



UMHVERFISVÖKTUN IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2016



MYND: GUNNAR VIÐARSSON

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Apríl 2017 / 2434-099

SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

978-9935-9280-4-7/ 121

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Magnús Freyr Ólafsson

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Eva Yngvadóttir

LYKILORÐ

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

STAÐA SKÝRSLU

- Í vinnslu
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga
Niðurstöður ársins 2016

VERKHEITI

Umhverfissvöktun í Hvalfirði 2016

VERKKAUPI

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

HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Friðrik K. Gunnarsson, Hlökkver Stefán Þorgeirsson og
Snævarr Örn Georgsson

ÚTDRÁTTUR

Í skýrslunni eru teknar saman niðurstöður umhverfissvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2016. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu veldur. Umhverfissvöktunin fór fram samkvæmt umhverfissvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga sem gildir til ársins 2021 og hefur verið samþykkt af Umhverfisstofnun. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, lífríki sjávar (kræklingur og sjávarset), gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður vöktunar árið 2016 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, lífríki sjávar (kræklingur) og hey leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, sjávarset, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs og reglugerðarmörkum. Meðalstyrkur 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.

SAMANTEKT

Niðurstöður umhverfisvöktunar iðjuveranna á Grundartanga fyrir árið 2016 eru settar fram í þessari skýrslu. Umhverfisvöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2021. Tilgangur hennar er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Í samræmi við vöktunaráætlunina voru árið 2016 gerðar mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigryfja í sjó, lífríki sjávar, gróðri, heyi og grasbitum. Tölfræðigreining var gerð á niðurstöðum fyrir ferskvatn, gróður og grasbíta til að meta hvort marktæk breyting á mælipáttum 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 2016 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó, lífríki sjávar (kræklingur) og hey leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir, set, gróður (lauf og barr), grasbíta (sauðfé og hross) eða úrkomu. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs og reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. 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 2016 hjá Elkem var 118.413 tonn af 75% kísilmálm og 19.995 tonn af kísilyki. Ársframleiðsla Norðuráls var 313.050 tonn af áli. Kratus endurvann um 2.100 tonn af áli úr 6.000 tonnum af algjalli og framleiðsla GMR á járnbitum úr brotajárni nam 9.700 tonnum.

Veðurfar

Heilt á litið var veðurfarið suðvestanlands árið 2016 nokkuð milt og meðalhiti hærra en árið á undan. 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 og heildar flúors á árinu mældist á öllum mælistöðvum undir þeim viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti mældist frá apríl til október undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór aldrei yfir heilsuverndarmörk á árinu. 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. Magn áfallins flúors með úrkomu mældist í meðallagi á vöktunarstöðvum. Áfallinn brennisteinn með úrkomu mældist lægri en undanfarin ár og sýrustig var svipað.

Ferskvatn

Sýrustig og meðalstyrkur flúors og sulfats 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 árið 1997. Styrkur flúors í bergvatnsánum hefur haldist óbreyttur undanfarin ár.

Sjór við flæðigryfjum

Málmur

Arsen (As), kadmín (Cd), króm (Cr), 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 losunar frá flæðigryfjum. Styrkur járnsmældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi fyrir styrk járnsm í neysluvatni.

Sýaníð og flúor

Styrkur sýaníðsm 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 flúors í neysluvatni.

Lífríki sjávar, kræklingur og sjávarset

Dánartíðni kræklingsm á öllum vöktunarstöðvum var lág og virtist kræklingurinn þrífast ágætlega yfir vöktunartímabilið. Styrkur ólífrænna snefilefna í kræklingi mældist á öllum vöktunarstöðvum svipaður eða lægri en í kræklingi frá ómenguðum stöðvum umhverfism Ísland og alltaf lægri en norsk viðmiðunarmörk fyrir menguð svæði. Styrkur kadmíns, kvikasilfurs og blýsm í kræklingi var í öllum tilvikum undir skilgreindum hámarksstyrk í matvælum. Styrkur PAH efna í kræklingi var óverulegur og ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði. Í þessari rannsókn voru áhrif iðjuveranna á lífríki sjávar ekki merkjanleg.

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. PAH efni mældust í öllum sjávarsetsýnum, sem líklega má tengja við iðnaðarstarfssemi og skipaumferð á svæðinu. Áhrif iðnaðarsvæðismism völdum PAH efna á lífríki setsins eru að öllum líkindum óveruleg, sé tekið mið af norskum umhverfismörkum.

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 vöktunarstöðvum 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 eða 2007.

Hey

Styrkur flúors í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgilda flúors í fóðri. Mælingar á styrk brennisteins í heyi eru sambærilegar við niðurstöður annarra rannsókna sem gerðar hafa verið á brennisteinsmagni í heyi víðs vegar um landið.

Grasbítar

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

Flúor í lömbum

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Flúor 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). Árið 2016 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

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá þremur vöktunarbæjum mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar 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. Árið 2016 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 á 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 2016. Árið 2016 voru tekin rúmlega 450 sýni á 108 sýnatökustöðum. Greindir voru rúmlega 100 mælipættir. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfi fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 30 af þessum mælipáttum. Ekki eru til íslensk viðmið fyrir aðra mælipætti.

Skýringar		
Engin viðmiðunargildi til í íslenskum reglugerðum	Ákvæði í íslenskum reglugerðum uppfyllt	Ákvæði í íslenskum reglugerðum ekki uppfyllt

		Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Loftgæði	Andrúmsloft	Flúor í lofti (HF)	Starfsleyfi Norðuráls
		Heildarflúor (flúor í lofti+flúor í svifryki)	Starfsleyfi Norðuráls
		Brennisteinn í lofti og ryki	Ársmeðalstyrkur - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Sólahringsmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Kukkustundarmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Brennisteinsvetni	Ársmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
			Kukkustundarmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		Köfnunarefnistvíoxíð	Ársmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Kukkustundarmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Köfnunarefnisoxíð	Ársmeðalstyrkur NO _x - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
	Svifryk (PM ₁₀)	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016	
		Kukkustundarmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016	
	Svifryk (PM _{2,5})	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016.	
	PAH ₁₆	Umhverfismörk fyrir Bensó(a)pýren skv. rg. nr. 410/2008	
	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		

	Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum	
Sjór við flæðigryfjur	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns	
	Blý		
	Kadmín		
	Kopar		
	Króm		
	Nikkel		
	Sink		
	Kvikasilfur	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Járn	Viðmiðunargildi ekki til	
	Sýaníð		
Lífriki sjávar	Kræklingur	Kadmín	Reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum
		Kvikasilfur	
		Blý	
		Arsen	Viðmiðunargildi ekki til
		Ál	
		Flúor	
		Járn	
		Kopar	
		Króm	
		Nikkel	
		Selen	
		Sink	
		Vanadín	
		PAH ₁₆	
	Sjávar set	PAH ₁₆	Viðmiðunargildi ekki til
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		
Hey	Flúor	Reglugerð nr. 340/2001 m.s.br. um eftirlit með fóðri	
	Brennisteinn	Viðmiðunargildi ekki til	
Grasbítar	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		

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	9
2	STAÐHÆTTIR	10
2.1	Almenn lýsing	10
2.2	Veðurfar	11
3	FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	13
3.1	Vöktunarstaðir	14
3.2	Tölfræði	14
4	LOFTGÆÐI	15
4.1	Megin niðurstöður	16
4.2	Niðurstöður einstakra mæliþátta	19
4.2.1	Flúor í andrúmslofti	19
4.2.2	Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti	23
4.2.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti	26
4.2.4	Köfnunarefnisoxíð í andrúmslofti	29
4.2.5	Svifryk í andrúmslofti	30
4.2.6	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	32
4.2.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	33
5	FERSKVATN	36
5.1	Megin niðurstöður	37
5.2	Niðurstöður einstakra mæliþátta	39
5.2.1	Leiðni ferskvatns	39
5.2.2	Sýrustig ferskvatns	39
5.2.3	Flúor í ferskvatni	40
5.2.4	Súlfat í ferskvatni	42
6	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	43
6.1	Megin niðurstöður	44
6.2	Niðurstöður einstakra mæliþátta	44
6.2.1	Málmur í sjósýnum	44
6.2.2	Sýaníð og flúor í sjósýnum	46
7	LÍFRÍKI SJÁVAR, KRÆKLINGUR OG SET	47
7.1	Megin niðurstöður	48
7.2	Niðurstöður einstakra mæliþátta	50

7.2.1	Dánartíðni kræklinga _____	50
7.2.2	Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi _____	50
7.2.3	Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í kræklingi _____	56
7.2.4	Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í sjávarseti _____	56
8	GRÓÐUR _____	58
8.1	Megin niðurstöður _____	59
8.2	Niðurstöður einstakra mælipátta _____	62
8.2.1	Flúor í grasi _____	62
8.2.2	Flúor í laufi _____	63
8.2.3	Flúor í barri _____	65
8.3	Vöktun þungmálma og brennisteins með mælingum á mosa _____	66
8.3.1	Megin niðurstöður _____	67
8.3.2	Niðurstöður einstakra mælipátta _____	67
9	HEY _____	69
9.1	Megin niðurstöður _____	69
9.2	Niðurstöður einstakra mælipátta _____	70
9.2.1	Flúor í heyi _____	70
9.2.2	Brennisteinn í heyi _____	70
10	GRASBÍTAR _____	71
10.1	Megin niðurstöður _____	73
10.2	Niðurstöður einstakra mælipátta _____	77
10.2.1	Flúor í lömbum _____	77
10.2.2	Flúor í fullorðnu fé _____	80
10.2.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé _____	83
10.2.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum _____	84
11	HEIMILDASKRÁ _____	85
VIÐAUKI A	ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR _____	88
VIÐAUKI B	LOFTGÆÐI _____	89
VIÐAUKI C	FERSKVATN _____	91
VIÐAUKI D	LÍFRÍKI SJÁVAR OG SJÁVARSET _____	96
VIÐAUKI E	GRÓÐUR _____	101
VIÐAUKI F	HEY _____	112
VIÐAUKI G	GRASBÍTAR _____	113

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 meðal annars í olíum og myndast við bruna á lífrænu eldsneyti.
BaP	Bensó(a)pýren, efnisþáttur í PAH ₁₆
NO_x	Nituroxíð t.d. NO og NO ₂
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.
Reglugerðir:	
920/2016	Um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu, styrk ósons við yfirborð jarðar og um upplýsingar til almennings.
514/2010	Um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
265/2010	Um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum.
410/2008	Um arsen, kadmín, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
536/2001	Um neysluvatn.
340/2001	Um eftirlit með fóðri.
796/1999	Um varnir gegn mengun vatns.

¹ Heilsuverndarmörk í rg. 920/2016 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

Starfsemi kísilmálmverksmiðju Elkem Ísland ehf., álvers Norðuráls Grundartanga ehf., GMR endurvinnslu ehf. og Kratusar ehf. fór fram á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, þar sem önnur starfsemi fer einnig fram. Samkvæmt starfsleyfum þessara fyrirtækja skal umhverfið í grennd við iðnaðarsvæðið vaktað með reglubundnum hætti. Norðurál og Elkem stóðu sameiginlega að árlegri umhverfisvöktun á árunum 1999 – 2013. Árið 2014 urðu GMR og Kratus einnig aðilar að vöktuninni. Markmiðið með umhverfisvöktuninni er að meta þau áhrif sem starfsemi fyrirtækjanna hefur á umhverfið.

Unnið er samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt [25] og gildir til ársins 2021.

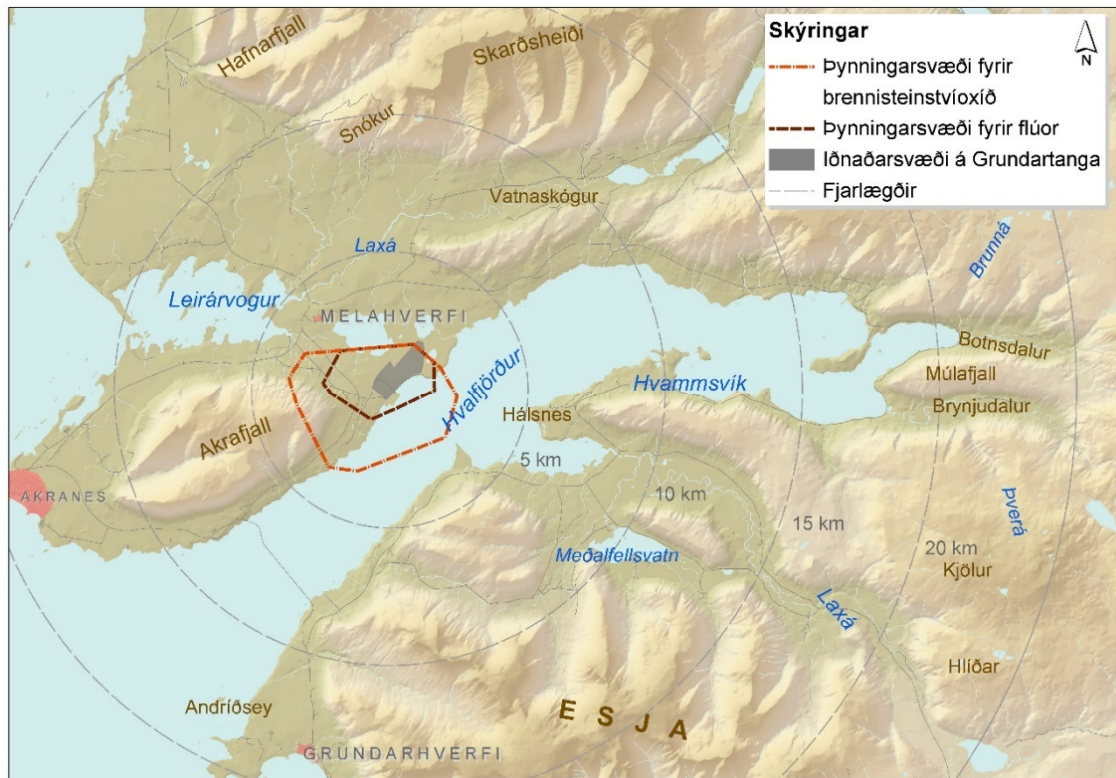
Í umfjöllun hér á eftir má finna samantekt niðurstaðna vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem gerðar voru árið 2016. Þessar niðurstöður eru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við á og niðurstöður fyrri ára, auk þess sem mat er lagt á breytileika þeirra fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn, sem samantektin byggir á, má 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 2016 er í kafla 3 og í köflum 4 – 10 eru mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, lífríki sjávar, hey, gróður og grasbíta. Að auki fylgja sjö viðaukar skýrslunni. Í viðauka A er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur og í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Í viðauka C eru niðurstöður úr vöktun á ferskvatni auk tölfræðigagna. Í viðauka D er að finna ítarefni vegna vöktunar á lífríki sjávar og í viðauka E eru niðurstöður umhverfisvöktunar á gróðri auk tölfræðigagna. Viðauki F inniheldur upplýsingar um hey og viðauki G inniheldur nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

2 STADHÆTTIR

2.1 Almenn lýsing

Hið skipulagða iðnaðarsvæði á Grundartanga er við norðanverðan Hvalfjörð, eins og sjá má á mynd 2.1.



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

Í aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar 2008 – 2030 eru skilgreind tvö þynningarsvæði fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. 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“. Annað þynningarsvæðið á við um flúor (brúnt svæði á mynd 2.1), en það er umlukið af stærra þynningarsvæði brennisteinstvíoxíðs (rautt svæði á mynd 2.1). Þynningarsvæði er skilgreint sem sá hluti viðtaka þar 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. Notast var við loftdreifingarspár við ákvörðun á stærð þynningarsvæða fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979 og er ársframleiðslugeta verksmiðjunnar 120.000 tonn af kísilmálmi. Starfsfólk Elkem á Grundartanga framleiðir m.a. sérhæfða kísilmálmlöndu sem er mikilvæg fyrir rafbílavæðingu heimsins og framleiðslu á orkusparandi heimilistækjum. Árið 2016 framleiddi Elkem 118.413 tonn af kísilmálmi og 19.995 tonn af kísilyrki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,97% af samanlögðum rekstrartíma allra ofna. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af kísilmálmi og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyrki. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin en loftborin umhverfisáhrif má að mestu leyti rekja til kísilmálmryks, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂).

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. Á árinu 2016 voru framleidd 313.050 tonn af áli og gekk reksturinn almennt vel. Þær lofttegundir sem helst myndast við álframleiðslu eru SO₂, CO₂ og flúorsambönd. Við framleiðsluna verður einnig rykmyndun en með öflugum mengunarvörnum er dregið verulega úr losun bæði ryks og flúors.

GMR er nýsköpunarfyrirtæki í stáliðnaði sem var stofnað um framleiðslu á straumleiðurum og tindaefni fyrir álver. GMR endurvinnur notaða straumteina og tindaefni til framleiðslu nýrrar vöru. Verksmiðjan er sérhönnuð fyrir endurvinnsluefni 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 2016 voru 9.700 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 2016 endurvann Kratus um 2.100 tonn af áli úr um 6.000 tonnum af álgjalli. Við endurvinnsluna fellur til saltkaka sem er endurunnin í Bretlandi. Alls féllu til um 2.200 tonn af saltköku til endurvinnslu. Að lokinni endurvinnslu er saltið flutt til landsins og endurnotað í endurvinnsluferli Kratusar.

2.2 Veðurfar

Árið 2016 fóru veðurmælingar 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.

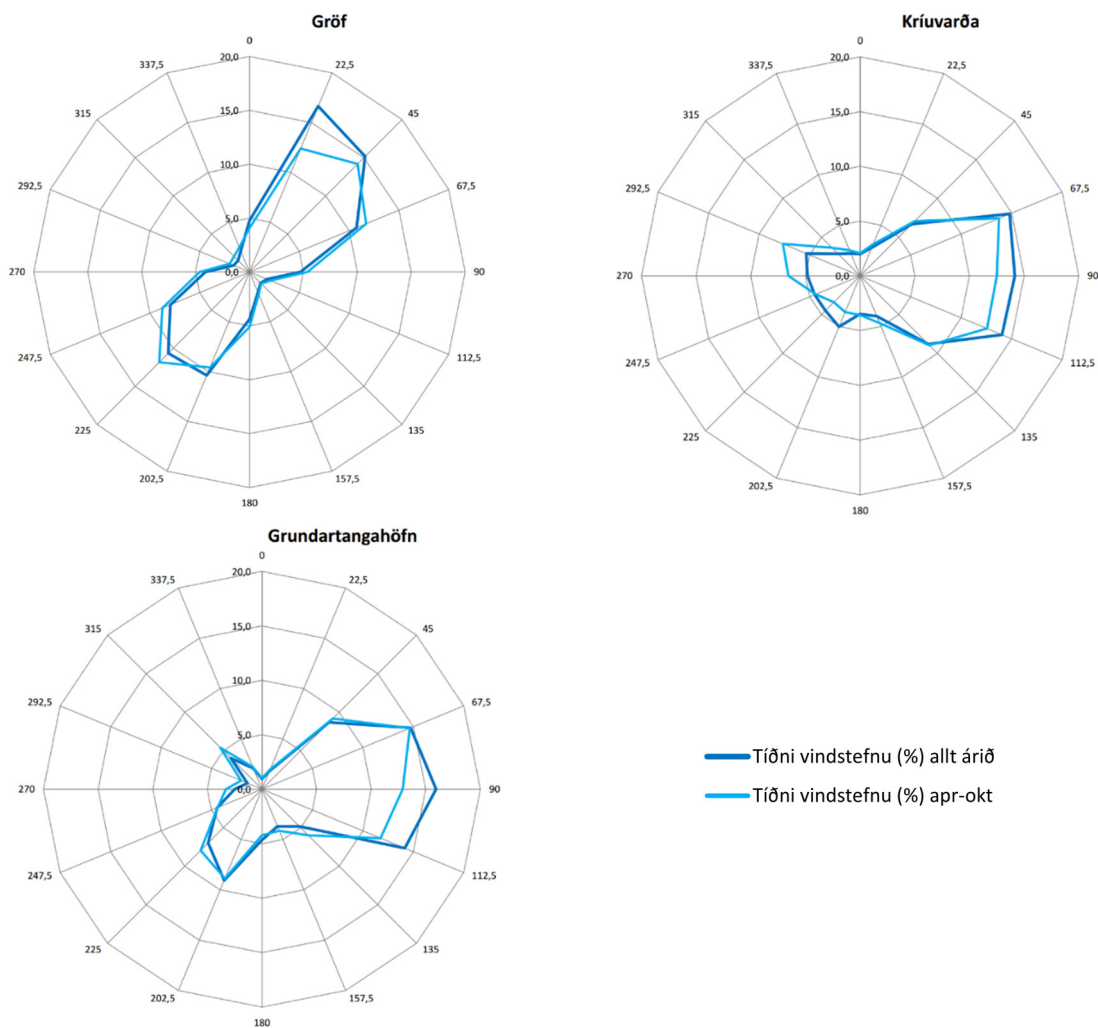
Heilt yfir litið var árið 2016 nokkuð milt suðvestanlands og var hitastig ársins um 1,5°C hærra en árið á undan. Upphaf árs var kalt en rólegt veður. Vorið var sæmilega hlýtt en nokkuð þurrt. Áfram var þurrt

um sumarið sem var nokkuð hlýtt og stillt. Hlýtt var einnig fram eftir hausti en mjög úrkomusamt. Bíða þurfti fram undir lok ársins eftir einhverju vetrarveðri að ráði [11].

TAFLA 2.1 Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingarstöðvum í Hvalfirði árið 2016

Veðurmælingastöð	janúar – desember		apríl - október	
	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]
Grundartangahöfn	6,8	6,3	9,7	5,7
Gröf II	5,9	5,1	8,8	4,4
Kríuvörða	5,8	5,2	8,6	4,6

Á mynd 2.2 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2016 og fyrir tímabilið frá apríl til október á öllum mælistöðvum.



MYND 2.2 Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl - október 2016 og allt árið 2016

Nokkur munur er á vindrósunum. Greinilegt er að fjallshlíðar Akrafjalls móta 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 vindrósun vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósun alls ársins. Algengasta vindáttin er norðaustlæg átt á Gröf II og Grundartangahöfn en austnorðaustanátt á Kríuvörðu [11].

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Vöktun ársins 2016 var í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2021. Auk þess voru ferskvatnssýni tekin úr Kúludalsá og Stekkjarás var enn að hluta til í rekstri. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2016.

