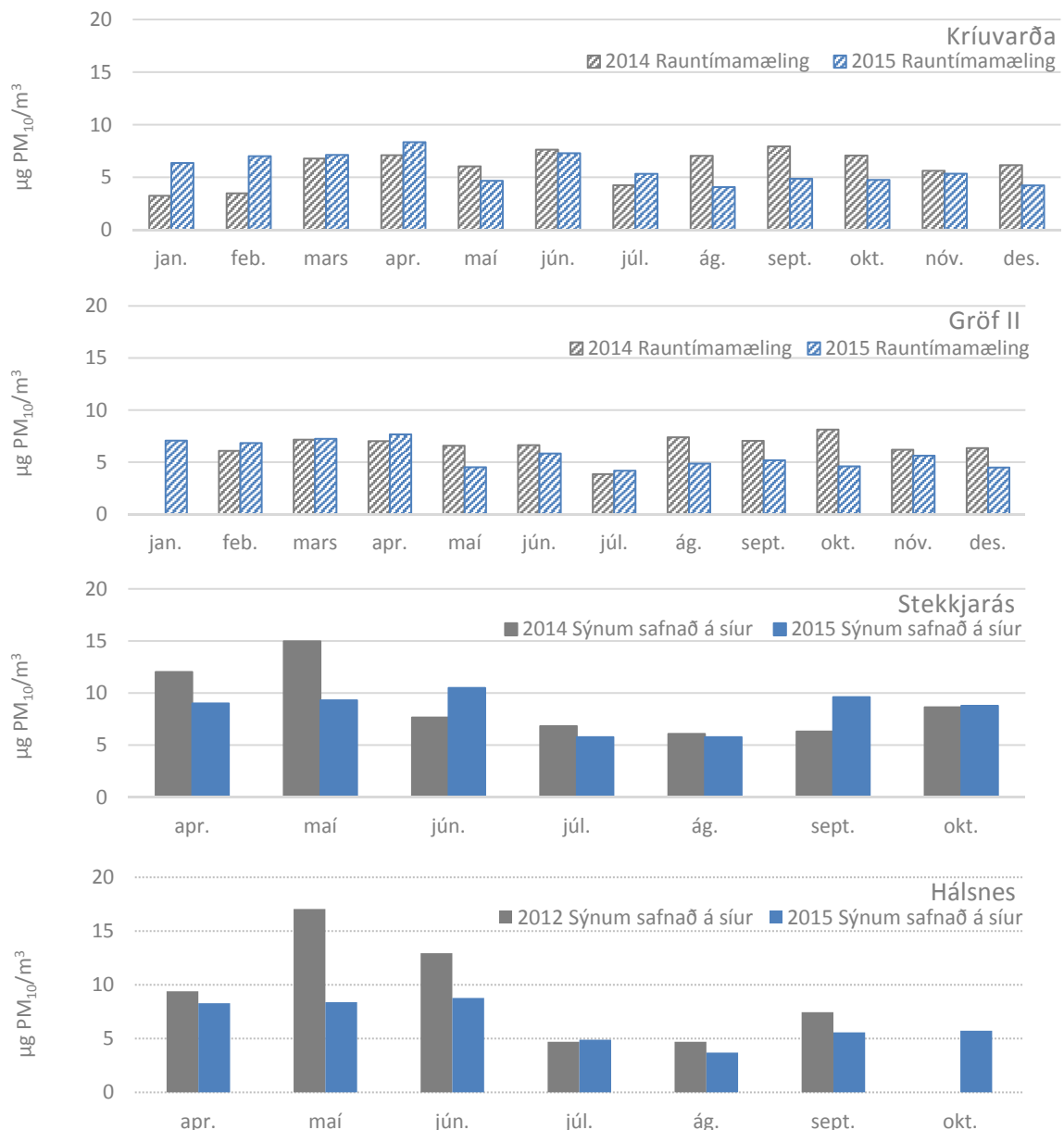
4.2.5.2 Svifryk í andrúmslofti allt árið 2015

Á árinu 2015 fór styrkur PM₁₀ á Krúvörðu og á Gröf II aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörk (50 µg/m³). Hæsti sólarhrings meðalstyrkur PM₁₀ á Krúvörðu mældist 25,5 µg PM₁₀/m³ og á Gröf II 24,7 µg PM₁₀/m³. Meðalstyrk svifryks, PM₁₀, í hverjum mánuði á Krúvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi má sjá á mynd 4.16.

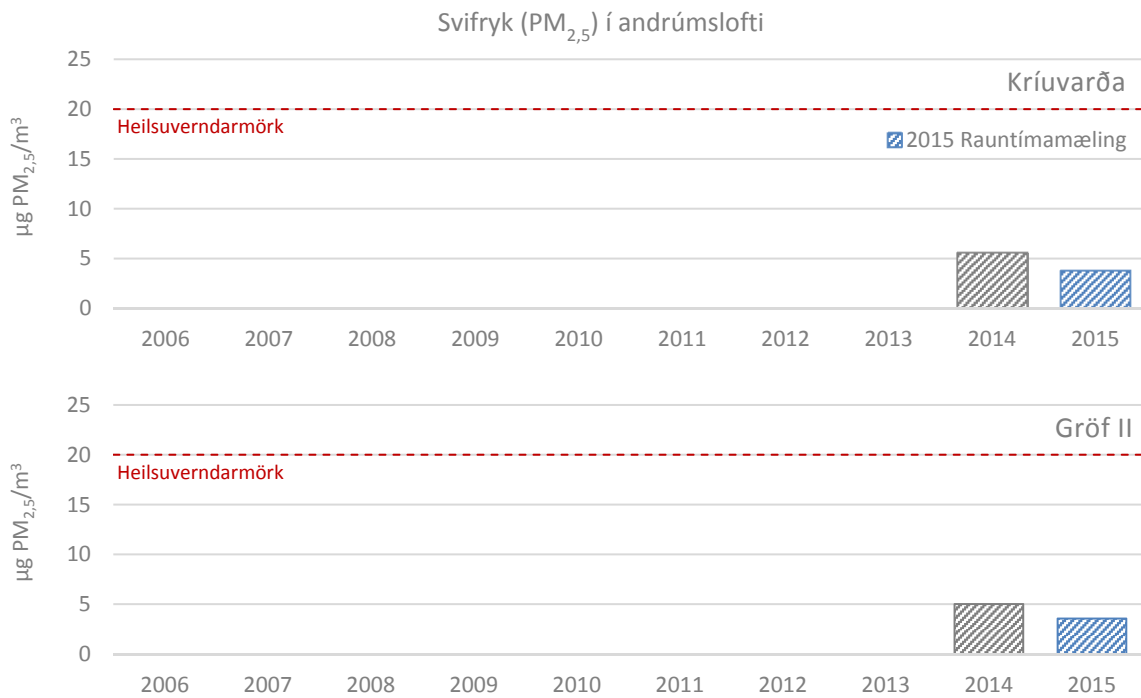
Árið 2015 var meðalstyrkur $PM_{2,5}$ mældur með samfelldum mælingum allt árið á Kríuvörðu $3,8 \pm 3,6 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ og á Gröf II $3,6 \pm 3,7 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ (mynd 4.17). Samkvæmt reglugerð 251/2002 með síðari breytingum eru skilgreind heilsuverndarmörk $20 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ 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 $21,3 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ og á Gröf II $31,8 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$. Meðalstyrk svifryks, PM_{10} , í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á mynd 4.18.

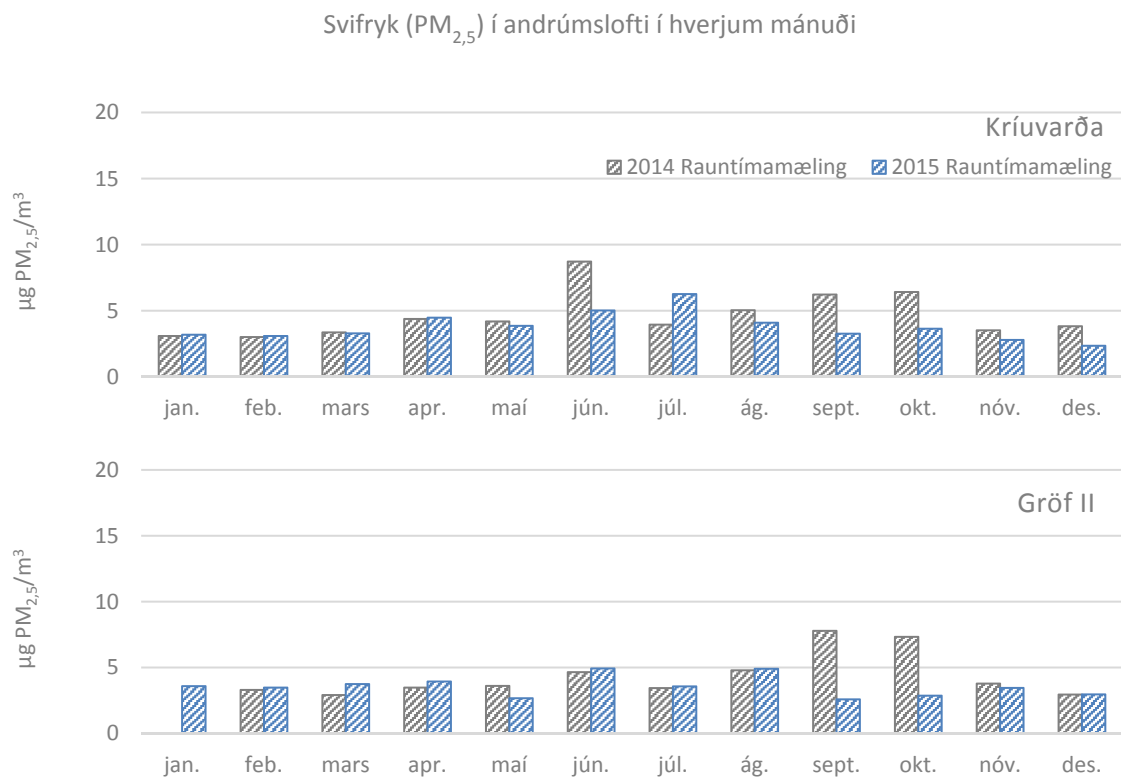
Svifryk (PM_{10}) í andrúmslofti í hverjum mánuði



Mynd 4.16: Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi árið 2015 og fyrri ár til samanburðar

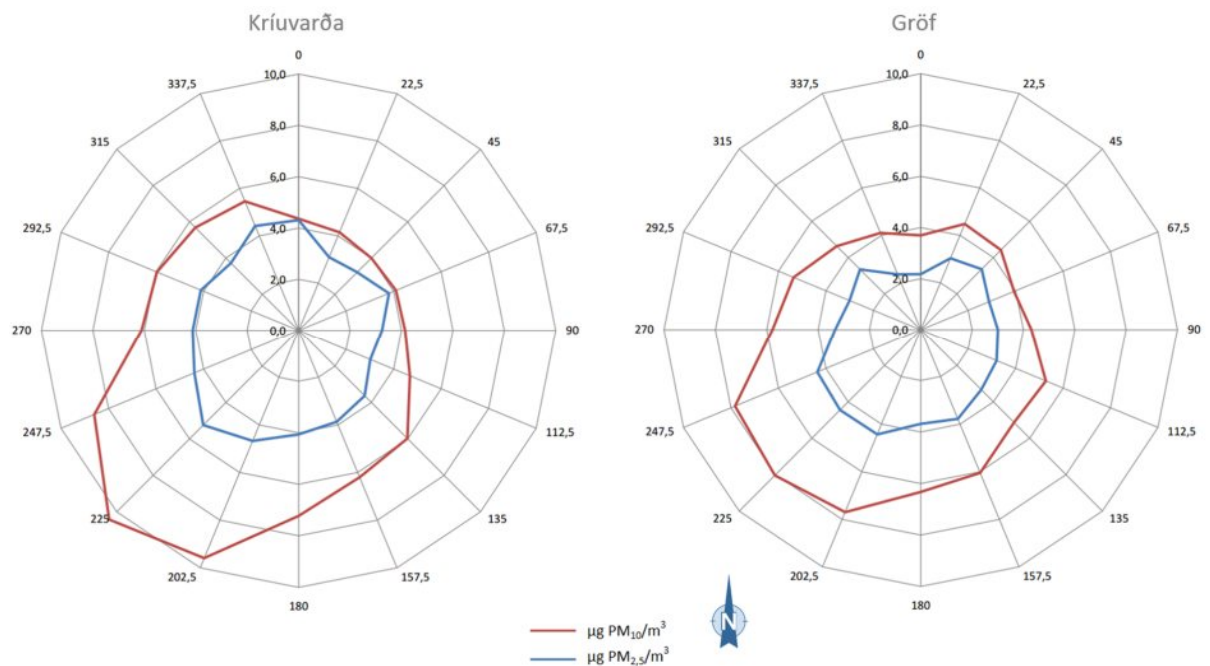


Mynd 4.17: Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í andrúmslofti á vöktunartímabili á Kríuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum $PM_{2,5}$ sem gilda utan þynningarsvæðis



Mynd 4.18: Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2015 og árið 2014 til samanburðar

Á mynd 4.19 má sjá rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestanáttum sem bendir til þess að verksmiðjusvæðið 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, malarnámur við Stóru-Fellsöxl og Hólabrú, austan Hvalfjarðarganga, umferð í nágrenni stöðvanna og höfuðborgarsvæðið [5].



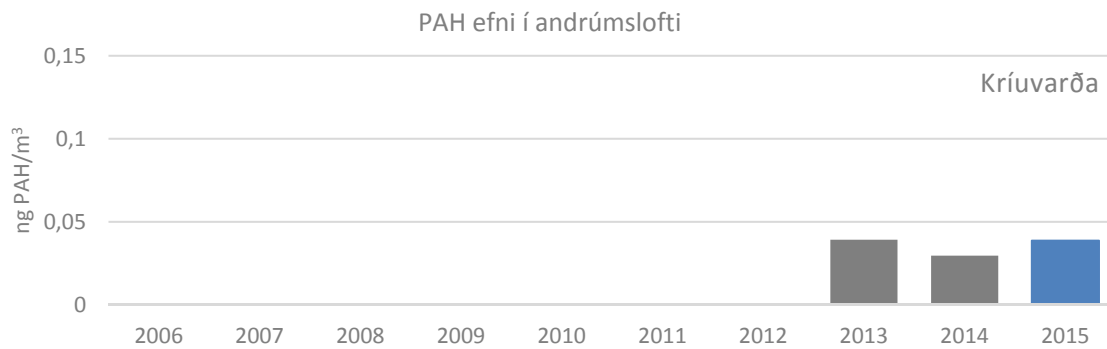
Mynd 4.19: Styrkur svifryks ($\mu\text{g PM}/\text{m}^3$) eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2015

4.2.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti

Mælingar voru gerðar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH16-efna) í 8 svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur á Kríuvörðu árið 2015.

Styrkur PAH efnanna mældist lágur, en meðalstyrkur allra PAH efnanna á vöktunartímabilinu var $0,039 \pm 0,027 \text{ ng PAH}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu. Meðalstyrk allra PAH efna í svifrykssýnum má sjá á mynd 4.20, en ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH efna í andrúmslofti.

Styrkur bensó(a)pýren mældist á bilinu $0,0003 - 0,0047 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$ sem er langt undir umhverfismörkum fyrir BaP sem 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 4.6. 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 sumri [5].



Mynd 4.20: Meðalstyrkur allra PAH efna í svifryki á Krúuvörðu

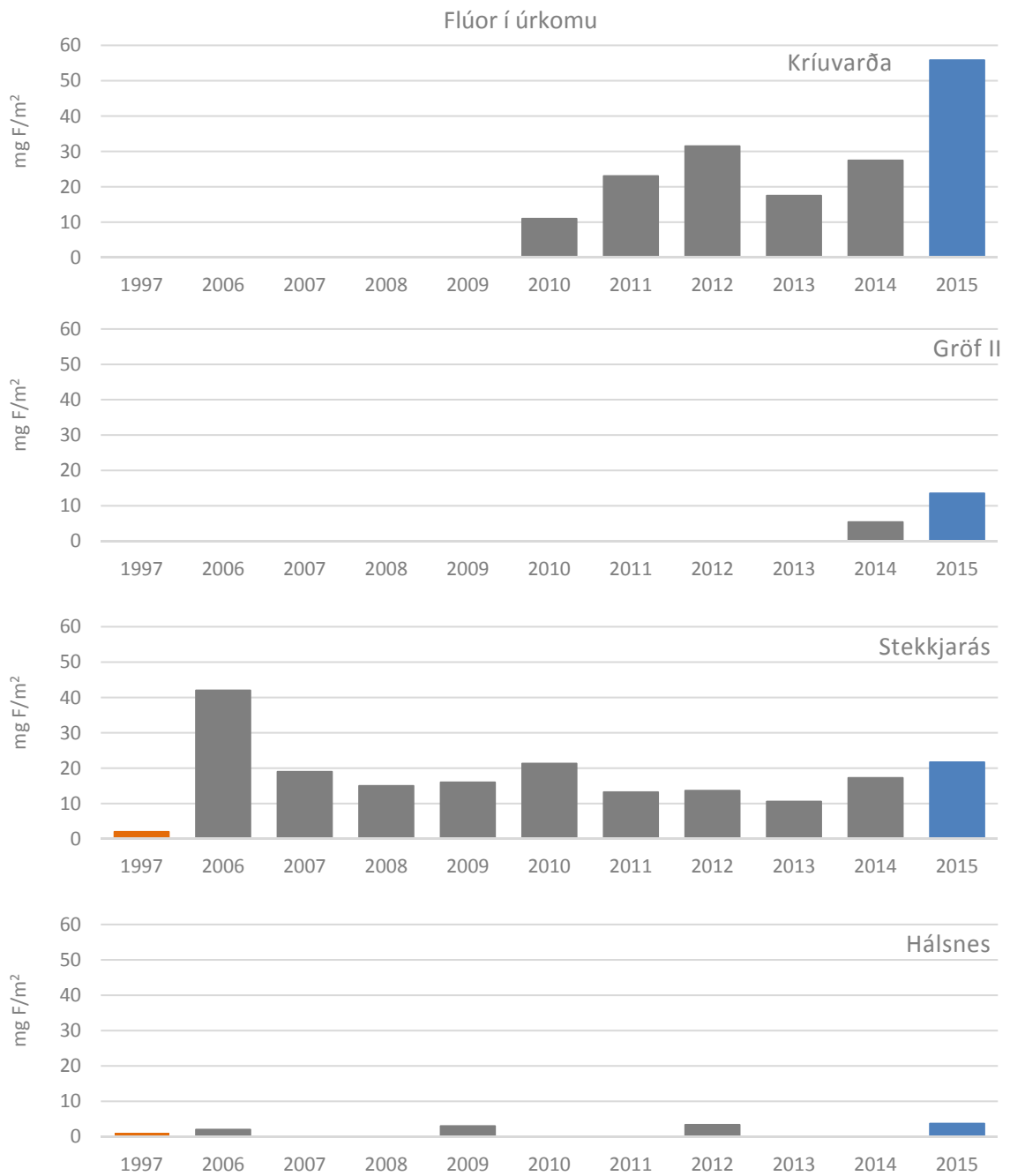
Tafla 4.6: Styrkur bensó(a)þýrens í svifryki á Krúuvörðu í öllum vöktunarmánuðum ásamt umhverfis- og greiningarmörkum

	Krúuvörða (ng BaP/ m³)
janúar/ mars	0,0006
apríl/maí	0,0007
júní	0,0010
júlí/ágúst	0,0010
ágúst/september	0,0047
september/október	0,0011
október/desember	0,0003
desember/ janúar	0,0007
Umhverfismörk	1
Greiningarmörk	0,0003

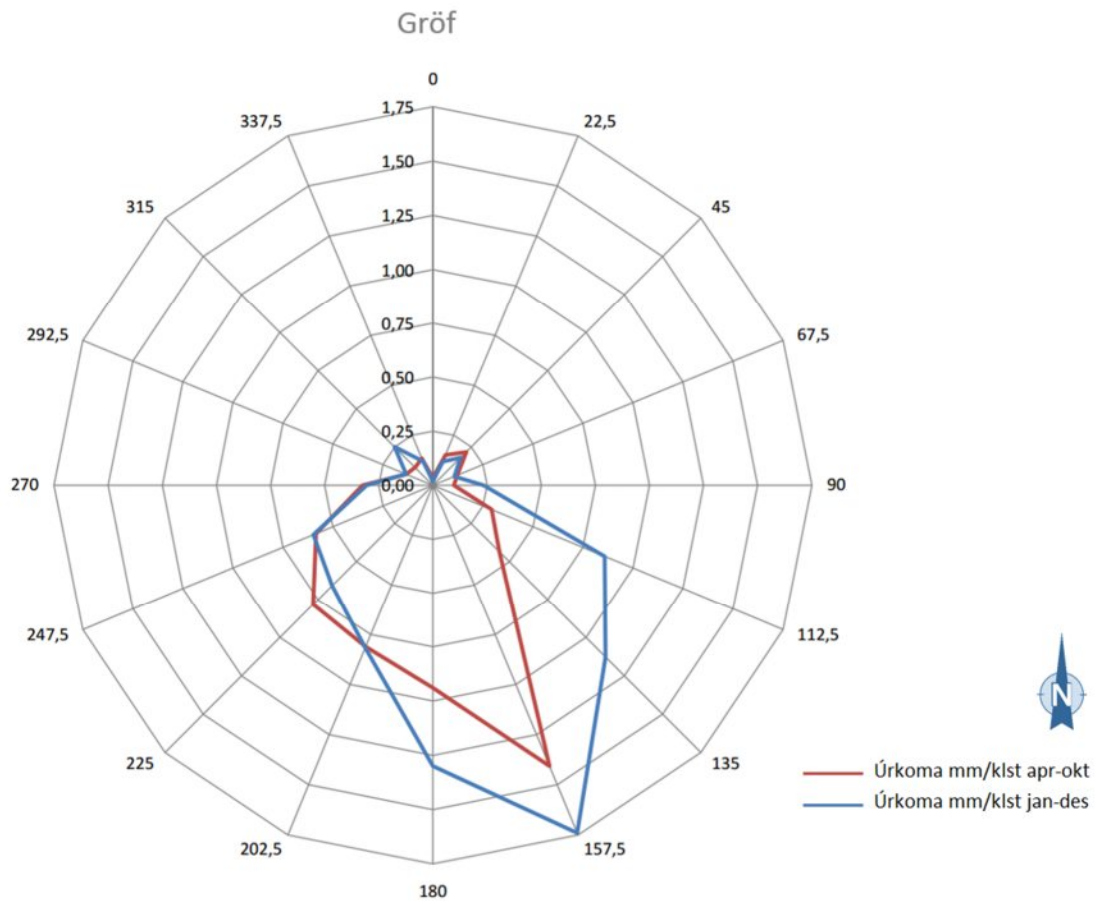
4.2.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Flúor

Styrkur flúors í úrkomu mældist óvenju hár á Krúuvörðu ($56 \pm 36 \text{ mg/m}^2$) en meðalstyrkur flúors hefur legið þar á bilinu $10 - 30 \text{ mg/m}^2$ á síðastliðnum fimm árum og einnig á Stekkjarási. Mælingar á Stekkjarási voru svipaðar og á síðastlinum fimm árum ($22 \pm 13 \text{ mg/m}^2$) sem og á Gröf ($14 \pm 14 \text{ mg/m}^2$) og Hálsnesi ($4 \pm 2 \text{ mg/m}^2$) (mynd 4.21). Úrkoma var yfir meðallagi árið 2015 og er það endurspeglað að einhverju leyti í háum mæligildum flúors. Mikinn styrk flúors á Krúuvörðu má þannig rekja til haustrigninga úr suðvestri.



Mynd 4.21: Meðalstyrkur flúors í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi yfir vöktunartímabil

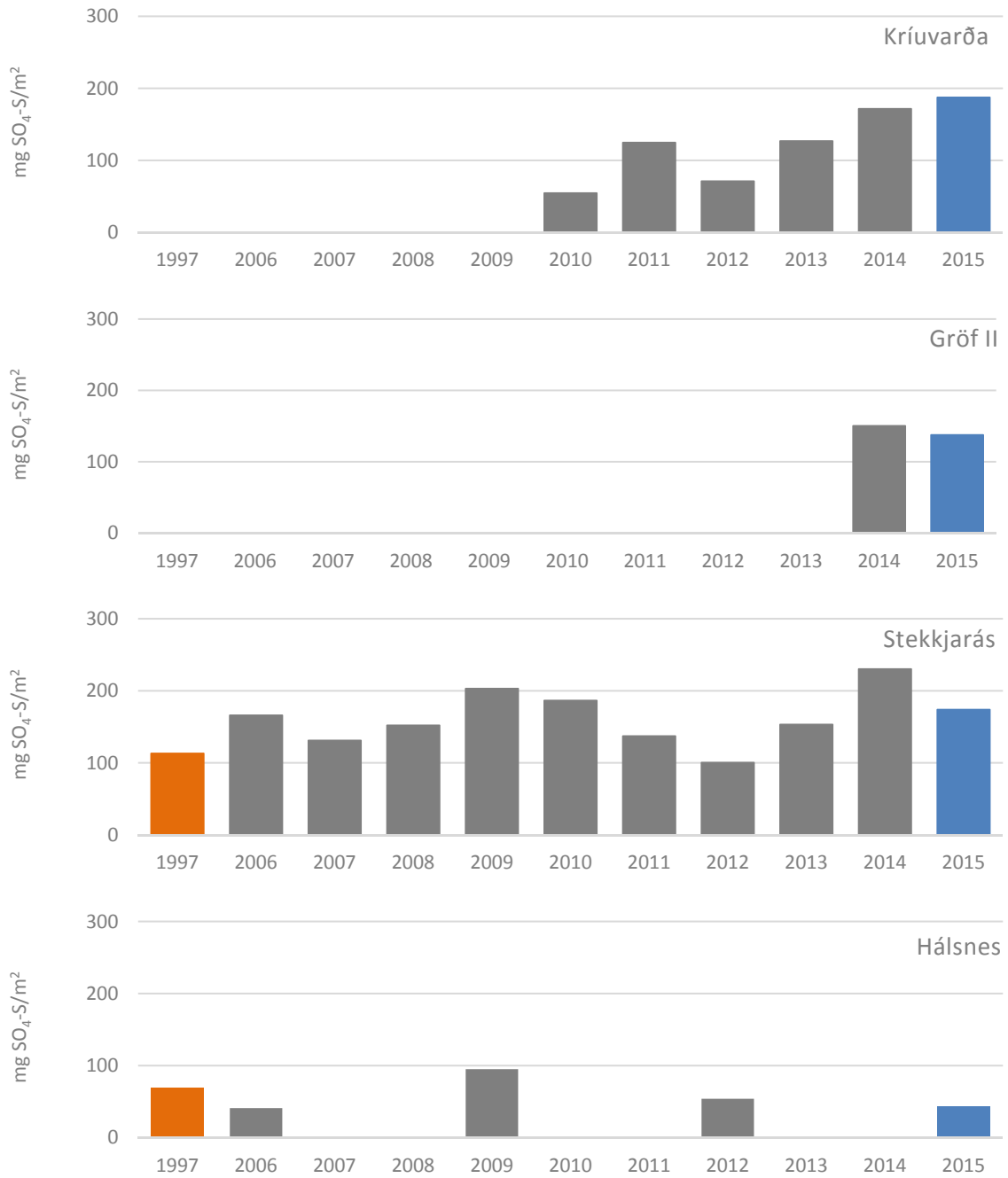


Mynd 4.22: Megin úrkomuáttir á Gröf II, tímabilin apríl – október og janúar – desember 2015

Súlfat

Mældur styrkur brennisteins í úrkomu var að öllu jafnaði hár á öllum stöðvum norðan Hvalfjarðar. Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu (mælt sem súlfat, SO_4-S) á vöktunartímabilinu apríl - október var $187 \pm 121 \text{ mg/m}^2$ á Kríuvörðu, $138 \pm 108 \text{ mg/m}^2$ á Gröf II, $174 \pm 53 \text{ mg/m}^2$ á Stekkjarási og $43 \pm 30 \text{ mg/m}^2$ á Hálsnesi (mynd 4.23). Sýnið í maí á Hálsnesi skemmdist sökum mikils magns dauðra flugna og er ekki talið með. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk súlfats í úrkomu.