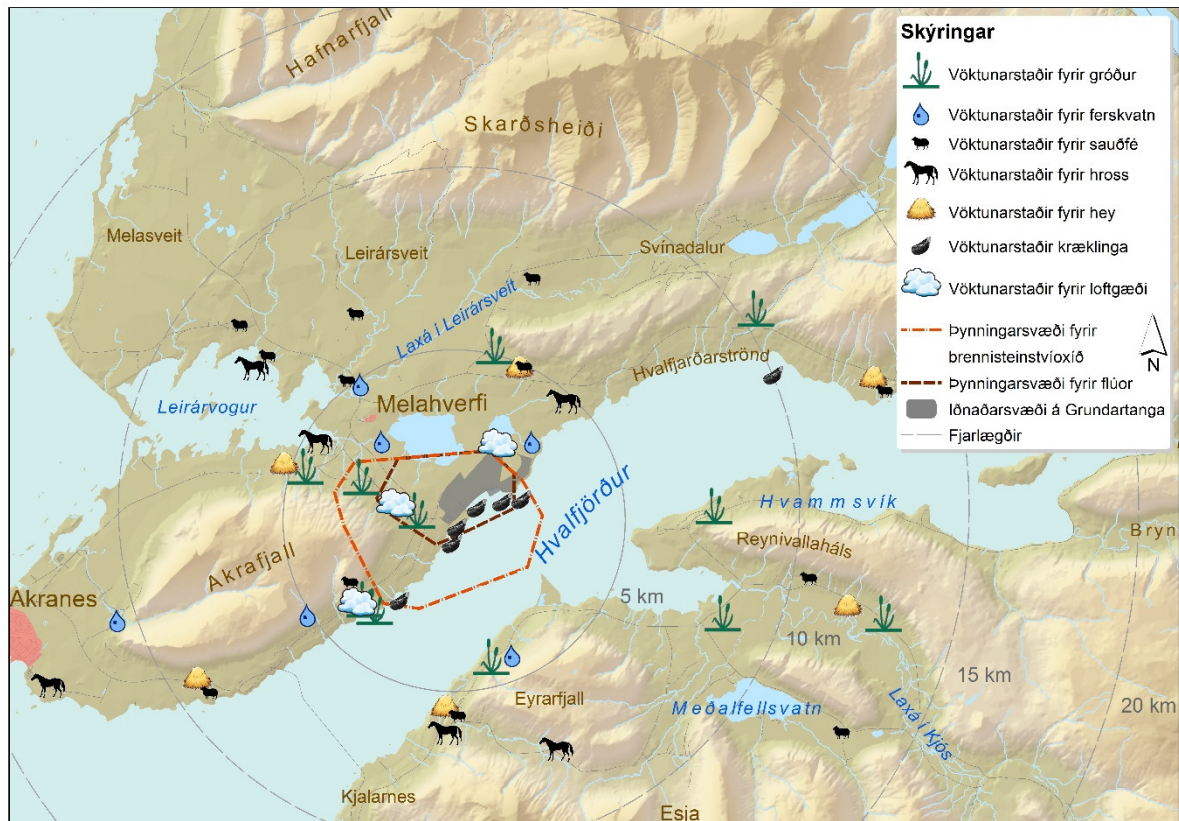
TAFLA 3.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2016

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, Brennisteinn í lofti og ryki, svífryk, PAH efni í svífryki, köfnunarefnisoxíð, NO og NO _x brennisteinsvetni, <i>Úrkoma:</i> klóríð, níturat, natrín, kalsín, súlfat, flúor, pH	<i>Innan þynningarsvæðis:</i> Stekkjarás <i>Utan þynningarsvæða:</i> Kríuvarða og Gröf II	<i>Kríuvarða:</i> allt árið <i>Gröf II:</i> allt árið <i>Stekkarás:</i> allt árið fram í miðjan desember Vöktunartímabil flúors: apríl – október 2016	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Ferskvatn	Sýrustig (pH), leiðni, flúor, klór, brennisteinn, natrín og kalsín	<i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá <i>Uppþök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaaá	30. mars – 6. september 2016	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Sjór við flæðigrýfjur	<i>Málmar:</i> arsen, blý, kadmín, kopar, króm, kvikasilfur, nikkell, járn og sink. Sýaníð og flúor	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigrýfju auk tveggja viðmiðunarstaða	4. júlí, 18. ágúst og 2. september 2016	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Lífriki sjávar	16 PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvæf kræklinga 16 PAH efni í sjávarseti	<i>Kræklingur:</i> Sex vöktunarstaðir á grunnsævi (1 m og 5 m) utan við Grundartanga auk viðmiðunarstaðar <i>Set:</i> Sýni tekin á sömu stöðum og kræklingur var hafður í búrum	20. júní- 17. september 2016 28. september 2016	<i>Skipulag rannsókna og undirbúningur sýna:</i> Rannsóknasetur HÍ**Suðurnesjum <i>Efnamælingar:</i> Matis og Rannsóknastofa HÍ í lyfja- og eiturefnafræði
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>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur	<i>Gras og lauf:</i> 3. júní og 7. september 2016 <i>Barr:</i> 21. nóvember 2016	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Hey	Flúor og brennisteinn	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Litla Fellsöxl, Innri Hólmur, Gröf II, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell	25. janúar 2017	<i>Sýnataka:</i> Dýrlæknirinn Mosfellsbæ <i>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> 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 2016 <i>Lifandi sauðfé og hross:</i> 24. ágúst 2016, 7. og 8. janúar 2017	<i>Efnagreiningar:</i> NMÍ <i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýrlæknirinn Mosfellsbæ <i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýrlæknirinn Mosfellsbæ

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

3.1 Vöktunarstaðir

Yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, lífríki sjávar (kræklingur og set), gróður, hey og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2016, má sjá á mynd 3.1.



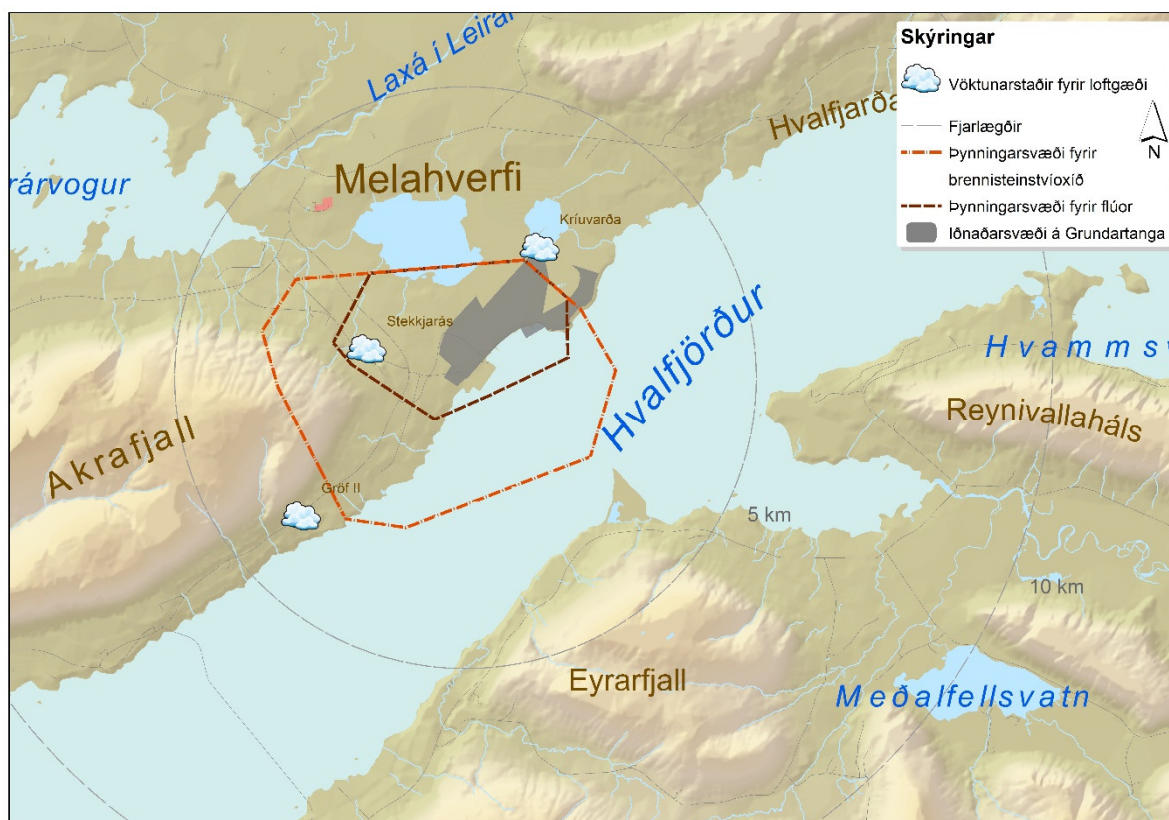
MYND 3.1 Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, ferskvatns, lífríki sjávar, heys, gróðurs og grasbíta árið 2016

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 C, E og G.

4 LOFTGÆÐI

Þrjár loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2016, þ.e. á Kríuvörðu, Stekkjarási og Gröf II (mynd 4.1). Á Kríuvörðu og Gröf II fóru fram samfelldar mælingar árið um kring fyrir ákveðna mælipætti (tafla 4.1), en mælingum var hætt á Stekkjarási um miðjan desember. Á Kríuvörðu og á Gröf II var auk þess sýnum safnað á síur frá apríl til desember. Skilgreint vöktunartímabil er frá apríl til og með október.



MYND 4.1 Staðsetning loftgæðamælistöðva í rekstri árið 2016

Þeir þættir sem mældir eru á hverri loftgæðamælistöð eru teknir saman í töflu 4.1. Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ [11]. Niðurstöður efnagreininga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda utan þynningarsvæða.

TAFLA 4.1 Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2016

Loftgæðamælistöð	Samfelldar mælingar allt árið	Sýnum safnað á síur apríl - desember	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk (PM ₁₀ , PM _{2,5}), SO ₂ , H ₂ S, NO, NO _x	F, S og PAH-efni í svifryki	NO ₃ , Na, Cl, S, F, pH, leiðni
Gröf II		F og S í svifryki	
Stekkarás	SO ₂ , H ₂ S		

4.1 Megin niðurstöður

Flúor

Meðal styrkur flúoríðs og heildar flúors í andrúmslofti var lágur og mældist á öllum mælistöðvum undir þeim viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls og gilda utan þynningarvæðis.

Brennisteinstvíoxíð

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) í andrúmslofti var mjög lágur á árinu og var undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum. Sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 fór aldrei yfir heilsuverndarmörk á árinu.

Brennisteinsvetni

Styrkur brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti mældist undir heilsuverndarmörkum á öllum mælistöðvum.

Köfnunarefnisoxíð

Styrkur köfnunarefnisvíoxíðs (NO_2) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) mældist undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 og gróðurverndarmörkum fyrir NO_x á öllum mælistöðvum.

Svifryk

Meðalstyrkur svifryks (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$) í andrúmslofti var undir heilsuverndarmörkum á öllum mælistöðvum. Sólarhringsmeðalstyrkur svifryks mældist undir heilsuverndarmörkum.

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)

Styrkur bensó(a)þýrens í andrúmslofti á Krúuvörðu mældist undir umhverfismörkum.

Úrkoma

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Magn áfallins flúors með úrkomu mældist í meðallagi á vöktunarstöðvum. Áfallinn brennisteinn með úrkomu mældist lægri en undanfarin ár og sýrustig var svipað.

Ítarlegri niðurstöður fyrir vöktun loftgæða má sjá í kafla 4. Yfirlit yfir niðurstöður mælinga og skilgreind umhverfismörk má sjá í töflum 4.2 – 4.4. Einnig voru gerðar efnagreiningar á þáttum í andrúmslofti og úrkomu þar sem skilgreind umhverfismörk liggja ekki fyrir, t.d. HF og SO_2 í andrúmslofti yfir mánaðartímabil, HF yfir sólarhring, heildarbrennistein (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir heilt ár og yfir mánaðartímabil, PAH_{16} efni í andrúmslofti og uppleyst efni og sýrustig í úrkomu.

TAFLA 4.2 Niðurstöður loftgæðamælinga á Kriuvörðu, 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>	0,11	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,72		Mælt 27. maí í SSV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	<0,01		Mælt 7. september í ASA-átt.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,13	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,76		Mælt 27. maí í SSV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	<0,01		Mælt 7. september í ASA-átt.
F (síur, apríl-desember)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,16		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	1,76		Mælt 3. desember í SSV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	<0,01		Mælt 7. september í ASA-átt.
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,20		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	2,08		Mælt 3. desember í SSV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	<0,01		Mælt 7. september í ASA-átt.
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl - október (síur)</i>	1,9		
<i>Meðalstyrkur apríl – október (samfelt)</i>	2,6		
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	5,3	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	122	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 23. janúar í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	<0,01		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	175	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 23. janúar í SSV-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,58	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	6,0	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 17. júlí í VNV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,0	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2002.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	38	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 1. febrúar í NV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	11	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,4	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	15		Mælt 1. febrúar í NV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	6,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	23	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 8. júní í VNV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,7		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	4,4	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
PAH efni - Bensó(a)þýren			
<i>Mældur styrkur apríl – október (síur)</i>	$3 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	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>	0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,07		Mælt 22. ágúst í NNA-áttum.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,03	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,1		Mælt 22. ágúst í NNA-áttum.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
F (síur, apríl-desember)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,02		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,07		Mælt 22. ágúst í NNA-áttum.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	<0,01		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,03		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,10		Mælt 22. ágúst í NNA-áttum.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	<0,01		
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl – október (síur)</i>	2,3		
<i>Meðalstyrkur apríl – október (samfellt)</i>	2,5		
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,1	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	62	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Aldrei yfir mörkum, leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 3. janúar í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	226	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 12. febrúar í NA-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,6	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	8,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 11. júní í VSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	20	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 3. janúar í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	53	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,4	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	22		Mælt 3. janúar í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	6,5	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	28	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 8. júní í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	2,3		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,8	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
SO₂			
<i>Meðalstyrkur apríl – október(samfelt)</i>	4,6		
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	5,2*	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	34*	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Hæsta gildi mælt 9. desember í ANA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	120*	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Hæsta gildi mælt 15. júlí í A-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,2*	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	8,1*	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 11. júní í ASA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

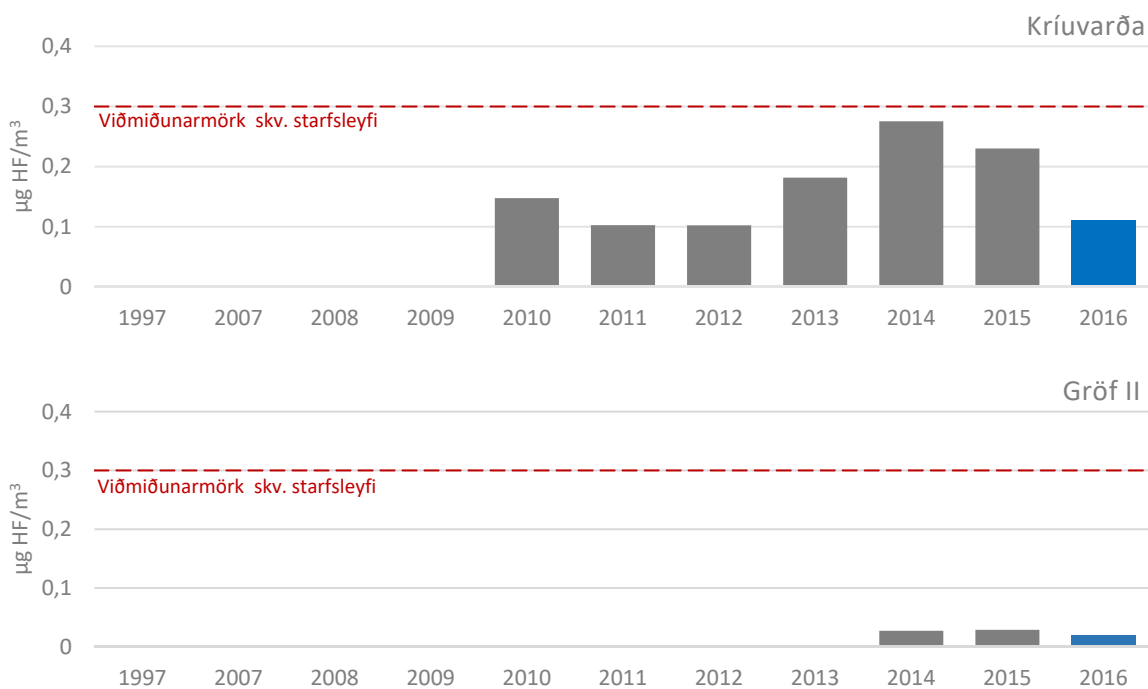
* Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða

4.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

4.2.1 Flúor í andrúmslofti

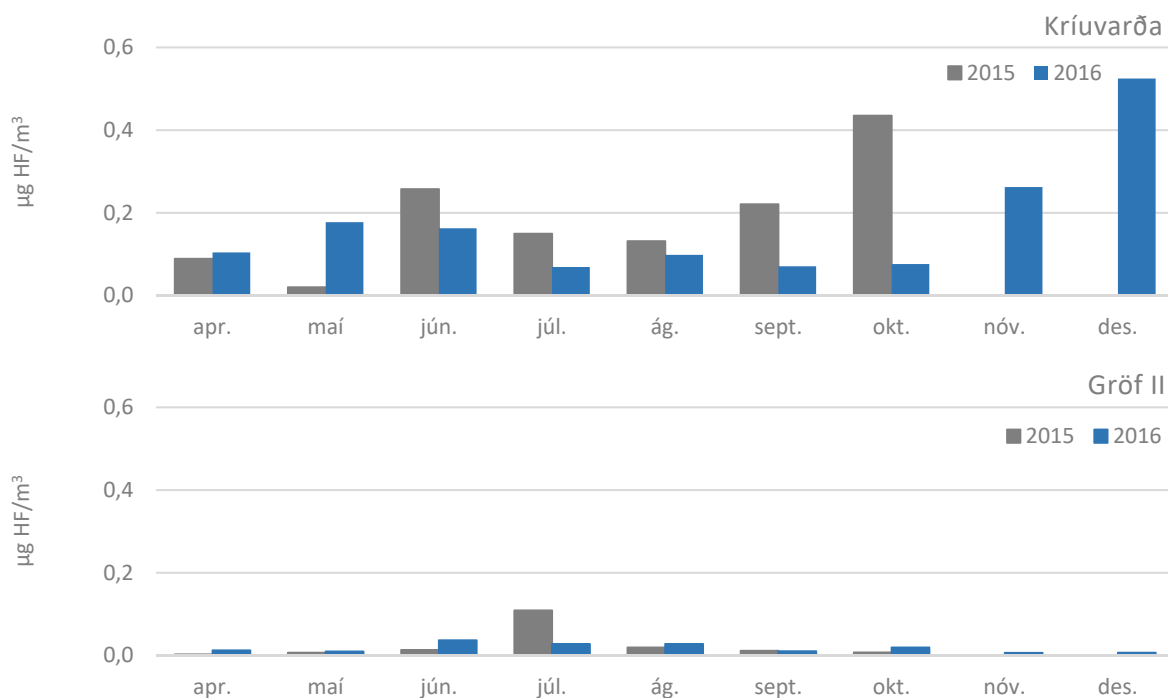
Frá apríl til og með desember 2016 var styrkur flúors í andrúmslofti mældur í sýnum sem safnað var á síur á Kríuvörðu og Gröf II. Hingað til hefur flúor eingöngu verið mældur á vöktunartímabilinu, apríl til og með október, en framvegis verður hann mældur allt árið. Meðalstyrkur loftkennds flúors á öllum mælistöðvum liggur undir viðmiðunarmörkum sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls sem $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ í andrúmslofti á vöktunartímabilinu utan þynningarsvæðis. Þau eru sett til að tryggja hefðbundnar landbúnaðarnytjar. Meðalstyrkur HF á Kríuvörðu, $0,11 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$, lækkaði árið 2016 miðað við árin á undan. Á Gröf II var meðalstyrkurinn $0,02 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ sem er svipaður og undanfarin ár (mynd 4.2). Mynd 4.3 sýnir meðalstyrk HF í andrúmslofti í hverjum mánuði frá apríl til desember á báðum mælistöðvum árið 2016 og til samanburðar árið 2015.

HF í andrúmslofti



MYND 4.2 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu (apríl - október) á Kríuvörðu og Gröf II, ásamt viðmiðunarmörkum samkvæmt starfsleyfi Norðuráls sem gilda utan þýnningarsvæðis

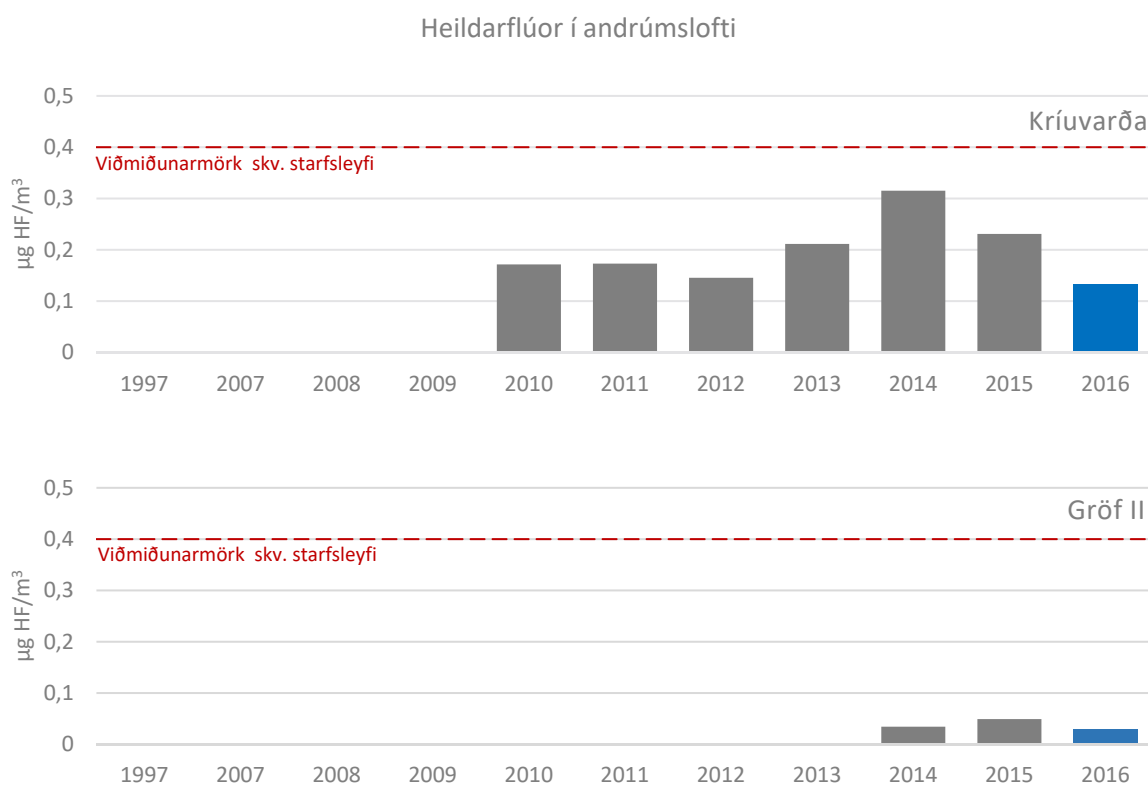
HF í andrúmslofti í hverjum mánuði



MYND 4.3 Meðalstyrkur loftkennds flúors á Kríuvörðu og Gröf II í hverjum mánuði árið 2016 og til samanburðar árið 2015

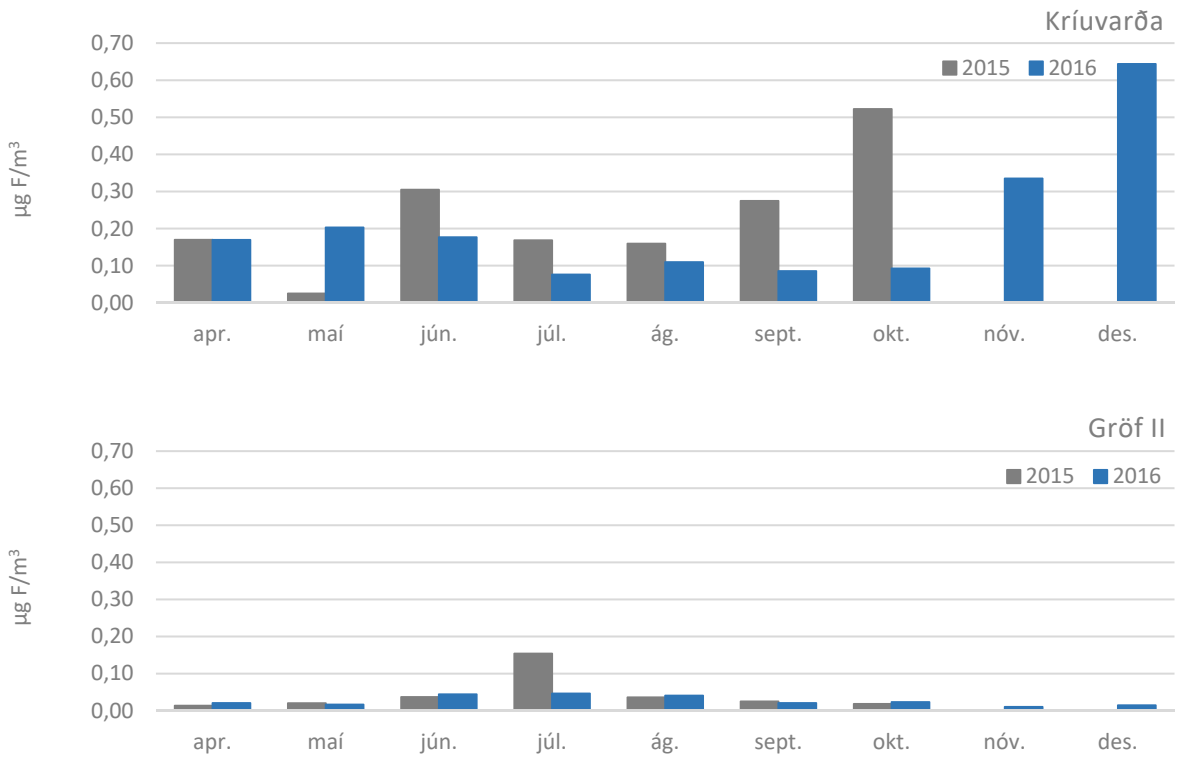
Meðalstyrkur heildarflúors yfir vöktunartímabilið, þ.e. samanlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, á Kríuvörðu var $0,13 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ og á Gröf II $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ (mynd 4.4). Viðmiðunarmörk fyrir styrk heildarflúors eru $0,40 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ miðað við starfsleyfi Norðurlágs og voru báðar stöðvar undir þeim mörkum. Meðalstyrk heildarflúors í andrúmslofti í hverjum mánuði á öllum vöktunarstöðvum má sjá á mynd 4.5.

Meðalstyrkur heildarflúors er mismunandi á milli mælistöðva og liggur meginmunurinn í styrk HF. Styrkur flúors mældist hærrí á Kríuvörðu en Gröf II og er áberandi hæstur í nóvember og desember þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi. Vindátt hefur áhrif á flúorstyrk á stöðvunum. Hærrí mæligildi flúors koma fram á Gröf II í norðaustanáttum. Í suðvestanáttum mældist styrkur flúors hæstur á Kríuvörðu en þá blæs vindur beint frá iðnaðarsvæðinu til mælistöðvarinnar sem staðsett er mjög nærri iðnaðarsvæðinu. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mældinga á mynd 4.6 [11]. Framvegis verður flúor mældur alla mánuði ársins og fæst þá betri heildarmynd af flúorlosun frá iðnaðarsvæðinu.

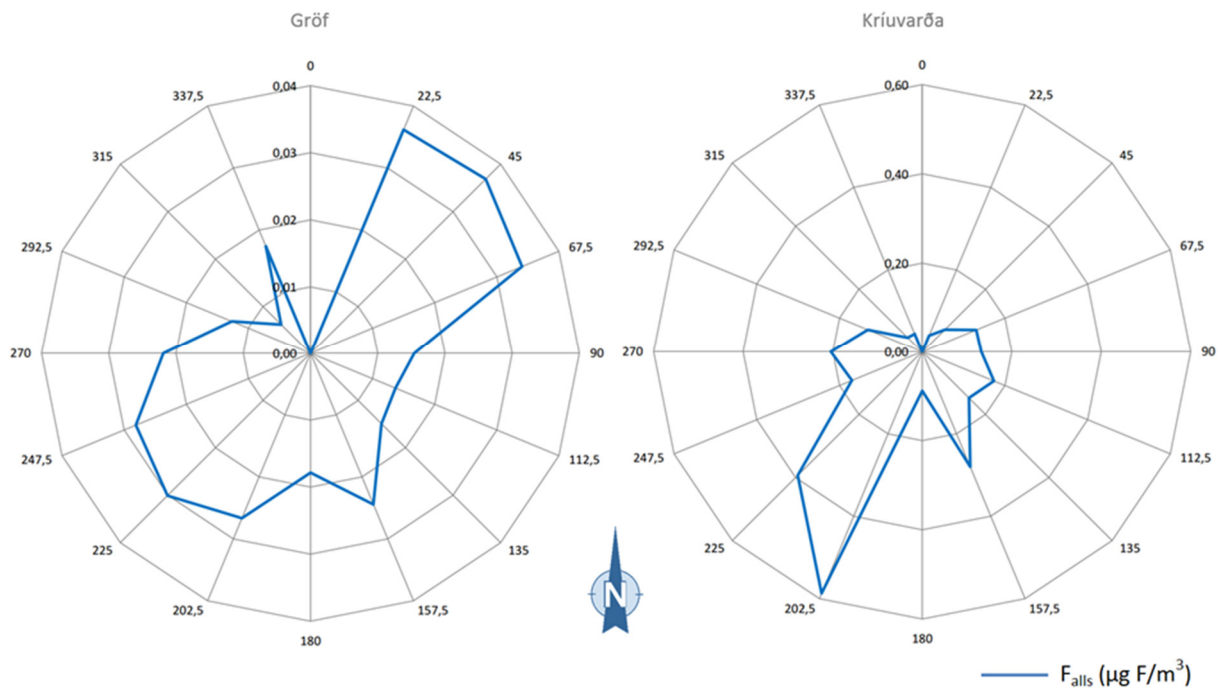


MYND 4.4 Meðalstyrkur heildarflúors yfir vöktunartímabilið (apríl - október) á Kríuvörðu og Gröf II

Heildarflúor í andrúmslofti í hverjum mánuði



MYND 4.5 Meðalstyrkur heildarflúors í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2016 og árið 2015 til samanburðar



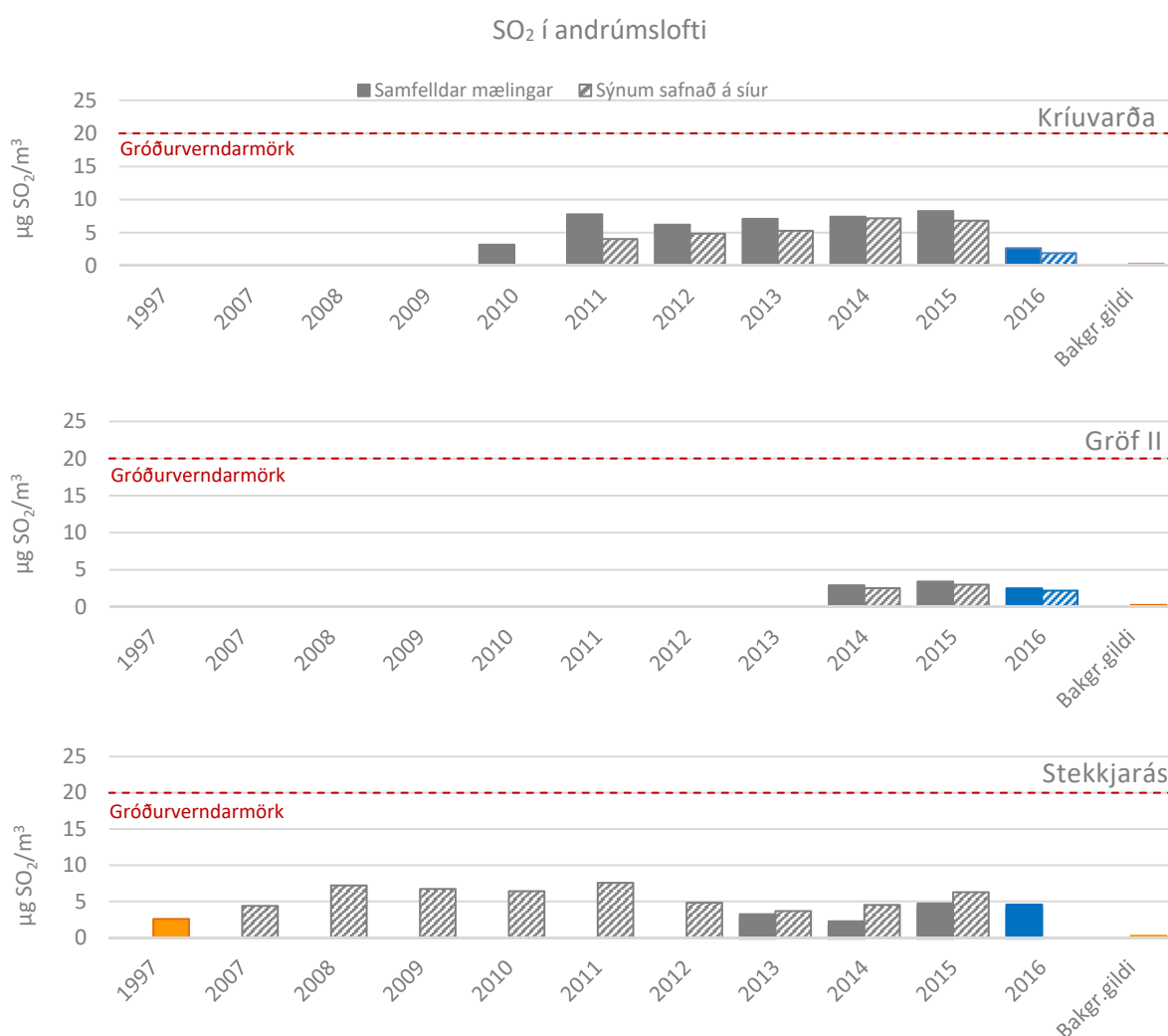
MYND 4.6 Styrkur flúors ($\mu\text{g F/m}^3$) eftir vindáttum frá apríl – október 2016 á Kríuvörðu og Gröf II. Gröfin eru ekki í sama kvarða

4.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti

Brennisteinstvíoxíðs (SO_2) var mælt með tvennum hætti á Kríuvörðu og Gröf II. Annars vegar var sýnum safnað á síur frá apríl til desember auk samfelldra mælinga yfir allt árið. Samfelldar mælingar fóru einnig fram frá janúar fram í miðjan desember á Stekkjarási. Styrkur SO_2 mældist mun lægri en undanfarin ár.

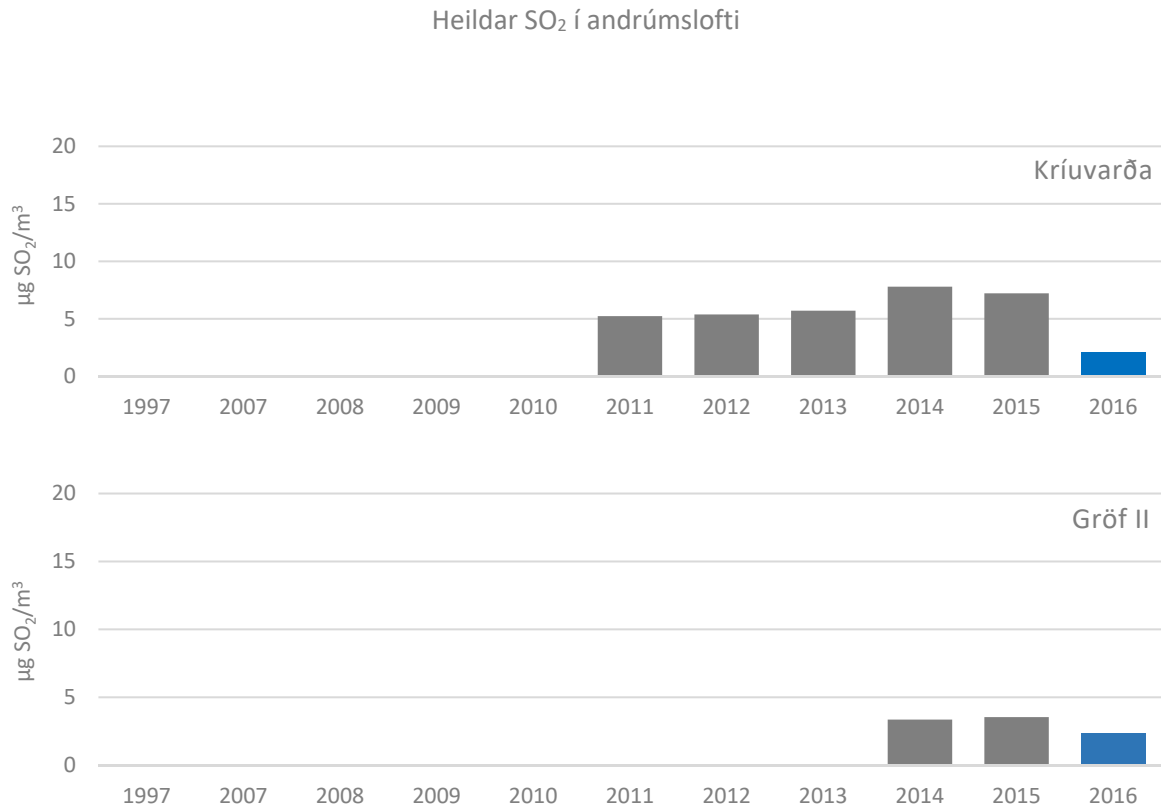
4.2.2.1 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti á vöktunartímabili

Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti á vöktunartímabilinu apríl – október var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) sem gilda utan þynningarsvæðis. Styrkur SO_2 á Kríuvörðu hefur ekki mælst jafn lágur síðan mælingar hófust þar árið 2010. Sama á við um Gröf II en þar hófust mælingar 2014. Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti á Kríuvörðu var $2,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ mælt með samfelldum mælingum frá apríl – október, $2,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ á Gröf og $4,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ á Stekkjarási (mynd 4.7).



MYND 4.7 Meðalstyrkur SO_2 á vöktunartímabilinu (apríl - október) á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt gróðurverndarmörkum. Bakgrunnsgildi mæld við Írafoss árið 2003 ($0,26 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$)

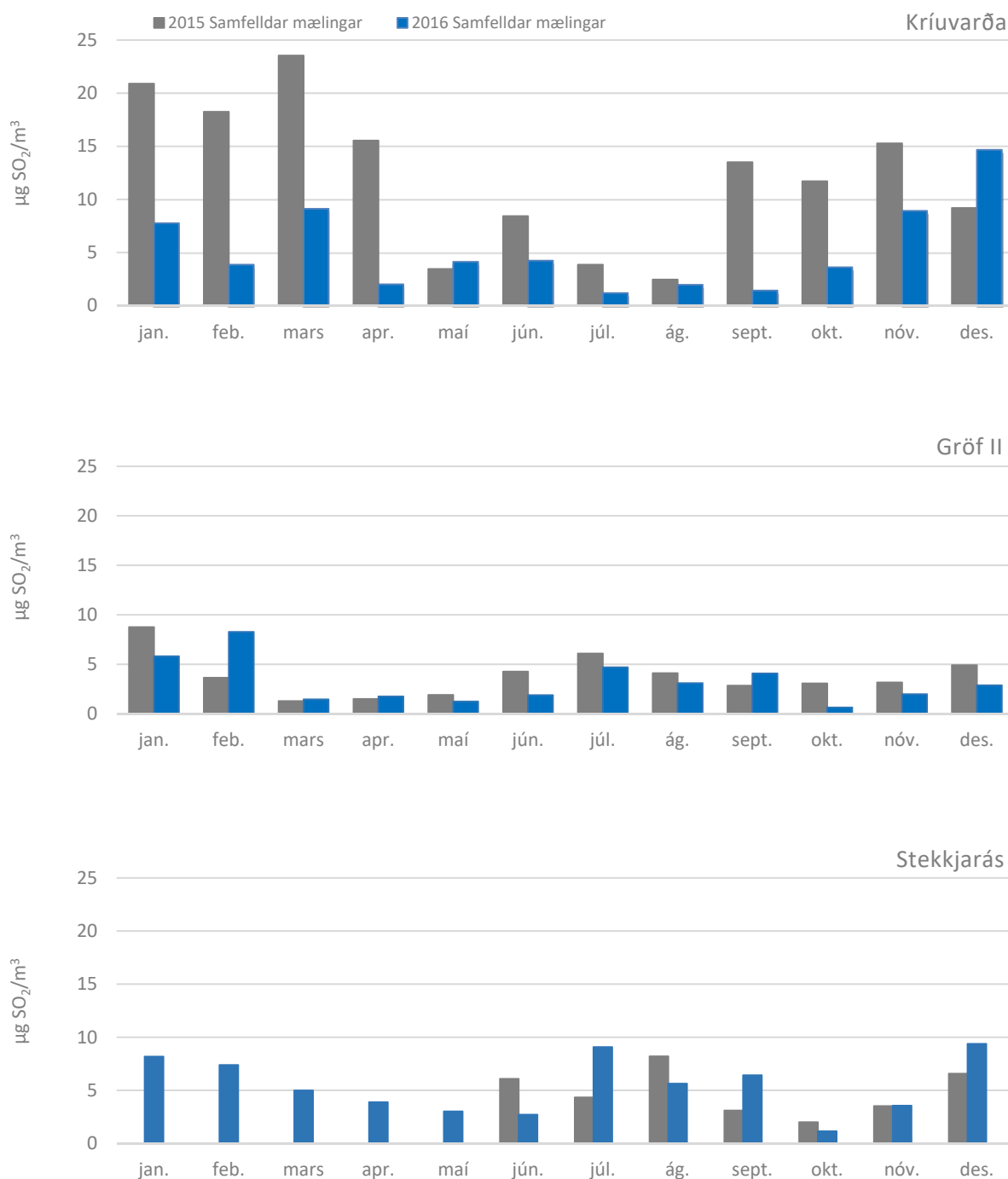
Meðalstyrkur heildarbrennisteinstvíoxíðs á vöktunartímabilinu (apríl - október), þ.e. samanlagður styrkur loftborins SO₂ og brennisteins í ryki í sýnum sem safnað var á síur, var á Kríuvörðu 2,1 µg SO₂/m³ og á Gröf II 2,4 µg SO₂/m³ (mynd 4.8). Styrkur brennisteins í ryki var óvenju lágur árið 2016 miðað við önnur ár, vegna hægviðris, lítillar úrkomu og lægri styrks SO₂ í andrúmslofti. Mögulegar uppsprettur brennisteins í ryki gætu t.d verið sjór, umferð eða verksmiðjur á Grundartanga.



MYND 4.8 Meðalstyrkur heildarbrennisteinstvíoxíðs á Kríuvörðu og Gröf II frá apríl til október

4.2.2.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti allt árið 2016

Á mynd 4.9 má sjá meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2016 og til samanburðar fyrir árið 2015. Eldgosið í Holuhrauni stóð yfir til loka febrúar 2015 og afleiðing þess eru há gildi á SO₂ í andrúmslofti fyrstu mánuði ársins 2015. Árið 2016 var styrkur SO₂ almennt lægri en árið 2015 með örfáum undantekningum. Samfelldar mælingar vantar fyrir fyrri hluta ársins 2015 á Stekkjarási en mælirinn þar var lánaður til Umhverfisstofnunar vegna eldgossins í Holuhrauni.

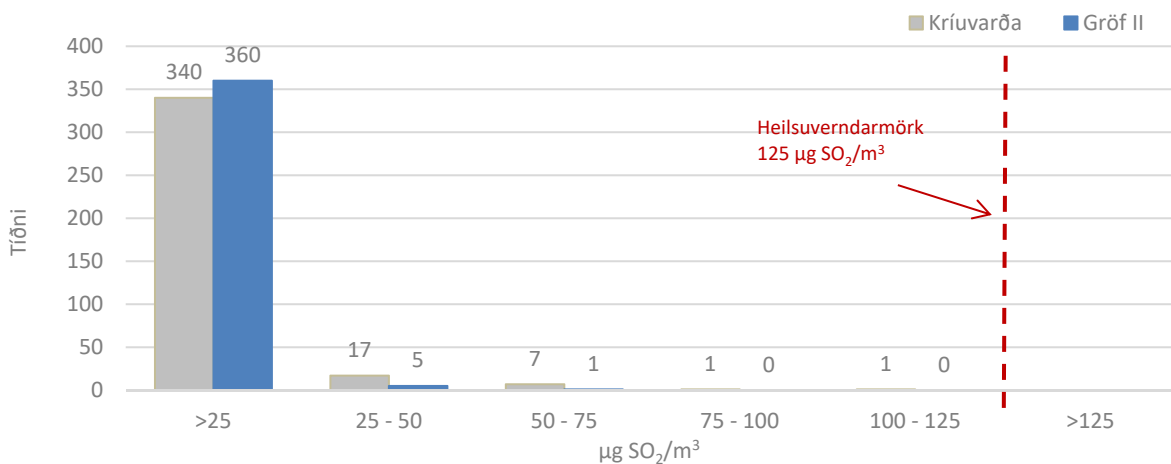
SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði

MYND 4.9 Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði á Krúvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2016 og árið 2015 til samanburðar

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti allt árið 2016 mældur með samfelldum mælingum á Krúvörðu var 5,3 µg SO₂/m³, á Gröf 3,1 µg SO₂/m³ og á Stekkjarási 5,2 µg SO₂/m³. Klukkustundarheilsuverndarmörk fyrir SO₂ eru 350 µg SO₂/m³ og er leyfilegt að fara yfir þessi mörk 24 sinnum á ári, sem aldrei gerðist á vöktunarstöðvum árið 2016. Á Krúvörðu mældist hæsti klukkustundarmeðalstyrkur SO₂ (175 µg

SO₂/m³) þann 23. janúar, á Gröf II (226 µg SO₂/m³) þann 12. febrúar og á Stekkjarási (120 µg SO₂/m³) þann 15. júlí. Þessi gildi mældust í suðvestanátt á Kríuvörðu, norðaustanátt á Gröf II og í austanátt á Stekkjarási. Er það í samræmi við að meginuppspretta brennisteinstvíoxíðs sé iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

Sólarhringsmeðalstyrkur mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO₂/m³) á vöktunarstöðunum. Leyfilegt er að fara yfir þau mörk 3 sinnum á ári. Á mynd 4.10 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO₂ á Kríuvörðu og Gröf II allt árið 2016.