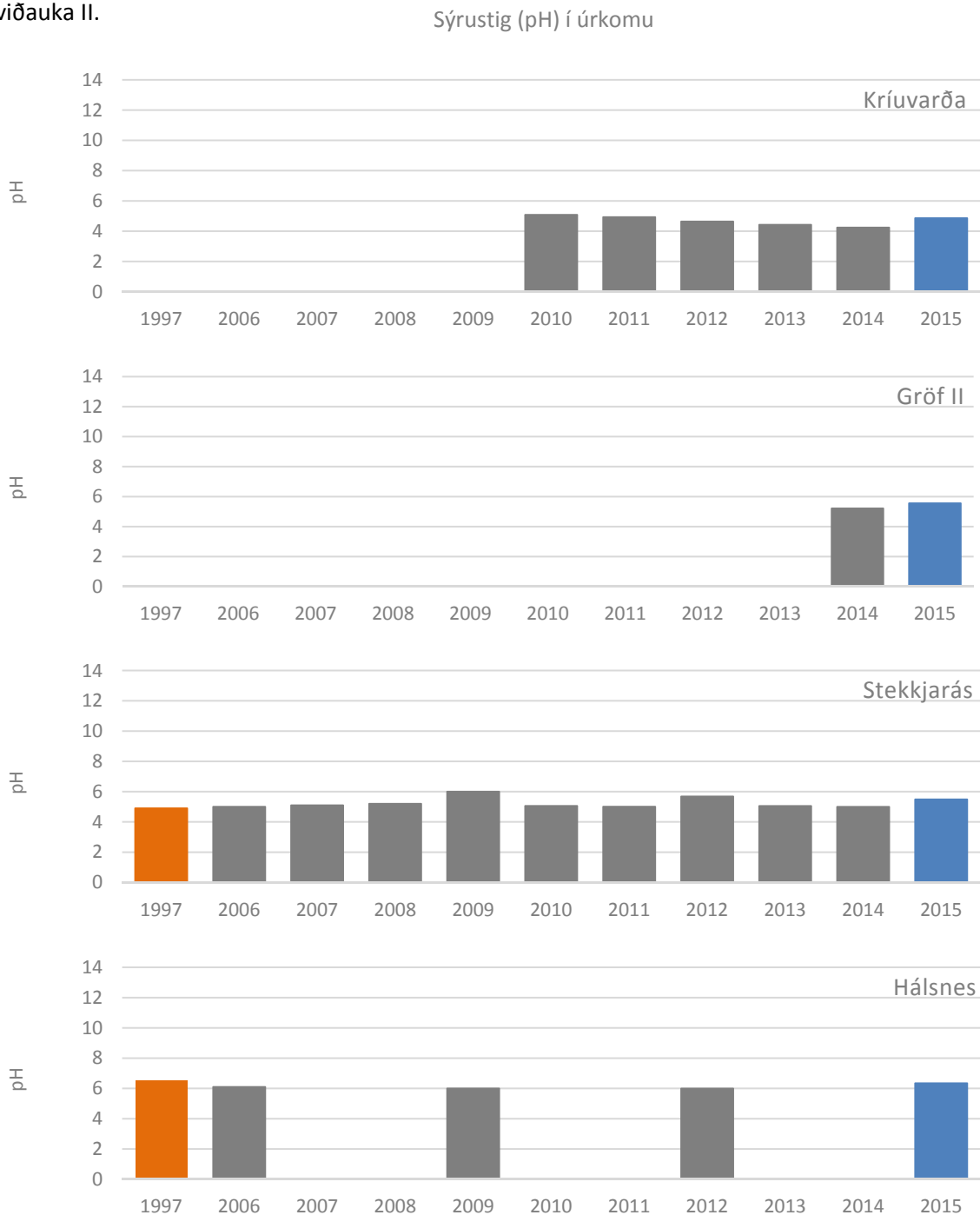
Brennisteinn í úrkomu



Mynd 4.23: Meðalstyrkur (apríl – október) brennisteins í úrkomu á Krúvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi

Sýrustig

Aukinn styrkur brennisteinsoxíða í úrkomu veldur því að úrkoman súrnar. Þó var pH stig árið 2015 lítillega hærra en árin á undan þrátt fyrir allhá brennisteinsgildi, sem getur stafað af ýmsum þáttum svo sem stærri sýnum vegna mikillar úrkomu, lægri meðalhita, minni sólgeislunar og minna af ryki [5]. Á Kríuvörðu mældist sýrustig í úrkomu pH 4,9, á Gröf II pH 5,6, á Stekkjarási pH 5,5 og á Hálsnesi pH 6,3 (mynd 4.24). 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) [6]. Niðurstöður mælinga á klóríð og natríum í úrkomu má sjá í viðauka II.

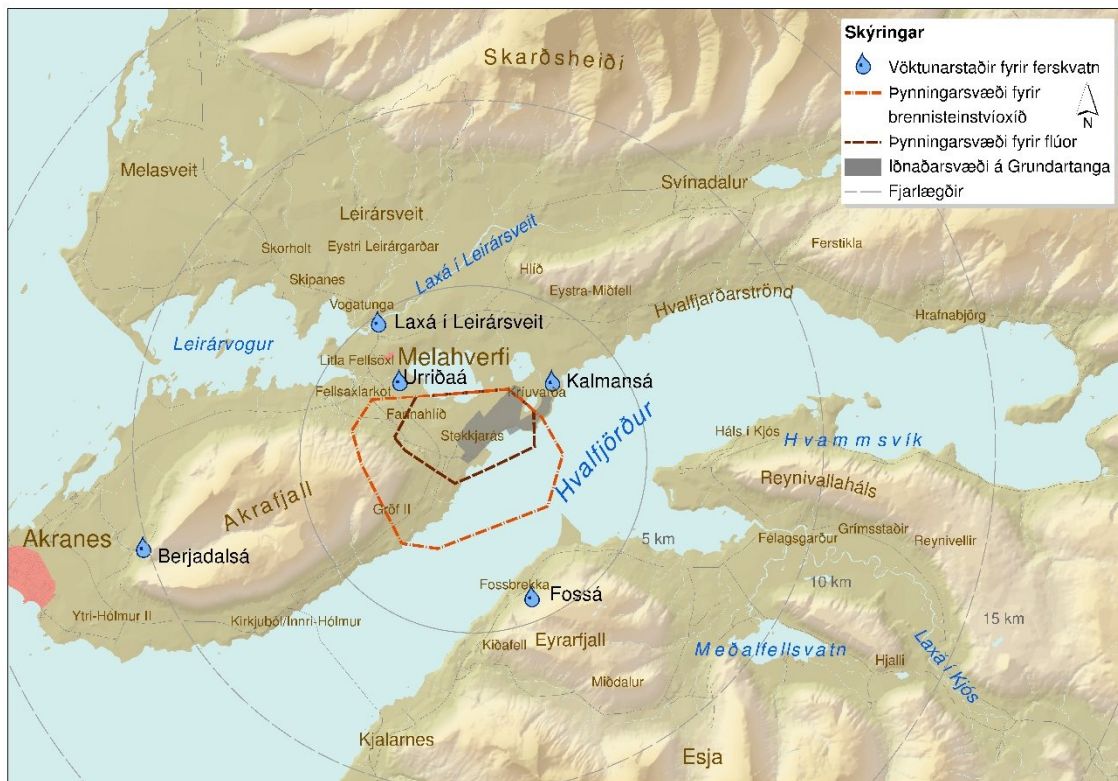


Mynd 4.24: Meðal sýrustig í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi

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 9. apríl til 15. október 2015. Sýnum var safnað á um mánaðar fresti úr Urriðaá og Kalmansá, samtals sex sýnum úr hvorri á. Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar² yfir söfnunartímabilið og þrjú sýni voru tekin úr Berjadalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð og súlfat. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ [7]. 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 bergvatnsár. Í viðauka III má sjá tölfraeðigreiningu á mælingum á efnainnihaldi vöktunaráa frá 1997 – 2015 sem gerð er til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk hafi átt sér stað í ánum á þessu tímabili.



Mynd 5.1: Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2015

² Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins 2014-2021 [1] gerir ráð fyrir að tekið sé eitt sýni úr Fossá og Laxá á vöktunartímabilinu.

5.1 Megin niðurstöður

Leiðni

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

Sýrustig

Sýrustig í öllum ám árið 2015 mældist innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá miðað við árið 1997 né árið 2007. Ekki er gerð tölfræðigreining fyrir Fossá og Laxá.

Flúor

Meðalstyrkur flúors var í öllum vöktunarám undir því gildi sem gefið er fyrir hámarksstyrk flúors í neysluvatni. Í Kalmansá og Urriðaá hefur orðið marktæk hækkun á styrk flúors miðað við árið 1997, en ekki er um marktæka breytingu að ræða ef miðað er við árið 2007. 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 og í viðauka III. 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 tölfræðigreiningu

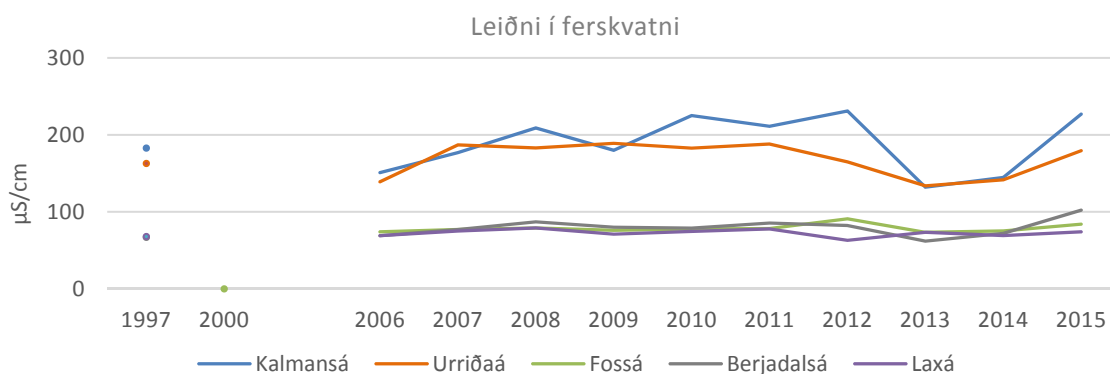
Mælipáttur	Meðalstyrkur	Niðurstöður tölfræðigreiningar Breyting 2015 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðigreiningar Breyting 2015 m.v. 2007
Flúor	(µg/L)		
<i>Kalmansá</i>	138 ± 25 Min 108 (apr.), Max 184 (júlí)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	117 ± 20 Min 98 (júní), Max 156 (ág.)		
<i>Berjadalsá</i>	31 ± 7 Min 24 (apr.), Max 38 (júlí)	Ekki marktæk breyting	
<i>Fossá</i>	36 ± 8 Tvær mælingar	Engin tölfræðigreining	
<i>Laxá</i>	34 ± 3 Tvær mælingar		
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	1.500		
Klóríð	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	36 ± 6 mg/L Min 25 (okt.), Max 41 (júlí)	Engin tölfræðigreining	
<i>Urriðaaá</i>	33 ± 4 Min 29 (okt.), Max 37 (júní)		
<i>Berjadalsá</i>	21 ± 5 Min 18 (okt.), Max 27 (apr.)		
<i>Fossá</i>	14 ± 2 Tvær mælingar		
<i>Laxá</i>	11 ± 1 Tvær mælingar		
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	250		
Súlfat	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	10,4 ± 2,7 Min 5,5 (ág.), Max 12,7 (júlí)	Engin tölfræðigreining	
<i>Urriðaaá</i>	9,7 ± 2,8 Min 7,0 (júní), Max 12,9 (júní)		
<i>Berjadalsá</i>	2,8 ± 0,2 Min 2,6 (apr.), Max 3,0 (okt.)		
<i>Fossá</i>	1,9 ± 0,2 Tvær mælingar		
<i>Laxá</i>	2,3 ± 0,8 Tvær mælingar		
Hámarksildi skv. rg. 536/2001	250		
Sýrustig (pH)	pH		
<i>Kalmansá</i>	7,4 ± 0,3 Min 7,1 (apr.), Max 7,9 (júní)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	7,1 ± 0,1 Min 7,0 (apr.), Max 7,3 (júlí)		
<i>Berjadalsá</i>	7,3 ± 0,1 Min 7,2 (apr.), Max 7,5 (júlí)		
<i>Fossá</i>	7,4 ± 0,3 Tvær mælingar	Engin tölfræðigreining	
<i>Laxá</i>	7,5 ± 0 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 og styrk klóríðs og sulfats, 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 meðaltalið og átti það við um tvö sýni sem tekin voru síðsumars úr Urriðaá [7].

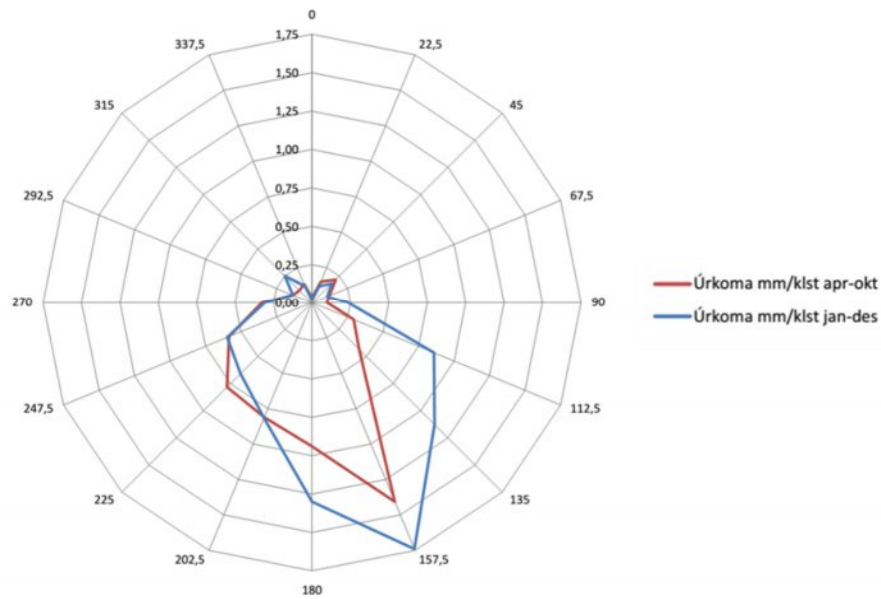
Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2015 mældist á bilinu 159 - 328 $\mu\text{S}/\text{cm}$ með meðalleiðni allra mælinga $208 \pm 53 \mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 71 - 113 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var $89 \pm 15 \mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var $159 \pm 73 \mu\text{S}/\text{cm}$ sem er hærra en undanfarin ár, en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin. Mynd 5.2 sýnir meðaltöl fyrir leiðni í vöktunarám frá árunum 2006 – 2015, auk bakgrunnsgilda frá 1997 og frá 2000 fyrir Fossá til viðmiðunar.



Mynd 5.2: Meðalleiðni í vöktunarám árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

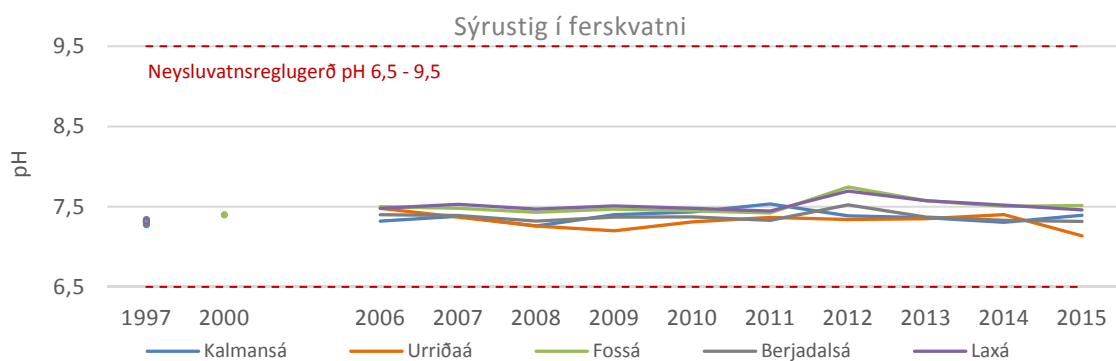
5.2.2 Sýrustig ferskvatns

Allar mælingar á sýrustigi árið 2015 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 7,27 \pm 0,25 og mældist á bilinu pH 7,01 – 7,91. Sýrustig bergvatnsanna mældist að meðaltali pH 7,41 \pm 0,14 á bilinu pH 7,20 – 7,65. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var pH 7,32 \pm 0,23 sem er lægra en undanfarin ár og nálægt því lágmarki sem mældist árið 2008. Skiptir þar mestu að sýrustig í Urriðaá árið 2015 mældist lægra en áður, en á árinu var úrkoma meiri en í meðalári þar sem helst rigndi í suðaustlægum áttum (mynd 5.3) og því má e.t.v. búast við meiri mengunaráhrifum í Eiðisvatni sem er uppspretta Urriðaár, heldur en í Hólmavatni [7].



Mynd 5.3: Megin úrkomuáttir á Grundartanga árið 2015, tímabilin apríl – október og janúar – desember 2015

Á mynd 5.44 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 aðeins eru framkvæmdar tvær mælingar í Fossá og Laxá árlega er ekki mögulegt að gera tölfræðigreiningu fyrir þær ár.



Mynd 5.4: Meðaltal sýrustigs í vöktunarám árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

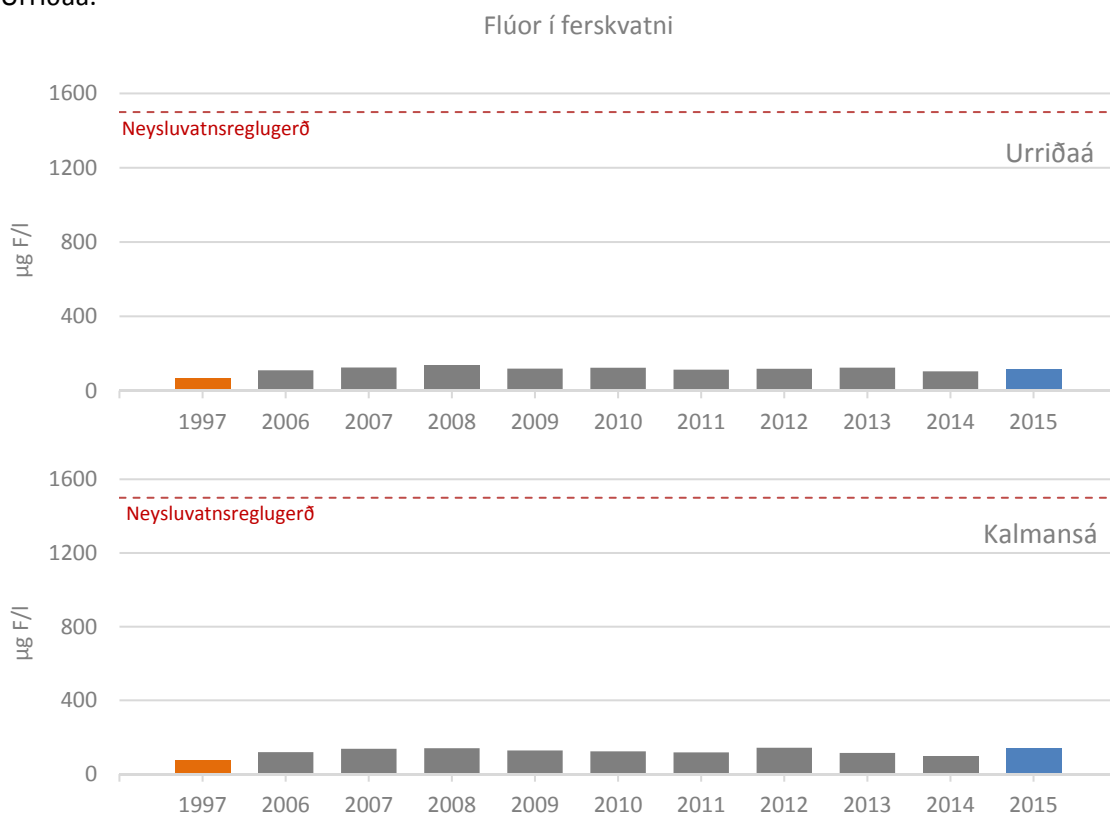
5.2.3 Flúor í ferskvatni

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 var talinn geta haft skaðleg áhrif á uppgöngu fullorðinna laxfiska í Columbia ánni í Norður-Ameríku [8] 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.

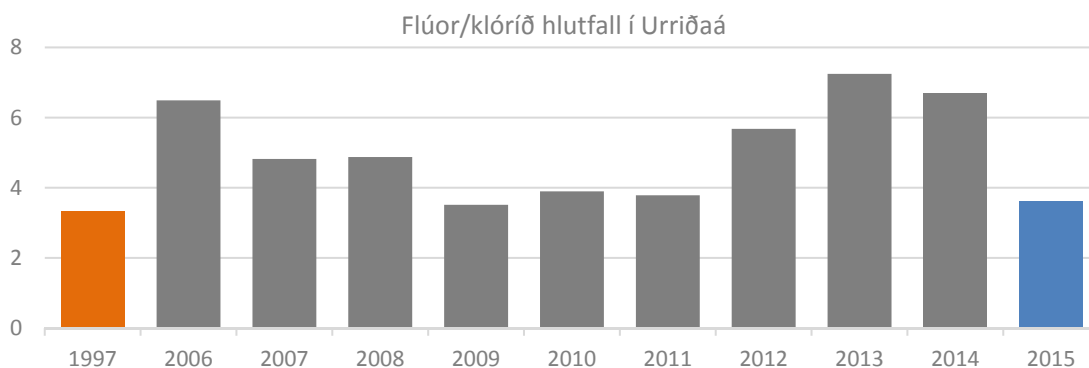
Meðalstyrkur flúors í Kalmansá árið 2015 var $138 \pm 25 \mu\text{g F/L}$ og í Urriðaá $117 \pm 20 \mu\text{g F/L}$ og mældist um fjórum sinnum hærra en í bergvatnsánnum (mynd 5.5). Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors $33 \pm 6 \mu\text{g F/L}$, á bilinu $24 - 42 \mu\text{g F/L}$, sem er svipað og fyrri ár.

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 næmar 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. Marktæk hækkun er á flúorstyrk í Kalmansá og Urriðaá árið 2015 miðað við árið 1997 en ekki er um að ræða marktæka breytingu miðað við árið 2007 (viðauki III). Í Kalmansá og Urriðaá hefur mælst hærra styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu Norðuráls. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika [7].

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 5.6 en hlutfallið er lægra en á síðustu þremur árum og gætti því meiri áhrifa frá sjó á árinu 2015 en árin 2012 – 2014. Mældan styrk flúors í áni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins. Mánaðarmeðalstyrk fyrir hlutfall flúors/klóríðs og meðalstyrk flúors hvern mælimánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 2006 – 2015 í Urriðaá.



Mynd 5.5: Meðalstyrkur flúors í Urriðaá og Kalmansá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



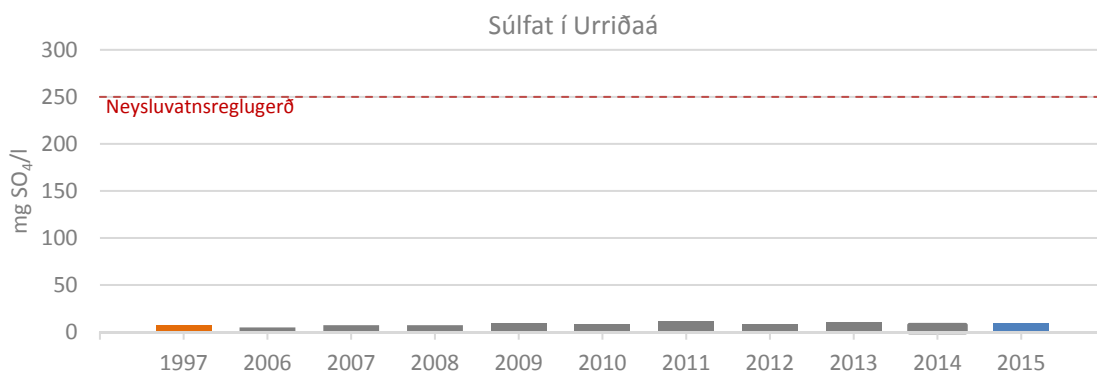
Mynd 5.6: Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

5.2.4 Súlfat í ferskvatni

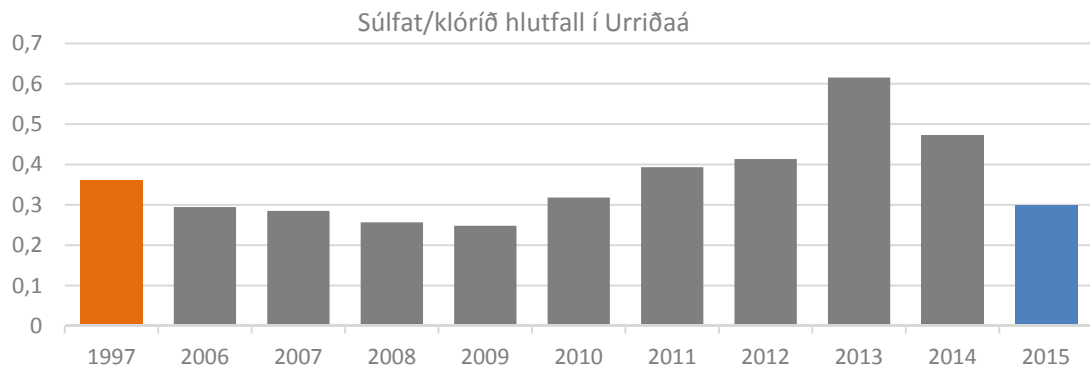
Styrkur súlfats í vöktunaránnum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett eru fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO₄/L) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var líkt og áður töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánnum. Meðalstyrkur bergvatnsánna var 2,4 ± 0,5 mg SO₄/L en 10,1 ± 2,6 mg SO₄/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.7 fyrir Urriðaá). Styrkur súlfats í Urriðaá í júlí og ágúst mældist mjög hár vegna áhrifa frá sjávarföllum og er ekki tekinn með í meðaltölin (sjá viðauka III).