MYND 4.10 Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ á Kríuvörðu og Gröf II, allt árið 2016

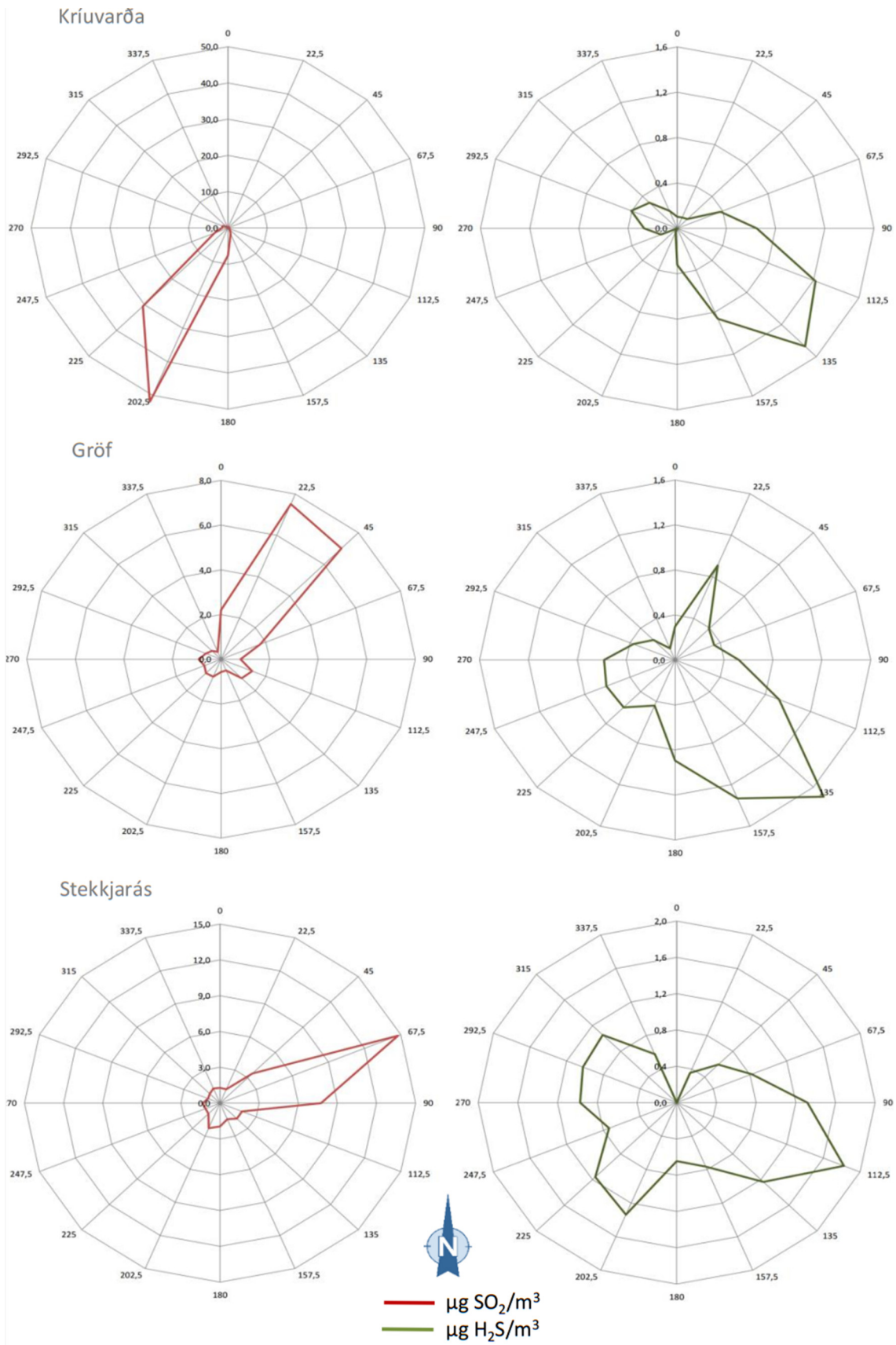
4.2.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar á brennisteinsvetni (H₂S) í andrúmslofti fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II allt árið 2016 og fram í miðjan desember á Stekkjarási. Meðalstyrkur loftborins H₂S á Kríuvörðu árið 2016 var 0,6 µg H₂S/m³, á Gröf II 0,6 µg H₂S/m³ og á Stekkjarási 1,2 µg H₂S/m³ sem er undir ársheilsuverndarmörkum (5 µg H₂S/m³), mynd 4.11. Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur á Kríuvörðu var 6,0 µg H₂S/m³, á Gröf II 8,1 µg H₂S/m³ og á Stekkjarási 8,1 µg H₂S/m³ sem er undir sólarhringsheilsuverndarmörkum (50 µg H₂S/m³). Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur á Kríuvörðu var 24 µg H₂S/m³, á Gröf II 36 µg H₂S/m³ og á Stekkjarási 36 µg H₂S/m³ sem er undir tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum (50 µg H₂S/m³) [11].

H₂S í andrúmslofti

MYND 4.11 Meðalstyrkur H₂S árið 2016 á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási ásamt heilsuverndarmörkum

Á mynd 4.12 má sjá uppsprettuáttir SO₂ og H₂S á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási árið 2016. Meginuppspretta SO₂ á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem SO₂ berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að 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. Sömu sögu eru að segja af Stekkjarási. Þar fara þó ekki fram vindmælingar og á mynd 4.12 er notast við vindrósl frá Grundartangahöfn. Á Stekkjarási mældist meginuppsprettuátt SO₂ úr austri, og H₂S mældist hæst í suðvestanáttum. Eru þessar niðurstöður sambærilegar við fyrri ár.

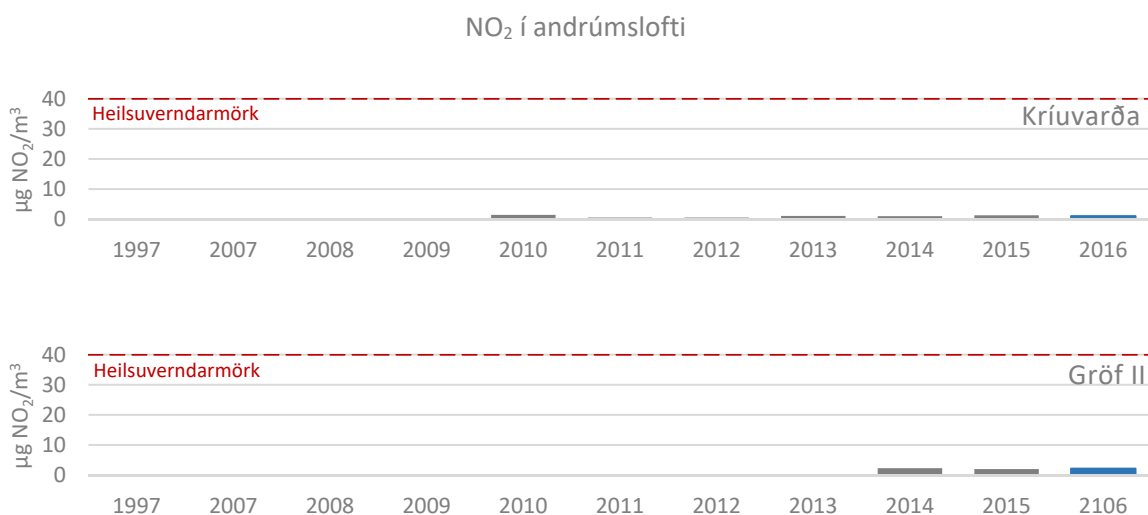


MYND 4.12 Styrkur SO₂ og H₂S í mældum vindáttum árið 2016 á Krúvörðu, Gröf II og Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða

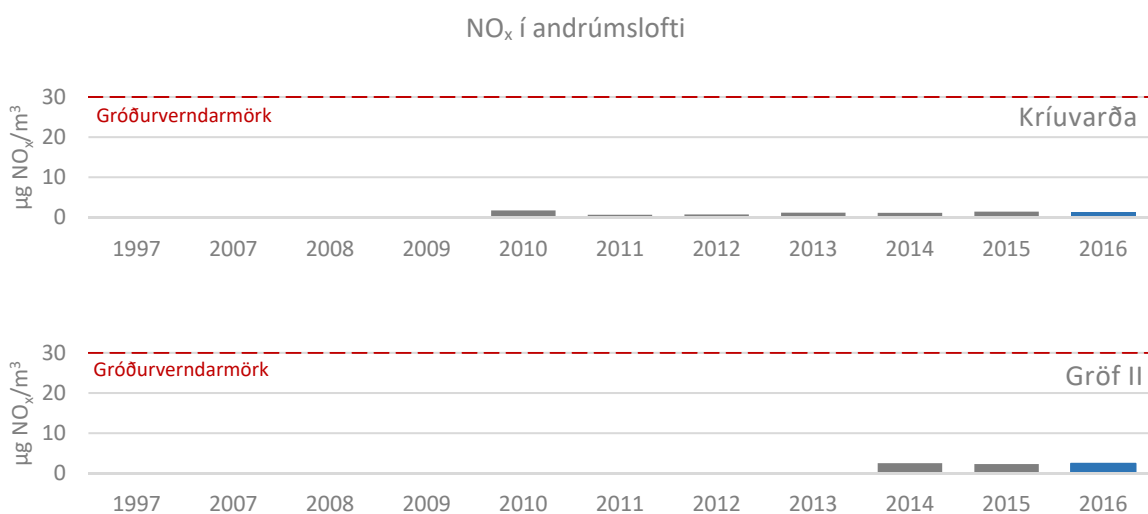
4.2.4 Köfnunarefnisoxíð í andrúmslofti

Köfnunarefnisoxíð (NO_x og NO) voru mæld með samfelldum mælingum í andrúmslofti á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2016. Mismunur þessara efna er reiknað sem köfnunarefnistvíoxíð (NO_2). Helstu uppsprettur köfnunarefnisoxíða eru væntanlega umferð og iðnaðarsvæðið. Sólarhringsmeðalstyrkur NO_2 fór aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk árið 2016 ($75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$), það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk ($200 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$).

Meðalstyrkur NO_2 árið 2016 mældist á Kríuvörðu $1,0 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og á Gröf II $2,1 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ sem er undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 ($40 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$), sjá mynd 4.13. Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu var $1,4 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ og á Gröf II $2,4 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ (mynd 4.14) sem er undir gróðurverndarmörkum fyrir NO_x ($30 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$).



MYND 4.13 Meðalstyrkur NO_2 á Kríuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum



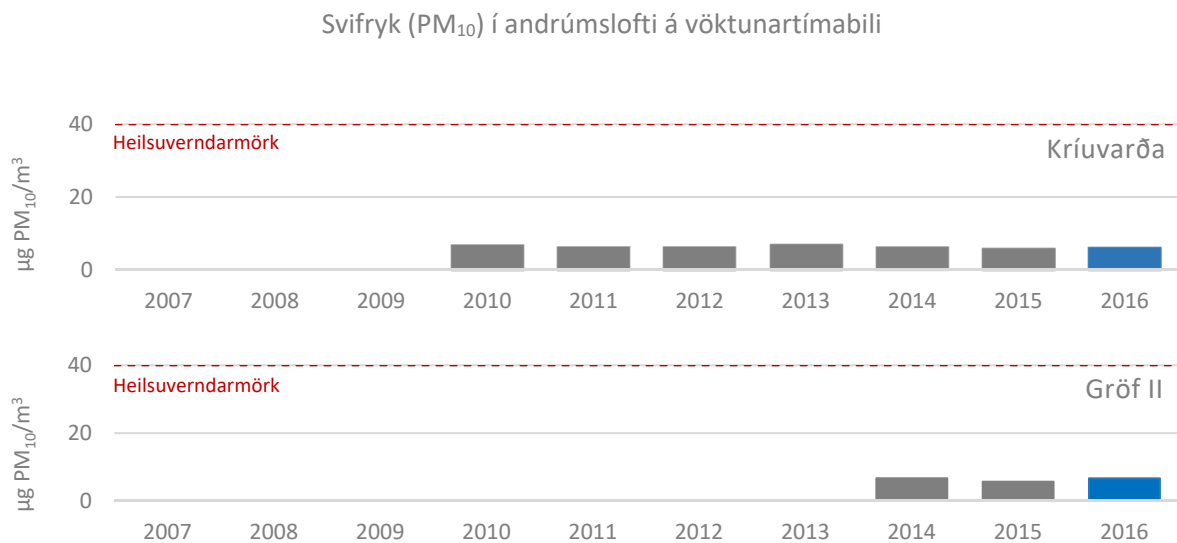
MYND 4.14 Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og Gröf II ásamt gróðurverndarmörkum

4.2.5 Svifryk í andrúmslofti

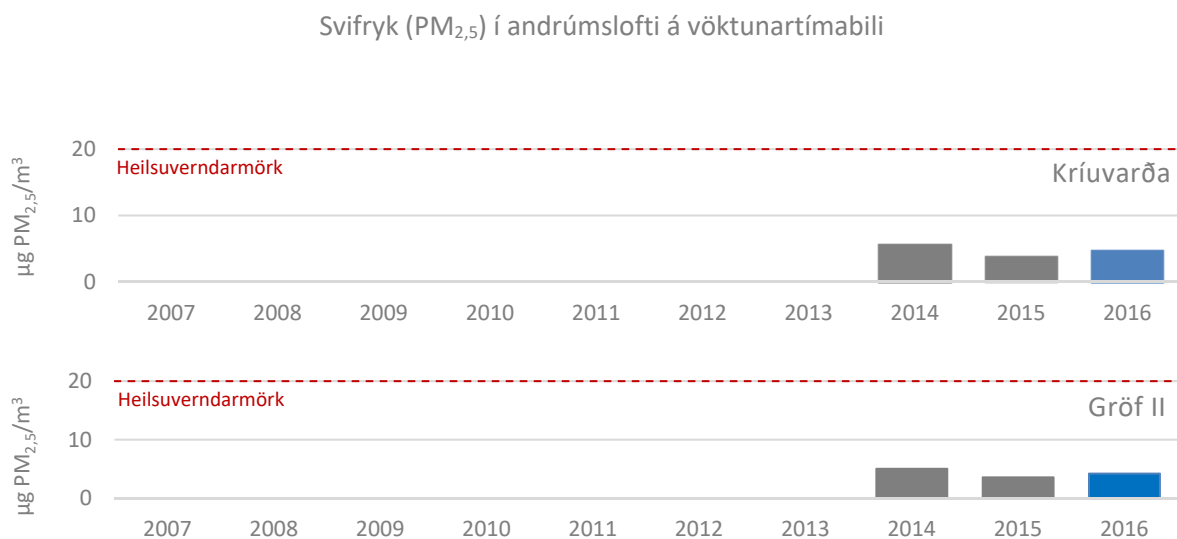
Samfelldar mælingar á styrk svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II árið 2016. Nokkrar truflanir komu fram í $PM_{2,5}$ mæli á Kríuvörðu frá júlí fram í október, líklega vegna flugna.

4.2.5.1 Svifryk í andrúmslofti á vöktunartímabili

Meðalstyrkur PM_{10} á vöktunartímabilinu, var á Kríuvörðu $6,1 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ og á Gröf II $6,5 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$. Meðalstyrkur $PM_{2,5}$ á vöktunartímabili, var á Kríuvörðu $4,7 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ og á Gröf II $4,2 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$. Niðurstöður mælinga gefa sambærilegar niðurstöður og fyrri ár sbr. myndir 4.15 og 4.16.



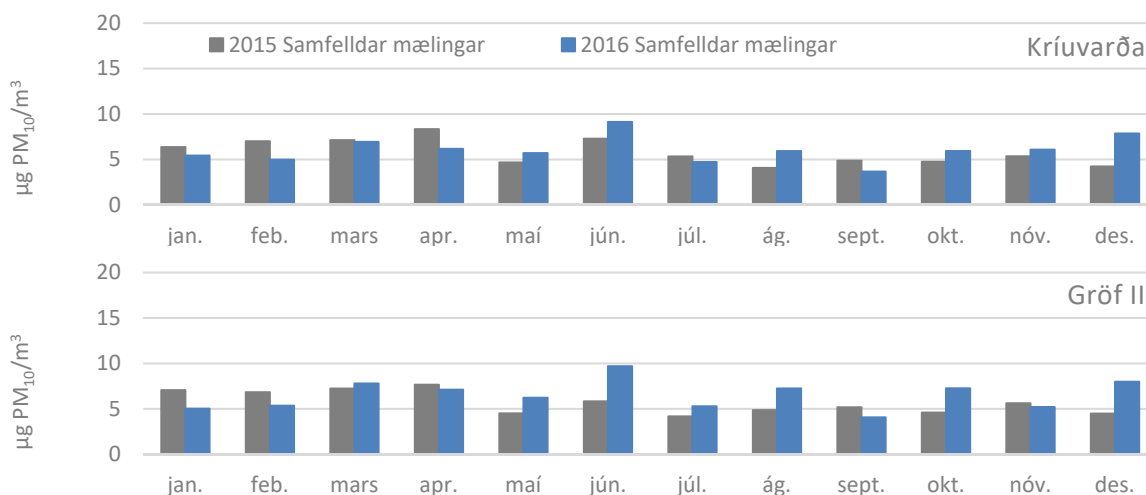
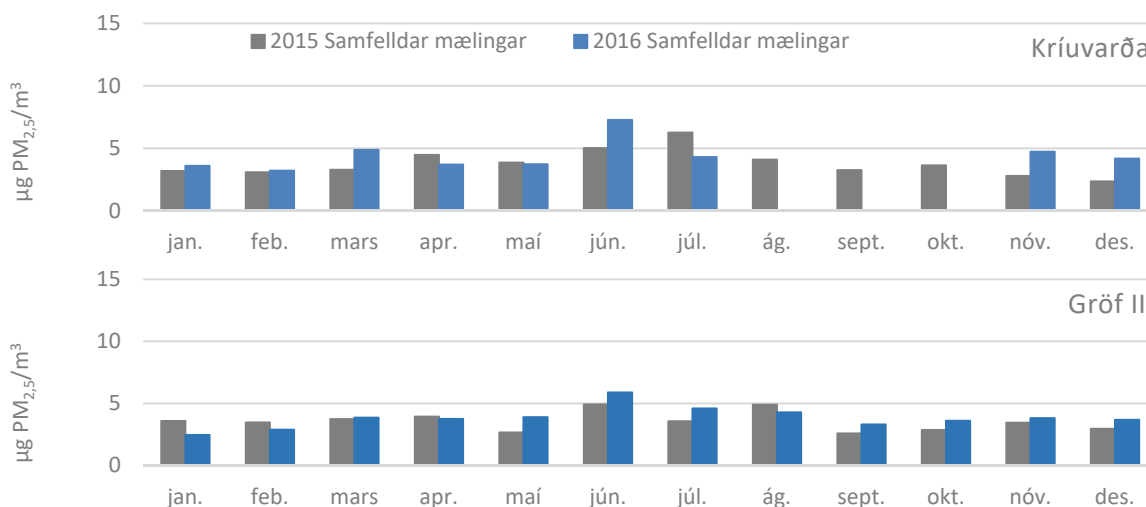
MYND 4.15 Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu (apríl – október) á Kríuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum



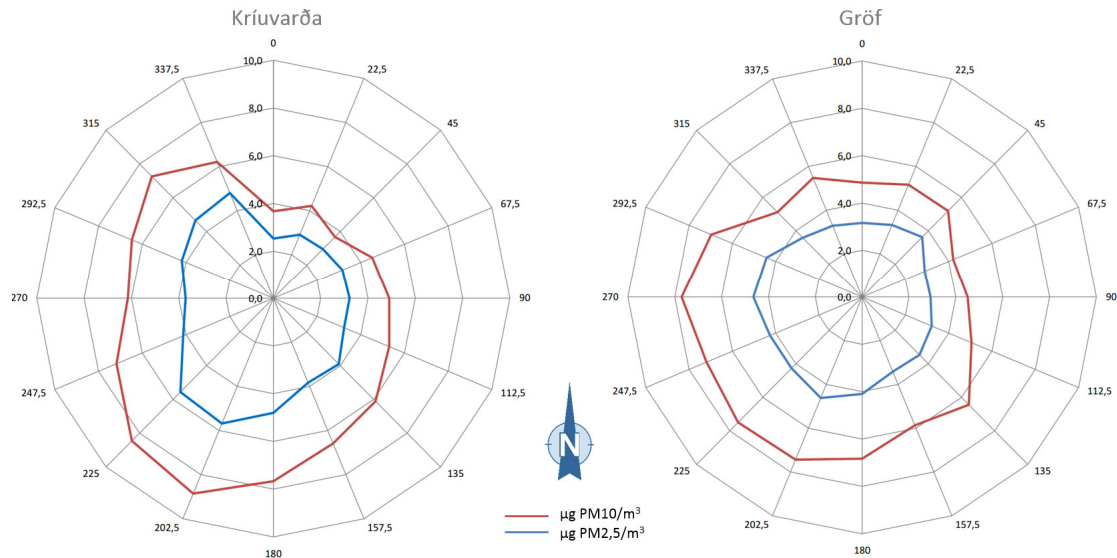
MYND 4.16 Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu (apríl – október) á Kríuvörðu og Gröf II ásamt heilsuverndarmörkum

4.2.5.2 Svifryk í andrúmslofti allt árið 2016

Árið 2016 var meðalstyrkur PM₁₀ á Kríuvörðu 6,0 µg PM₁₀/m³ og á Gröf II 6,5 µg PM_{2,5}/m³, sem er undir heilsuverndarmörkum (40 µg PM₁₀/m³). Á vöktunarstöðvunum fór styrkurinn aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk (50 µg/m³) á árinu. Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur PM₁₀ á Kríuvörðu mældist 23,2 µg PM₁₀/m³ og á Gröf II 27,8 µg PM₁₀/m³. Meðalstyrk svifryks, PM₁₀, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á mynd 4.17. Meðalstyrkur PM_{2,5} á Kríuvörðu var 4,4 µg PM_{2,5}/m³ og á Gröf II 3,8 µg PM_{2,5}/m³, sem er undir heilsuverndarmörkum (20 µg PM_{2,5}/m³). Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur PM_{2,5} á Kríuvörðu mældist 42,7 µg PM_{2,5}/m³ og á Gröf II 52,2 µg PM_{2,5}/m³. Meðalstyrk svifryks, PM_{2,5}, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á mynd 4.18.