Styrkur súlfats í árvatni bergvatnsánna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi og var engin breyting þar á árið 2015. Meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá á árinu er svipaður meðalstyrkur árána 2010 - 2014, en súlfatstyrkur í ánum hækkaði á tímabilinu 2006 – 2010.

Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd 5.8 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs lækkar 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 2006 – 2015.



Mynd 5.7: Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 5.8: Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

6 Sjór við flæðigryfjur

Flæðigryfjur eru staðsettar á hafnarsvæði í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Iðjuverin hafa samkvæmt starfsleyfi heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í þessum flæðigryfjum. Um er að ræða 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 en sjór flæðir um gryfjuna vegna sjávarfalla. Kerbrotaúrgangurinn er blandaður skeljasandi, sem hvarfast við flúorsambönd og önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Aðgengi til losunar í flæðigryfjurnar er takmarkað og er ásamt daglegu eftirliti stýrt af hafnarvernd.



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

Sjósýni voru tekin á 1 metra dýpi á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Sýnin voru tekin á hverjum stað í 1 metra og 4 metra fjarlægð frá ytri mörkum grjótgarðs (mynd 6.1), þrisvar sinnum yfir sumartímenn. Tvö viðmiðunarsýni voru tekin í miðju fjarðar og 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. Mældur var styrkur níu málma í samtals 36 sjósýnum auk styrks sýaniðs og flúors. Sýni voru tekin þrisvar, dagana 18. júní, 1. september og 17. september. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ.

6.1 Megin niðurstöður

Málmar

Arsen (As), kadmín (Cd), kopar (Cu), nikkell (Ni), blý (Pb) og sink (Zn) mældust í öllum tilvikum innan við umhverfismörk II (lítill hættu á áhrifum á umhverfið) og styrkur kvikasilfurs liggur innan skilgreindra umhverfismarka. Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna flæðigrýfju og eru niðurstöður þessa árs sambærilegar niðurstöðum undanfarinna ára. Styrkur króms (Cr) mældist í öllum tilvikum innan umhverfismarka II nema við vesturenda 1m við flæðigrýfjuna þar sem styrkurinn mældist í einu tilfalli innan umhverfismarka IV (áhrifa að vænta). Styrkur járns mældist í öllum tilvikum undir styrks járns í neysluvatni.

Sýaníð og flúor

Styrkur frís og heildar sýaníðs reyndist vera undir greiningarmörkum í öllum tilfellum. Styrkur flúors mældist í öllum sýnum svipaður eða aðeins hærrí 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 hafsins. 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. Að þessu sinni var einnig magn járns mælt í sjósýnum. Engin umhverfismörk eru skilgreind fyrir þennan málma í reglugerðum.

Arsen (As), kadmín (Cd) og kopar (Cu) mældist í öllum tilvikum svipaður og í viðmiðunarsýnum og oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Meðalstyrkurinn mældist í öllum tilvikum innan umhverfismarka II (lítill hættu á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigrýfjunni. Það sama á við um styrk kvikasilfurs (Hg). Eru niðurstöður í samræmi við niðurstöður undanfarinna ára. Nikkell (Ni), blý (Pb) og sink (Zn) mældist í nokkrum tilfellum hærrí en í viðmiðunarsýnum, sérstaklega Ni og Zn við vesturenda 1m, en í öllum tilvikum innan umhverfismarka II (lítill hættu á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að lítill útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigrýfjunni. Króm (Cr) mældist innan umhverfismarka II í öllum tilvikum nema einu þ.e. við vesturenda 1m. Þar mældist styrkurinn frá 0,5 µg/L (umhverfismörk II) upp í 44,9 µg /L (umhverfismörk IV, þar sem áhrifa má vænta á umhverfið). Í öðrum tilvikum var styrkurinn svipaður eða aðeins hærrí en í viðmiðunarsýnum, sem bendir til að einhver útskolun á krómi á sér stað. Styrkur járns (Fe) mældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi fyrir járn í neysluvatni (200 µg /L) og svipaður og viðmiðunarsýni nema í sýni teknu við vesturenda 1m þar sem styrkurinn mældist um þrisvar sinnum hærrí en í viðmiðunarsýni. Hugsanlega getur verið að eitt sýni af þremur sem tekið var við vesturenda 1m hafi innihaldið stálörðu þar sem sýnið inniheldur há gildi á krómi, nikkeli, sinki og járnri.

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. Öll mæligildi eru gefin upp í µg/L

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	Fe*	Min Max
1 Austurendi - 1 m	1,2	0,4 1,8	<0,05	<0,05 0,06	3,1	0,2 8,9	0,72	<0,5 1,1	0,021	0,002 0,056	0,9	<0,5 2,1	0,9	<0,3 2,3	<2,0	<2,0 3,0	63	15 107
2 Austurendi - 4 m	1,7	1,4 1,9	<0,05	<0,05 0,06	1,8	0,2 4,7	0,58	<0,5 0,9	0,021	0,002 0,057	1,0	0,5 1,8	0,5	<0,3 1,3	2,0	<2,0 3,0	71	23 98
3 Austanmegin - 1 m	1,7	1,2 2,1	<0,05	<0,05 <0,05	1,1	0,2 2,6	0,52	<0,5 0,7	0,010	0,002 0,025	1,9	1,2 3,0	0,4	<0,3 1,0	4,7	<2,0 10,0	58	30 86
4 Austanmegin - 4 m	1,6	1,2 2,0	<0,05	<0,05 0,06	0,9	0,2 2,2	0,55	<0,5 0,7	0,009	<0,002 0,022	0,6	<0,5 1,2	0,3	<0,3 0,7	2,0	<2,0 3,0	75	32 101
5 Miðja - 1 m	1,7	1,5 2,0	<0,05	<0,05 0,09	4,0	0,1 11,8	0,75	<0,5 1,2	0,013	<0,002 0,019	2,5	1,3 3,9	0,4	<0,3 0,9	2,0	<2,0 4,0	49	29 82
6 Miðja - 4 m	1,8	1,7 2,0	<0,05	<0,05 <0,05	0,9	0,1 2,2	0,58	<0,5 0,8	0,014	<0,002 0,029	0,7	0,3 1,2	0,3	<0,3 0,6	3,3	<2,0 6,0	52	22 92
7 Vestanmegin - 1 m	1,6	1,5 1,7	<0,05	<0,05 0,07	0,6	0,1 1,5	<0,5	<0,5 0,7	0,016	<0,002 0,029	<0,5	<0,5 0,6	<0,3	<0,3 0,4	3,0	<2,0 5,0	44	30 70
8 Vestanmegin - 4 m	1,8	1,4 2,0	0,05	<0,05 0,08	0,9	0,2 2,0	0,58	<0,5 0,9	0,014	0,003 0,031	0,7	<0,5 1,1	<0,3	<0,3 <0,3	4,0	3,0 5,0	46	20 86
9 Vesturendi - 1 m	1,8	1,3 2,1	<0,05	<0,05 <0,05	15,9	0,5 44,9	0,65	<0,5 0,9	0,008	0,006 0,010	5,3	0,8 14,1	<0,3	<0,3 <0,3	6,7	3,0 13,0	153	35 350
10 Vesturendi - 4 m	1,6	1,3 2,0	<0,05	<0,05 0,08	0,9	0,2 2,3	0,52	<0,5 0,7	0,020	0,007 0,035	0,5	<0,5 0,8	<0,3	<0,3 <0,3	4,3	3,0 6,0	56	33 93
Kalastaðir	1,7	1,3 2,1	<0,05	<0,05 0,06	1,2	<0,1 3,2	0,53	<0,5 1,1	0,018	<0,002 0,047	0,8	<0,5 1,4	<0,3	<0,3 <0,3	2,7	<2,0 4,0	45	23 67
Miðja fjarðar	1,8	1,4 2,1	<0,05	<0,05 <0,05	0,8	0,2 2,0	<0,5	<0,5 0,7	0,018	0,011 0,022	0,7	<0,5 1,1	<0,3	<0,3 <0,3	2,3	<2,0 3,0	51	27 75

*Umhverfismörk ekki til. Hámarksstyrkur í neysluvatni (200 µg/L)

Tafla 6.2: Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsvatni. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V

Umhverfismörk 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

Lítill hættu á áhrifum

Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki

Áhrifa að vænta

Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði

Umhverfisgæðamörk 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 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk og hæsta og lægsta mældi styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í töflu 6.3. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir sýaníð og flúor í sjó en sýnin tekin við Kalastaði og í miðjum firði eru notuð til viðmiðunar. Styrkur frís sýaníðs og heildar sýaníðs mældist undir greiningarmörkum (<0,005 mg/L) í öllum tilfellum. Flúor mældist í svipuðum eða hærri styrk en mældist í viðmiðunarsýnum við Kalastaði (0,75 mg/L) og í miðjum firði (0,75 mg/L). Flúor mældist hæst 1,01 mg/L í 1m fjarlægð frá miðju gryfjunnar sem er nokkuð vel undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg/L).

Tafla 6.3: Meðalstyrkur sýaníðs og flúors

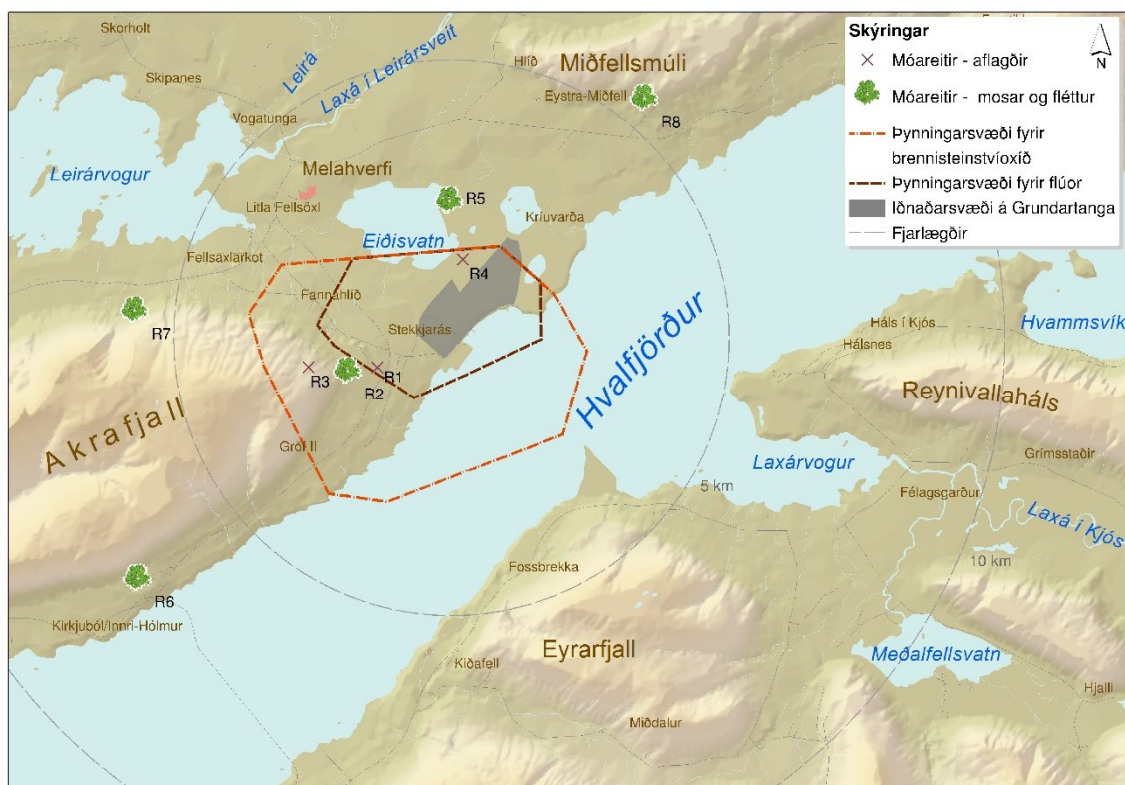
Vöktunarstaður	Sýaníð (Frítt) (mg/L)	Min Max	Sýaníð (Heild) (mg/L)	Min Max	Flúor* (mg/L)	Min Max
1 Austurendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,77	0,74 0,81
2 Austurendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,82	0,75 0,95
3 Austanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,99	0,82 1,10
4 Austanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,79	0,75 0,82
5 Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,01	0,76 1,14
6 Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,80	0,75 0,84
7 Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,74 0,75
8 Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,75 0,76
9 Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,75 0,77
10 Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,75 0,76
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,74 0,75
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,74 0,75

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

7 Móareitir

Vöktun á fjölbreytni mosa og blað- og runnfléttna í fimm móareitum hófst árið 2000. Reitirnir voru í upphafi allir nema einn staðsettir innan þýnningarsvæða iðnaðarsvæðisins. Þar sem aukin áhersla er á að vakta breytingar á svæðum utan þýnningarsvæðis iðnaðarsvæðisins var ákveðið að setja upp þrjá nýja reiti árið 2015 sem staðsettir eru utan þýnningarsvæðis í mismunandi stefnu frá iðnaðarsvæðinu. Um leið voru lagðir af þrír reitir innan þýnningarsvæðis (sbr. mynd 7.1). Eftir breytinguna er því enginn móareitur innan marka þýnningarsvæðis flúors og einungis einn móareitur innan þýnningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs.

Móareitirnir eru allir innan við 6,5 km frá iðnaðarsvæðinu. Reitur R2 (eldri reitur) er í lyngmóa ofan við Stekkjarás og reitur R5 (eldri reitur) er í mýri eða hálfdeigu landi nærri Eiðisvatni, neðan við bæinn Galtarholt. Tekið skal fram að reitur R5 var settur út að nýju árið 2009 á svipuðum stað og áður, þar sem afmörkun hans fannst ekki. Tveir nýju reitanna eru í hallamýrum neðan við Akrafjall, reitur R6 við suðurhlíðar fjallsins og reitur R7 við norðurhlíðar þess. Reitur R8 er síðan í lyngmóa í Seldal, norðaustur af iðnaðarsvæðinu (mynd 7.1). Náttúrufræðistofnun Íslands hefur séð um að leggja út og vakta þessa reiti og er aðferðinni lýst í skýrslu stofnunarinnar [9]. Hver reitur er afmarkaður með tréhælum í hornum. Móareitir voru síðast gróðurældir árið 2009. Vettvangsvinna fór fram dagana 18. - 21. júlí 2015.



Mynd 7.1: Yfirlitskort yfir staðsetningu móareita í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

7.1 Megin niðurstöður

Breytingar milli ára eru tiltölulega litlar og ekki greinileg stefna á breytingunum. Fjöldi tegunda og tegundaauðgi hefur dregist lítillega saman í reitum R2 (Stekkjars) og R5 (Eiðisvatn) milli árana 2009 og 2015. Tegundaauðgi í nýju reitunum, R6 (Hólabrú), R7 (Skál) og R8 (Seldalur), er sambærileg við eldri reitina, R2 og R5, nema hvað fléttur eru mun fábreyttari í nýju reitunum. Greinilegt er að minni breytileiki er innan reita en á milli þeirra. Þar sem reitir R6, R7 og R8 voru mældir í fyrsta skipti árið 2015 er ekki hægt að greina breytingar í þeim.

7.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

7.2.1 Fléttur, háplöntur og mosar í móareit

Til að bera saman mismunandi reiti og breytingar milli ára var gerð fjölbreytugreining á hverjum reit til að meta þekju. Nánari umfjöllun má finna í viðauka IV og skýrslu NÍ [9].

Í töflu 7.1 má sjá fjölda tegunda háplantna og fléttna í einstökum reitum árin 2000, 2009 og 2015. Reitir R6, R7 og R8 eru nýir reitir frá 2015.

Tafla 7.1 Fjöldi tegunda háplantna og fléttna í einstökum reitum árin 2000, 2009 og 2015

	Háplöntur			Fléttur			Samtals		
	2000	2009	2015	2000	2009	2015	2000	2009	2015
R2 -Stekkjars	15	13	13	10	8	7	25	21	20
R5 - Eiðisvatn	26	25	23	13	8	5	39	33	28
R6 - Hólabrú			25						25
R7 - Skál			26						26
R8 - Seldalur			16			1			17

Einungis er hægt að gera samanburð á tveimur reitum af fimm við fyrri ár. Í þeim reitum kemur í ljós að örlítið dregur úr tegundaauðgi, einkum fjöldi fléttna í reit R5. Hins vegar er erfitt að meta hvað veldur þeirri fækkun. Breytileiki innan reitanna er tiltölulega lítill en meiri á milli reita.

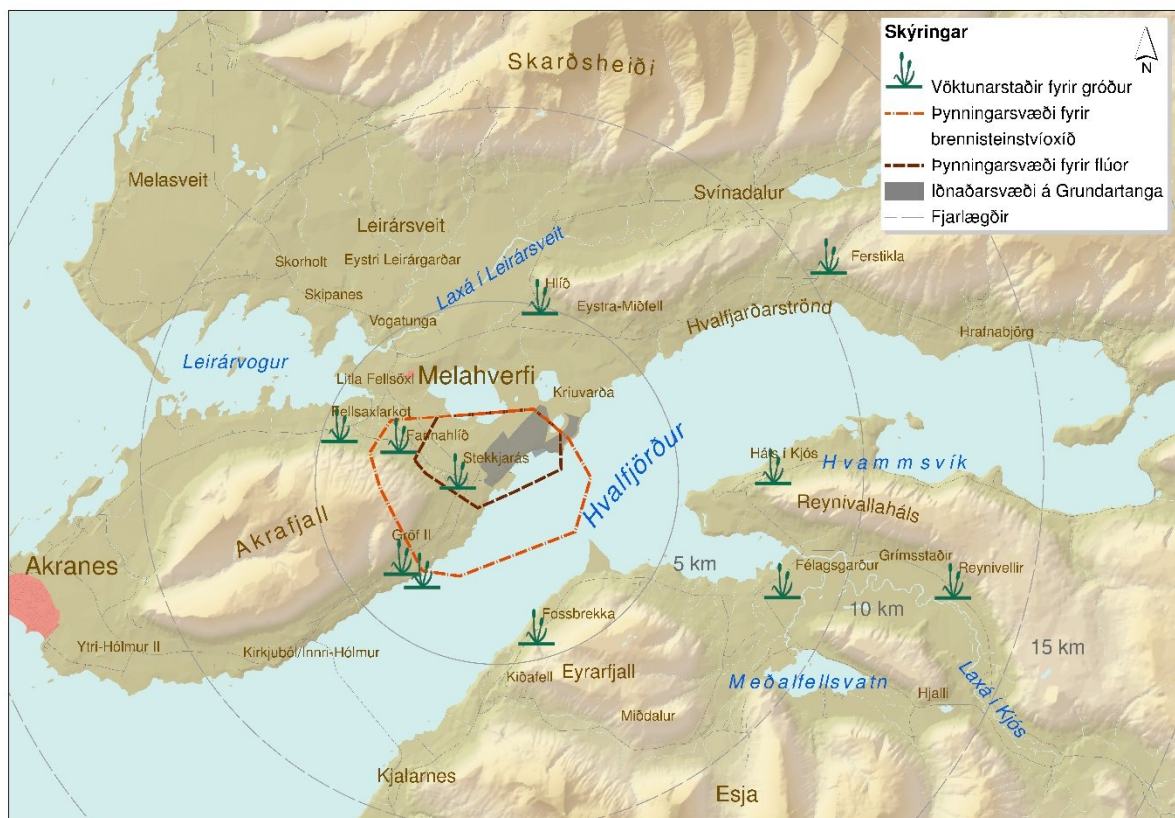
Reitir R2 og R8 eru staðsettir í lymgmóa, með svipaða tegundasametningu, þar sem þurrlandistegundir eru ráðandi. Reitir R6 og R7 eru staðsettir í hallarmýri og innihalda svipaðar votlendistegundir. Reitur R5 er þýfður og inniheldur fjölbreyttan gróður.

Teknar voru myndir af öllum reitum og mat lagt á breytileika á þekju plantna [9]. Á þeim tíma sem vöktun móareitanna hefur farið fram hefur tíðni tegunda breyst nokkuð. Á fyrri hluta tímabilsins, þ.e. 2000–2009, dróst tíðni nokkuð saman en á seinni hlutanum, 2009–2015, jókst hún frekar. Erfitt er að meta hverjar ástæður umræddra breytinga gætu verið því niðurstöðurnar byggja aðeins á tveimur reitum en það ætti að vera auðveldara að sex árum liðnum þegar nýju reitirnir þrjú verða metnir öðru sinni.

8 Gróður

Fyrirkomulag við vöktun á styrk flúors í plöntuvef gróðurs var á árinu 2015 óbreytt frá árunum á undan. Þar sem gróðurtegundir þola flúor misvel eru mælingar gerðar á þremur mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki, reyni) og barri (bergfuru, greni, stafafuru). Tímasetningar fyrir söfnun gróðursýna miðast við vaxtartímabil gróðursins, 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 vaxtatímabilsins. Gróðursýnum var safnað alls þrisvar sinnum á vöktunartímanum. Dagana 22. júní og 15. september voru tekin sýni af grasi og laufi og þann 17. nóvember var barri safnað. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 64 sýnum af grasi og laufi (32 í hvorri sýnatökuferð) og 44 sýnum af barri. Söfnun og greining sýna var í höndum NMÍ.

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 Fannahlíð 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 sem sýnir hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára (viðauki V).



Mynd 8.1: Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2015

Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart styrkleika flúors í andrúmslofti (HF) eru talin vera 0,3 $\mu\text{g F/m}^3$ yfir 5 – 6 mánaða tímabil. Þessi styrkur í lofti getur leitt til uppsöfnunar á um 30 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef [10]. Þolnar tegundir gagnvart flúor í andrúmslofti eru t.d. krækilyng og birki á meðan grös eru miðlungspolnar tegundir [11, 12, 13, 14]. 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 $\mu\text{g F/g}$, og fyrir mjólkandi dýr sem 50 $\mu\text{g F/g}$ miðað við 12% rakainihald fóðurs.

Tafla 8.1: Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [10]

Styrkur flúors í lofti [$\mu\text{g HF/m}^3$]	Styrkur flúors í plöntuvef [$\mu\text{g F/g}$]	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

Mældur styrkur flúors í plöntuvef grasa var líkt og undanfarin ár undir töldum þolmörkum grasa og grasbita sem og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar miðað við árið 1997 eru samsvarandi og árin á undan, það er marktæk breyting hefur orðið til hækkunar á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum bæði norðan og sunnan fjarðar. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar miðað við árið 2007.

Lauf

Mældur styrkur flúors í plöntuvef lauftrjáa var undir töldum þolmörkum lauftrjáa eins og undanfarin ár. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar sýna marktæka breytingu til hækkunar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá vöktunarstöðum norðan fjarðar né sunnan fjarðar miðað við árið 2007.

Barr

Meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir töldum þolmörkum barrtrjáa. Niðurstöður tölfræðilegrar greiningar sýna að ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins eða tveggja ára barri í Hvalfirði miðað við árin 1997 og 2007.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í kafla 8.2 og í viðauka V. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2005. Að auki er meðalstyrkur flúors (samanlagt í þurrefni og skoli) í grasi, laufi og barri tekinn saman í töflum 8.2 og 8.3 ásamt töldum þolmörkum og niðurstöðum tölfræðilegrar greiningar og veðurfari við sýnatökur.

Tafla 8.2: Niðurstöður flúormælinga í grasi, laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2015 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfraeðilegrar greiningar og veðurfari við sýnatökur

	Vöktunarstaður	Styrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Styrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 2007
Flúor í grasi					
Norðan fjarðar	Stekkjars	8	23	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
	Fannahlið	10	13		
	Fellsaxlarkot	6	12		
	Ferstikla	2	2		
	Gröf II við veg*	4	7		
	Gröf II við hús*	4	9		
Hlíð*	4	8			
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5	4		
	Fossbrekka	4	1		
	Háls í Kjós	4	1		
	Reynivellir	4	1		
Talin þolmörk grasa Talin þolmörk grasbíta [14] Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé*				100-200 µg F/g í plöntuvef 30 µg F/g í plöntuvef 30 µg F/g í plöntuvef	

* Skv. reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 2007
Flúor í laufi					
Norðan fjarðar	Stekkjars	15	62	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
	Fannahlið	19	31		
	Fellsaxlarkot	18	46		
	Ferstikla*	4	4		
	Gröf II við veg*	8	19		
	Gröf II við hús*	7	12		
Hlíð*	7	9			
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	11	8		
	Fossbrekka	5	3		
	Háls í Kjós*	5	4		
	Reynivellir	7	5		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 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.

Veðurfar við sýnatökur í júní og september			
	Júní	September	Skýring
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	0,9	78,5	Þurrt var á meðan á sýnatöku stóð. Í júní rigndi ekkert tvo daga fyrir sýnatöku en í september rigndi 0,2 mm daginn áður.
Lofthiti (°C)	10	10	
Meðalvindhraði (m/s)	3	6	
Vindáttir	A- og V- áttir	A- áttir	

Tafla 8.3 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2015 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfraeðilegrar greiningar og veðurfarar við sýnatökur

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2015 m.v. 2007
Flúor í barri		1 árs barr	2 ára barr		
Norðan fjarðar	<i>Stekkjarás</i>	4	7	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri
	<i>Fannahlíð</i>	4	2		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	14	19		
	<i>Ferstikla*</i>	15	21		
	<i>Gröf II við veg*</i>	2	3		
	<i>Hlíð*</i>	14	18		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	2	3		
	<i>Fossbrekka</i>	2	2		
	<i>Háls í Kjós*</i>	5	6		
	<i>Reynivellir</i>	8	10		
Talin þolmörk barrtrjáa		30 - 100 $\mu\text{g F/g}$ 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.

Veðurfar við sýnatökur í nóvember		
	Nóvember	Skýring
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	4,2	Þurrt var á meðan á sýnatöku stóð. Daginn fyrir sýnatöku rigndi ekki.
Lofthiti ($^{\circ}\text{C}$)	2	
Meðalvindhraði (m/s)	5	
Vindáttir	A- átt	

8.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

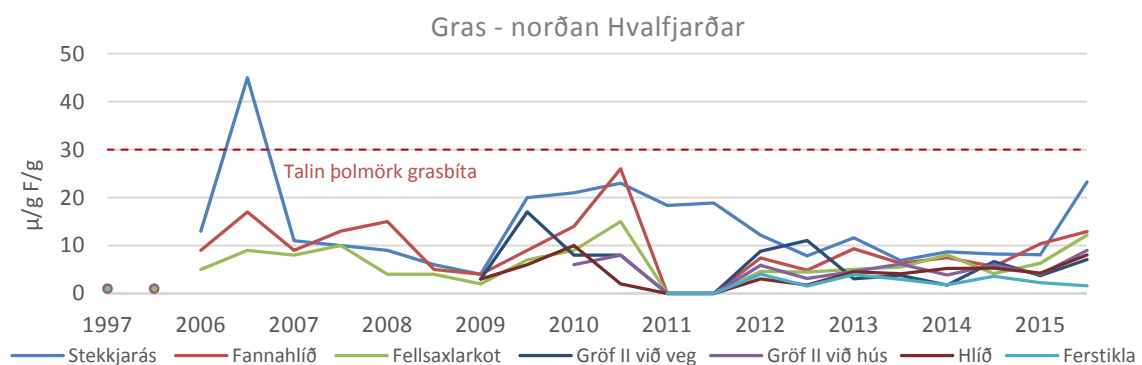
8.2.1 Flúor í grasi

Styrkur flúors í grasi mældist á árinu 2015 í öllum tilvikum innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri [14] sem og undir hámarksgildi flúors í fóðri skv. reglugerð nr. 340/2001 (30 µg F/g) og innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef (100 – 200 µg 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 2006 til 2015 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

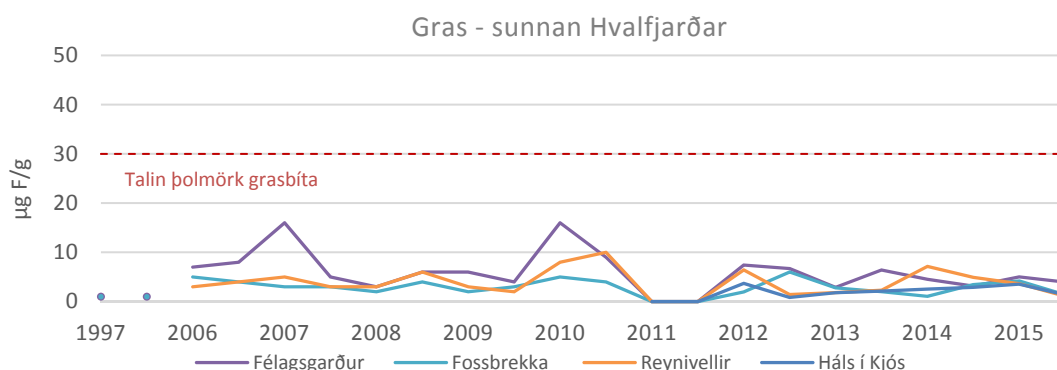
Lægsti styrkur ársins mældist í september á vöktunarstöðum sunnan fjarðar, í Fossbrekku, við Félagsgarð og við Háls í Kjós, 1 µg F/g. Hæsti styrkur ársins mældist í grassýnum norðan fjarðar, frá Fannahlíð í júní, 10 µg F/g, og í september í sýnum frá Stekkjarási 23 µg F/g.

Styrkur flúors í grasi mældist í sex af sjö vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar hærrí í september en í júní, en á einum vöktunarstað, Ferstiklu, var gildið óbreytt. Í sýnum teknum á vöktunarstöðum sunnan fjarðar mældist styrkur flúors í grasi í öllum tilvikum lægri í september en í júní. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka V.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2015 miðað við árið 1997, en hinsvegar ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007. Almenn er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan.



Mynd 8.2: Meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 8.3: Meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

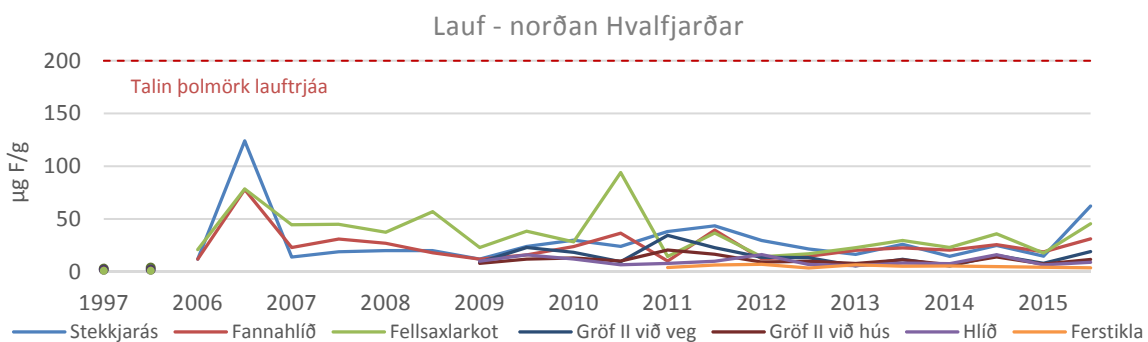
8.2.2 Flúor í laufi

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa, samanber töflu 8.2 (200 µg F/g). Myndir 8.4 og 8.5 sýna meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2006 til 2015 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

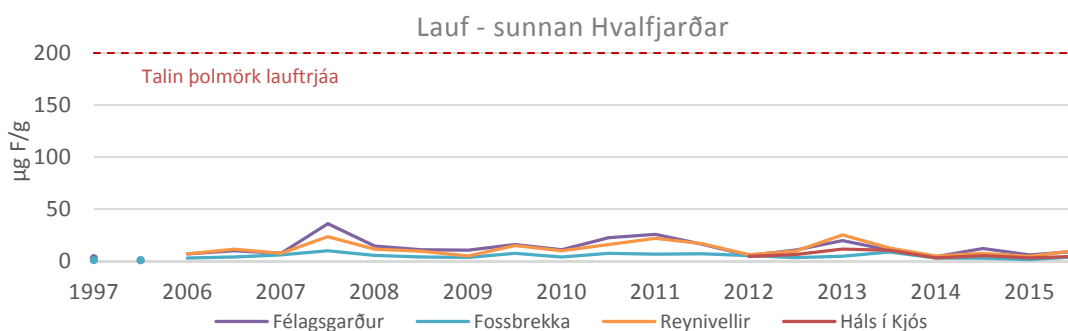
Lægstur meðalstyrkur flúors mældist í laufsýnum sunnan fjarðar, frá Fossbrekku í júní, 3 µg F/g, en hæsti meðalstyrkurinn mældist í sýnum norðan fjarðar, frá Stekkjarás í september, 62 µg F/g

Styrkur flúors í laufi mældist í sex af sjö vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar hærrí í september en í júní, en á einum vöktunarstað, Ferstiklu, var gildið óbreytt. Í sýnum teknum á vöktunarstöðum sunnan fjarðar mældist styrkur flúors í grasi í öllum tilvikum lægri í september en í júní. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka V.

Niðurstöður tölfræðigreininga sýna að marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2015 miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá öllum vöktunarstöðum miðað við árið 2007. Breytileiki á mæligildum milli ára er meiri norðan fjarðar en sunnan.



Mynd 8.4: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

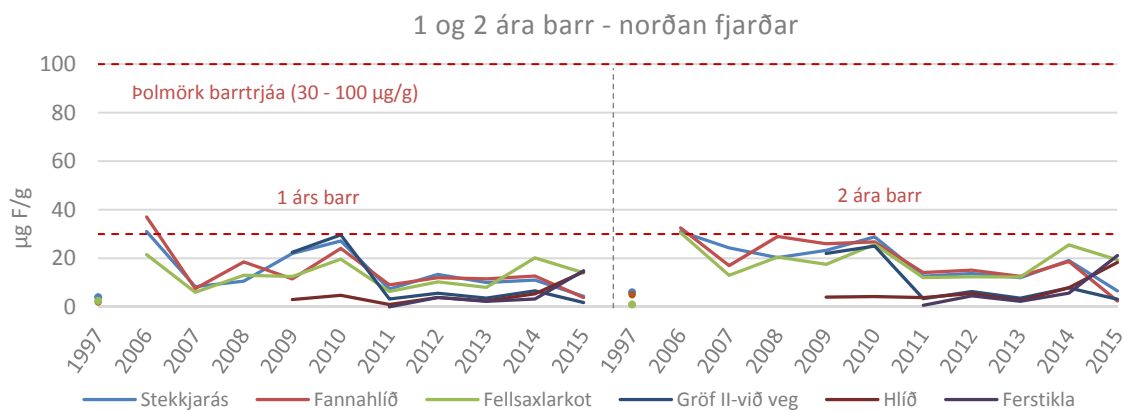


Mynd 8.5: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2005 – 2014 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

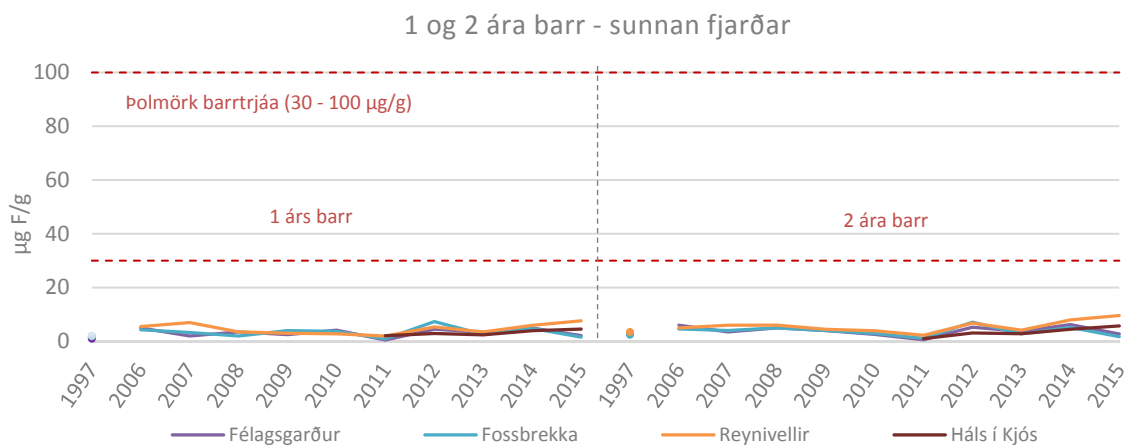
8.2.3 Flúor í barri

Meðalstyrkur flúors í barri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum barrtrjáa gagnvart flúor sem talin eru vera 30 -100 $\mu\text{g F/g}$, samanber töflu 8.3. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í átta tilvikum af 10 hærri en meðalstyrkur flúors í eins árs barri. Í einu tilviki var styrkurinn í tveggja ára barri lægri og í einu tilviki sá sami og í eins árs barri. Myndir 8.6 og 8.7 sýna meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2006 til 2015 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

Hvorki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins né tveggja ára barri árið 2015 miðað við árin 1997 eða 2007. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2015.



Mynd 8.6 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

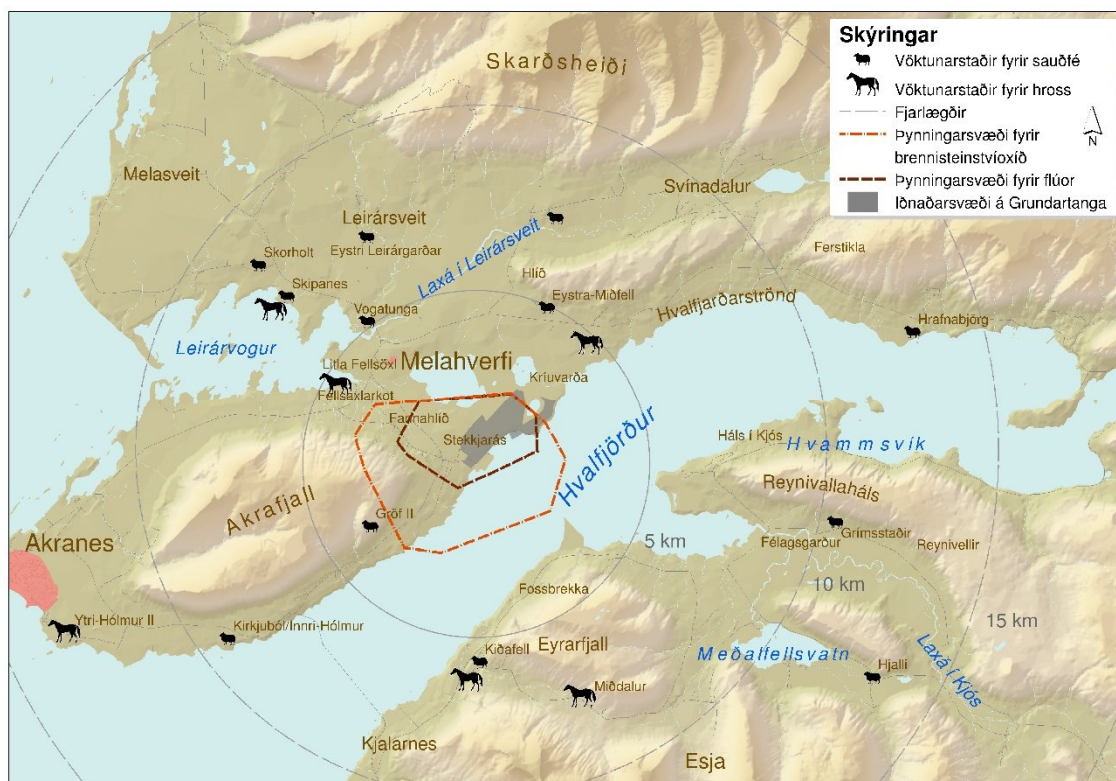


Mynd 8.7 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

9 Grasbítar

Vöktun á áhrifum flúors á sauðfé frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga, hefur farið fram síðan 1997 auk þess sem skoðun á lifandi sauðfé og hrossum hefur farið fram frá árinu 2012. Vöktunarbæirnir 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 vísbendinga um skemmdir vegna flúoráhrifa [15]. Dýralæknir sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og flúormælingar í beinösku kjálka voru framkvæmdar hjá NMÍ. Einnig skoðaði dýralæknir frá Dýralæknameiðstöðinni ehf. ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa auk þess að meta ástand liðamóta í framfótum [16].

Grasbítar taka upp flúor með fóðri og vatni og safnast flúor fyrir í beinum sauðfjár með tíma. Þannig mælist hærri styrkur flúors í eldra fé. Samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun 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 2015 var rúmlega 6 vetra (yngst 1 vetra og elst 12 vetra). Upplýsingar um aldur dýranna fengust út frá fjármerkjum viðkomandi bæjar eða frá bónda. Einnig er hægt að segja til um aldur út frá tannskiptingum til og með 4 vetra aldurs en ekki eftir það.



Mynd 9.1: Vöktunarstaðir fyrir sauðfé og hross árið 2015

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2015, bárust frá 12 bæjum (mynd 9.1). Einnig bárust viðmiðunarsýni af lömbum og fullorðnu fé frá bæjunum Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit, og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Alls

var flúor mældur í 111 sýnum af beinösku kjálkabeina (55 lömb og 56 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld [15].

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 flúor 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 líkt og undanfarin ár, stuðst við norska rannsókn á ungum dádýrum. Í töflu 9.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [13, 17]. 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/g [14]. Til upplýsingar þá hefur styrkur flúors í beinösku 4 – 5 mánaða gamla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni óeðlilegri flúormengun sumarlengt, mælst í kringum 180-200 µg F/g [18]. 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 Snæfellsýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g. Samkvæmt breskri rannsókn er flúorgildi í beinum jóturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [19].

Tafla 9.1: Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [13, 17])

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. Merkingar hafa batnað og er nú lítil óvissa með aldur dýra. Meðalaldur dýranna var um 4 vetur. Tennur og liðir voru einnig skoðaðir í samtals 34 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 11 til 18 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 20. september 2015, 20. janúar 2016 og 10. og 17. febrúar 2016.

Til að meta áhrif flúors á tennur í lifandi grasbítum (hrossum og sauðfé) var stuðst við matskerfi sem sjá má í töflu 9.2.

Tafla 9.2: Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [20]

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.

9.1 Megin niðurstöður

Flúor í lömbum

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í kjálkabeinum lamba frá Eystri Leirargörðum 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 2015 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 Kiðafelli og sá hæsti mældist í fullorðnu fé frá Innri Hólmi. Frá þremur vöktunarbæjum mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum hjá dádýrum. Meðalaldur fjárins var um sex vetur. Kjálkasýni frá einum bæ mældist með meðalstyrk flúors yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum hjá dádýrum. Meðalaldur fjárins var um átta vetur. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum árið 2015 miðað við árið 1997. Hins vegar er ekki marktæk breyting miðað við árið 2007.

Tennur og kjálkar í sláturfé

Við skoðun dýralæknis kom í ljós að öll lömbin voru við góða tannheilsu nema eitt. Nokkuð var um slæma tannheilsu hjá fullorðnu fé, sérstaklega hjá fé frá bæjum norðan Hvalfjarðar. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum.

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 9.3 er yfirlit yfir flúormælingar og talin þolmörk dádýra auk niðurstaðna tölfræðigreiningar fyrir meðalstyrk frá öllum svæðum. Í töflu 9.4 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum. Í töflu 9.5 er að finna yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Í viðauka VI 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 í lifandi hrossum og sauðfé og niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2015.

Tafla 9.3: 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 tölfraeðigreiningar Breyting 2015 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar Breyting 2015 m.v. 2007
Lömb			
<i>Frá öllum svæðum</i>	218 Min 86 (Kiðafell) Max 801 (Grímsstaðir)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	123 Min 103 (Hrafnabjörg) Max 151 (Hrafnabjörg)	Marktæk breyting til lækkunar (frá 1999)	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	464 Min 375 (Innri Hólmur) Max 595 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	155 Min 87 (Eystri Leirárgarðar) Max 296 (Eystra Miðfell)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	200 Min 86 (Kiðafell) Max 801 (Grímsstaðir)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
Fullorðið fé			
<i>Frá öllum svæðum</i>	1.064 Min 244 (Grímsstaðir) Max 2.577 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.222 Min 1.009 (Hrafnabjörg) Max 1.500 (Hrafnabjörg)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	2.028 Min 948 (Gröf) Max 2.577 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar (frá 2000)	Marktæk breyting til hækkunar
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	923 Min 445 (Eystri Leirárgarðar) Max 1.396 (Vogatunga.)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	653 Min 244 (Grímsstaðir) Max 1.175 (Grímsstaðir)	Ekki marktæk breyting	Marktæk breyting til hækkunar
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000-2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

Tafla 9.4: 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			
Bær norðan Hvalfjarðar				
Eystri Leirárgarðar	Lömb	4	103	(87-113)
Eystra Miðfell	Lömb	3	245	(263-297)
Gröf II	Lömb	4	418	(400-454)
Hóll	Lömb	4	124	(97-168)
Hrafnabjörg	Lömb	4	123	(103-151)
Innri Hólmur	Lömb	4	511	(375-593)
Skipanes	Lömb	4	139	(103-179)
Skorholt	Lömb	4	144	(110-201)
Vogatunga	Lömb	4	178	(169-189)
Bær sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	Lömb	4	350	(180-801)
Hjalli	Lömb	4	136	(106-164)
Kiðafell	Lömb	4	115	(86-145)
Viðmiðunarbærir				
Skjaldfönn	Lömb	4	100	(38-160)
Bjarnarhöfn	Lömb	4	67	(55-98)
	Fullorðið fé			
Bær norðan Hvalfjarðar				
Eystri Leirárgarðar	7,5 vetra	4	657	(445-960)
Eystra Miðfell	4,75 vetra	4	994	(841-1.098)
Gröf II	5 vetra	4	1.656	(948-2.075)
Hóll	10,75 vetra	4	720	(662-788)
Hrafnabjörg	6 vetra	4	1.223	(1.009-1.500)
Innri Hólmur	8 vetra	4	2.399	(2.258-2.577)
Skipanes	7,75 vetra	4	912	(811-965)
Skorholt	7,25 vetra	4	939	(745-1.134)
Vogatunga	6,25 vetra	4	1.315	(1.150-1.396)
Bær sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	4,75 vetra	4	692	(244-1.174)
Hjalli	7 vetra	4	827	(596-1.005)
Kiðafell	1,75 vetra	4	439	(314-518)
Viðmiðunarbærir				
Skjaldfönn	6 vetra	4	699	(570-806)
Bjarnarhöfn	7,5 vetra	4	697	(660-744)

Tafla 9.5: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi sauðfé og hrossum [16]

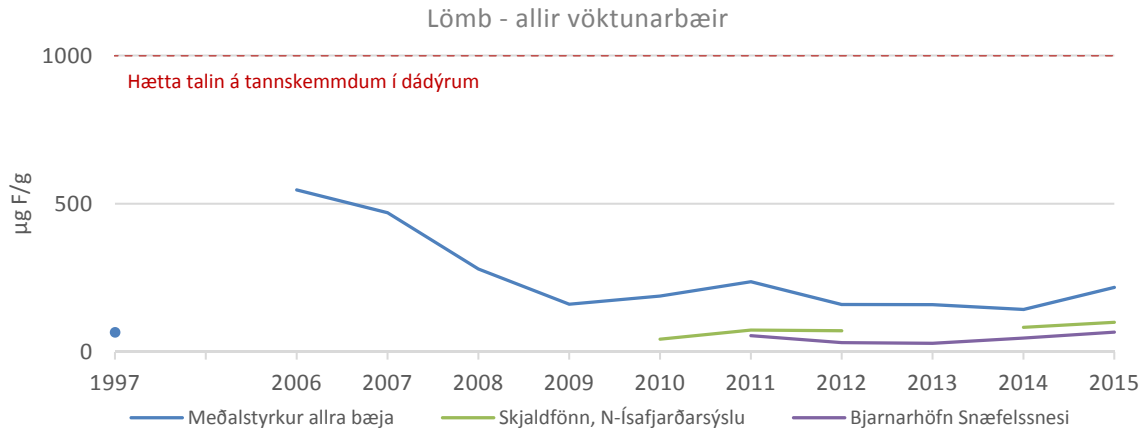
Vöktunarbæir	Tegund meðalaldur	Fjöldi dýra	Min-max gildi á mati á tönnum	Mat á liðum
	Fullorðið fé			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Eystra Miðfell	4,3 vetra	12	0,25-0,55	0,00
Hrafnabjörg	3,9 vetra	12	0,08-0,33	0,00
Innri Hólmur	4 vetra	12	0,00-0,33	0,00
Vogatunga	3,8 vetra	12	0,00-0,17	0,00
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	3,6 vetra	12	0,00-0,42	0,00
Kiðafell	3,9 vetra	12	0,00-0,67	0,00
	Hross			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Kalastaðakot	11 vetra	7	0,00-1,0	0,00
Litla Fellsöxl	13 vetra	6	0,00-0,50	0,00
Skipanes	11 vetra	6	0,00-0,50	0,00
Ytri Hólmur	11 vetra	5	0,00-0,80	0,00
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Kiðafell	15 vetra	6	0,00-0,33	0,00
Miðdalur	18 vetra	4	0,00-0,50	0,00

9.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

9.2.1 Flúor í lömbum

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í kjálkabeinum lamba undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, töflur 9.3 og 9.4). Meðalstyrkur flúors var hæstur í kjálkabeinum lamba frá Innri Hólmi (511 µg F/g) og lægstur í lömbum frá Eystri Leirárgörðum (103 µg F/g).

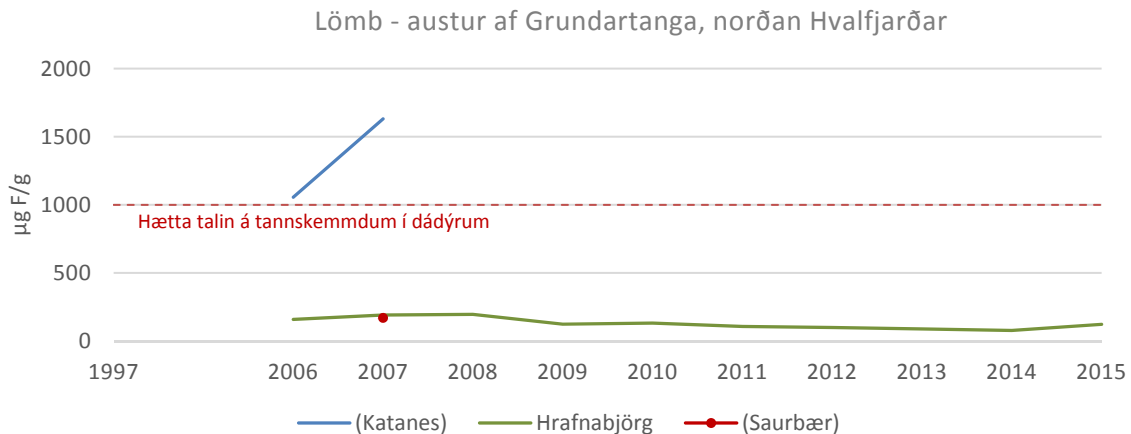
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 218 µg F/g (mynd 9.2). Eins og á undanförunum árum hefur orðið marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarsvæðum miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007 (viðauki VI). Til viðmiðunar var styrkur flúors mældur í kjálkabeinum lamba frá Skjaldfönn í Norður Ísafjarðarsýslu, 100 µg F/g, og frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, 67 µg F/g. Meðalstyrkur flúors mældist hærrí á öllum vöktunarbæjum miðað við viðmiðunarbæi. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2005.



Mynd 9.2: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2006- 2015, allir vöktunarbæir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

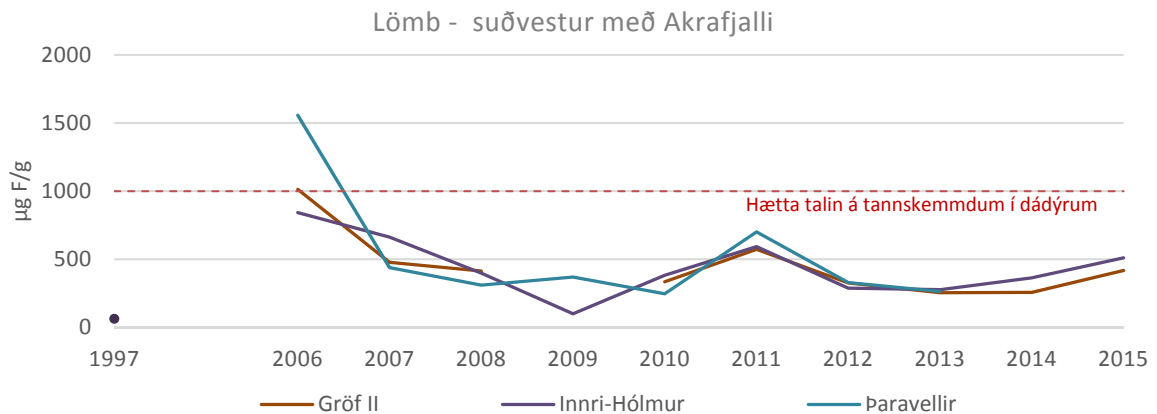
Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

Miðað við ríkjandi vindáttir, verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Mynd 9.3 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 2015 miðað við árið 1999 sem og miðað við árið 2007 (viðauki VI).