Svifryk (PM₁₀) í andrúmslofti í hverjum mánuðiMYND 4.17 Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2016 og árið 2015 til samanburðarSvifryk (PM_{2,5}) í andrúmslofti í hverjum mánuðiMYND 4.18 Meðalstyrkur svifryks (PM_{2,5}) í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2016 og árið 2015 til samanburðar

Mynd 4.19 sýnir rykrósrir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir allt árið 2016. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestanáttum og eru líklegar uppsprettur svifryks umferð í grennd við iðnaðarsvæðið og á höfðuborgarsvæðinu. Aðrar uppsprettur eru malarnámur við Stóru-Fellsöxl og Hólalbrú austan Hvalfjarðarganga auk iðnaðarsvæðisins [11].



MYND 4.19 Styrkur svifryks ($\mu\text{g PM}/\text{m}^3$) eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2016

4.2.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti

Mælingar voru gerðar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH_{16} -efna) í svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur á Kríuvörðu allt árið 2016. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH efna í andrúmslofti. Styrkur PAH_{16} efnanna yfir allt árið 2016 mældist á Kríuvörðu $0,032 \text{ ng PAH}/\text{m}^3$ sem er svipaður og síðustu ár (mynd 4.20).

Styrkur bensó(a)pýrens mældist á bilinu $0,0003 - 0,0022 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$ sem er langt undir umhverfismörkum fyrir BaP sem skilgreind eru $1 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$ samkvæmt reglugerð nr. 410/2008. Niðurstöður mælinga og umhverfismörk fyrir BaP má sjá í töflu 4.5. Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í svifryki hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti þar komið til hærra hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri [11].



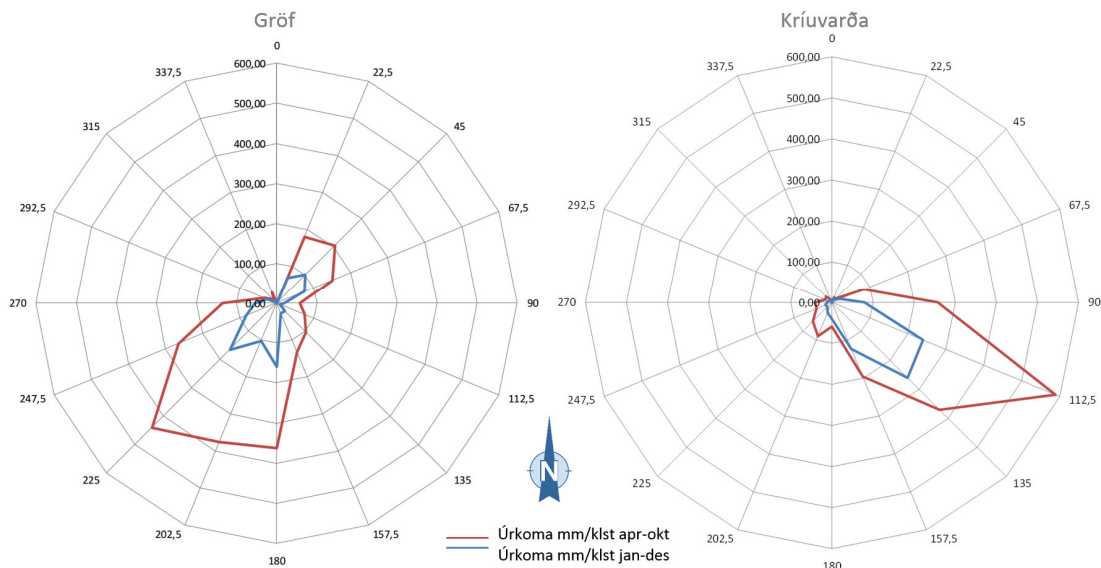
MYND 4.20 Styrkur PAH_{16} efna í svifryki á Kríuvörðu

TAFLA 4.5 Styrkur bensó(a)pýrens í svifryki á Kríuvörðu í öllum vöktunarmánuðum ásamt umhverfis- og greiningarmörkum

	Kríuvarða (ng BaP/ m ³)
janúar	0,0005
febrúar	0,0004
mars	0,0015
apríl	0,0003
maí	0,0012
júní	0,0014
júlí	0,0009
ágúst	0,0003
september	0,0003
október	0,0003
nóvember	0,0007
desember	0,0022
Umhverfismörk	1
Greiningarmörk	0,0003

4.2.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

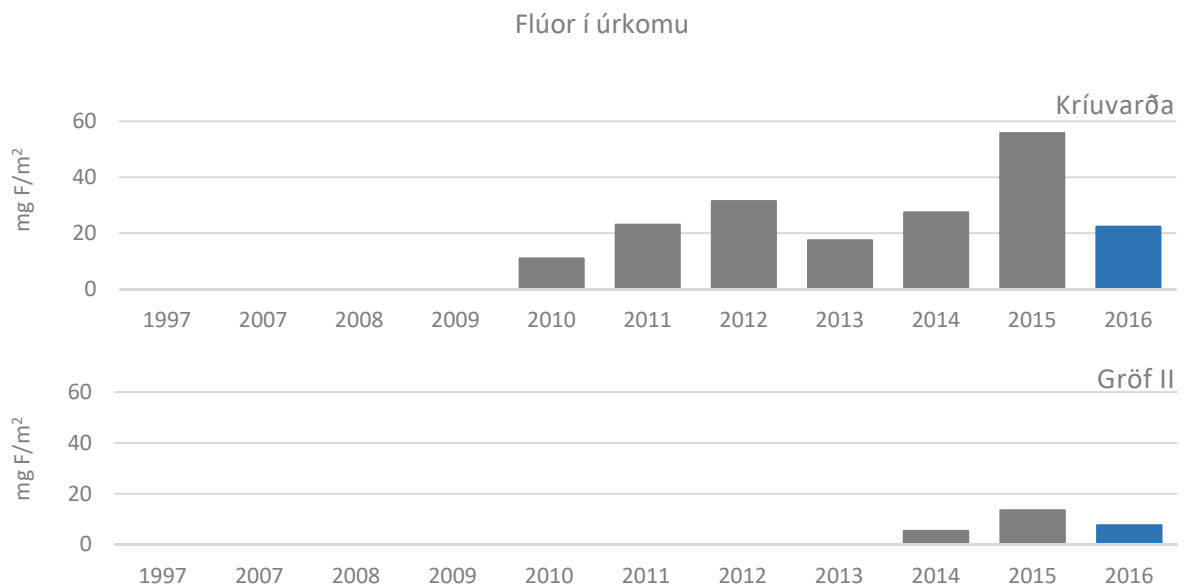
Úrkoma var mjög misjöfn árið 2016 á Kríuvörðu og Gröf II. Á Kríuvörðu var þurrt framan af vöktunartímabili en október var mjög úrkomusamur. Á Gröf var blautara í upphafi tímabilsins og ekki rigndi þar eins mikið í október eins og á Kríuvörðu. Sýnum var safnað í opin flát yfir mánuð hvert sýni. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall megnunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið. Niðurstöður eru háðar magni úrkomu og verða áfallsgildi hærrí í meiri úrkomu. Helst rigndi í suðvestanátt á Gröf en í suðaustanátt á Kríuvörðu (mynd 4.21). Staðsetning stöðvanna miðað við iðnaðarsvæðið veldur því að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt skilar mengun sér frekar á Kríuvörðu. Frekar lág mengunargildi mældust árið 2016 sem kann að skýrast af því að helst rigndi í suðvestanáttum á Gröf II en í suðaustanátt á Kríuvörðu.



MYND 4.21 Megin úrkomuáttir á Gröf II og Kríuvörðu, tímabilin apríl – október og janúar – desember árið 2016

Flúor

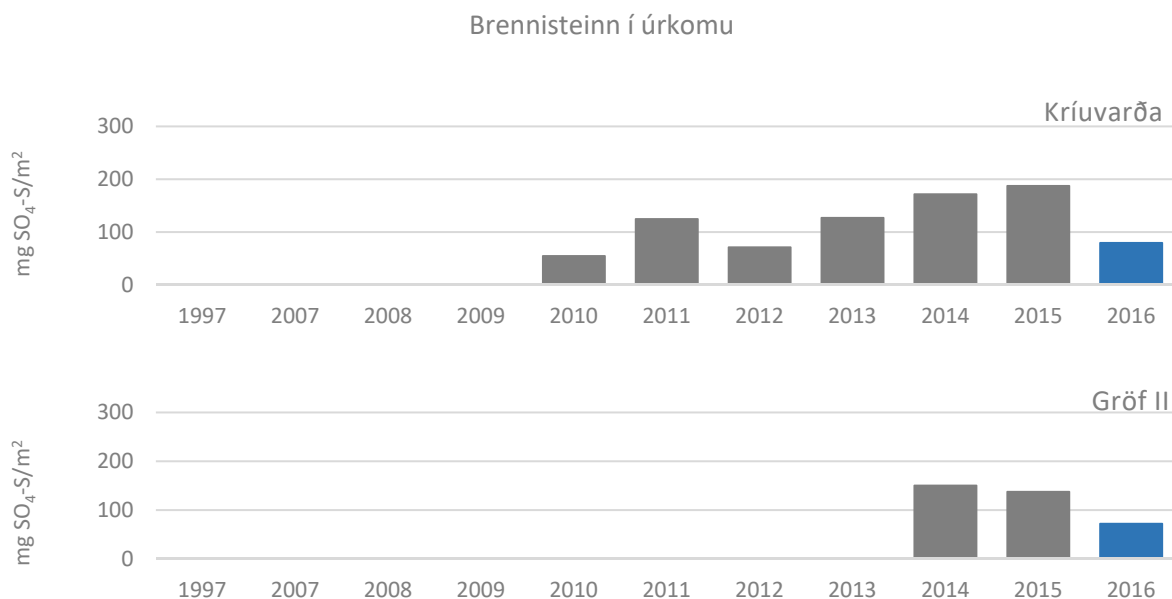
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu mældist nálægt meðallagi á Kríuvörðu ($22,3 \text{ mg/m}^2$) sem og á Gröf II ($7,6 \text{ mg/m}^2$) en var mun lægra en árið á undan (mynd 4.22).



MYND 4.22 Áfallsgildi flúors í úrkomu á Kríuvörðu og á Gröf II yfir vöktunartímabilið (apríl – október) árið 2016

Súlfat

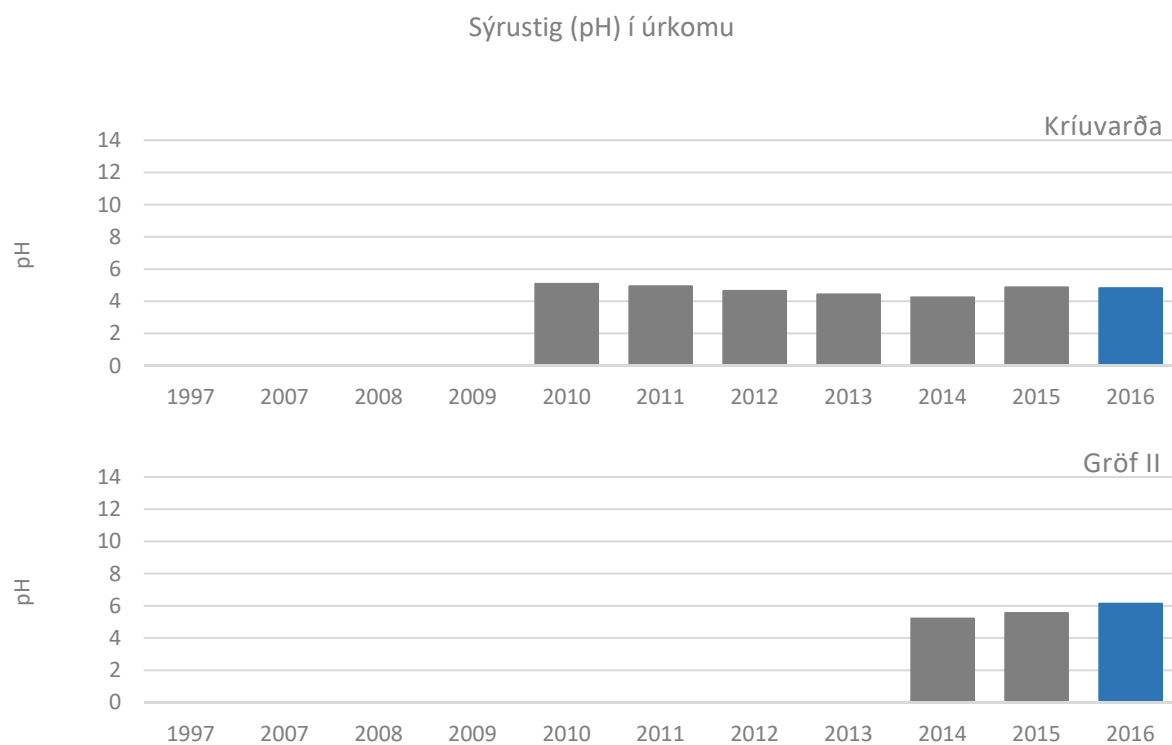
Meðaltal áfallsgilda brennisteins í úrkomu mældist öllu lægri en undanfarin ár á báðum mælistöðvum. Meðaltal áfallsgilda brennisteins í úrkomu (mælt sem súlfat, $\text{SO}_4\text{-S}$) á vöktunartímabilinu apríl - október var $79,4 \text{ mg/m}^2$ á Kríuvörðu og $72,0 \text{ mg/m}^2$ á Gröf II (mynd 4.23). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir súlfat í úrkomu.



MYND 4.23 Áfallsgildi brennisteins í úrkomu á Krúuvörðu og Gröf II á vöktunartímabilinu (apríl – október) árið 2016

Sýrustig

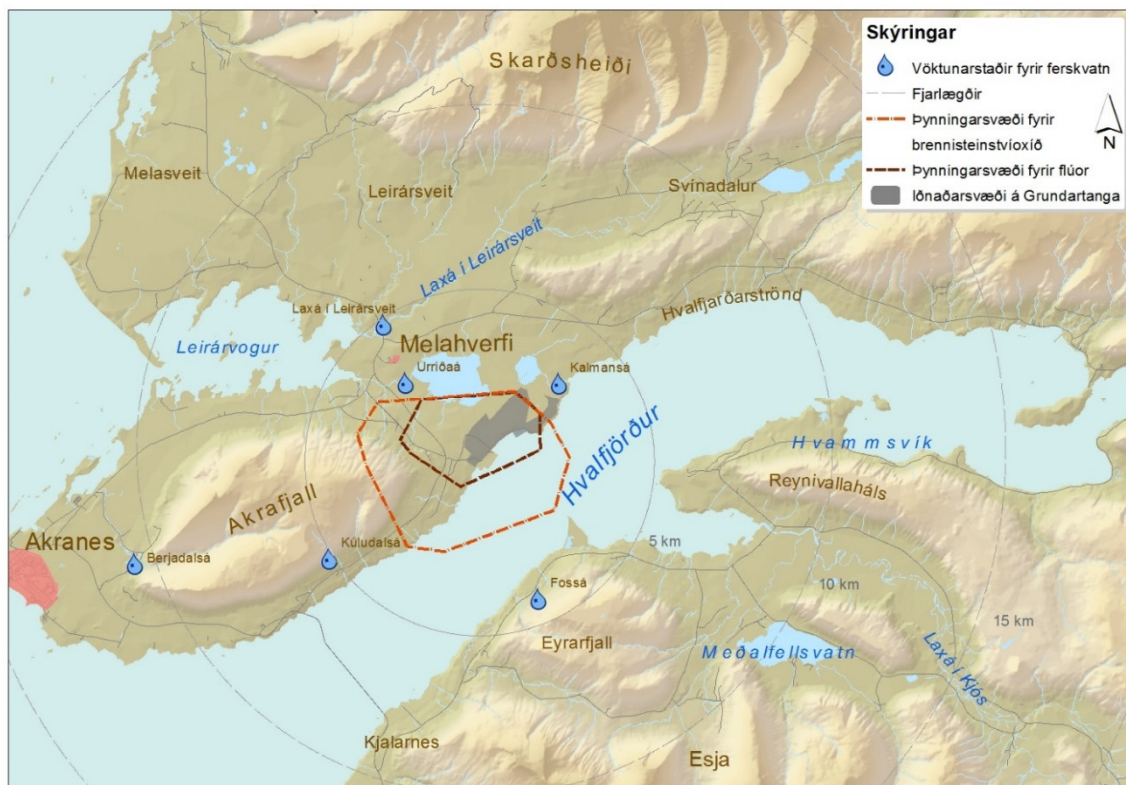
Minni styrkur brennisteinsoxíða í úrkomu veldur því að úrkoman er ekki jafn súr. Sýrustig úrkomu árið 2016 var lítillega hærra en árin á undan. Á Krúuvörðu mældist sýrustig í úrkomu pH 4,8 og á Gröf II pH 6,1 (mynd 4.24). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir sýrustig úrkomu. Veðurstofa Íslands fylgist með sýrustigi ómengaðrar úrkomu og sýna daglegar mælingar að meðaltali væga súrnun (pH 5,4) [26]. Niðurstöður mælinga á klóríði og natríni í úrkomu má sjá í viðauka B.



MYND 4.24 Meðal sýrustig í úrkomu á Krúuvörðu og Gröf II

5 FERSKVATN

Árið 2016 voru tekin ferskvatnssýni úr fimm ám norðan Hvalfjarðar; Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá, Berjadalsá ofan Akraness og í fyrsta skipti úr Kúludalsá. Einnig voru sýni tekin úr einni á sunnan Hvalfjarðar; Fossá undir Eyrarfjalli (mynd 5.1). Tímabil sýnatöku var frá 30. mars til 6. september 2016. Sýnum var safnað á mánaðar fresti úr Urriðaá og Kalmansá, samtals sex sýnum úr hvorri á. Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin einu sinni yfir söfnunartímabilið, fjögur sýni úr Berjadalsá og fimm sýni úr Kúludalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig (pH), leiðni, flúor, klór, brennisteinn, natrín og kalsín. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ [10]. Bakgrunnsmælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000, og Kúludalsá, þar sem mælingar hófust 2016.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2016

Rennsli Kalmansár og Urriðaár er fyrst og fremst yfirborðsvatn annars vegar úr Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Laxá, Berjadalsá, Kúludalsá og Fossá eru bergvatnsár. Í viðauka C má sjá tölfræðigreiningu á mælingum á efnainnihaldi vöktunaráa frá 1997 – 2016 sem gerð er til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk hafi átt sér stað í ánum á þessu tímabili.

5.1 Megin niðurstöður

Leiðni

Meðalleiðni allra vöktunaránna var svipuð og undanfarin ár. Kalmansá og Urriðaá hafa töluvert hærrí og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar (Fossá, Berjadalsá, Kúludalsá og Laxá).

Sýrustig

Sýrustig í öllum ám árið 2016 mældist innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Heildarmeðaltal sýrustigs allra ánna var hærra en áður hefur mælst, sérstaklega hækkaði það í Fossá og Laxá. 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, Laxá og Kúludalsá.

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. Styrktur flúors í bergvatnsánum hefur 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 C. Að auki er yfirlit yfir mælingar og hámarksgildi samkvæmt neysluvatnsreglugerð í töflu 5.1 og niðurstöður tölfræði úrvinnslu fyrir vöktunarárnar í viðauka C.

TAFLA 5.1 Niðurstöður mælinga í vöktunarárni ásamt skilgreindum hámarks-gildum fyrir neysl vatn auk niðurstaðna tölfraeðigreiningar

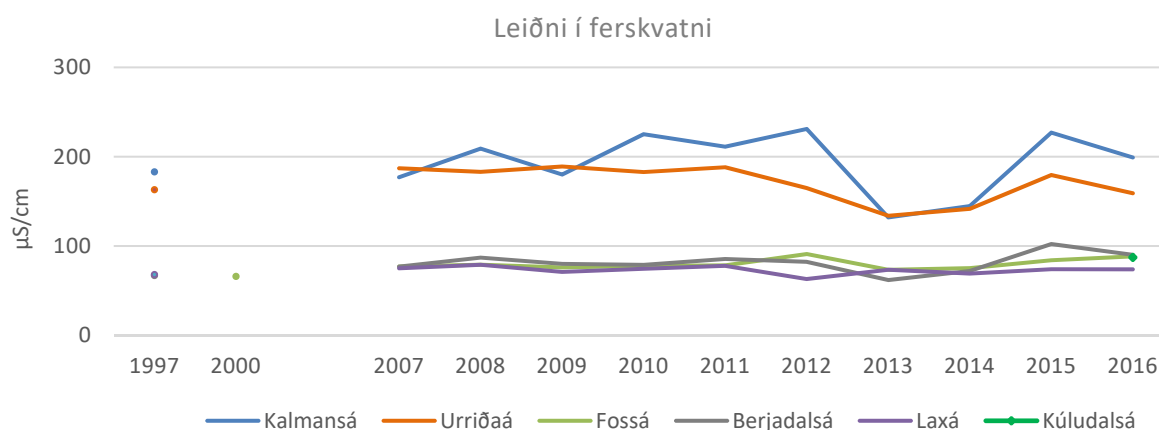
Mælipáttur	Meðalstyrkur	Niðurstöður tölfraeðigreiningar Breyting 2016 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar Breyting 2016 m.v. 2007
Flúor	(µg/L)		
<i>Kalmansá</i>	159 Min 114 (mars), Max 204 (ág.)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	150 Min 124 (mars), Max 176 (ág.)		
<i>Berjadalsá</i>	39 Min 30 (mars), Max 46 (sept.)	Ekki marktæk breyting	
<i>Fossá</i>	54 Ein mæling	Engin tölfraeðigreining	
<i>Laxá</i>	56 Ein mæling		
<i>Kúludalsá</i>	47 Min 42 (maí), Max 56 (sept.)		
Hámarsgildi skv. rg. 536/2001	1.500		
Klóríð	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	28 Min 22 (mars), Max 33 (sept.)	Engin tölfraeðigreining	
<i>Urriðaaá</i>	25 Min 22 (okt.), Max 31 (ág.)		
<i>Berjadalsá</i>	16 Min 13 (sept.), Max 19 (ág.)		
<i>Fossá</i>	10 Ein mæling		
<i>Laxá</i>	8 Ein mæling		
<i>Kúludalsá</i>	15 Min 14 (maí), Max 16 (ág.)		
Hámarsgildi skv. rg. 536/2001	250		
Súlfat	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	2,9 Min 2,1 (ág.), Max 3,7 (júní)	Engin tölfraeðigreining	
<i>Urriðaaá</i>	2,3 Min 2,2 (júní), Max 2,4 (júní)		
<i>Berjadalsá</i>	0,9 Min 0,9 (júní), Max 1,0 (sept.)		
<i>Fossá</i>	0,7 Ein mæling		
<i>Laxá</i>	0,7 Ein mæling		
<i>Kúludalsá</i>	1,2 Min 1,0 (maí), Max 1,3 (júlí)		
Hámarsgildi skv. rg. 536/2001	250		
Sýrustig (pH)	pH		
<i>Kalmansá</i>	7,5 Min 7,2 (mars), Max 7,7 (júlí)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	7,4 Min 7,3 (sept.), Max 7,5 (ág.)		
<i>Berjadalsá</i>	7,4 Min 7,2 (ág.), Max 7,7 (sept.)		
<i>Fossá</i>	7,8 Ein mæling	Engin tölfraeðigreining	
<i>Laxá</i>	8,0 Ein mæling		
<i>Kúludalsá</i>	7,6 Min 7,4 (júní), Max 7,8 (ág.)		
Hámarsgildi 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 leiðnin. 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 súlfats, 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 eitt sýni sem tekið var í september úr Urriðaá [10].