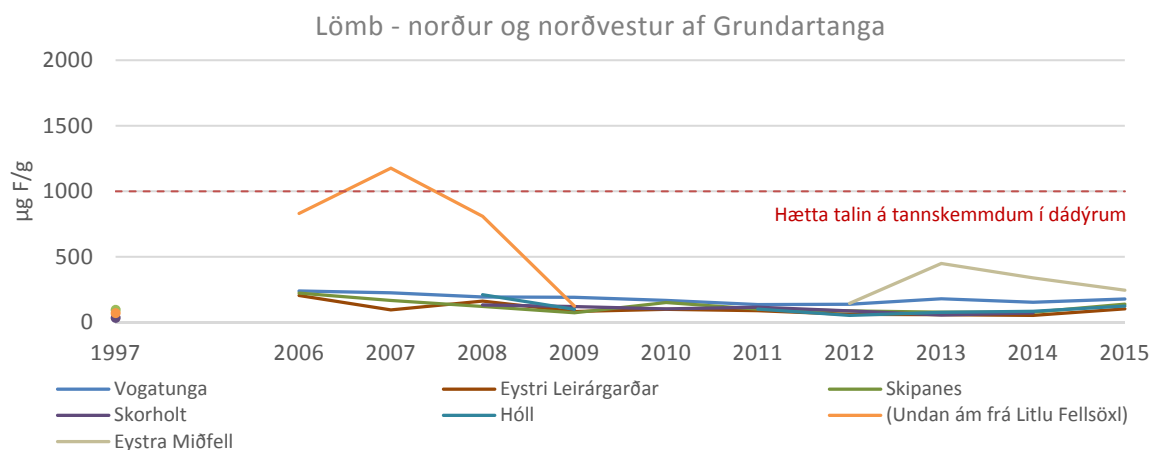
Mynd 9.3: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2006-2015 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu. Katanes liggur innan þyningarsvæðis fyrir flúor

Svæðið til suðvesturs með Akrafjalli verður fyrir áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Mynd 9.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum af þessu svæði. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði miðað við árið 1997, hins vegar er engin breyting á styrk flúors samanborið við árið 2007 (viðauki VI).



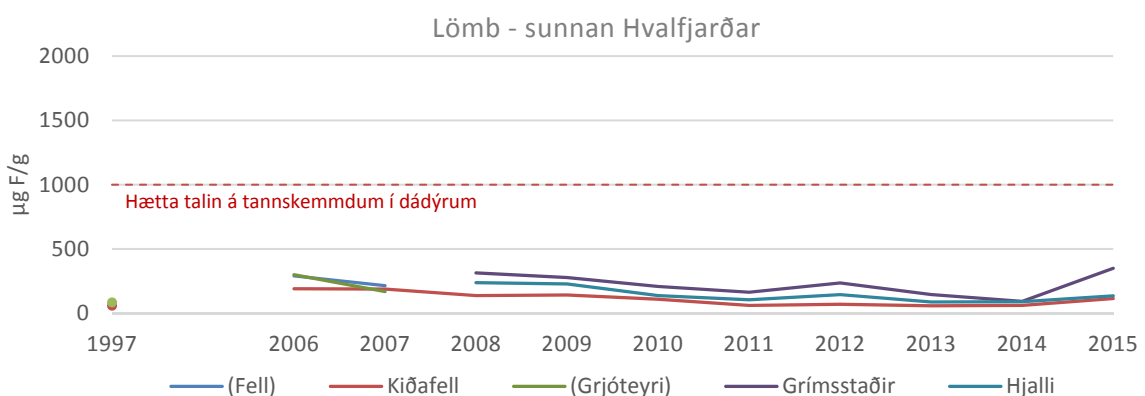
Mynd 9.4: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2006-2015 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, má sjá á mynd 9.5. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2015 miðað við árin 1997 en ekki miðað við 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.5: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2006-2015 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 9.6 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Ekki hefur orðið marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árið 2015 miðað við árið 1997 og 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.6: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2006-2015 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar og viðmiðunarsýni frá 1997

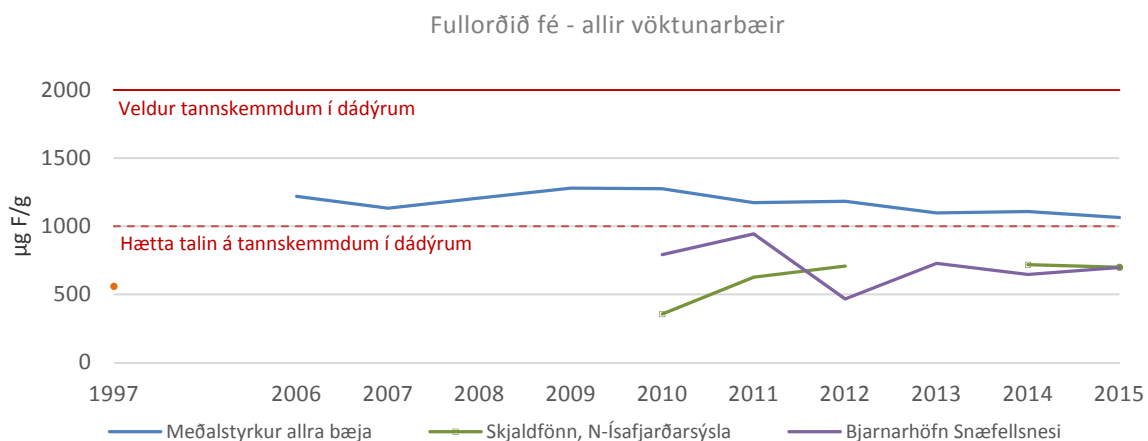
Ekki var um marktækan mun að ræða á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum bæjum norðan Hvalfjarðar miðað við meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar árið 2015 (viðauki VI).

9.2.2 Flúor í fullorðnu fé

Erfitt er að bera saman meðalstyrk flúors í fullorðnu fé milli ára, þar sem flúor safnast fyrir í beinum kinda yfir tíma. Markmiðið er að mæla flúorstyrk í 6 vetra fé og eldra. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2015 var rúmlega 6 vetra (yngst 1 vetra og elst 12 vetra).

Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 $\mu\text{g F/g}$ í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þrem bæjum (Hrafnabjörgum, Gröf II og Vogatungu), sem er sá styrkur sem hætta er talin á að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var um sex vetur. Meðalstyrkur flúors var yfir 2.000 $\mu\text{g F/g}$ í kjálkabeinum fullorðins fjár frá einum bæ, innri Hólmi, sem er sá styrkur flúors sem veldur tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var átta vetur. Eitt dýr frá Gröf II og öll fjögur dýrin frá Innri Hólmi mældust með flúorstyrk í kjálkabeinum yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum í ungum dádýrum (2.000 $\mu\text{g F/g}$).

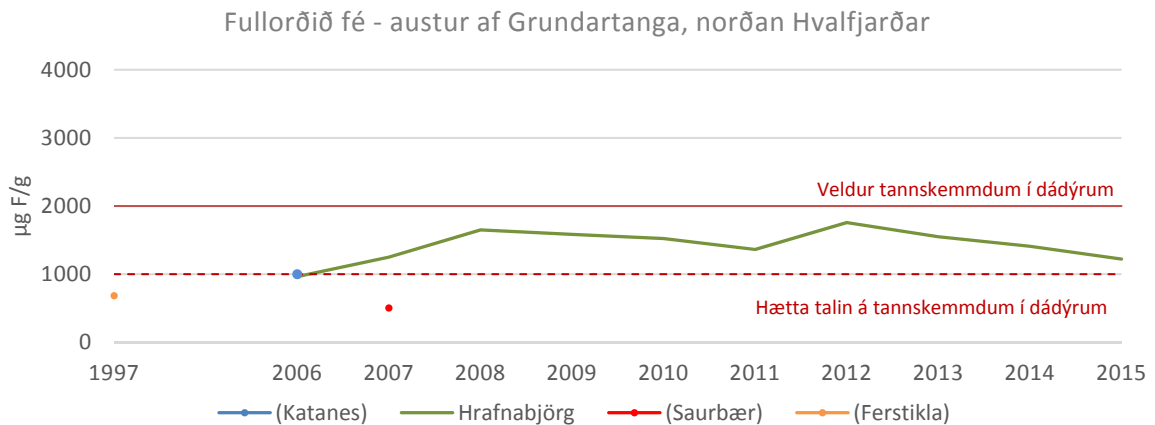
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 1.064 $\mu\text{g F/g}$ (mynd 9.7). Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2005. Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innri Hólmi (2.399 $\mu\text{g F/g}$) og lægstur í fullorðnu fé frá Kiðafelli (439 $\mu\text{g F/g}$). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé 699 $\mu\text{g F/g}$ frá Skjaldfönn (6 vetra gömul dýr) og 697 $\mu\text{g F/g}$ frá Bjarnarhöfn (7 - 8 vetra gömul dýr). Meðalstyrkur flúors var hærri í dýrum frá viðmiðunarstöðum en meðalstyrkur flúors frá þrem vöktunarbæjum þ.e. Eystri Leirágörðum, Kiðafelli og Grímsstöðum. Sláturféð frá Kiðafelli var yngra en frá viðmiðunarstöðunum. 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 á flúorstyrk samanborið við árið 2007.



Mynd 9.7: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2006 - 2015, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

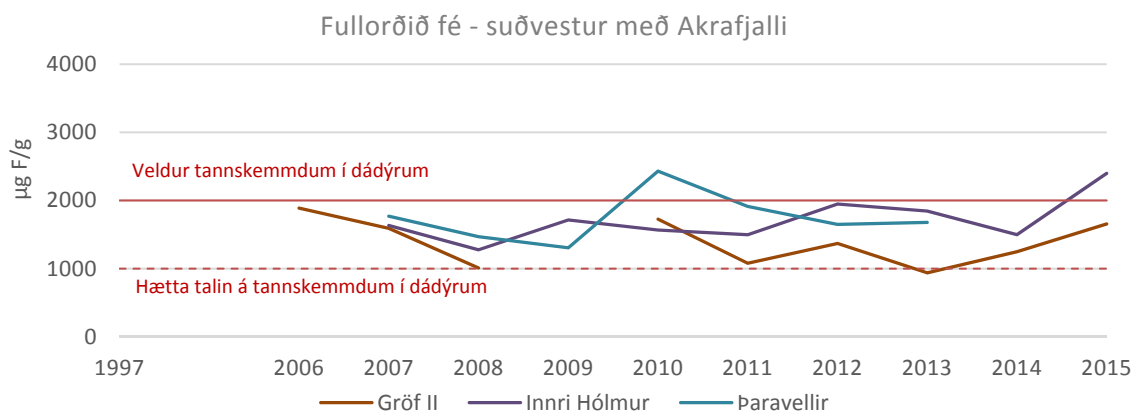
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu austur af iðnaðarsvæðinu má sjá á mynd 9.8. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2015 miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki VI).



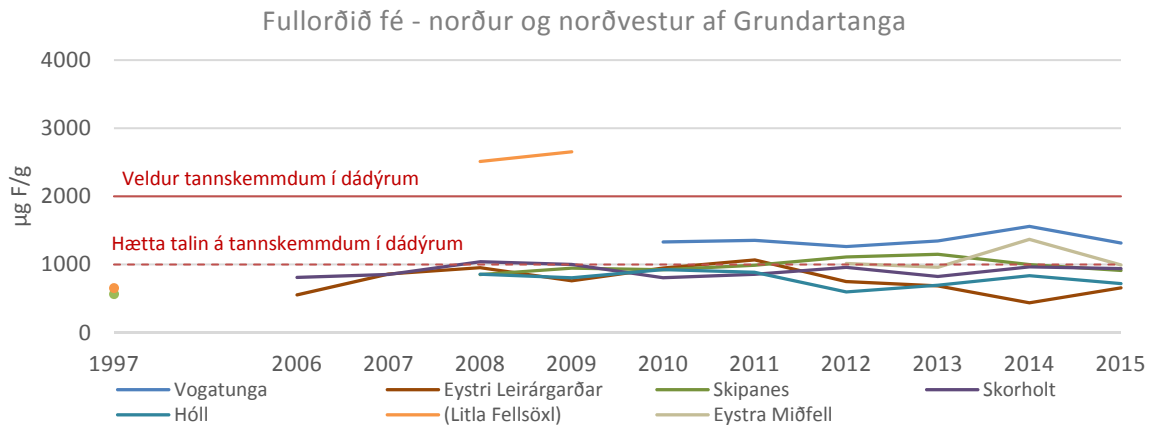
Mynd 9.8: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2006 - 2015 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 9.9 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Marktækur munur er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár til hækkunar frá þessu svæði árið 2015 miðað við árin 2000 og 2007 (viðauki VI).



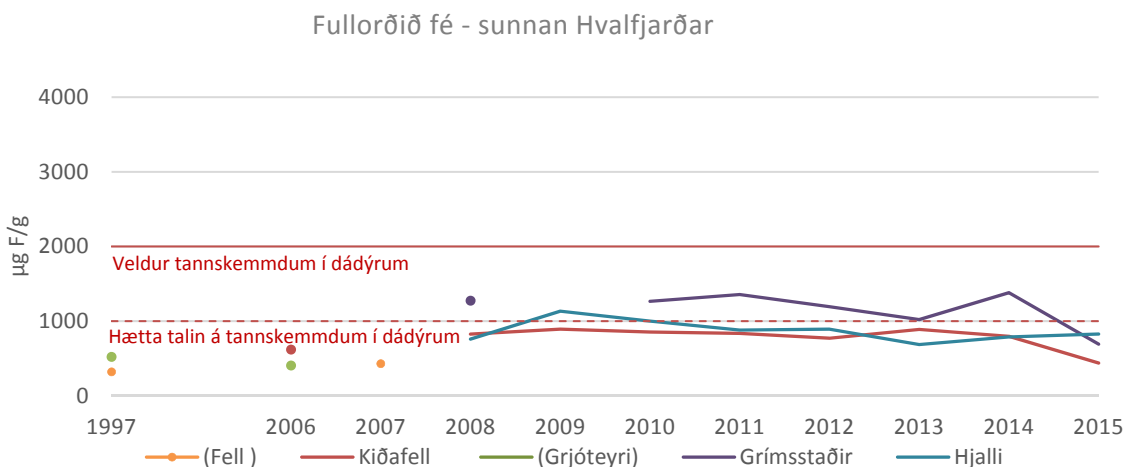
Mynd 9.9: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2006 - 2015 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu

Mynd 9.10 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Marktæk breyting til hækkunar er á styrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2015 samanborið við árið 1997 en ekki fyrir árið 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.10: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2006 - 2015 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar má sjá á mynd 9.11, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Engin marktæk breyting er á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 1997 en breyting er til hækkunar á meðalstyrk flúors miðað við árið 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.11: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2006 - 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. Ekki er alltaf um marktækan mun að ræða (viðauki VI).

9.2.3 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 fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerjungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 9.6 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka VI [15].

Tafla 9.6: Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar <i>Fjöldi dýra</i>	Bæir sunnan Hvalfjarðar <i>Fjöldi dýra</i>	Viðmiðunarbæir <i>Fjöldi dýra</i>
Góð	34	12	8
Sæmileg	1	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar <i>Fjöldi dýra</i>	Bæir sunnan Hvalfjarðar <i>Fjöldi dýra</i>	Viðmiðunarbæir <i>Fjöldi dýra</i>
Góð	8	9	8
Sæmileg	9	2	0
Slæm	19	1	0
<i>Meðalaldur (ár)</i>	7	4,5	7

*Góð (tennur sem ekkert amar að), sæmileg (ekki fullkomnar tennur en angruðu féð ekki í lifanda lífi), slæm (tennur sem litu illa út og höfðu áhrif á féð í lifanda lífi)

Öll lömbin voru við góða tannheilsu, fyrir utan eitt lamb frá Skorholti, sem var við sæmilega tannheilsu vegna óeðlilegs tannslits og tannbrodda sem þá myndast. Mun þetta vera líklegur fæðingargalli. Flúor mældist 137 µg/g í beinsösku kjálkabeins úr þessu lambi.

Mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé, sérstaklega norðan Hvalfjarðar. Hæsti styrkur flúors mældist í dýri frá Innra Hólmi (2.577 µg/g), þar mældist einnig hæsti meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé. Engin af þessum kindum var við slæma tannheilsu, heldur voru þrjár við sæmilega tannheilsu og ein við góða. Meðalaldur fjárens var 8 ár. Á þeim þremur bæjum (Hóli, Skipanesi, Skorholti) þar sem allar fjórar kindurnar voru við slæma tannheilsu mældist flúor í kjálkabeinum að meðaltali undir 1.000 µg/g. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum.

9.2.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

Niðurstöður skoðana dýralæknis á tönnum og liðamótum í framfótum lifandi grasbita (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 9.5 og í viðauka VI. Almenn er matið á tönnum og liðum mjög lágt bæði hjá sauðfé og hrossum. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á framtönnum var í sauðfé frá Eystra Miðfelli 0,38 (meðalaldur dýra 4,3 vetra) og lægst í sauðfé frá Vogatungu 0,06 (meðalaldur dýra um 3,8 vetra). Mat á ástandi jaxla í sauðfé var með hæsta gildi á Kiðafelli 0,50 og lægst á Innri Hólmi 0,00.

Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Kalasstaðakoti 0,38 (meðalaldur hrossa 11 vetur) og lægst í hrossum frá Litlu Fellsöxl, 0,08 (meðalaldur hrossa 13 vetur). Nokkur breytileiki var á lithætti tanna milli ára bæði innan býla og milli bæja.

Heimildaskrá

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2014-2021,“ 2015. [Á neti]: http://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraaetlun_2014_2021.pdf. [Skoðað 23.3.2016].
- [2] Elkem Ísland ehf., „Grænt bókhald 2014,“ 16.3.2016. [Á neti]: http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2014/Elkem_Grb_2014.pdf.
- [3] Skipulagsstjóri ríkisins, „Mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 63/1993. Álver á Grundartanga. Bygging álvers, lagning háspennulínu og stækkun Grundartangahafnar. Niðurstöður frumathugunar og úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins,“ 1996. [Á neti]: [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). [Skoðað 10.3.2011].
- [4] Norðurál Grundartanga ehf., „Grænt bókhald 2014,“ [Á neti]: http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2014/Nordural_Grb_2014. [Skoðað 16.3.2016].
- [5] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Janúar - desember 2015,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2016.
- [6] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun. Mælingar í tugi ára,“ [Á neti]: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn/>. [Skoðað 23.3.2016].
- [7] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun í Hvalfirði. Ferskvatnsmælingar 2015,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2016.
- [8] J. A. Camargo, „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, pp. 251-264, 2003.
- [9] Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen, „Vöktun á móareitum við Grundartanga í Hvalfirði,“ Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 16002, 2015.
- [10] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolm, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ World Health Organization, 2002.
- [11] Friðrik Pálmason og E. Skye, „An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminium smelter on the vegetation in Reyðarfjörður. A report to the Icelandic energy marketing agency,“ RALA, Reykjavík, 1999.
- [12] Horntvedt og Øyen, „Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk,“ Kafli 6 í Norsk aluminiumindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge. Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS), Oslo, 1994.
- [13] Ongstad, Stoll og Aasland, „The Norwegian aluminium industry and the local environment,“ Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report., 1994.
- [14] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, UK, 2004.
- [15] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, „Skýrsla varðandi flúormælingu beina og skoðun tanna í sauðfé fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, 2016.

- [16] Grétar Hrafn Harðarson, „Þátttaka Dýralæknamiðstöðvarinnar ehf. í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012-2021. Skýrsla fyrir árið 2015.,“ Dýralæknamiðstöðin ehf., 2016.
- [17] Turid Vikøren og Gudbrand Stuve, „Fluoride exposure in cervids inhabiting areas adjacent to aluminum smelters in Norway. II. Fluorises,“ *Journal of Wildlife Diseases*, b. 32, nr. 2, pp. 181-189, 1996.
- [18] Páll A. Pálsson, „Flúormengun og álver, flúormagn í dýrabeinum í grennd við álverið í Straumsvík árin 1967-1991.,“ *Búnaðarrit*, nr. 108, pp. 245-257, 1995.
- [19] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [20] National Research Council, „Effects of Fluorides in Animals,“ National Academy of Science, National Academies Press, 1974, pp. 22-26.

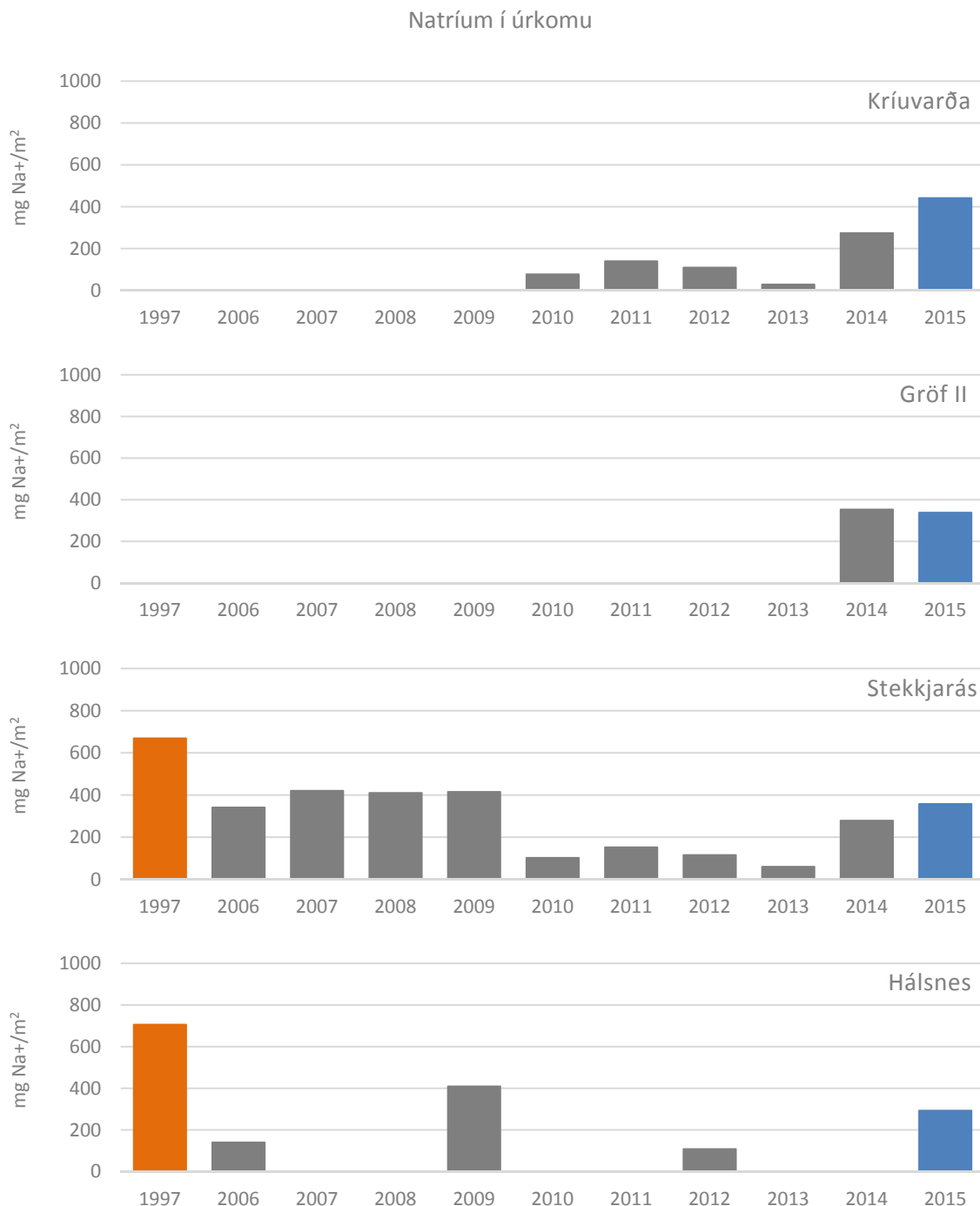
Viðauki I: Eldri ársskýrslur umhverfisvöktunar

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:

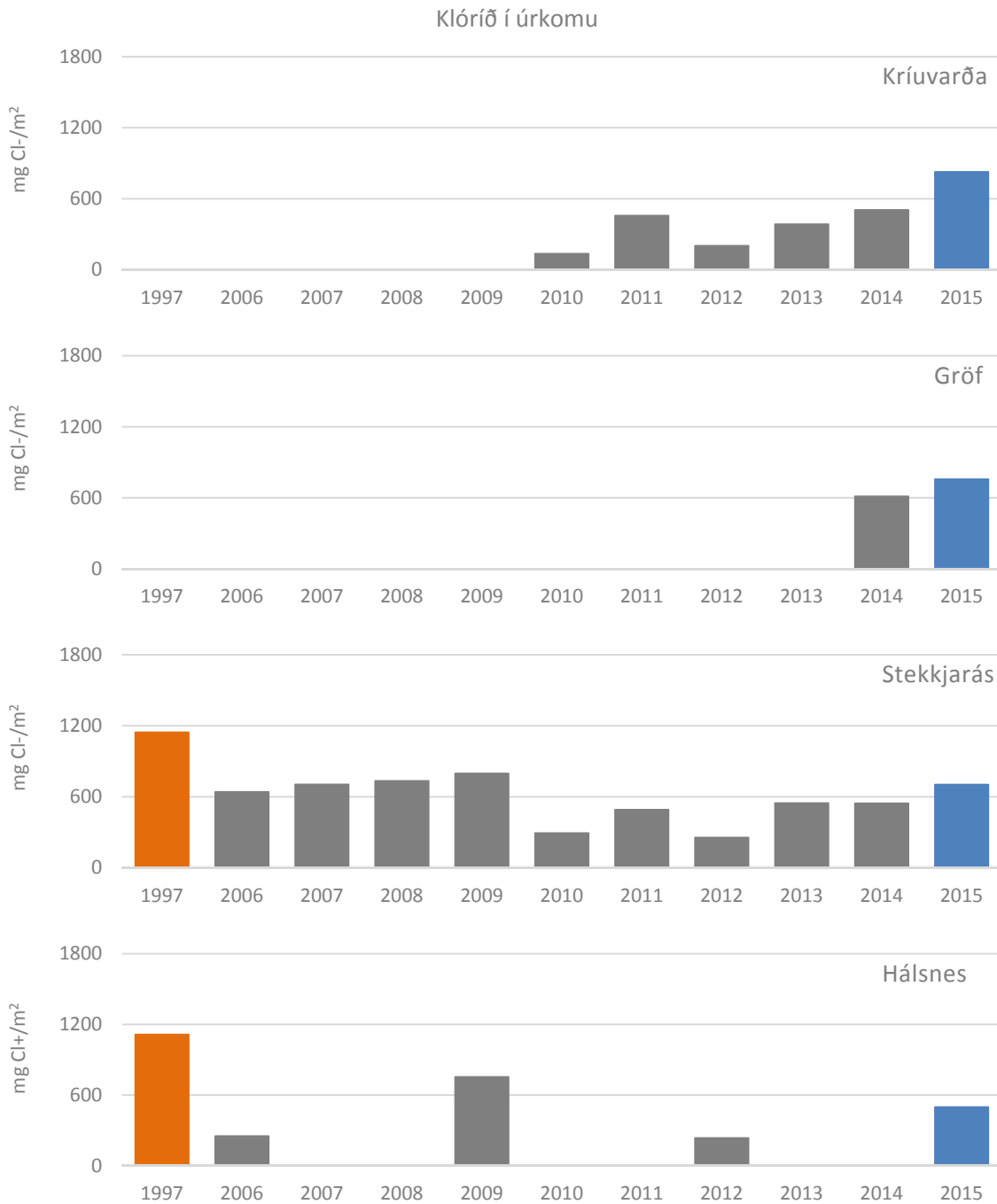
1. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Útgefin í apríl 2015.
2. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
3. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
4. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
5. Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
6. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
7. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
8. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
9. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
10. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
11. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
12. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
13. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

Viðauki II: Loftgæði

Meðalstyrkur natríums og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu 2010 – 2015, á Gröf II árið 2014-2015, á Stekkjarási 1997 og 2006 – 2015 og á Hálsnesi 1997-2001 og á þriggja ára fresti eftir það er birtur hér að neðan. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir allar niðurstöður áráanna 1998 til 2005.



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



Mynd II. 2: Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu á Krúuvörðu, Gröf II, Stekkjarási og Hálsnesi

Viðauki III: Ferskvatn

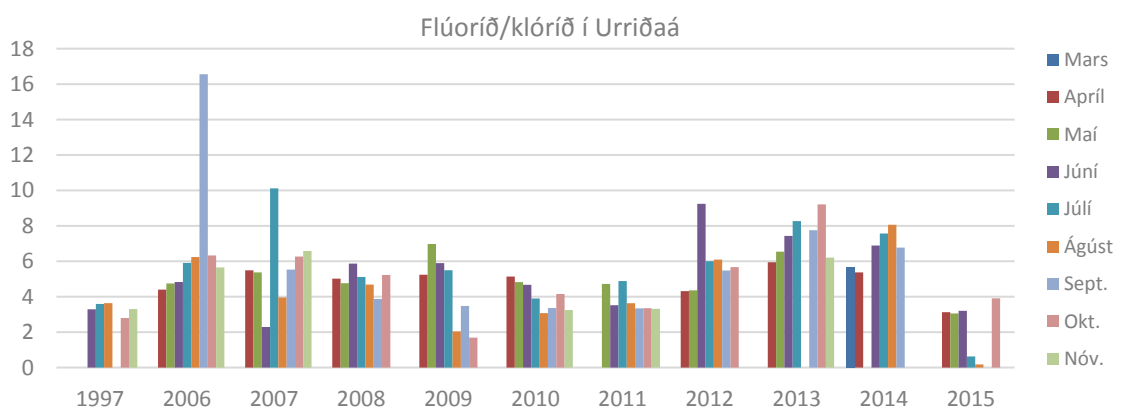
Áhrifa frá sjó getur gætt í mælingum á magni flúors og sulfats í vöktunaránum. Það byggir á því að klóríð, sulfat og flúor berst í grunnrennsli áa nálægt sjó þegar sjór flæðir í stórstraumi upp fyrir sýnatökustaði. Styrkur klóríðs er mældur til þess að meta þessi áhrif og hlutfall flúors og klóríðs auk hlutfalls sulfats og klóríðs reiknuð. Greiningarmörk í mæliaðferðunum má sjá í töflu III.I. Í viðauka III.I má sjá niðurstöður vegna flúormælinga fyrir árin 1997 og 2006-2015, í viðauka III.II má sjá niðurstöður sulfatmælinga fyrir árin 1997 og 2006-2015 og í viðauka III.III eru tölfræðiniðurstöður fyrir ferskvatn. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður áruna 1998 til 2005.

Tafla III.1: Greiningarmörk ferskvatnsmælinga (e. Limit of Detection, LOD)

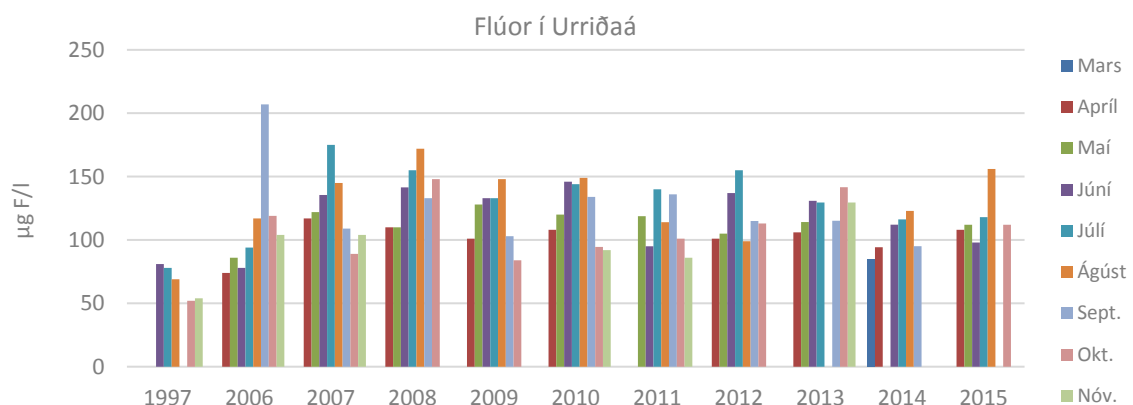
F-	S	Cl	Ca	Na
µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
5	0,004	0,3	0,01	0,05

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

Á myndum III.1 og III.2 má sjá að mikilla áhrifa gætti frá sjó í júlí og ágúst árið 2015 og er það ástæða þess að mælingar á leiðni og sulfati frá sýnum úr Urriðaá sem tekin voru í þessum mánuðum voru ekki reiknuð með í meðaltöl. Minnstu áhrifa frá sjó gætti í október.



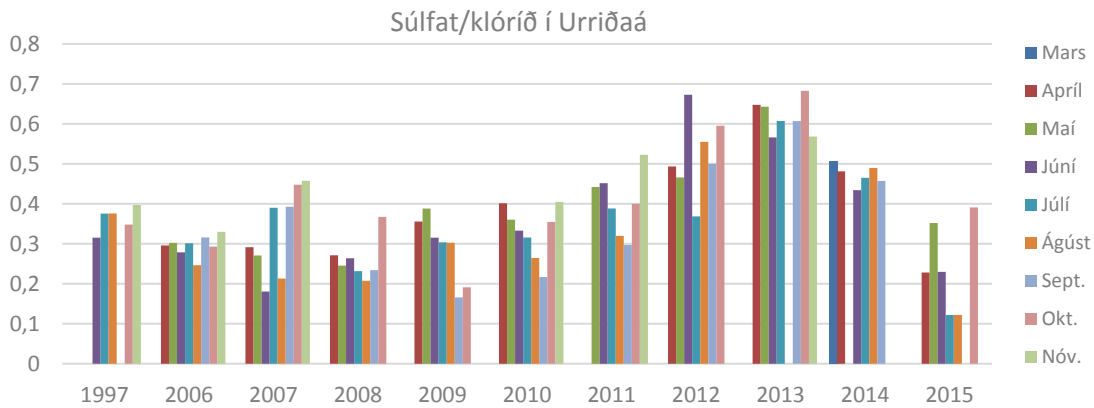
Mynd III. 1: Hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunngildi frá 1997 til viðmiðunar



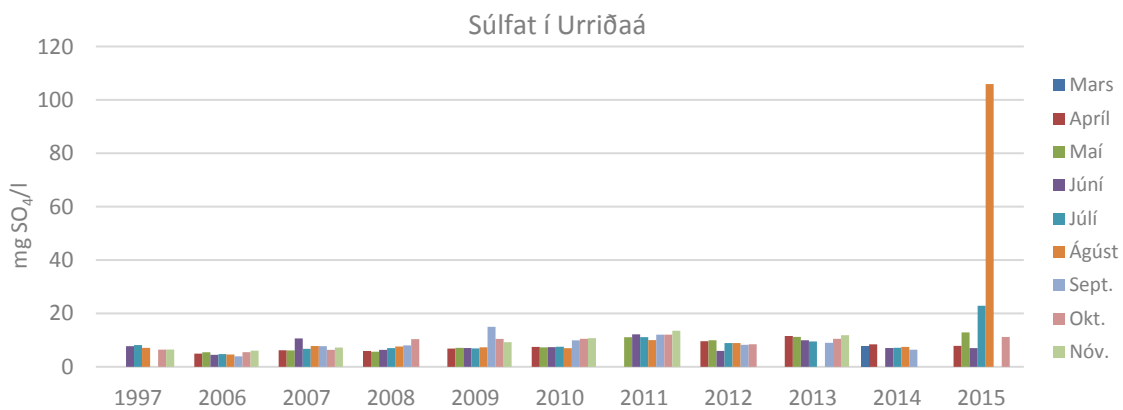
Mynd III. 2: Meðalstyrkur flúors í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunngildi frá 1997 til viðmiðunar

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

Á myndum III.3 og III.4 má sjá samsvarandi niðurstöður og í viðauka III.I, þ.e. að mikilla áhrifa gætti frá sjó í Urriðaá í júlí og ágúst árið 2015 og mælingar úr sýnum teknum í þessum mánuðum því ekki teknar með í meðaltölum. Vegna mengunar sjávarfalla má sjá að styrkur súlfats mældist margfalt hærrí í sýnum frá júlí og ágúst 2015 samanborið við mælingar síðastliðinna ára.



Mynd III. 3: hlutfall súlfats/klóríðs í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

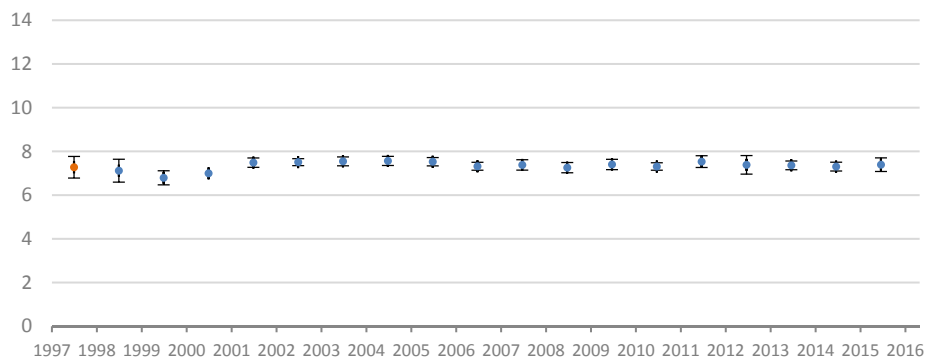


Mynd III. 4: Meðalstyrkur súlfats í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

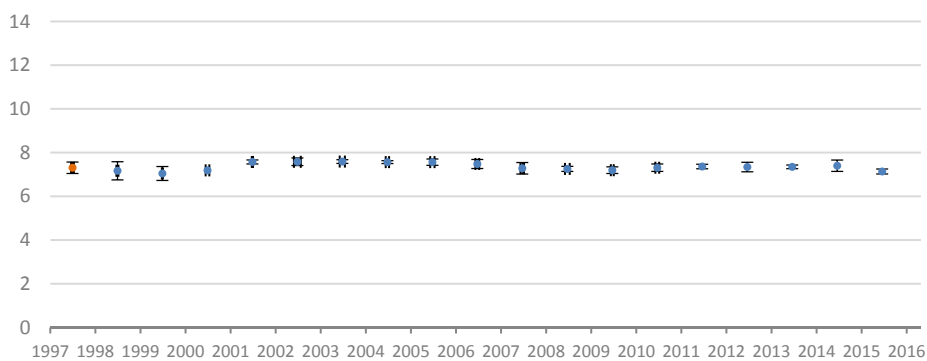
III.III: Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

Umhverfisvöktun fyrir ferskvatn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2015 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk.

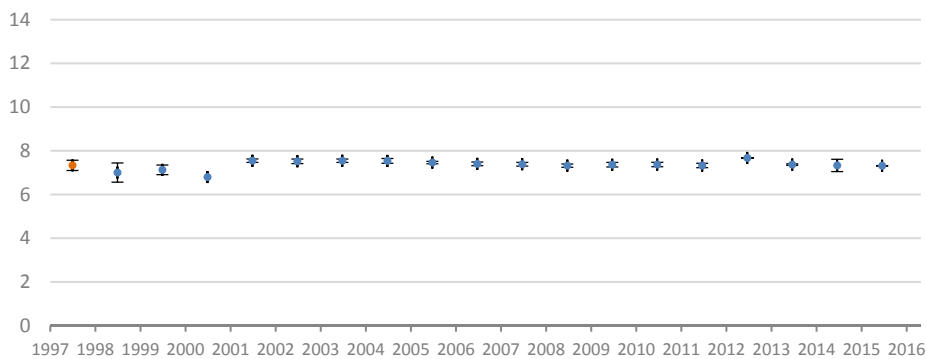
Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir ferskvatn árin 1997 – 2015 eru birt hér að neðan. Myndir III.5 – III.7 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2015.



Mynd III. 5: Meðaltal sýrustigs í Kalmansá mælt 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum

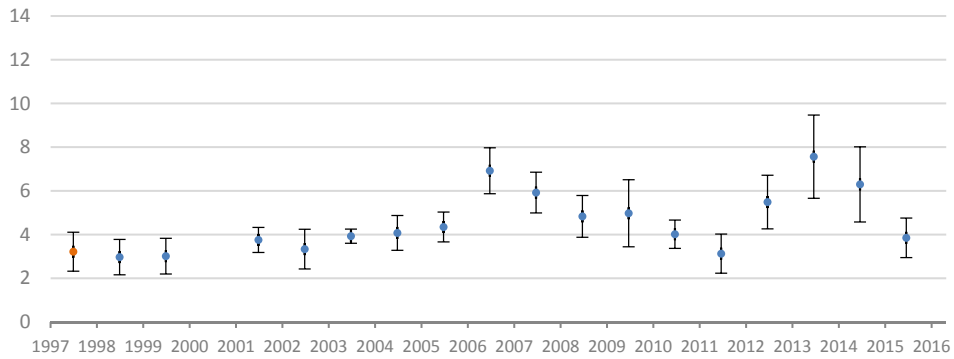


Mynd III. 6: Meðaltal sýrustigs í Urriðaá mælt 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum

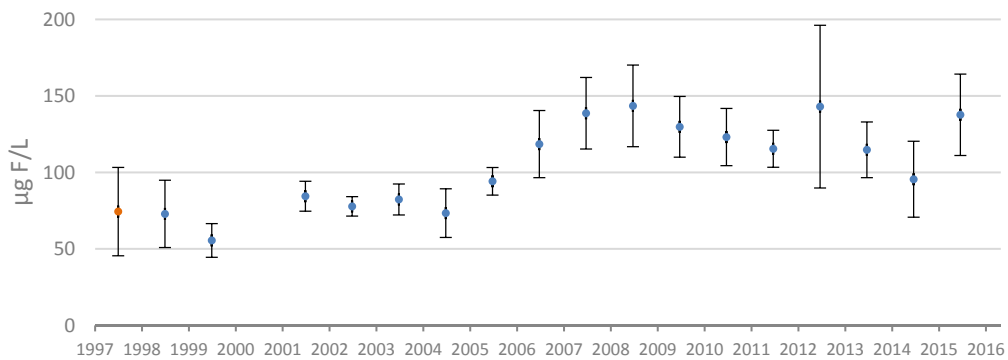


Mynd III. 7: Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá mælt 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum

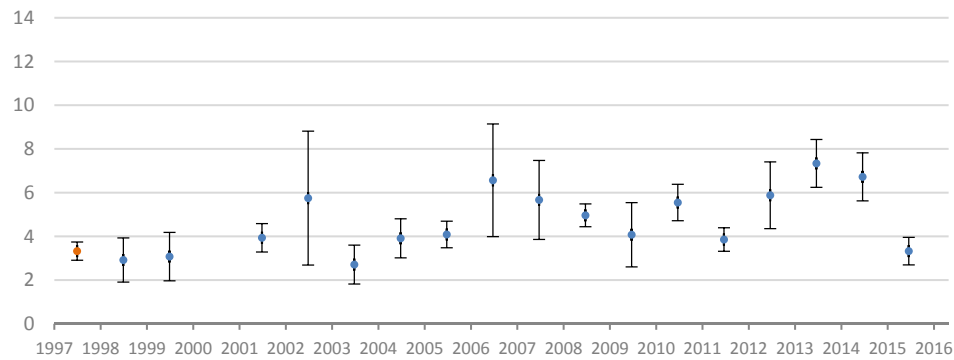
Á myndum III.8 – III.13 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð-hlutfalli og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



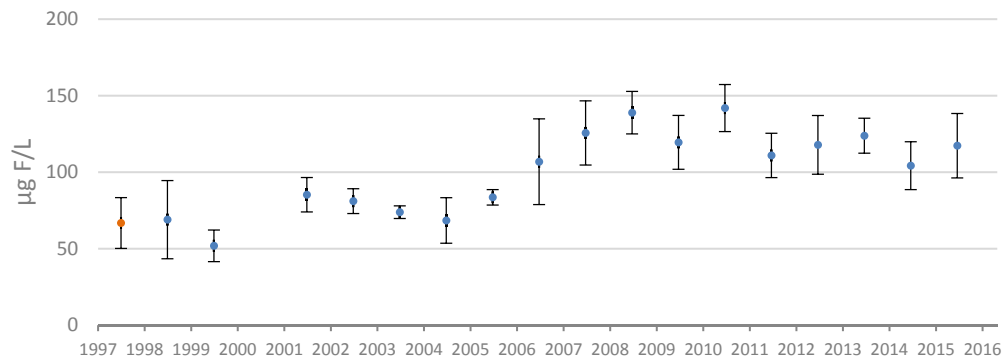
Mynd III. 8: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



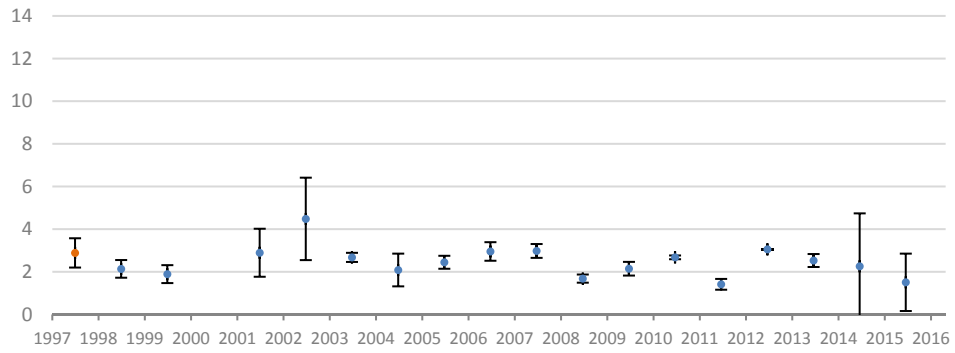
Mynd III. 9: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



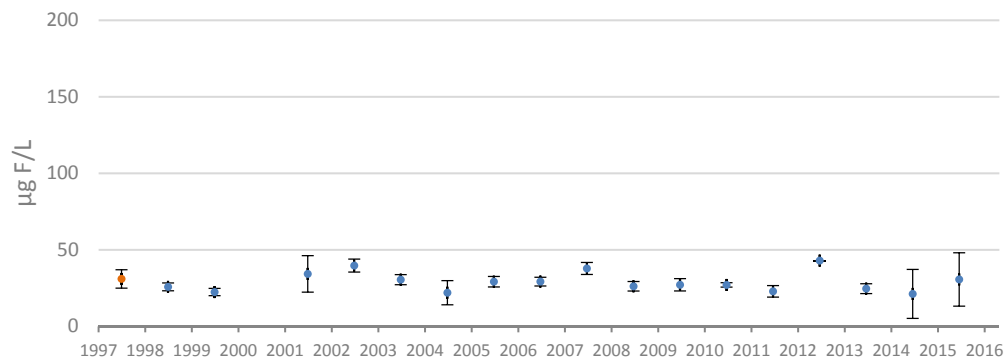
Mynd III. 10: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum



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



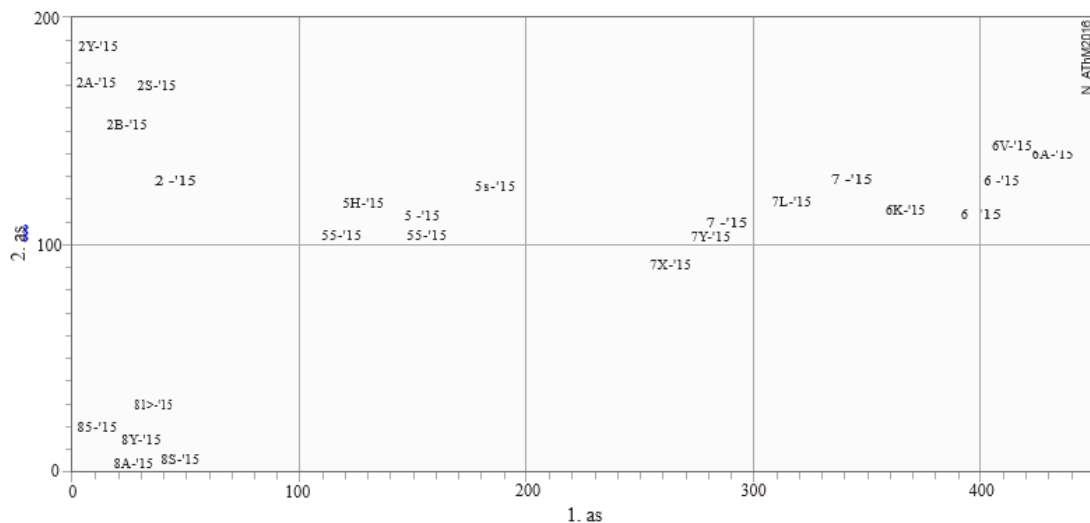
Mynd III. 12: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum



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

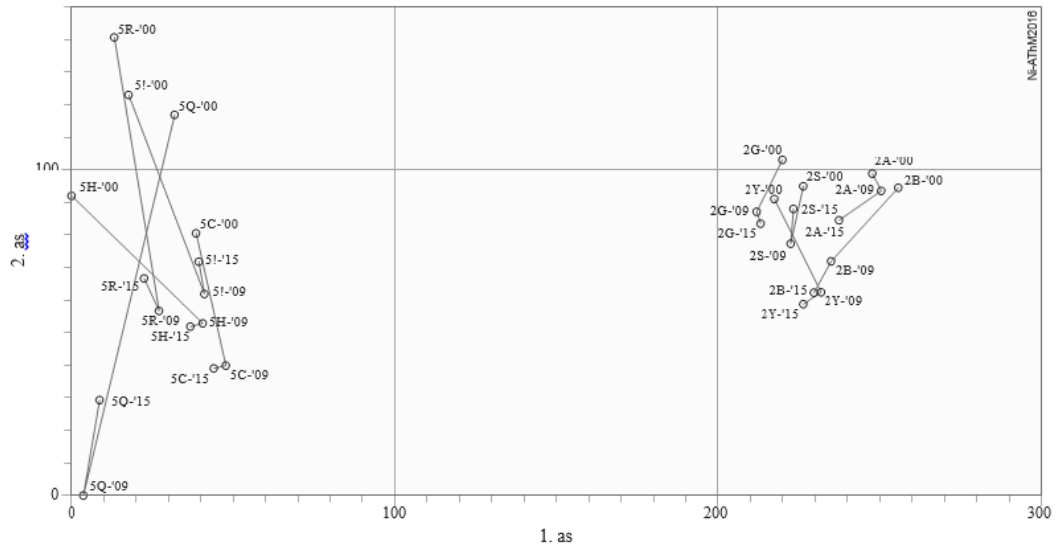
Viðauki IV: Móareitir

Til að bera saman mismunandi reiti og breytingar milli ára var gerð DCA-hnitun (Detrended correspondence analysis) á gögnunum í forritinu PC ORD (McCune og Mefford 2011). Um er að ræða fjölbreytugreiningu þar sem hverjum reit eru fundin hnit í tvívíðu rúmi sem grundvallast á breytilegri þekju allra tegunda sem mældar voru í viðkomandi reitum. Leitast er við að draga saman upplýsingarnar sem fólgnar eru í margvíðu rúmi (með jafnmarga ása og fjöldi tegunda). Fyrsti ásinn skýrir stærstan hluta af breytileika í gagnasafni, annar ás þann næstmesta og síðan koll af kalli. Að jafnaði láta menn nægja að skoða fyrstu tvo ásana enda skýra þeir mestan hluta breytileikans. Nánari umfjöllun um DCA-hnitun má finna í grein Hill og Gauch (1980).



Mynd IV.1: DCA-hnitun á reitunum fimm sem mældir voru 2015. 1. ás skýrir u.þ.b. 70% af þeim breytileika sem þrír fyrstu ásarnir skýra og 2. ás u.þ.b. 22%

Mynd IV.1 sýnir að breytileiki milli smáreita innan reitanna er tiltölulega lítill miðað við muninn milli ólíkra reita. Mynd IV.2 sýnir sambanburð milli reita 2 og 5 með PC ORD fjölbreytugreiningarforritinu. Taka þarf tillit til þess að ekki tókst að staðsetja reit V þegar hann var mældur árið 2009 á nákvæmlega sama stað og hann var settur upp árið 2000. Það kemur því ekki á óvart að mestar breytingar verða milli árunna 2000 og 2009 í reit V en annars eru breytingar milli ára 2009 og 2015 tiltölulega litlar og ekki greinileg stefna á breytingunum.