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2016 mældist á bilinu 106 – 288 $\mu\text{S}/\text{cm}$ með meðalleiðni allra mælinga 181 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánnum mældist leiðni á bilinu 70 – 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var 87 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var 116 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sem er mjög nálægt meðaltali síðustu 10 ára, en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin. Mynd 5.2 sýnir meðaltöl fyrir leiðni í vöktunarám frá árunum 2007 – 2016, auk bakgrunnsgilda frá 1997 og frá 2000 fyrir Fossá til viðmiðunar.

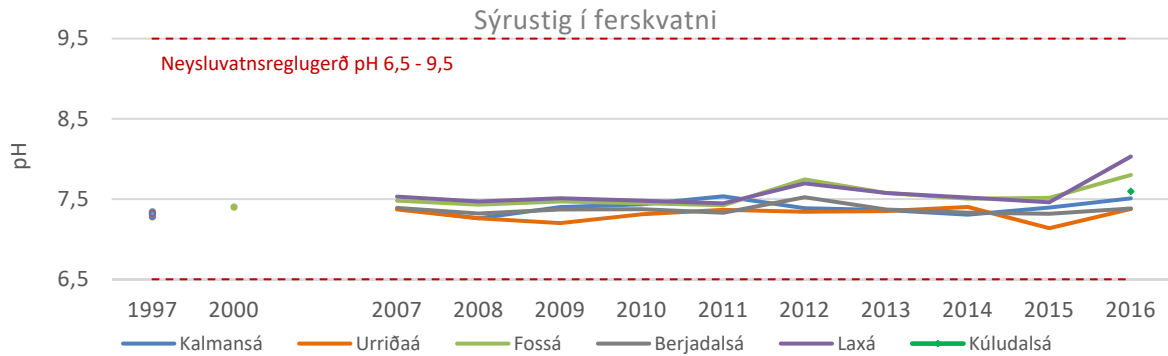


MYND 5.2 Meðalleiðni í vöktunarám árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

5.2.2 Sýrustig ferskvatns

Allar mælingar á sýrustigi árið 2016 voru innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var pH 7,44 og mældist á bilinu pH 7,24 – 7,70. Sýrustig bergvatnsánna mældist að meðaltali pH 7,58 á bilinu pH 7,19 – 8,03. Meðaltal á sýrustigi fyrir allar árnar var pH 7,62 en það er hæsta mælda gildi síðan árið 2000. Skiptir þar mestu að sýrustig í bergvatnsánnum var mun hærra en áður hefur mælst [10].

Á mynd 5.3 eru sýnd meðaltöl sýrustigs í vöktunarám. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá eða Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki C). Þar sem aðeins var framkvæmd ein mæling í Fossá og Laxá er ekki mögulegt að gera tölfræðigreiningu fyrir þær ár. Sömuleiðis er ekki hægt að gera tölfræðigreiningu á Kúludalsá þar sem 2016 er fyrsta árið sem að hún er vöktuð.



MYND 5.3 Meðaltal sýrustigs í vöktunarárám árin 2007 – 2016 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 nr. 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 [1] 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 2016 var 159 µg F/L og í Urriðaá 150 µg F/L og mældist rúmlega þrisvar sinnum hærrí en í bergvatnsánnum (mynd 5.4). Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors 46 µg F/L, á bilinu 30 – 56 µg F/L, sem er hærrí styrkur en fyrri ár.

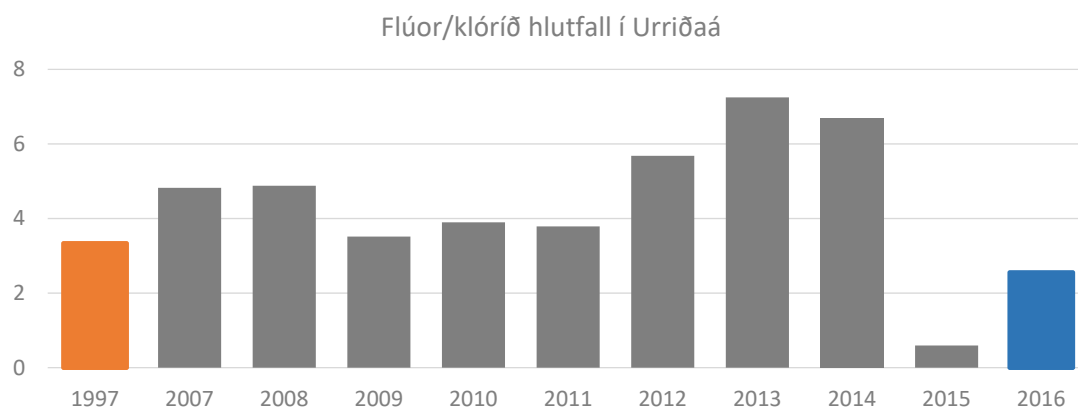
Styrkur flúors í Kalmansá og Urriðaá virtist aukast eftir því sem leið á vöktunartímabilið. Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötn, Eiðisvatn og Hólmavatn, sem staðsett eru afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og liggur syðsti hluti Eiðisvatns að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Þessar 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. Febrúar fram í ágúst var fremur þurr tímabil og sumarið var hlýtt, en í september hófst úrkomutímabil sem náði hámarki í október. Marktæk hækkun er á flúorstyrk í Kalmansá og Urriðaá árið 2016 miðað við árið 1997 en ekki er um að ræða marktæka breytingu miðað við árið 2007 (viðauki C). Í Kalmansá og Urriðaá hefur mælst hærrí styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu Norðuráls. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika en styrkurinn eykst árið 2016 [10].

Styrkur klóríðs er mældur í vöktunaránum svo að hægt sé að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúors og klóríðs í Urriðaá. Hlutfall flúors/klóríðs má sjá á mynd 5.5 en hlutfallið er nokkuð hærrí en meðaltal síðustu 10 ára. Gætti því einhverra áhrifa sjávar en þó ekki jafn mikið og árið 2015. Mældan styrk flúors í ánni má

meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins. Mánaðarmeðalstyrk fyrir hlutfall flúors/klóríðs og meðalstyrk flúors hvern mælimánuð má sjá í viðauka C fyrir árin 2007 – 2016 í Urriðaá.



MYND 5.4 Meðalstyrkur flúors í Urriðaá og Kalmansá árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



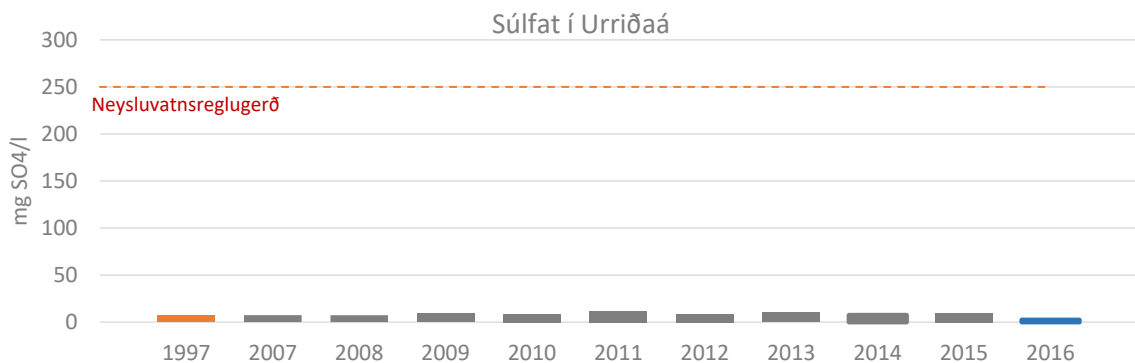
MYND 5.5 Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

5.2.4 Súlfat í ferskvatni

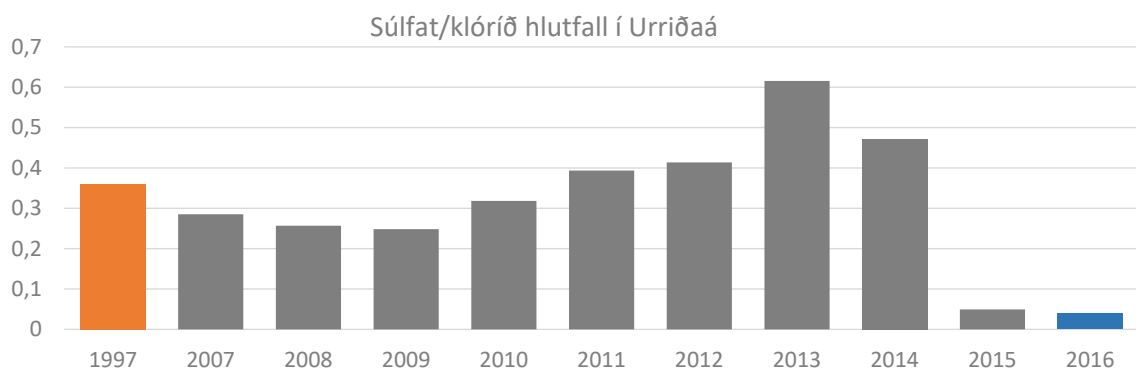
Styrkur súlfats í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett eru fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO₄/L) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var líkt og áður töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánum. Meðalstyrkur bergvatnsáanna var 0,9 mg SO₄/L en 2,6 mg SO₄/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.6 fyrir Urriðaá). Styrkur súlfats í Urriðaá í september mældist mjög hár vegna áhrifa frá sjávarföllum og er ekki tekinn með í meðaltölin (sjá viðauka C). Meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá á árinu var mjög lítill en ekki hefur mælst áður jafn lítill styrkur súlfats í Urriðaá.

Styrkur súlfats í árvatni bergvatnsáanna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi og var engin breyting þar á árið 2016.

Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd 5.7 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs er mjög lágt líkt og 2015 og gætti því meiri áhrifa frá sjó en árin þar 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 C fyrir árin 2007 – 2016.



MYND 5.6 Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá árin 2007 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



MYND 5.7 Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2007 – 2015 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Iðjuverin hafa samkvæmt starfsleyfi heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í flæðigryfjum sem staðsettar eru á hafnarsvæði í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Helst er hér um að ræða kerbrot, óendurvinnanlegar málmleifar, kola- og súralsryk. Grjótgarður afmarkar flæðigryfjurnar sem eru fylltar smám saman með úrgangi og burðarhæfum jarðvegi. Sjór flæðir um gryfjuna vegna sjávarfalla en veggir flæðigryfjanna hindra að föst efni berist til sjávar. Kerbrotaúrgangurinn er blandaður skeljasandi, sem hvarfast við flúorsambönd og önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Hafnarvernd sér um aðgengi til losunar í flæðigryfjurnar ásamt daglegu eftirliti.

Sjósýni voru tekin á 1 metra dýpi á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Sýni voru tekin þrisvar sinnum yfir sumartímenn á hverjum stað í 1 metra og 4 metra fjarlægð frá ytri mörkum grjótgarðs (mynd 6.1). Tvö viðmiðunarsýni voru tekin í miðju fjarðar og við Kalastaði, þar sem ekki gætir áhrifa frá flæðigryfjunum og hafnarsvæði vegna legu strauma í Hvalfirði. 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 sýaníðs og flúors. Sýni voru tekin þrisvar, dagana 4. júlí, 18. ágúst og 2. september. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ.



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

6.1 Megin niðurstöður

Málmar

Arsen (As), kadmín (Cd), króm (Cr), kopar (Cu), nikkell (Ni), blý (Pb) og sink (Zn) mældust í öllum tilvikum innan við umhverfismörk II (lítil hættu á áhrifum á umhverfið) og styrkur kvikasilfurs liggur innan skilgreindra umhverfismarkna. Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna flæðigryfju, sem eru sambærilegar niðurstöðum undanfarinna ára. Styrkur járnsmældist í öllum tilvikum svipaður eða lægri en í viðmiðunarsýnum og það sama á við um aðra málma sem voru mældir.

Sýnið og flúor

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

6.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

6.2.1 Málmar í sjósýnum

Reglulega er fylgst með styrk níu 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. Auk þess var styrkur járnsmældur í sjósýnum, en engin umhverfismörk eru skilgreind fyrir þennan málma í reglugerðum.

Arsen (As), kadmín (Cd), króm (Cr), kvikasilfur (Hg), blý (Pb) og járn (Fe) mældist í öllum tilvikum í lægri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum. Oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Meðalstyrkurinn mældist í öllum tilvikum innan umhverfismarkna II (lítil hættu á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Kopar (Cu), nikkell (Ni) og sink (Zn) mældist í nokkrum tilfellum hærri en í viðmiðunarsýnum, sérstaklega við austurenda gryfjunnar fram að miðju, en í öllum tilvikum innan umhverfismarkna II (lítil hættu á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að lítil útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Styrkur járnsmældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi fyrir járn í neysluvatni (200 µg/L) og svipaður og í viðmiðunarsýnum.

Niðurstöður mælinga á meðal-, hæsta- og lægsta styrk málma í sjó er að finna í töflu 6.1. Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni skv. reglugerð nr. 796/1999 (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	1,5	1,2 1,7	<0,05	<0,05 0,08	0,31	<0,1 0,53	1,0	1,0 1,2	0,009	0,006 0,012	<0,5	<0,5 0,70	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	27	18 37
2 Austurendi - 4 m	1,7	1,6 1,7	<0,05	<0,05 <0,05	0,27	0,10 0,36	0,8	0,6 0,9	0,011	0,010 0,011	<0,5	<0,5 0,58	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	32	29 34
3 Austanmegin - 1 m	1,6	1,4 1,8	0,05	<0,05 0,10	0,28	0,21 0,35	0,8	0,6 1,2	0,013	0,011 0,015	0,9	<0,5 2,6	<0,3	<0,3 <0,3	2,4	<2,0 3,4	39	25 52
4 Austanmegin - 4 m	1,6	1,4 1,9	<0,05	<0,05 <0,05	0,25	0,17 0,35	<0,5	<0,5 1,0	0,011	0,006 0,016	<0,5	<0,5 0,86	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 3,3	38	35 43
5 Miðja - 1 m	1,7	1,4 1,9	<0,05	<0,05 0,08	0,27	0,20 0,32	<0,5	<0,5 1,2	0,010	0,010 0,011	0,8	<0,5 2,2	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 3,2	28	23 38
6 Miðja - 4 m	1,6	1,4 1,8	<0,05	<0,05 0,08	0,25	0,19 0,36	<0,5	<0,5 0,9	0,009	0,007 0,011	<0,5	<0,5 1,1	<0,3	<0,3 <0,3	4,4	3,5 5,0	31	23 40
7 Vestanmegin - 1 m	1,8	1,6 1,9	<0,05	<0,05 0,05	0,29	0,15 0,42	<0,5	<0,5 0,8	0,013	0,011 0,015	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	4,6	<2,0 7,9	24	15 30
8 Vestanmegin - 4 m	1,8	1,6 2,1	<0,05	<0,05 0,07	0,17	<0,1 0,30	<0,5	<0,5 0,9	0,009	0,008 0,009	<0,5	<0,5 0,51	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	25	14 35
9 Vesturendi - 1 m	1,7	1,5 1,8	0,05	<0,05 0,10	0,28	0,13 0,45	<0,5	<0,5 <0,5	0,013	0,009 0,020	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 3,2	27	16 32
10 Vesturendi - 4 m	1,7	1,6 1,8	<0,05	<0,05 <0,05	0,23	<0,1 0,40	<0,5	<0,5 <0,5	0,013	0,010 0,019	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	31	19 38
Kalastaðir	1,6	1,5 1,7	<0,05	<0,05 <0,05	0,43	0,24 0,57	<0,5	<0,5 0,8	0,010	0,000 0,014	<0,5	<0,5 0,63	<0,3	<0,3 <0,3	2,0	<2,0 2,6	30	13 42
Miðja fjarðar	1,9	1,8 2,2	<0,05	<0,05 <0,05	0,27	0,13 0,35	<0,5	<0,5 <0,5	0,011	0,009 0,013	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 2,9	26	19 38

* 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
- Lítil 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 yfirborðsvatni skv. viðauka I í rg. nr. 981/2015 um (4.) breytingu á reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

6.2.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk, hæsta og lægsta mælda styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í töflu 6.3. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir þessi efni 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, hæst 1,12 mg/L í 1m fjarlægð austanmegin gryfjunnar sem er 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	0,84	0,74 0,91
2 Austurendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,85	0,76 0,92
3 Austanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,12	0,73 1,68
4 Austanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,87	0,73 1,06
5 Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,00	0,74 1,44
6 Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,83	0,73 0,96
7 Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,71 0,77
8 Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,75	0,73 0,77
9 Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,73 0,78
10 Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,73 0,78
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,72 0,78
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	0,76	0,72 0,78

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

7 LÍFRÍKI SJÁVAR, KRÆKLINGUR OG SET

Metin voru hugsanleg áhrif iðnaðarsvæðisins á Grundartanga á lífríki sjávar eins og gert er á þriggja ára fresti, samkvæmt vöktunaráætlun. Kræklingrannsóknir fóru fram árin 2000, 2004, 2007, 2011 og 2013 en set var rannsakað í fyrsta sinn árið 2013. Kræklingur var ræktaður í búrum á sex stöðum á grunnsævi meðfram strandlengjunni við Grundartanga og á viðmiðunarstað við Saurbæjarvík innar í Hvalfirði. Staðsetningu vöktunarstaðanna sex utan við Grundartanga auk viðmiðunarstaðar má sjá á mynd 7.1. Hentugt er að nota krækling (*Mytilus edulis*) til vöktunar á ástandi sjávar með tilliti til mengunarefna og aðgengi efnanna að lífverum í sjó. Kræklingur er öflugur síari sem tekur upp lífrænar fæðuagnir, s.s. svif, bakteríur og lífrænar leifar, og þar með þau mengunarefni sem aðgengileg eru lífverum í sjó og safnar þeim í mjúkvefi og skel. Efnagreiningar á mjúkvef kræklinga geta því endurspeglad nánasta umhverfi hans með tilliti til mengandi efna. Setsýni voru tekin á sömu stöðum og kræklingurinn var ræktaður til að meta mengunarálag á sjávarbotn í grennd við iðjuverin á Grundartanga.



MYND 7.1 Vöktunarstaðir fyrir lífríki sjávar, krækling og sjávarset í Hvalfirði árið 2016

Kræklingur (2 – 3 ára) var fenginn af ræktunarlínum Vogaskeljar frá Vogum á Vatnsleysuströnd [8]. Á hverjum vöktunarstað var 120 kræklingum komið fyrir í búrum á annars vegar 1 metra og hins vegar á 5 metra dýpi. Áhersla var lögð á að kræklingurinn hefði gott rými til vaxtar og gæti síað sjó óhindrað allan tímann. Búrunum var komið fyrir á viðmiðunarstaðnum í Saurbæjarvík þann 20. júní 2016 og hafður þar í þrjár vikur til aðlögunar. Þann 13. júlí 2016 var kræklingur færður á vöktunarstaðina utan

við Grundartanga og Katanes, þar sem hann var hafður í tvo mánuði, til 17. september 2016. Einnig var einu búi komið strax í frysti sem viðmiðunarsýni [8]. Ólífræn snefilefni; arsen, kadmín, kopar, sink, króm, nikkel, kvikasilfur, selen, blý, vanadín, ál, járn og flúor voru mæld í kræklingssýnunum frá hverjum vöktunarstað og í viðmiðunarsýnunum tveimur, samtals í 16 sýnum. Að auki voru 16 fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efna) mæld í sömu sýnum [8].

PAH efni voru mæld í sjö setsýnum sem tekin voru með botngreip þann 28. september 2016 á sömu stöðum og kræklingur var ræktaður [8].

Rannsóknarsetur Háskóla Íslands á Suðurnesjum, sá um skipulagningu kræklingrannsóknanna og bar ábyrgð á framkvæmd þess hluta sem sneri að því að undirbúa búr, útvega krækling og að rækta kræklinginn. Þar voru gerðar mælingar á líffræðilegum þáttum kræklinganna. Þeir sáu einnig um skipulagningu og sýnatöku setsýna. Matís ohf., gerði mælingar á ólífrænum snefilefnum og meginefnaþáttum (þurrefni, aska, salt og fita). Mælingar á flúor voru framkvæmdar af undirverktaka, GBA í Þýskalandi fyrir tilstuðlan Matís ohf. Mælingar á PAH efnum voru gerðar á Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði við Háskóla Íslands.

7.1 Megin niðurstöður

Dánartíðni kræklinga

Dánartíðni á öllum vöktunarstöðum var lág og almennt virtist kræklingurinn þrífast ágætlega.

Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi

Styrkur ólífrænna snefilefna mældist á öllum vöktunarstöðum svipaður eða lægri en í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis Ísland og alltaf lægri en viðmiðunarmörk Norðmanna fyrir menguð svæði. Styrkur kadmíns, kvikasilfurs og blýs í kræklingi var ávallt undir skilgreindum hámarksstyrk í matvælum. Styrkur kadmíns tengist náttúrulega háum bakgrunnstyrk í íslensku umhverfi. Styrkur arsens, kadmíns, króms, selens og flúors lækkaði á öllum vöktunarstöðvum og í viðmiðunarsýnum frá Saurbæjareyri miðað við fryst upphafs viðmiðunarsýni líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga yfir vöktunartímann.

Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í kræklingi

Styrkur PAH efna í kræklingi var óverulegur og ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði. Af 16 mismunandi PAH efnum mældust eingöngu þrjú þeirra yfir magngreiningarmörkum.

Niðurstöður mælinga benda til að iðjuverin hafi ekki merkjanleg áhrif á umhverfið í sjónum í nágrenni Grundartanga.

Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í sjávarseti

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í seti. PAH efni mældust í öllum sjávarsetsýnum. Líklegt er að þessi PAH efni tengist iðnaðarstarfssemi og skipaumferð á svæðinu.

Í töflu 7.1 má sjá yfirlit yfir mælingar á ólífrænum snefilefnum í mjúkvef krækings auk íslensks náttúrulegs bakgrunnsgildis og norsks viðmiðunargildis. Í töflu 7.2 eru birtar niðurstöður yfir samanlagðan styrk 16 PAH efna í kræklingi og í töflu 7.3 er birt yfirlit yfir mælingar PAH efna í sjávarseti. Í viðauka D má sjá nánari niðurstöður mælinga fyrir PAH efni í kræklingi. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk í reglugerðum fyrir styrk PAH efni í kræklingi eða sjávarseti.