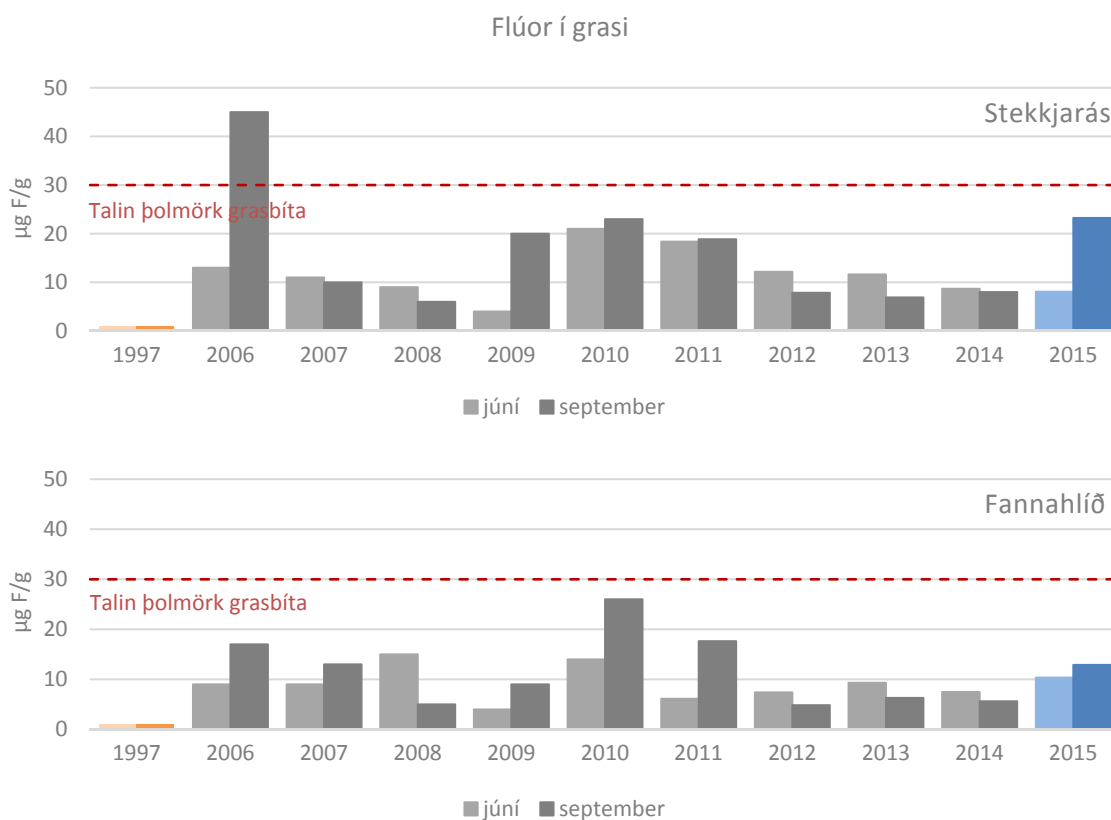
Mynd IV.2: DCA-hnitun á reitum II og V þar sem borin eru saman árin 2000, 2009 og 2015. 1. ás skýrir u.þ.b. 80% af þeim breytileika sem þrjú fyrstu ásarnir skýra og 2. ás u.þ.b. 13%

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 2015 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 sýnatökufurð) og 44 sýnum af barri. Fyrir sýnatökudag 22. júní var heildarúrkoma 0,9 mm 5 daga fyrir sýnatöku en ekkert rigndi tvo síðustu dagana. Þurr var meðan á sýnatökunni stóð. Lofthiti var að meðaltali 10°C. Ríkjandi áttir voru austlægar og vestlægar og meðalvindhraði um 3 m/s og vindur nokkuð hægur. Heildarúrkoma seinustu 5 daga fyrir sýnatökudaginn 15. september var 78,5 mm, þar af féllu 0,2 mm daginn fyrir sýnatöku. Þurr var meðan á sýnatökunni stóð. Lofthiti var að meðaltali 10°C. Megin vindáttir voru austlægar og meðalvindhraði 6 m/s. Í nóvember þegar sýnum af barri var safnað var heildarúrkoma fyrir sýnatökudag 4,2 mm. Þurr var meðan á sýnatökunni stóð

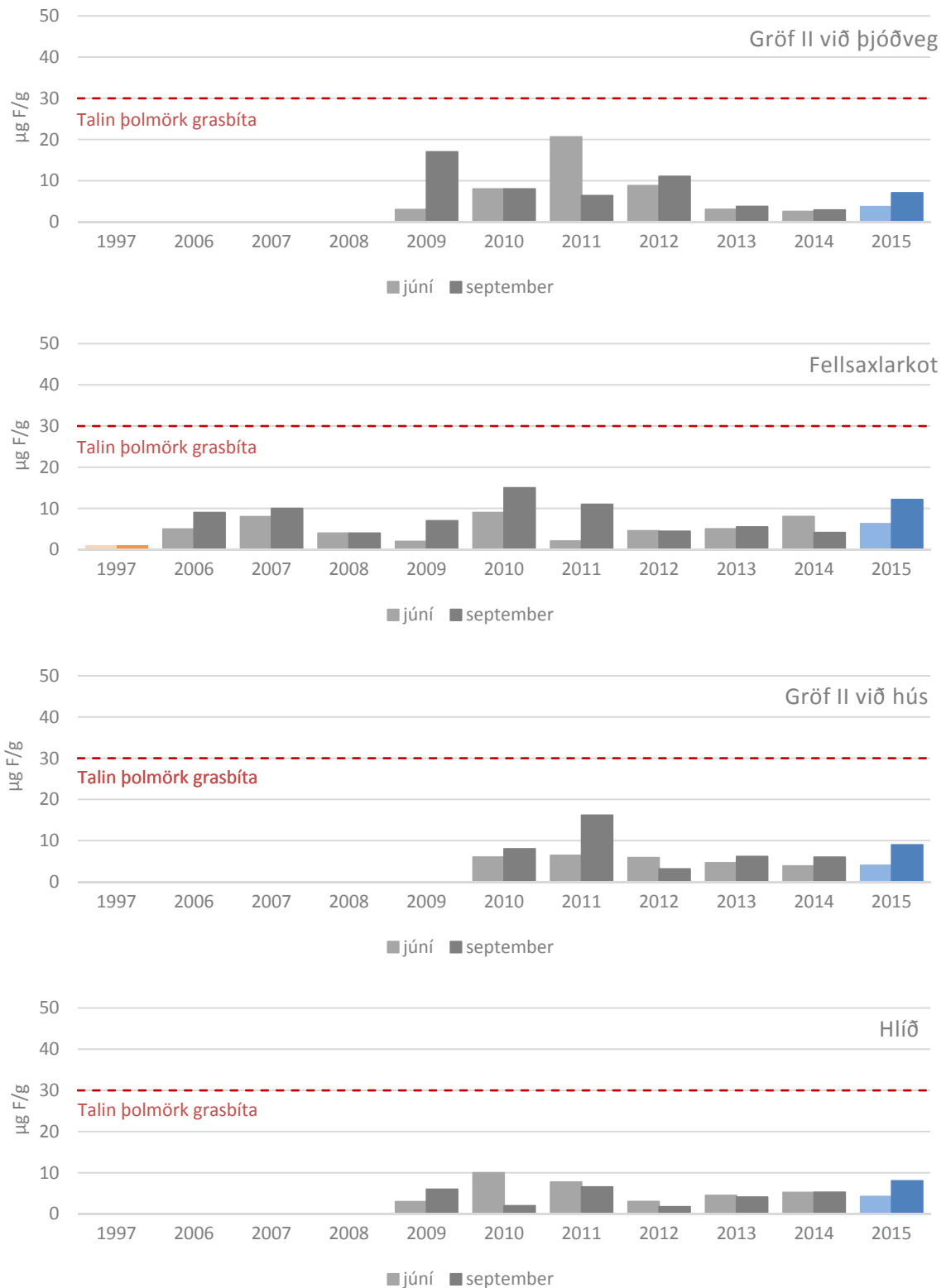
V.I: Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.1, fyrir árin 2006 – 2015 auk bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2005. 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.



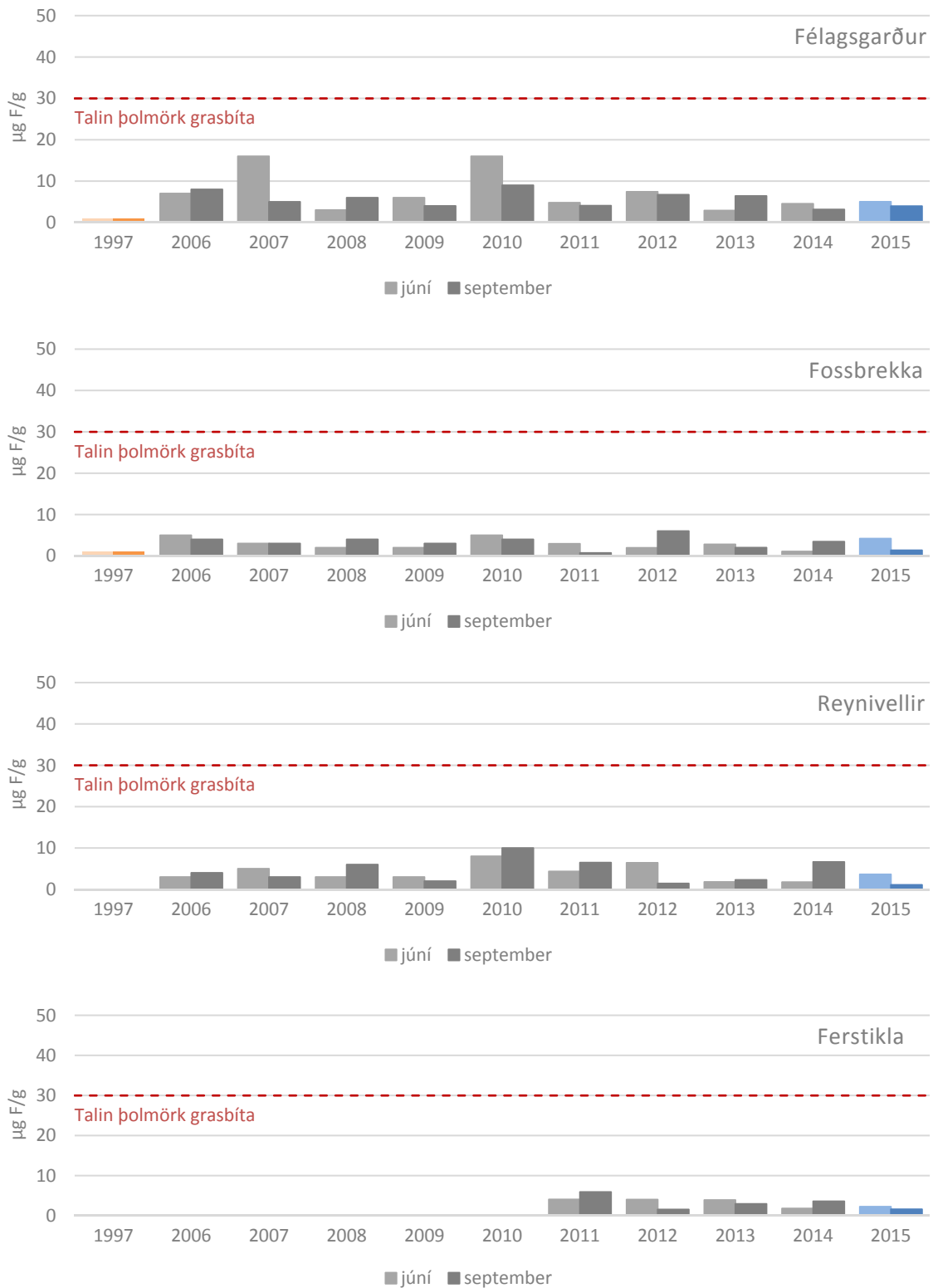
Mynd V.1: Styrkur flúors í grasi árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í grasi (framhald)



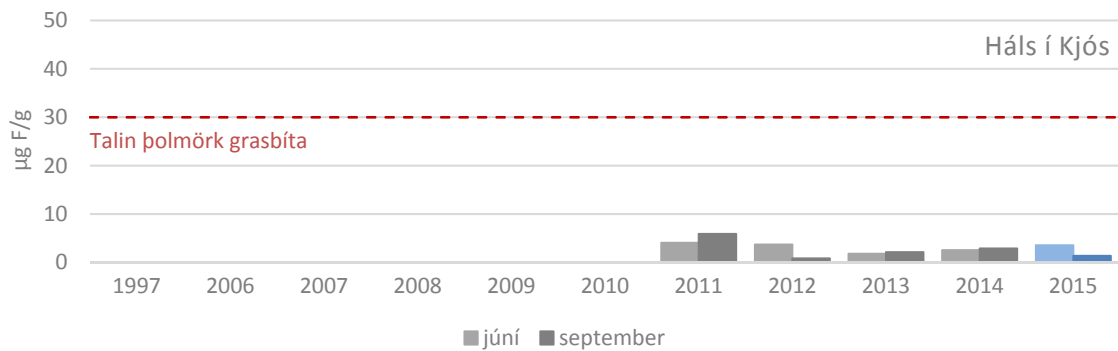
Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í grasi (framhald)



Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

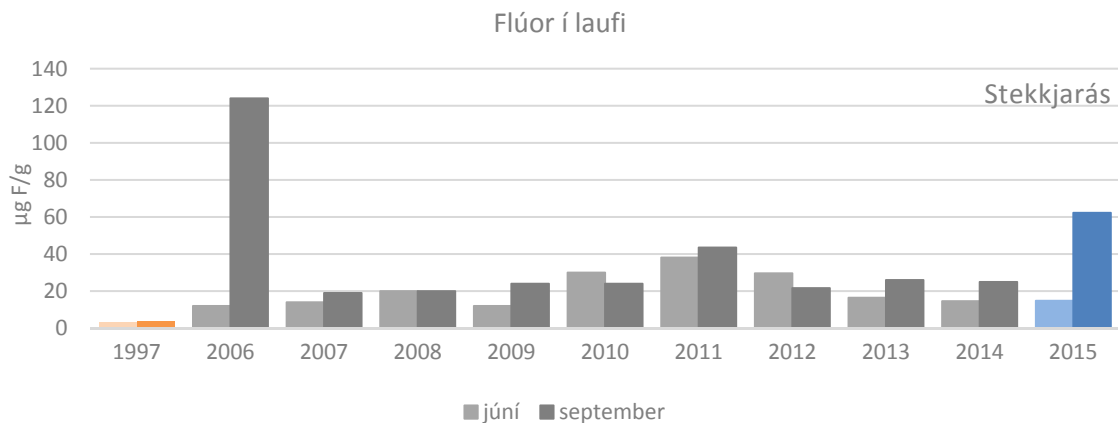
Flúor í grasi (framhald)



Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

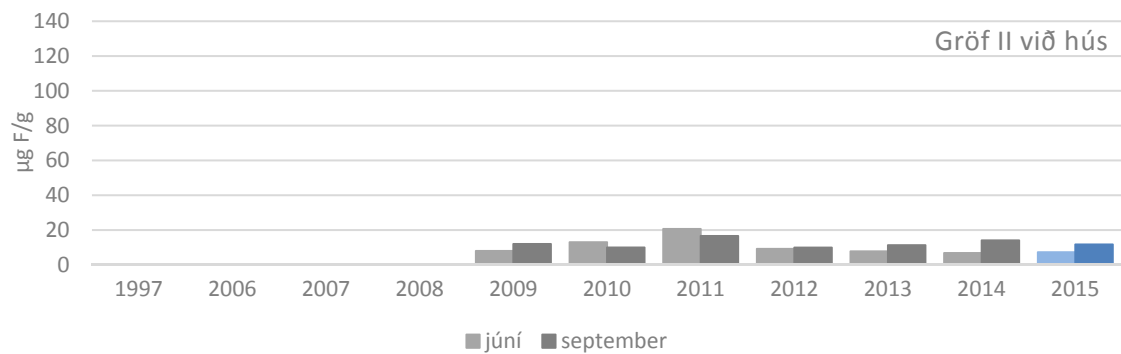
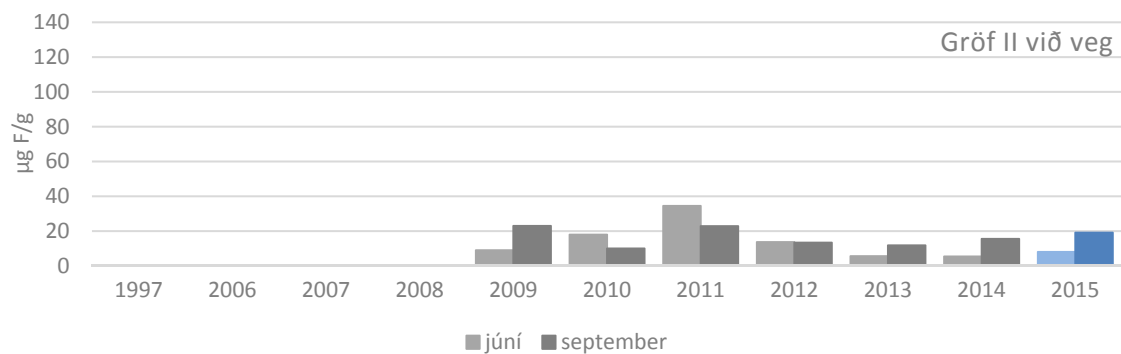
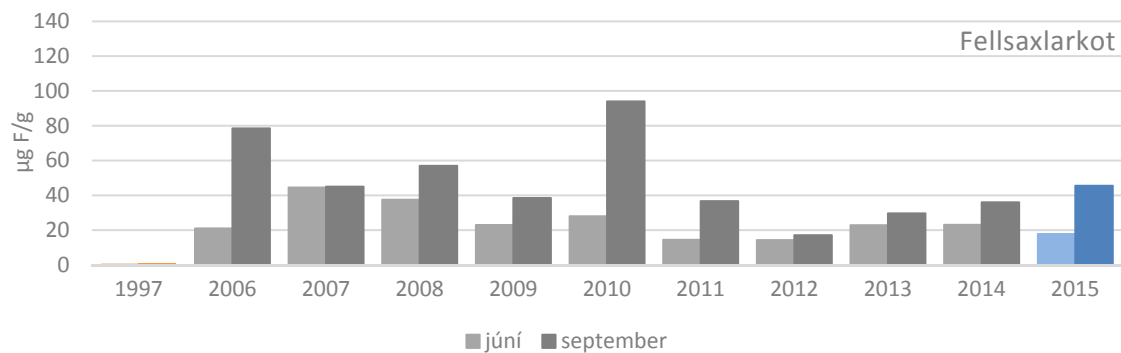
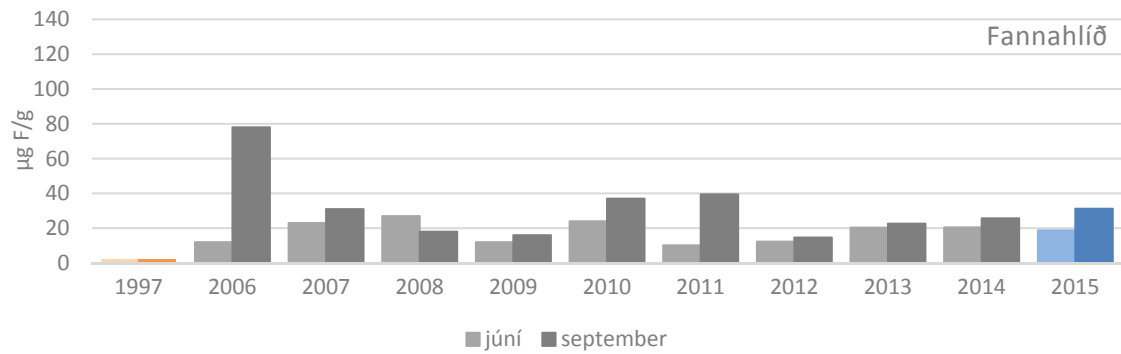
V.II:Flúor í laufi

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.2. fyrir árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2005. 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 Háls í Kjós. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g.



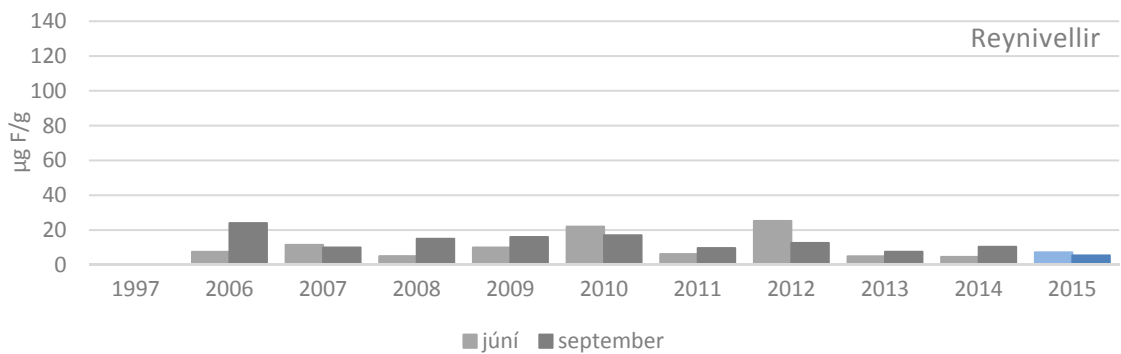
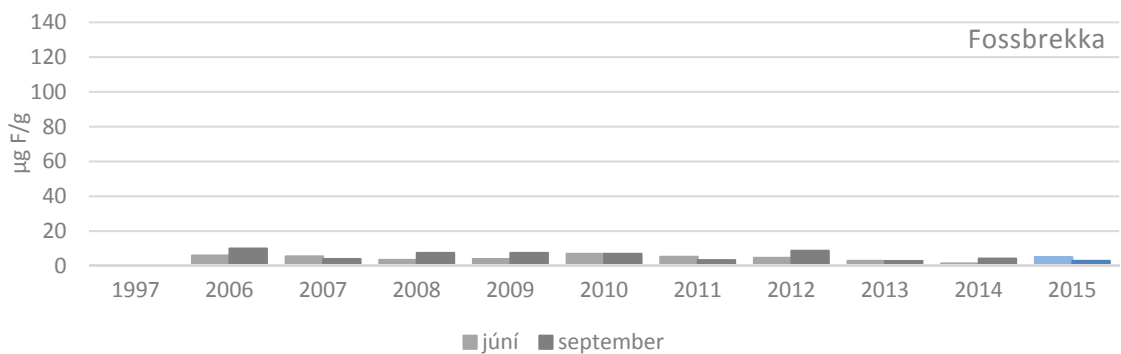
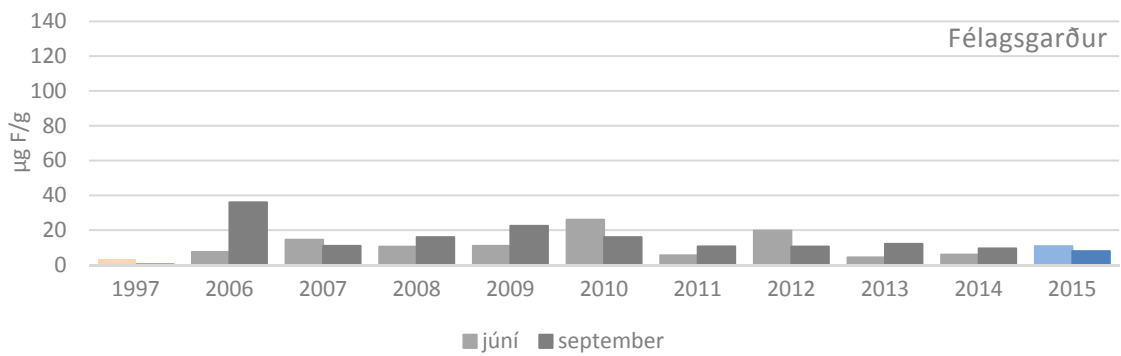
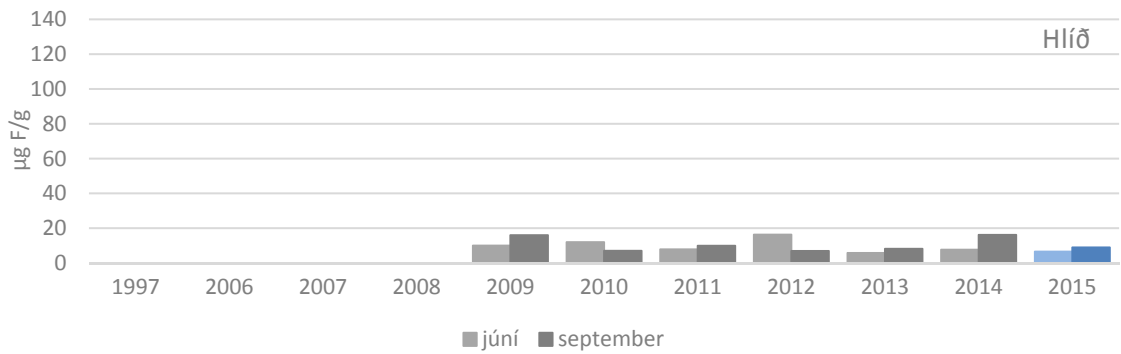
Mynd V.2: Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)



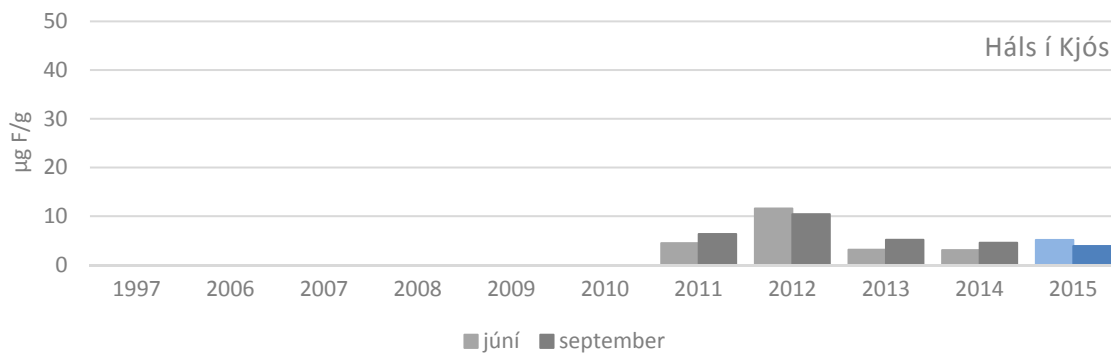
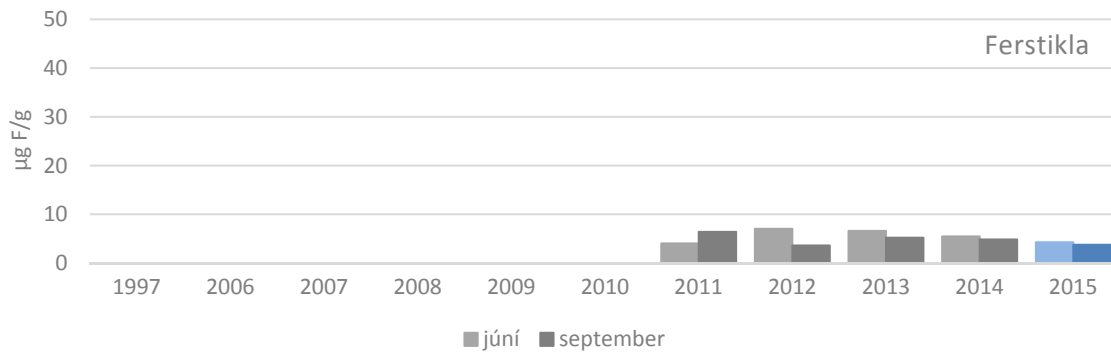
Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)



Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)

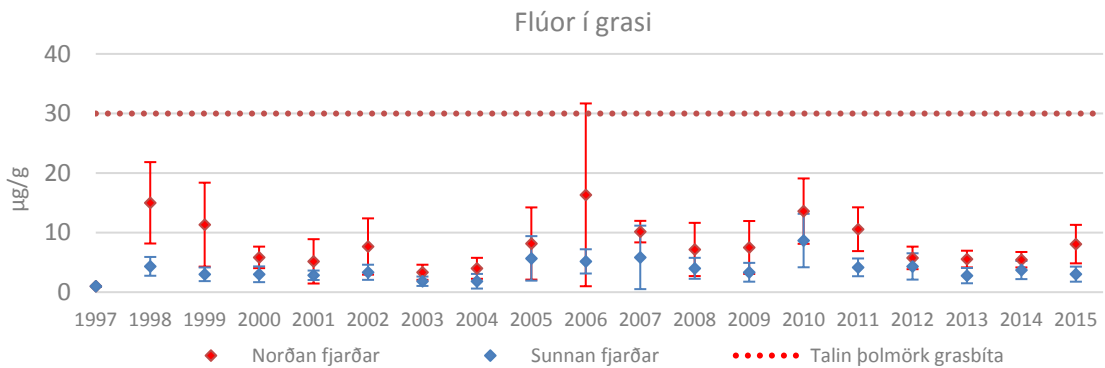


Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2006 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

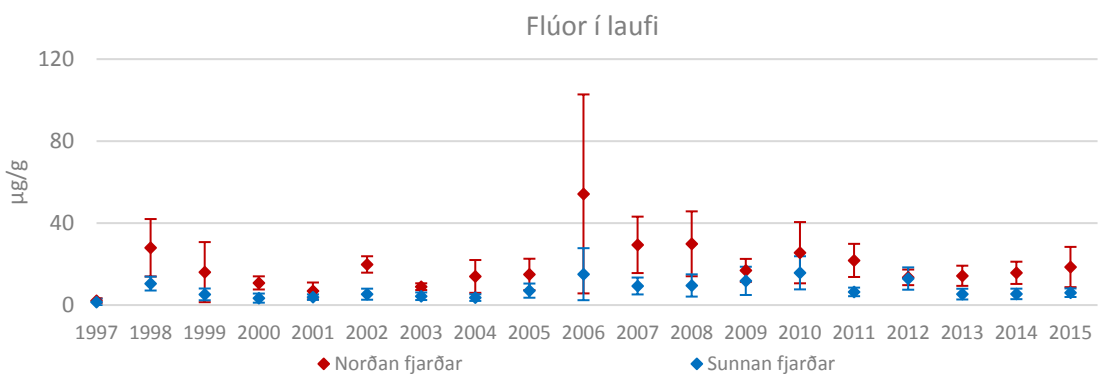
V.III: Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2015 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 – 2015 eru birt á eftirfarandi myndum V.3 – V.6.