TAFLA 7.1 Niðurstöður mælinga á ólífrænum snefilefnum í kræklingi 2016

Ólífræn snefilefni	Meðalstyrkur ($\mu\text{g/g}$ þurrvigt)	Íslensk bakgrunnsgildi** ($\mu\text{g/g}$ þurrvigt)	Norsk viðmiðunargildi (mg/kg þurrvigt) Flokkur I: lítt eða ekki menguð svæði***
Arsen (As)*	8,67 Min 7,75 (Vs5, 1 m) Max 9,95 (Vs3, 5 m) / 12,0 (Viðmið fryst, 5 m)	10,1	<10
Ál (Al)*	102,4 Min 81,5 (Vs5, 1 m) Max 126,6 (Vs2, 5 m) / 158,7 (Viðmið fryst, 5 m)	-	-
Blý (Pb)*	0,072 Min 0,061 (Vs5, 1 m) Max 0,086 (Vs1, 5 m) / 0,11 (Viðmið fryst, 5 m, 1 m)	0,15	<3
Flúor (F)	2,0 Min 1,7 (Vs1, 1m og 5m) Max 2,1 (allir aðrir staðir) / 3,4 (Viðmið fryst, 5 m)	-	<15
Járn (Fe)*	191 Min 156 (Vs5, 1 m) Max 233 (Vs1, 5 m) / 288 (Viðmið fryst, 5 m)	-	-
Kadmín (Cd)*	2,77 Min 2,50 (Vs6, 1 m) Max 3,28 (Vs5, 5 m) / 4,85 (Viðmið fryst, 5 m)	1,3-1,7	<2
Kopar (Cu)*	5,6 Min 5,1 (Vs1, 1 m) Max 6,3 (Vs6, 5 m)	6,6	<10
Króm (Cr)*	0,40 Min 0,29 (Vs3, 1 m) Max 0,51 (Vs5, 5 m)	-	<3
Kvikasilfur (Hg)*	< 0,06 (undir greiningarmörkum)	0,041-0,049	<0,2
Nikkel (Ni)*	0,71 Min 0,38 (Vs5, 1 m) Max 1,12 (Vs2, 5 m)	-	<5
Selen (Se)*	2,63 Min 2,22 (Vs5, 1 m) Max 3,05 (Vs3, 5 m) / 3,55 (Viðmið fryst, 5 m)	2,1-3,5	-
Sink (Zn)*	79,46 Min 68,19 (Vs5, 1 m) Max 89,33 (Vs2, 5 m) / 94,26 (Viðmið fryst, 5 m)	120	<200
Vanadín (V)*	1,88 Min 1,44 (Vs5, 1 m) Max 2,32 (Vs2, 5 m)	-	-

* Óvissa faggiltra mælinga er 20%

** Bakgrunnsgildi frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland yfir 20 ára vöktunartímabil [2]

*** Mengunarástand sjávar er skipt í flokka I-V út frá efnainnihaldi í krækling. Svæði í flokki I teljast lítt eða ekki menguð, en svæði í flokki V telst vera mjög mikið mengað [16]

TAFLA 7.2 Niðurstöður mælinga á PHA 16 efnum í kræklingi 2016

Efni	Meðalstyrkur (ng/g votvigt)	Norsk viðmiðunargildi (ng/g votvigt) Flokkur I: lítt eða ekki menguð svæði
ΣPAH_{16}	1,7 Min 0,8 (Vs5, 1 m) Max 2,4 (Vs6, 1 m) /	<50*

* Heildarmagn 15 PAH efna (fyrir utan naftalen)

TAFLA 7.3 Niðurstöður mælinga á PAH efnum í sjávarseti 2016

PAH efni	Meðalstyrkur (ng/g þurrvigt)	Hæsti og lægsti styrkur (ng/g þurrvigt)
naftalen	13,4	Min 4 (Vs5) Max 30 (Vs2)
asenaftýlen	2,2	Min 1,2 (Vs6) Max 4,2 (Vs5)
asenaften	15,7	Min 5,4 (Vs5) Max 37 (Vs2)
flúoren	17,9	Min 5,2 (Vs1) Max 38 (Vs2)
fenantren	45,4	Min 15 (Vs1) Max 100 (Vs2)
antrasen	14,5	Min 4,4 (Vs1) Max 33,2 (Vs2)
flúoranten	61,7	Min 27,2 (Vs1) Max 110 (Vs2)
pýren	54,2	Min 23 (Vs1) Max 100 (Vs2)
benzó(a)antrasen	30,6	Min 14,6 (Vs1) Max 58,7 (Vs2)
krýsen	27,8	Min 13,4 (Vs1) Max 51,3 (Vs2)
benzó(b)flúoranten	31,9	Min 20,5 (Vs1) Max 55,3 (Vs2)
benzó(k)flúoranten	14,1	Min 9,2 (Vs1) Max 21,8 (Vs2)
benzó(a)pýren	34,2	Min 18,8 (Vs1) Max 59,8 (Vs2)
indenó(1,2,3-cd)pýren	25,4	Min 18,4 (Vs1) Max 40 (Vs2)
dibenzó(a,h)antrasen	5,6	Min 3,2 (Vs1) Max 10,7 (Vs2)
benzó(ghi)perýlen	27,8	Min 20,3 (Vs6) Max 43 (Vs2)

7.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

7.2.1 Dánartíðni kræklinga

Heildarfjöldi og fjöldi dauðra einstaklinga var talinn í hverju búi. Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarstöðum og á viðmiðunarstað var lág, að meðaltali 4,2% og almennt virtist kræklingurinn þrífast ágætlega. Dánartíðni var að meðaltali 4,9 kræklingar fyrir hverja 120. Lítil munur var á dánartíðni milli vöktunarstaða og í heildina um fáa dauða kræklinga að ræða. Að líkindum eru afföllin eðlileg [8]. Samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra einstaklinga í búrum má sjá í viðauka D.

7.2.2 Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi

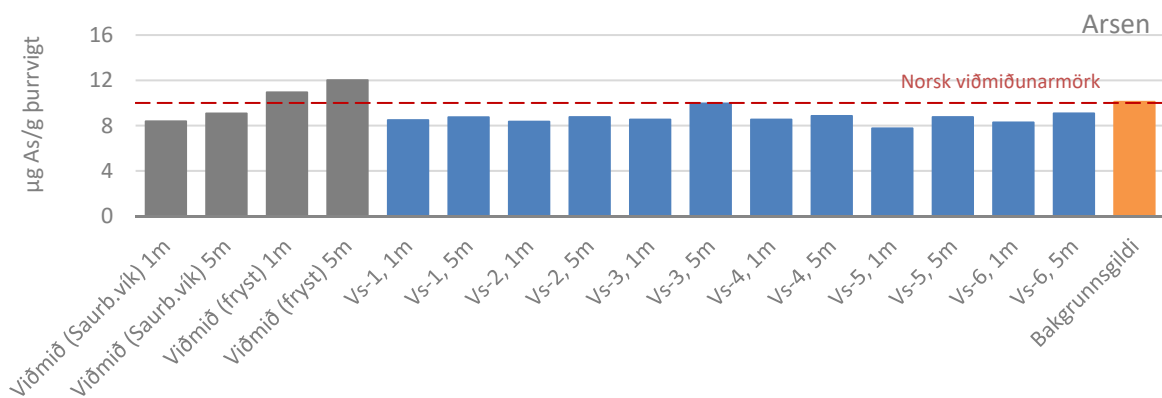
Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í mjúkvæf kræklingssýnum fóru fram við Grundartanga árin 2000, 2004, 2007, 2011 og 2013. Niðurstöður mælinga árið 2016 eru svipaðar eða lægri samanborið við fyrri rannsóknir. Samanburður niðurstaðna er á þurrvigtargrunni þar sem innihald af sjó getur verið breytilegt þegar kræklingssýnin eru fryst. Niðurstöðurnar voru bornar saman við vöktunarniðurstöður kræklingssýna yfir 20 ára tímabil frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland [2]. Niðurstöðurnar voru einnig bornar saman við norsk viðmiðunargildi fyrir mengunarástand sjávar sem skipt hefur verið í fimm flokka út frá efnainnihaldi lífvera (þ.m.t. kræklingssýna) [16].

Svæði í flokki I teljast lítt eða ekki menguð en svæði í flokki V teljast vera mjög mikið menguð. Ómengað svæði er skilgreint sem svæði þar sem engin starfssemi af mannavöldum fer fram.

Leyfileg hámarksgildi, t.d. til manneidis, miða yfirleitt við votvigt. Í reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum eru gefin hámarksgildi fyrir blý (1,5 µg/g votvigt) og kadmín (1,0 µg/g votvigt) í samlokum (e. *bivalve molluscs*) og kvikasilfur (0,5 µg/g votvigt) í fiskafurðum. Öll mæld gildi í kræklingi við Grundartanga árið 2016 eru undir þessum hámarksgildum.

Arsen

Styrkur arsens í mjúkvöðva kræklinga frá vöktunarstöðunum sex og í viðmiðunarsýninu í Saurbæjarvík, lækkaði líkt og í fyrri rannsóknum á meðan á eldinu stóð samanborið við fryst viðmiðunarsýni. Hugsanleg skýring gæti tengst líffræðilegum og árstíðarbundnum breytingum á efnasamsetningu kræklinga vegna hrygningar sem er líklega á tímabilinu júlí-ágúst (mynd 7.2). Styrkur arsens í frysta viðmiðunarsýninu er aðeins yfir lágstu norsku viðmiðunarmörkunum (10 µg As/g) en önnur sýni eru öll undir því og flokkast svæðið því í flokk I, þ.e. lítt eða ekki mengað svæði.

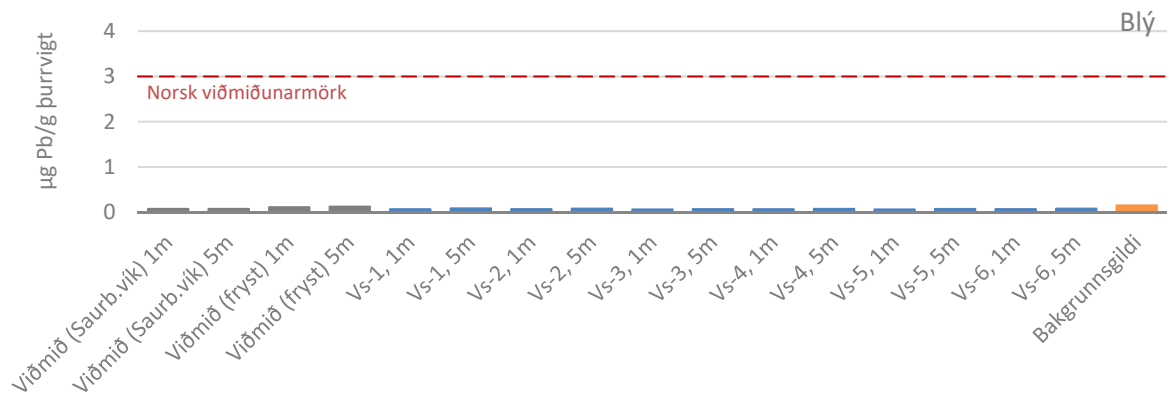


MYND 7.2 Styrkur arsens í mjúkvæf kræklinga 2016, bakgrunnsgildi fyrir styrk arsens í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Meðalstyrkur arsens á vöktunarstöðum árið 2016 mældist 8,7 µg As/g. Rannsóknir sýna að meðalstyrkur arsens í kræklingi frá Hvalfirði yfir 20 ára tímabil er 10 µg As/g, sem eru sambærilegar niðurstöður og fyrir arsen í kræklingi frá lítt eða ómenguðum svæðum umhverfis Ísland [2] [8]. Styrkur arsens í mjúkvöðva kræklinga við Grundartanga árið 2016 var í svipuðum styrk og í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis landið.

Blý

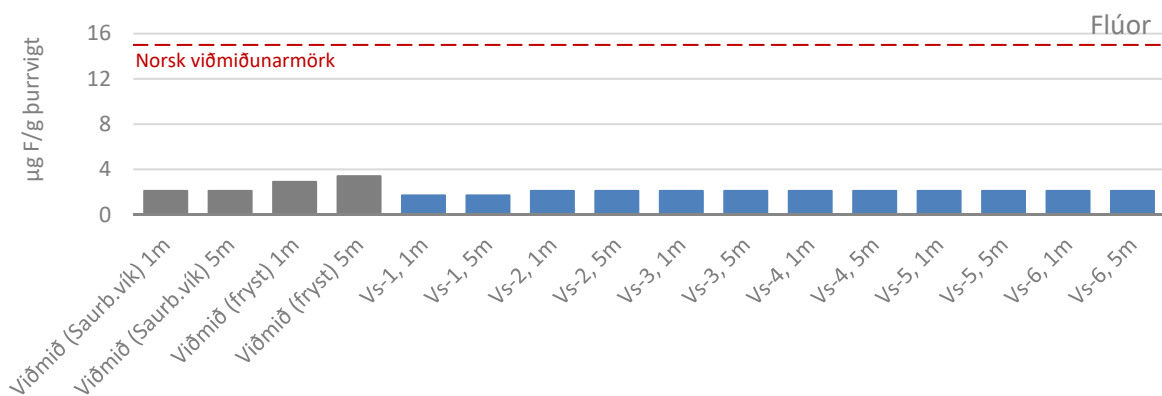
Styrkur blýs í mjúkvæf kræklinga mældist á öllum vöktunarstöðum langt undir lágsta viðmiði í Noregi (3 µg Pb/g) (mynd 7.3), eins og áður í umhverfisvöktun iðjuveranna. Meðalstyrkur blýs í mjúkvæf kræklinga mældist 0,072 µg Pb/g en meðalstyrkur blýs í kræklingi frá 11 stöðum umhverfis Ísland var árið 2011 að meðaltali 0,15 µg Pb/g.



MYND 7.3 Styrkur blýs í mjúkvaf kræklings 2016 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Flúor

Flúorstyrkur í mjúkvöðva kræklings er á öllum vöktunarstöðum vel undir norskum viðmiðunarmörkum (15 µg F/g) í flokki I, og er sjórinn álitinn óverulega mengaður (mynd 7.4). Meðalstyrkur flúors í mjúkvaf kræklings á vöktunarstöðum árið 2016 var 2,0 µg F/g, sem er töluvert lægri styrkur en mældist árið 2013 (7,2 µg F/g). Styrkur flúors í öllum vöktunarsýnum og viðmiðunarsýni við Saurbæjarvík mældist lægri en í frystu viðmiðunarsýni, þannig lækkaði styrkur flúors í kræklingi á meðan á eldinu stóð líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga. Ekki er kerfisbundinn munur í styrk flúors eftir dýpi (1 og 5 m) á vöktunarstöðunum sex.



MYND 7.4 Styrkur flúors í mjúkvaf kræklings 2016 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Kadmín

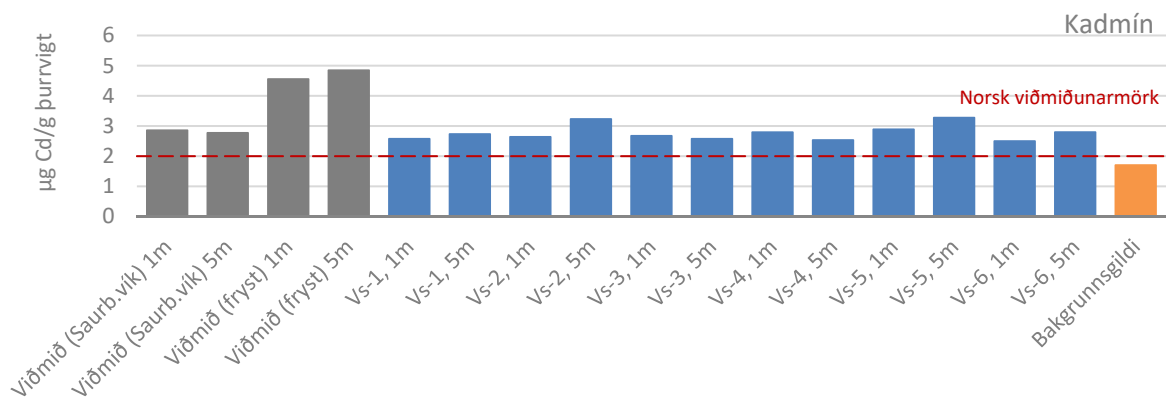
Árið 2016 mældist meðalstyrkur kadmíns 2,7 µg Cd/g í mjúkvaf kræklings á vöktunarstöðum. Styrkur kadmíns er svipaður á öllum vöktunarstöðum sem og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík. Styrkurinn lækkaði á vöktunartímanum samanborið við fryst viðmiðunarsýni (mynd 7.5) eins og fyrri ár, líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga. Þessi lækking bendir til að ekki sé kadmínmengun frá iðnaðarsvæðinu. Styrkur kadmíns í frystum viðmiðunarsýnum var hár eða 4,7 µg Cd/g. Í töflu 7.4 má sjá hvernig styrkur viðmiðunarsýna sem fóru beint í frysti hafa breyst frá árinu 2011. Hlutfallsleg lækking kadmíns í styrk kræklings er áþekkt í öllum tilvikum á meðan á ræktun stóð, en var minni árið 2016 en 2013, líklega vegna háa upphafsstyrks.

TAFLA 7.4 Meðalstyrkur kadmíns ($\mu\text{g/g}$ þurrvigt), samanburður árána 2011-2016

Ár	Viðmiðunarsýni (fryst) 1 m og 5 m	Vöktunarstöðvar 1-6 auk viðmiðunarsýna frá Saurbæjarvík	Hlutfall*
2016	4,7	2,77	1,7
2013	3,46	1,86	1,9
2011	2,88	1,88	1,5

* Viðmiðunarsýni (fryst)/vöktunarstöðvar og viðmiðunarsýni frá Saurbæjarvík

Styrkur kadmíns liggur nálægt næstlægsta viðmiðunargildi Norðmanna (2-5 Cd/g) og lendir svæðið í flokk II, nokkuð mungað svæði. Það er hins vegar þekkt að styrkur kadmíns í kræklingi við Ísland er nokkuð hár af náttúrulegum orsökum og mældist styrkur kadmíns á bilinu 1,3-1,7 $\mu\text{g Cd/g}$ yfir 20 ára vöktunartímabil í Hvalfirði sem eru sambærilegar niðurstöður fyrir krækling frá ómengduðum svæðum á Íslandi s.s. við Hvassahraun [2]. Meðalstyrkur kadmíns mældist 1,9 $\mu\text{g Cd/g}$ í mjúkvæf kræklinga frá 11 stöðum umhverfis Ísland var árið 2011 [13]. Styrkur kadmíns á votvigt í þessari rannsókn (0,53-0,80 $\mu\text{g Cd/g}$) er ávallt undir neyslumörkum Evrópusambandsins fyrir samlokur (1 $\mu\text{g Cd/g}$ votvigt), sbr reglugerð nr. 265/2010. Styrkur kadmín í mjúkvöðva kræklinga við Grundartanga 2016 er því sambærilegur við styrk kadmíns í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið.

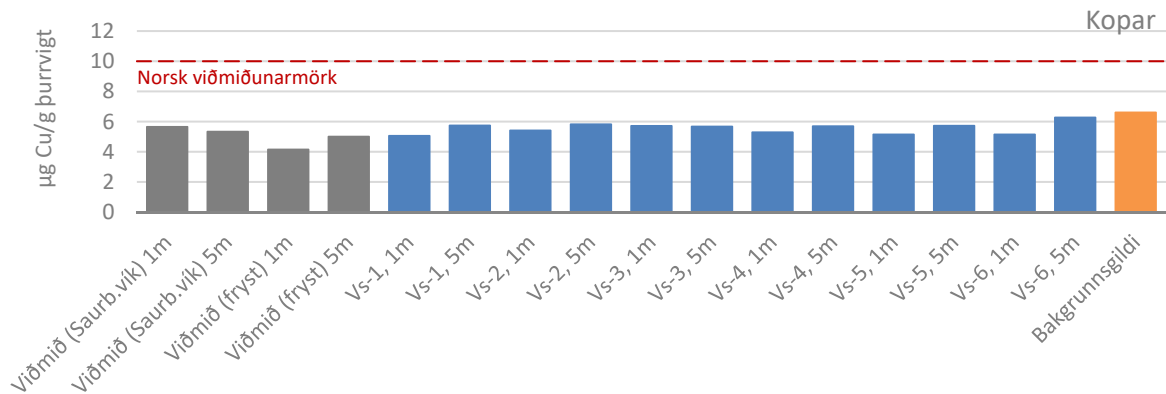
**MYND 7.5** Styrkur kadmíns í mjúkvæf kræklinga 2016, bakgrunnsgildi fyrir styrk kadmíns í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Kopar

Miðað við fryst viðmiðunarsýni má sjá að hækkun á sér stað í magni kopars í krækling á vöktunartímanum á öllum vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík (mynd 7.6). Styrkurinn mældist örlítið hærri á 5 m dýpi en á 1 m dýpi. Meðalstyrkur kopars í öllum sýnum er undir lágsta norska viðmiði (10 $\mu\text{g Cu/g}$) og mældist koparstyrkur árið 2016 lægri en árin 2000, 2004 og 2007 en svipaður og árin 2011 og 2013.

Meðalstyrkur kopars í mjúkvæf kræklinga mældist 5,6 $\mu\text{g Cu/g}$ á vöktunarstöðum ársins 2016. Meðalstyrkur kopars síðastliðinna 20 ára í kræklingi frá vöktunarsvæðum umhverfis Ísland var 6,6

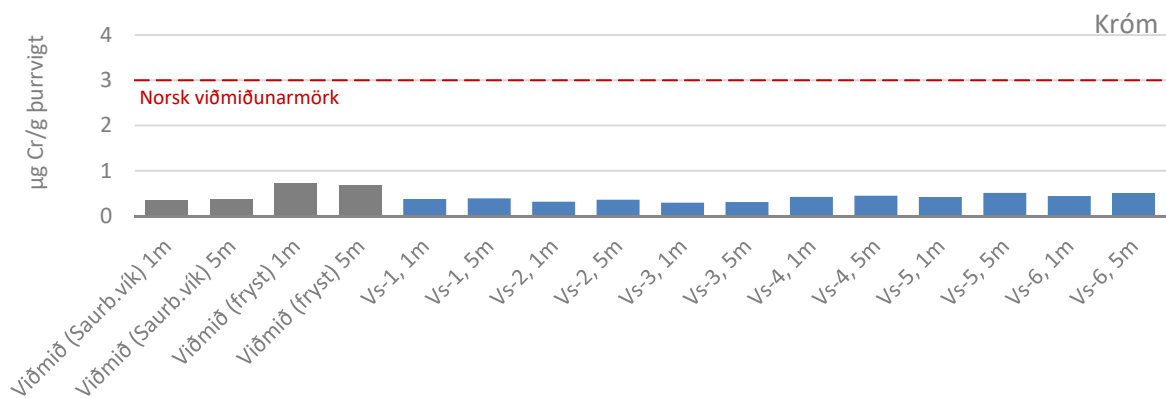
mg/kg (þurrvigt) og sýna niðurstöður að styrkur kopars er ekki hærri á vöktunarstöðum sem eru skilgreindir sem iðnaðarsvæði [2].