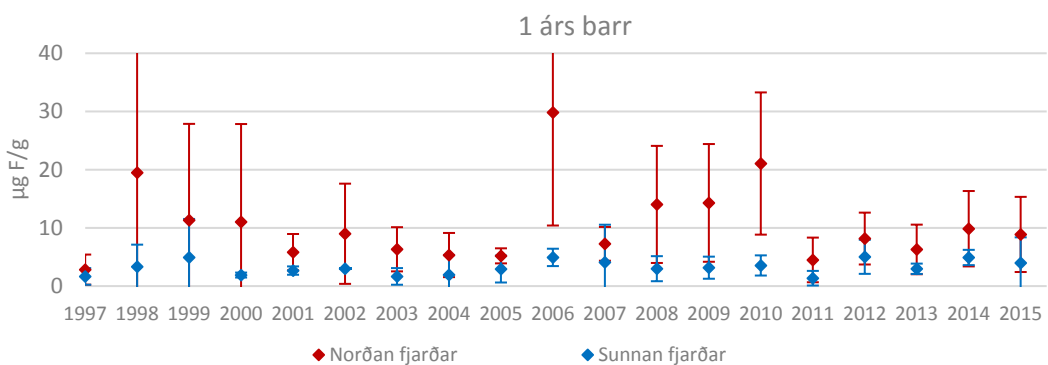
Myndir V.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd V.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir V.5 og V.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan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



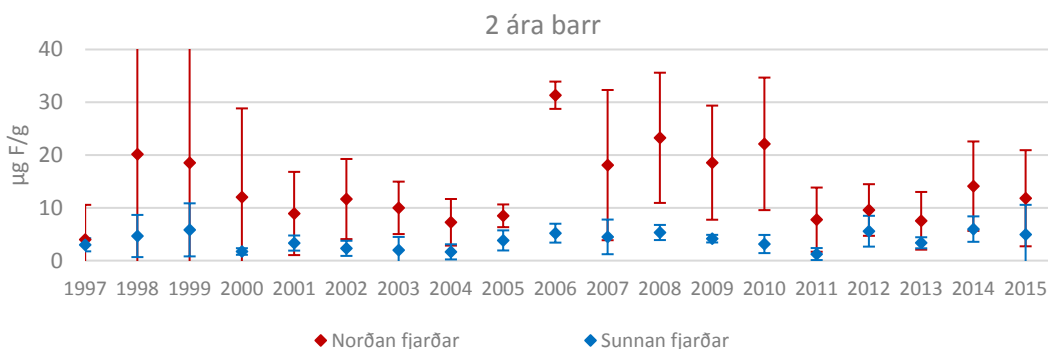
Mynd V.3: Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.4: Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.5: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.6: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2015 ásamt 95% öryggisbilum

Viðauki VI: Grasbítar

Við vöktun sauðfjár voru 111 hausar lamba og fullorðins fjár skoðaðir og styrkur flúors í beinösku mældur auk þess sem hausar og tennur voru skoðaðar og skráningar gerðar m.t.t. ástand glerjungs, tannslits, tannlos, mislitunar, tannbrodda og ástand kjálkabeins. Í viðauka VI.I má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla VI.1). Í töflu VI.2 er yfirlit yfir flúorstyrk í beinsöku kjálka sláturfjár. Þau gildi sem eru hærrí en viðmiðunarmörk skv. niðurstöðum norskra rannsókna, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg/g flúor) eru í bláu letri. Í viðauka VI.II má sjá yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé (töflur VI.3 og VI.4). Ítarefni fyrir niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2015 er að finna í viðauka VI.III.

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

Tafla VI.1: Yfirlit yfir vöktunarbæi

	Áætlað úrtak	Móttekin sýni	Fjöldi sýna	
			Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystri Leirárgarðar	Eystri Leirárgarðar	4	4
	Eystra Miðfell	Eystra Miðfell	3	4
	Gröf II	Gröf II	4	4
	Hóll	Hóll	4	4
	Hrafnabjörg	Hrafnabjörg	4	4
	Innri Hólmur	Innri Hólmur	4	4
	Skipanes	Skipanes	4	4
	Skorholt	Skorholt	4	4
	Vogatunga	Vogatunga	4	4
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	Grímsstaðir	4	4
	Hjalli	Hjalli	4	4
	Kiðafell	Kiðafell	4	4
Viðmiðunarsýni – sauðfé				
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	Bjarnarhöfn	4	4
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	Skjaldfönn	4	4
Samtals			55	56

Tafla VI.2: Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg/g)	Flúor (µg/g)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystri Leirárgarðar	113	552	8
Eystri Leirárgarðar	100	673	9
Eystri Leirárgarðar	87	445	6
Eystri Leirárgarðar	112	960	7
Eystra Miðfell	297	1098	5
Eystra Miðfell	263	1044	5
Eystra Miðfell	263	994	5
Eystra Miðfell		841	4
Gröf II	400	2075	7
Gröf II	454	1975	6
Gröf II	400	1625	4
Gröf II	418	948	3
Hóll	168	760	9
Hóll	123	671	12
Hóll	107	788	10
Hóll	97	662	12
Hrafnabjörg	117	1500	6
Hrafnabjörg	103	1009	6
Hrafnabjörg	151	1234	6
Hrafnabjörg	119	1144	6
Innri Hólmur	585	2258	5
Innri Hólmur	490	2466	11
Innri Hólmur	375	2577	11
Innri Hólmur	593	2295	5
Skipanes	119	811	7
Skipanes	179	965	7
Skipanes	103	908	8
Skipanes	155	964	8
Skorholt	201	920	9
Skorholt	137	745	6
Skorholt	110	958	9
Skorholt	127	1134	5
Vogatunga	169	1150	5
Vogatunga	183	1363	7
Vogatunga	189	1349	7
Vogatunga	170	1396	6
Sunnan Hvalfjarðar			
Grímsstaðir	223	704	5
Grímsstaðir	195	1175	7
Grímsstaðir	800	244	4
Grímsstaðir	180	645	3
Hjalli	106	596	5
Hjalli	164	1005	5
Hjalli	150	894	9
Hjalli	125	813	9
Kiðafell	145	465	2
Kiðafell	107	314	1
Kiðafell	119	518	2
Kiðafell	86	459	2

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg/g)	Flúor (µg/g)	Aldur
Viðmiðunarbærir			
Bjarnarhöfn	58	744	7
Bjarnarhöfn	55	666	7
Bjarnarhöfn	98	719	8
Bjarnarhöfn	57	660	8
Skjaldfönn	160	810	6
Skjaldfönn	142	704	6
Skjaldfönn	59	716	6
Skjaldfönn	38	570	6

VI.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 VI.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	20.1.2016	6	11	0,00	0,33	0,50	0,50	0,17	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,18	0,00
Ytri-Hólmur	20.1.2016	5	11	0,00	0,40	0,80	0,80	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
Litla Fellsöxl	20.1.2016	6	13	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Miðdalur	20.1.2016	4	18	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,19	0,00
Kalastaðakot	10.2.2016	7	11	0,00	0,29	1,00	1,00	0,43	0,00	0,43	0,43	0,29	0,14	0,29	0,29	0,38	0,00
Kiðafell	20.9.2015	6	15	0,17	0,00	0,00	0,00	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00

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

Tafla VI.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	10.2.2016	12	3,58	0,25	0,36	0,67	0,36	0,45	0,42	0,36	0,08	0,37	0,00	0,00	0,00
Innri Hólmur	17.2.2016	12	4,00	0,18	0,33	0,33	0,08	0,17	0,17	0,08	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Hrafnabjörg	10.2.2016	12	3,92	0,00	0,08	0,17	0,33	0,33	0,18	0,08	0,08	0,16	0,00	0,25	0,00
Eystra Miðfell	10.2.2016	12	4,25	0,33	0,55	0,36	0,36	0,33	0,33	0,50	0,30	0,38	0,33	0,25	0,00
Vogatunga	17.2.2016	12	3,75	0,00	0,08	0,00	0,09	0,17	0,00	0,17	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00
Kiðafell	10.2.2016	12	3,92	0,33	0,27	0,00	0,17	0,17	0,08	0,10	0,10	0,15	0,33	0,67	0,00

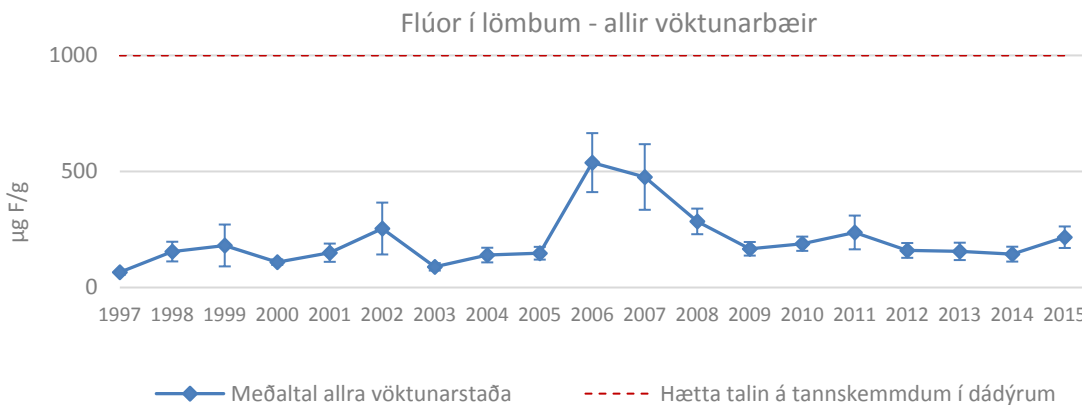
Skýring: n: fjöldi; mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin

VI.III: Tölfræðiniðurstöður grasbíta

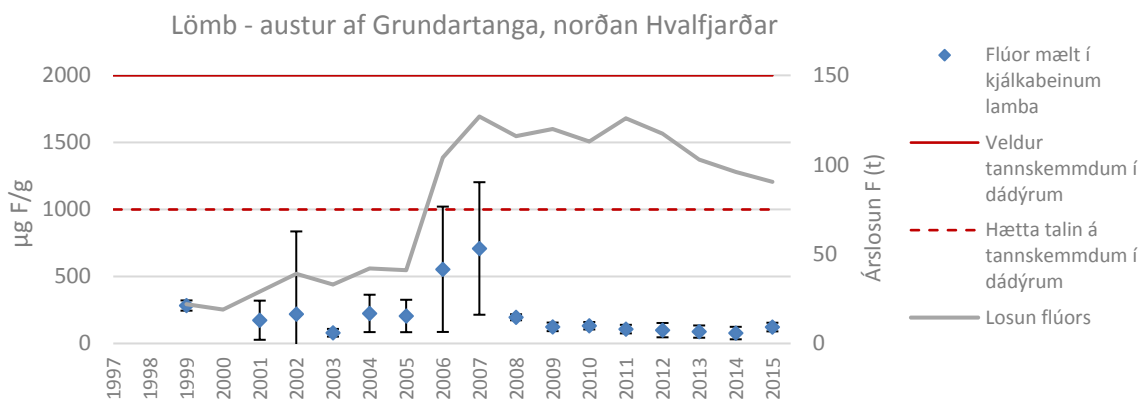
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2015 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

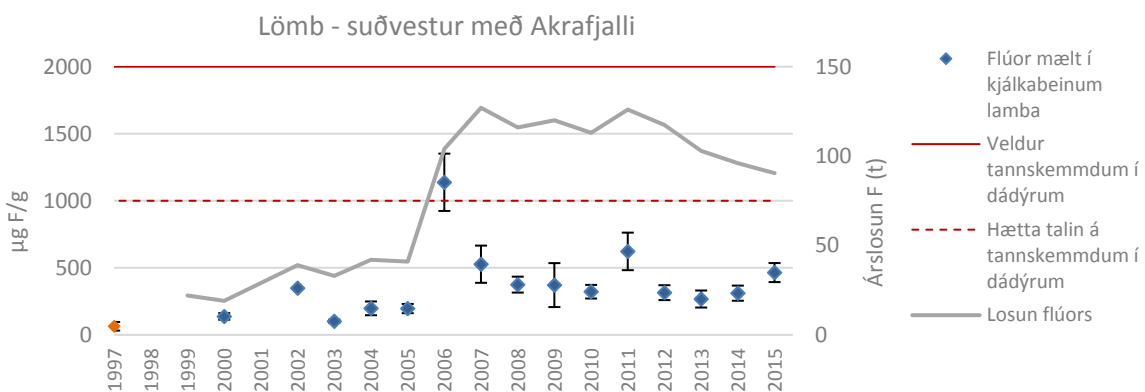
Lömb



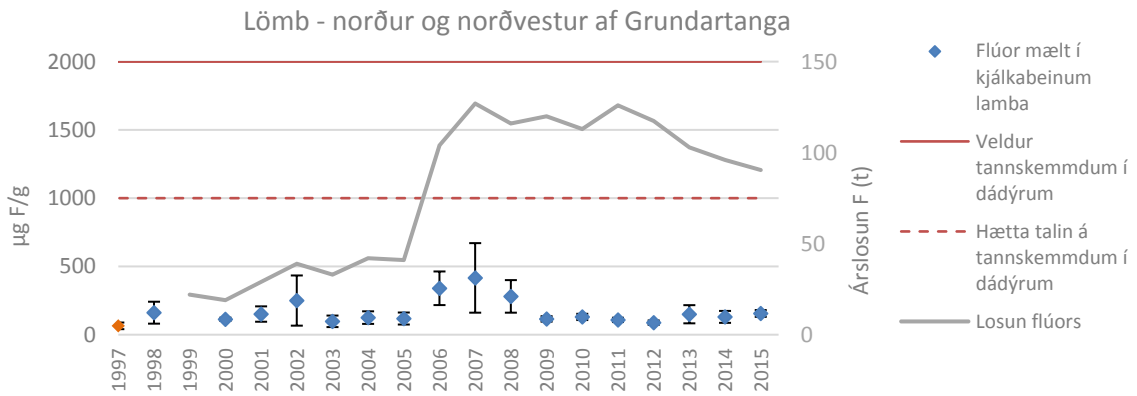
Mynd VI. 1: Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2015



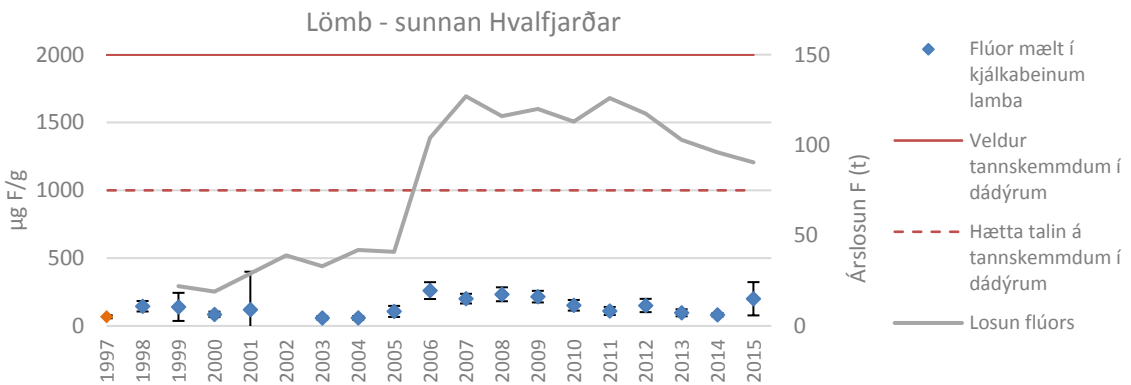
Mynd VI. 2: Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu 1999 – 2015



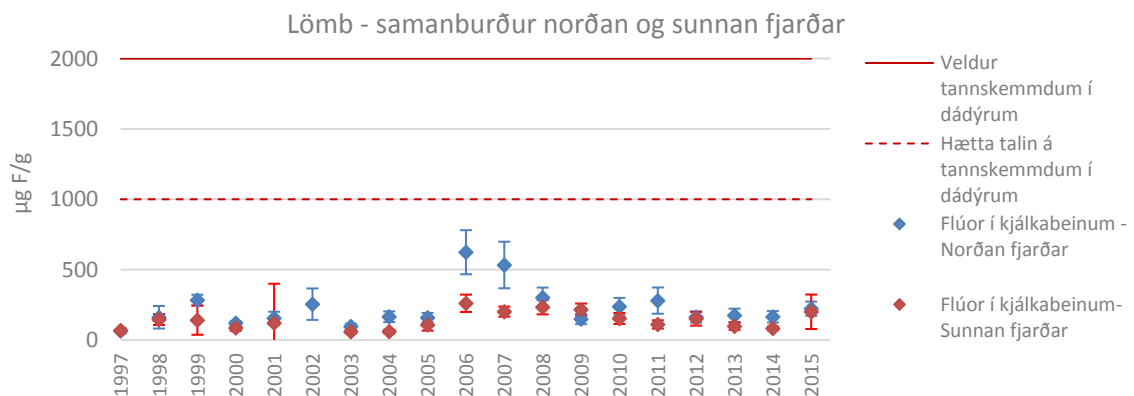
Mynd VI. 3: Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015



Mynd VI. 4: Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015

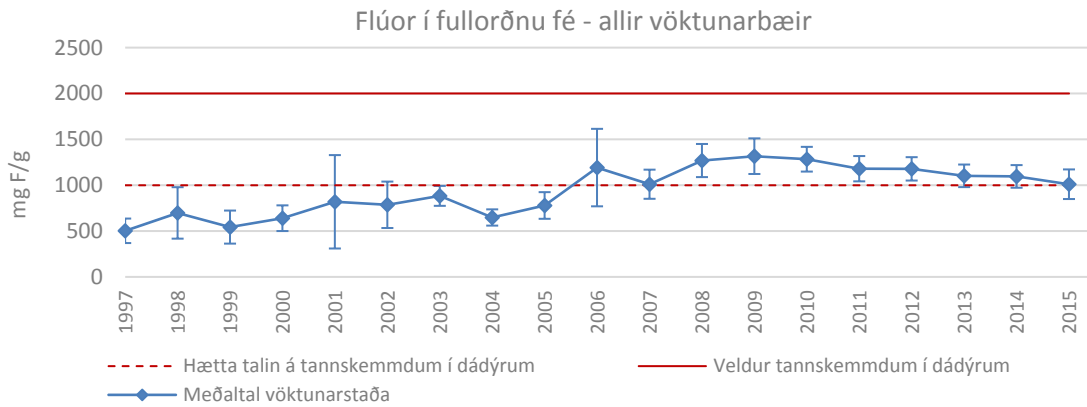


Mynd VI. 5: Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015

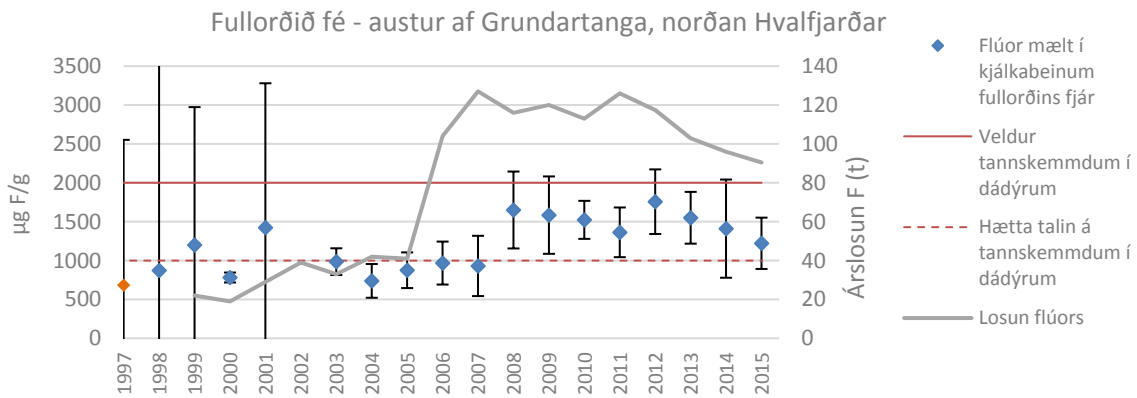


Mynd VI. 6: Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2015

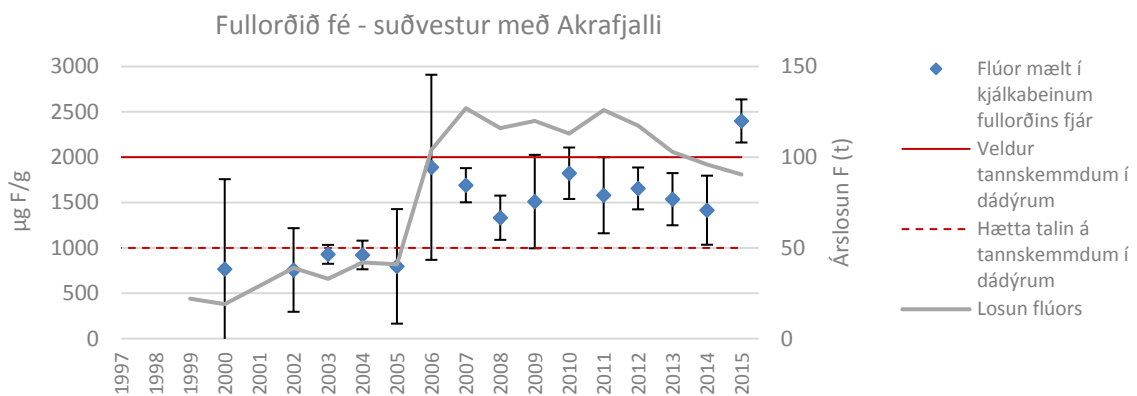
Fullorðið fé



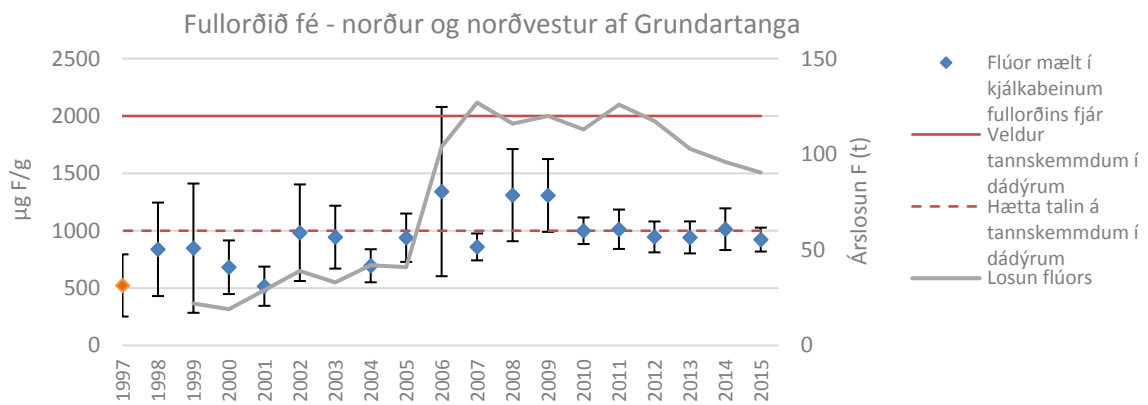
Mynd VI. 7: Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2015



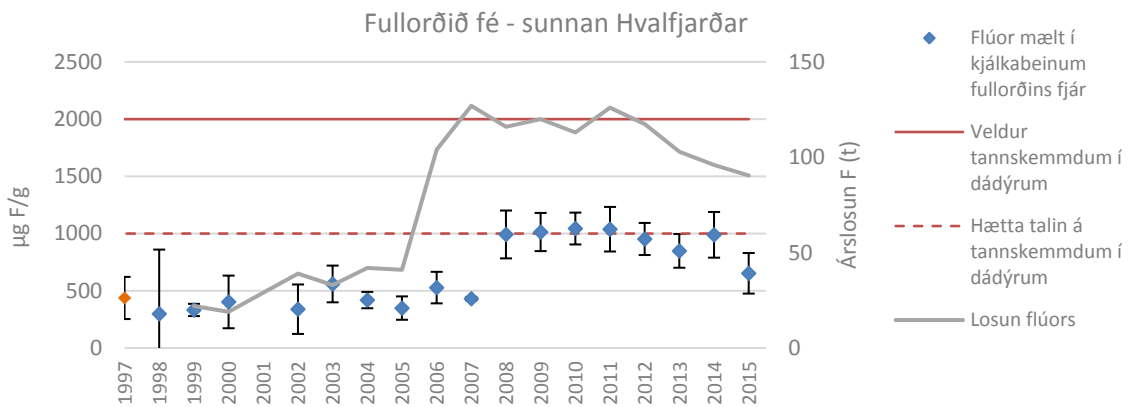
Mynd VI. 8: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015



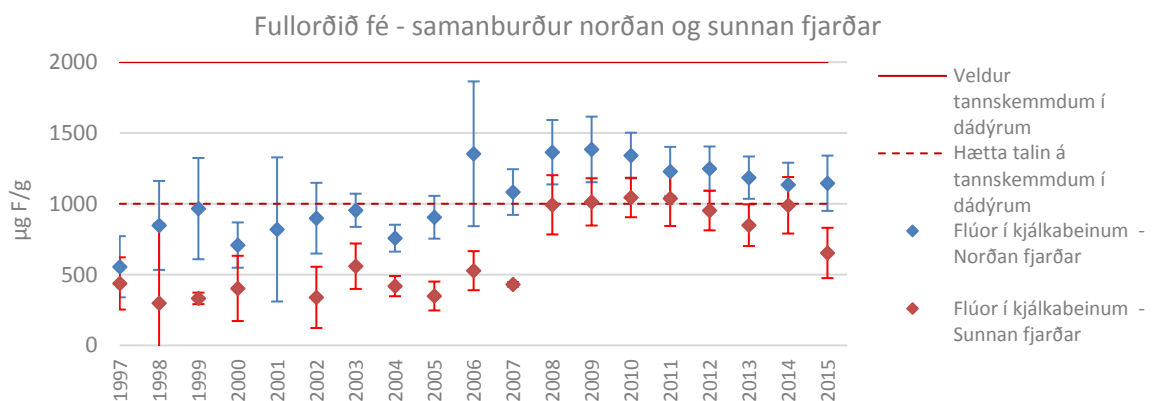
Mynd VI. 9: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1999 – 2015



Mynd VI. 10: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015



Mynd VI. 11: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2015



Mynd VI. 12: Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2015