MYND 7.6 Styrkur kopars í mjúkvef kræklings 2016, bakgrunnsgildi fyrir styrk kopars í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Krómm

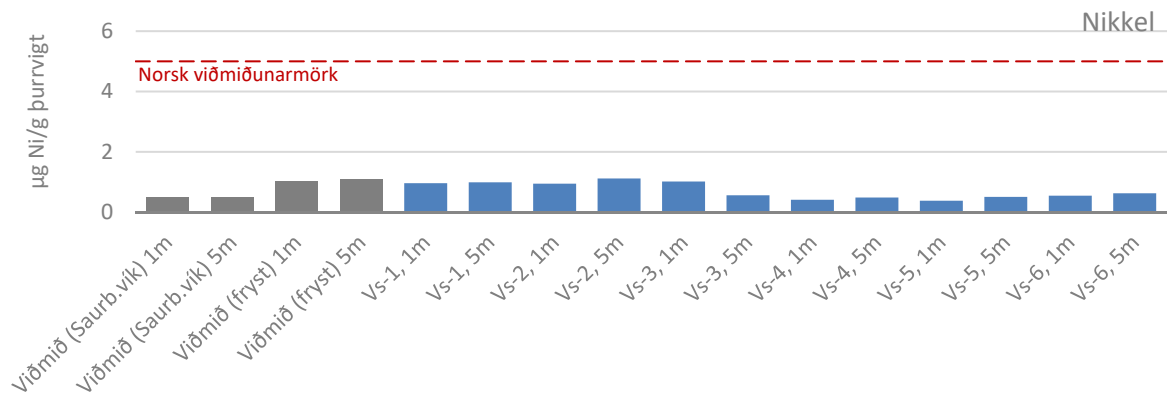
Meðalstyrkur króms í mjúkvef kræklings frá vöktunarstöðum ársins 2016 mældist 0,40 µg Cr/g. Styrkur króms í kræklingi lækkar yfir vöktunartímabilið á öllum vöktunarstöðvum og í viðmiðunarsýni við Saurbæjarvík miðað við fryst viðmiðunarsýni (mynd 7.7) líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga. Styrkurinn liggur langt undir lægsta viðmið Norðmanna (3 µg Cr/g).



MYND 7.7 Styrkur króms í mjúkvef kræklings 2016 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Nikkel

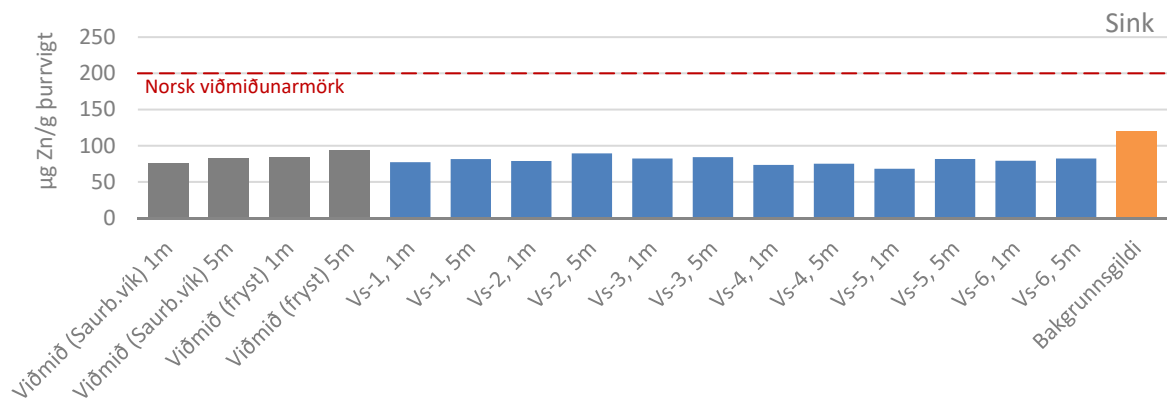
Meðalstyrkur nikkels í mjúkvef kræklings árið 2016 mældist 0,71 µg Ni/g. Styrkur nikkels í frystu viðmiðunarsýni og á vöktunarstöðvum 1 (1 og 5 m), 2 (1 og 5 m) og 3 (1 m) mældist svipaður en um það bil tvöfalt hærri en á öðrum vöktunarstöðvum og viðmiðunarsýni við Saurbæjarvík (mynd 7.8). Í öllum tilvikum er styrkur nikkels undir lægsta norska viðmiði (5 µg Ni/g). Styrkur nikkels mældist svipaður á árunum 2016, 2013 og 2011 en lægri en mælingar frá fyrri vöktunarárum (2000, 2004 og 2007).



MYND 7.8 Styrkur nikkels í mjúkvef kræklinga 2016 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Sink

Meðalstyrkur sinks var 79,5 µg Zn/g árið 2016 og mældist í öllum tilvikum undir lægsta norska viðmiði (200 µg Zn/g) (mynd 7.9). Styrkurinn lækkaði miðað við fryst viðmiðunarsýni á öllum vöktunarstöðum og það sama gerðist við krækling á viðmiðunarstað í Saurbæjarvík. Meðalstyrkur sinks síðastliðin 20 ár í kræklingi frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland var 120 µg Zn/g (þurrvigt) [2].



MYND 7.9 Styrkur sinks í mjúkvef kræklinga 2016, bakgrunnsgildi fyrir styrk sinks í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Önnur ólífræn snefilefni

Styrkur kvikasilfurs mældist á öllum vöktunarstöðum undir greiningarmörkum (< 0,06 µg Hg/g). Lægsta viðmiðunargildi Norðmanna er 0,2 µg Hg/g (þurrvigt). Meðalstyrkur kvikasilfurs yfir 20 ára vöktunartímabil frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland hefur legið á bilinu 0,041 – 0,049 mg/kg (þurrvigt) [2]. Styrkur kvikasilfurs í mjúkvöðva kræklinga við Grundartanga árið 2016 er því sambærilegur við styrk kvikasilfurs í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis landið.

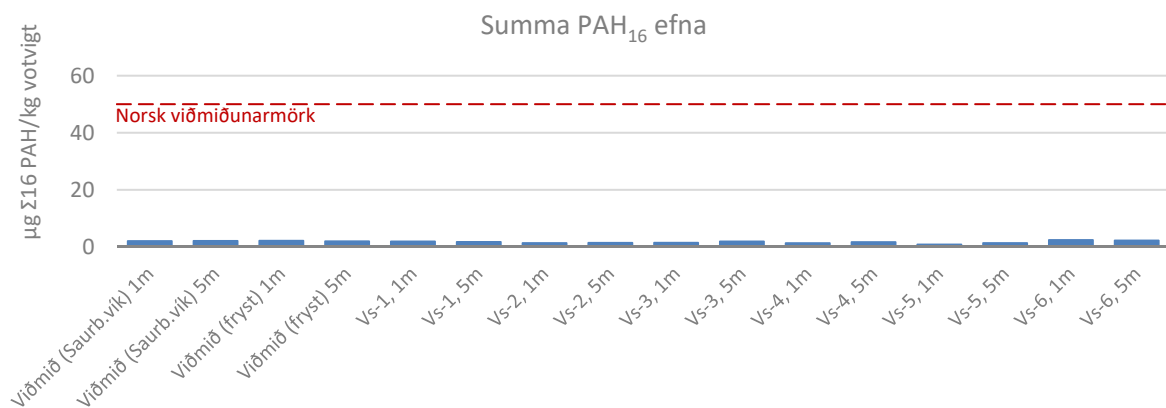
Styrkur selens lækkaði í kræklingnum á meðan á vöktunartímabilinu stóð á öllum vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum, líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga, sjá viðauka D. Meðalstyrkur selens var 2,63 µg Se/g (þurrvigt) sem er svipað og niðurstöður 20 ára árlegrar vöktunar í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis landið þar sem styrkurinn sveiflast á bilinu 2,1 – 3,5 µg Se/g (þurrvigt). Samkvæmt þessu er svæðið ekki undir álagi selens. Ekki hafa verið sett viðmiðunarmörk

fyrir selen í kræklingi eða öðrum lífverum sjávar né eru til hámarksgildi fyrir styrk selens í matvælum enda um lífsnauðsynlegt snefilefni að ræða.

Ekki eru skilgreind viðmiðunargildi fyrir ál, járn og vanadín í mjúkvef kræklinga eða öðrum lífverum sjávar né hafa verið sett hámarksgildi á styrk þessara efna í matvælum. Ekki eru til íslensk bakgrunnsgildi fyrir styrk þessara efna í lífríki sjávar. Niðurstöðurnar benda til að styrkur járn og áls sé hér af náttúrulegum toga en tengist ekki iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Niðurstöður mælinga fyrir þessi efni má sjá í viðauka D.

7.2.3 Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í kræklingi

Mældur var styrkur 16 PAH efna í mjúkvef kræklinga frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum, sem helst þarf að rannsaka með tilliti til áhrifa og styrks í umhverfinu [8]. Niðurstöður mælinga má sjá í viðauka D. Mjög lítið af PAH efnum greindust í sýnunum. Pýren, flúoranten og fenantren greindust yfir greiningarmörkum í öllum sýnum en ekki önnur PAH efni. Norðmenn hafa skilgreint umhverfismörk fyrir þessi 16 PAH efni ($\Sigma 16$ PAH efna < 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ votvigt) í lægsta flokk I. Öll kræklingssýni við Grundartanga árið 2016 falla í þennan flokk, þ.e. ómengað svæði. Kræklingur tekinn í Reykjavíkurbæ og í Hvassahrauni sumarið 2004 sýndi nokkuð hærra heildarstyrk PAH₁₆ efna, 99 $\mu\text{g}/\text{kg}$ í Reykjavík og 37 $\mu\text{g}/\text{kg}$ í Hvassahrauni. Benzó(a)pýren mældist 4,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ í Reykjavík 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ í Hvassahrauni [18]. Séu niðurstöðurnar bornar saman við niðurstöður svipaðrar erlendrar rannsóknar [28] virðist ekki vera um mengun PAH efna að ræða á vöktunarstöðunum í Hvalfirði árið 2016.



MYND 7.10 Summa PAH₁₆ efna á öllum sýnatökustöðum ásamt norskum viðmiðunarmörkum [16]

7.2.4 Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í sjávarseti

PAH efni greindust í öllum setsýnum utan við Grundartanga í Hvalfirði árið 2016. Í viðauka D má sjá nánari lýsingu á vöktunarstöðvum fyrir sjávarset og viðmiðunarstað í Saurbæjarvík [8].

Lægsti styrkur PAH₁₆ efna mældist í seti frá vöktunarstað 1 og sá hæsti í seti frá vöktunarstað 2. Í viðauka D og töflu 7.5 má sjá heildarstyrk PAH efnanna ásamt styrk benzó(a)pýrens sem er eittraðasta

efnið í efnaflokknum. Árið 2013 voru í fyrsta sinn gerðar mælingar á PAH efnum í seti í umhverfismörkun fyrir iðjuverin á Grundartanga. Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. Til eru norsk viðmiðunargildi frá árinu 2007 sem sjá má í töflu 7.6 og viðauka D [23]. Miðað við þessi viðmiðunargildi flokkast vöktunarstaður 1 og viðmiðunarstaður í flokk I (bakgrunnsgildi), en aðrir vöktunarstaðir í flokk II (engin eituráhrif). Ef samanburður er eingöngu gerður fyrir benzó(a)pýren, þá falla öll setsýnin innan flokks II (engin eituráhrif).

TAFLA 7.5 Flokkun niðurstaða eftir vöktunarstöðum skv. norskum viðmiðunargildum

Efni	Vs-1	Vs-2	Vs-3	Vs-4	Vs-5	Vs-6	Saurbæjarvík
Benzó(a)pýren (µg/kg) þurrvigt	18,8	59,8	32,2	48,8	29,1	25,1	25,4
ΣPAH ₁₆ (µg/kg) þurrvigt	209	791	409	598	364	339	235

TAFLA 7.6 Norsk viðmiðunargildi um umhverfismörk PAH efna í sjávarseti [23]

Umhverfismörk PAH efna	I	II	III	IV	V
skv. norskum rannsóknnum	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Benzó(a)pýren þurrvigt	<6	6 – 420	420 – 830	839 – 4200	>4200
ΣPAH ₁₆ þurrvigt	<300	300 – 2000	2000 – 6000	6000 – 20000	>20000

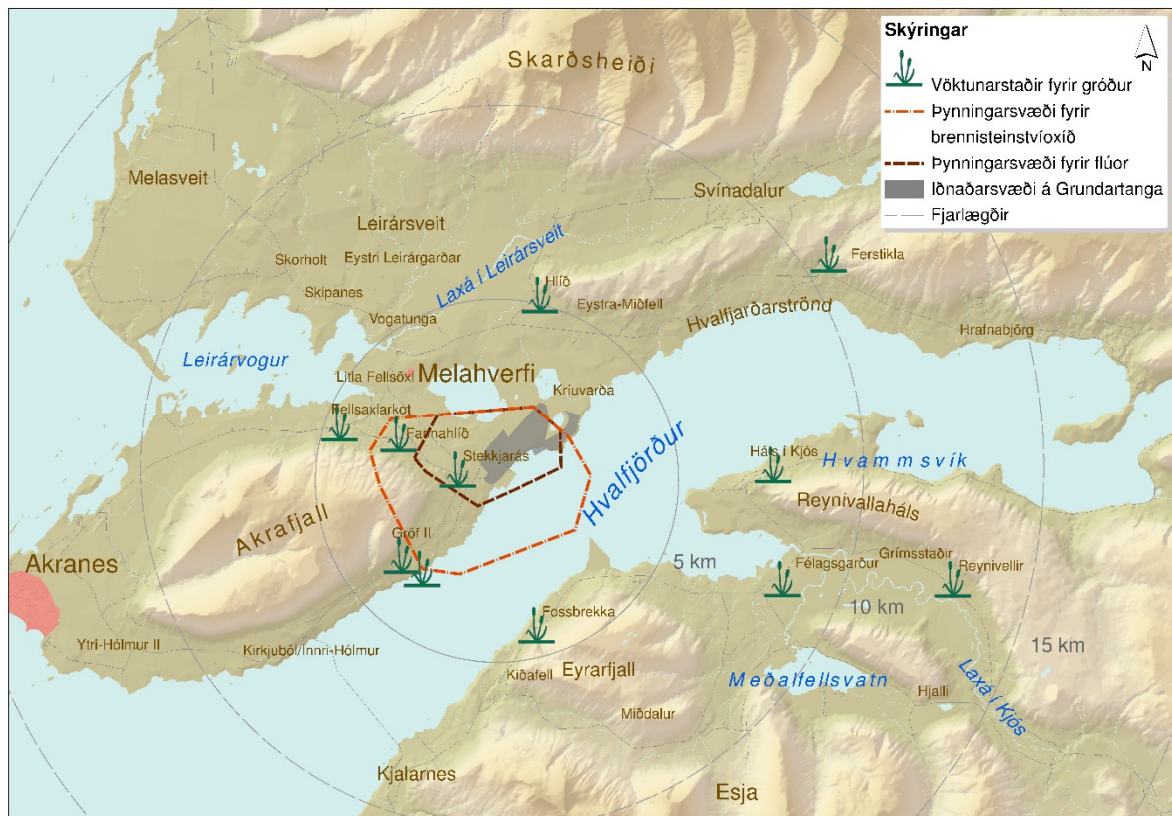
I	Bakgrunnsgildi (no. <i>Bakgrunnsnivå</i>)
II	Engin eituráhrif (no. <i>Ingen toksiske effekter</i>)
III	Síðkomin áhrif eftir langa viðkomu (no. <i>Kroniske effekter ved langtidseksposering</i>)
IV	Bráð eituráhrif eftir stutta viðkomu (no. <i>Akutt toksiske effekter ved korttidseksposering</i>)
V	Mikil og úrbreidd bráð áhrif (no. <i>Omfattende akutttoksiske effekter</i>)

Styrkur PAH efna mældist svipaður nú eða lægri en árið 2013. Ekki eru til nein opinber vöktunargögn á Íslandi fyrir PAH efni í seti. Til eru gögn um PAH efni í seti frá Reyðarfirði frá árinu 2000 þegar umhverfismat var framkvæmt vegna fyrirhugaðs álvers þar [7]. Í þeirri rannsókn var styrkur summu 23 PAH efna á bilinu 23-100 µg/kg (þurrvigt) og meðaltalið var 57 µg g/kg (þurrvigt) og eru því líklega einu bakgrunnsgildi fyrir PAH efni í seti sem til eru frá Íslandi. Allir vöktunarstaðir í Hvalfirði árið 2016 mældust með hærri summu 16 PAH efna (209-791 µg/kg þurrvigt), þó að einungis 16 PAH efni séu mæld miðað við 23 PAH efni í sýnum frá Reyðarfirði.

8 GRÓÐUR

Vöktun á styrk flúors í plöntuvef gróðurs var á árinu 2016 með sama fyrirkomulagi og fyrri ár. Þar sem gróðurtegundir þola flúor misvel eru mælingar gerðar á þremur mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki og reyni) og barri (bergfuru, greni og stafafuru). Tímasetningar fyrir söfnun gróðursýna miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem sýnataka þarf að fara fram þegar þurrk hefur verið í veðri. Sýnum í grasi og laufi var safnað í júní þegar vöxtur plantnanna er hraðastur og einnig í september þegar komið er að lokum vaxtatímabilsins. Barri var safnað í nóvember. Gróðursýnum var því safnað alls þrisvar sinnum á vöktunartímanum.

Dagana 3. júní og 7. september voru tekin sýni af grasi og laufi og þann 21. nóvember var barri safnað. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 70 sýnum af grasi og laufi (35 í hvorri sýnatökuferð) og 48 sýnum af barri. Söfnun og greining sýna var í höndum NMÍ [9].



MYND 8.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2016

Sýni voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 8.1), sjö norðan fjarðar og fjórum sunnan fjarðar, auk þess sem viðmiðunarsýni voru tekin í Skorradal. Tveir staðir liggja innan þyningarsvæðis; Stekkjarás liggur innan þyningarsvæðis fyrir flúor og Fannahlíð er innan þyningarsvæðis 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 E).

Í kafla 8.3 er að finna umfjöllun um niðurstöður á vöktun þungmálma og brennisteins með mælingum á mosa sem er liður í evrópsku vöktunarverkefni sem Ísland er þátttakandi í. Tildurmosa (*Hylocomium splendens*), hefur verið safnað víðs vegar um landið á fimm ára fresti, fyrst árið 1990. Náttúrurfræðistofnun Íslands sér um sýnatöku og undirbúning sýna og gefur út niðurstöður þessara rannsókna, nú síðast árið 2013 [24]. Sýnum var síðast safnað sumarið og haustið 2015. Þá var eins og áður sýnum af tildurmosa sérstaklega safnað í nágrenni við iðjuverin á Grundartanga.

Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart styrkleika flúors í andrúmslofti (HF) eru talin vera 0,3 µg F/m³ yfir 5 – 6 mánaða tímabil. Þessi styrkur í lofti getur leitt til uppsöfnunar á um 30 µg F/g í plöntuvef [14]. Þolnar tegundir gagnvart flúor í andrúmslofti eru t.d. krækilyng og birki á meðan grös eru miðlungspolnar tegundir [3] [12] [19] [29]. Talin þolmörk gagnvart flúor í vef og andrúmslofti er að finna í töflu 8.1. Samkvæmt reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri eru hámarksgildi flúors í fóðri fyrir nautgripi, geitur og sauðfé skilgreind sem 50 µg F/g og fyrir mjólkandi dýr sem 30 µg F/g miðað við 12% rakainnihald fóðurs.

TAFLA 8.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [14]

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

8.1 Megin niðurstöður

Gras

Líkt og undanfarin ár var mældur styrkur flúors í plöntuvef grasa undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta sem og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Marktæk breyting til hækkunar er á styrk flúors í grasi miðað við árið 1997, eins og undanfarin ár frá vöktunarstöðum bæði norðan og sunnan fjarðar. Ekki hafa verið marktækar breytingar milli ára undanfarin ár. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum norðan fjarðar né sunnan fjarðar miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærrí í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða.

Lauf

Mældur styrkur flúors í plöntuvef lauftrjáa var undir töldum þolmörkum lauftrjáa eins og undanfarin ár. Marktæk breyting er 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. Frá því að vöktunina hóst hefur flúor alltaf mælst hærrí í laufi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða.

Barr

Meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir töldum þolmörkum barrtrjáa. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins eða tveggja ára barri í Hvalfirði miðað við árin 1997 og 2007. Meðalstyrkur flúors hefur frá því að vöktun hófst verið hærrí í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar. Árið 2016 er þessi munur marktækur en það hefur ekki alltaf raunin.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í kafla 8.2 og í viðauka E. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2006. 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 2016 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfræðiúrvinnslu og veðurfari við sýnatökur

	Vöktunarstaður	Styrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Styrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 2007		
Flúor í grasi							
Norðan fjarðar	Stekkjarás	14	10	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting		
	Fannahlíð	8	10				
	Fellsaxlarkot	9	14				
	Ferstikla	2	1				
	Gröf II við veg*	5	12				
	Gröf II við hús*	4	16				
Hlíð*	7	4					
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5	12				
	Fossbrekka	4	5				
	Háls í Kjós	3	2				
	Reynivellir	4	6				
Viðmiðunarstaður Skorradalur		1	<1				
Talin þolmörk grasa Talin þolmörk grasbíta [29] 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 tölfræðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 2007		
Flúor í laufi							
Norðan fjarðar	Stekkjarás	28	60	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting		
	Fannahlíð	24	44				
	Fellsaxlarkot	20	36				
	Ferstikla*	5	5				
	Gröf II við veg*	10	29				
	Gröf II við hús*	11	25				
Hlíð*	17	13					
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	12	21				
	Fossbrekka	3	7				
	Háls í Kjós*	5	9				
	Reynivellir	13	16				
Viðmiðunarstaður Skorradalur		2	3				
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.

Veðurfari við sýnatökur í júní og september			
	Júní	September	Skýring
Dagsetning	3	7	-
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	7,1	0,8	Þurrviðri einkenndi maímánuð og gróður tók snemma við sér. Tveimur og hálfum sólarhring fyrir sýnatöku rigndi, en ekki rigndi aftur fyrir sýnatöku. Í september var þurrt veður síðustu tvo daga fyrir sýnatöku en upp úr hádegi á sýnatökudegi kom væta.
Lofthiti (°C)	12-16	10-12	
Meðalvindhraði (m/s)	2-5	4-7	
Vindáttir	S- og V- áttir	A- áttir	

TAFLA 8.3 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2016 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfraeðilegrar greiningar og veðurfari við sýnatökur

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðigreiningar. Breyting 2016 m.v. 2007
Flúor í barri		1 árs barr	2 ára barr		
Norðan fjarðar	Stekkjars	16	18	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri
	Fannahlíð	16	22		
	Fellsaxlarköt	11	17		
	Ferstikla*	4	4		
	Gröf II við veg*	11	12		
	Hlíð*	5	7		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	3	4		
	Fossbrekka	3	3		
	Háls í Kjós*	3	3		
	Reynivellir	3	5		
Viðmiðunarsstaður Skorradalur		<1	<1		
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.

Veðurfari við sýnatökur í nóvember		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	21	
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	6,5	Nóvembermánuður var hlýr og úrkomusamur, og því reyndist erfitt að finna hentugan sýnatökudag fyrri hluta mánaðar. 18.nóvember stytta þó upp og sýnatökudagur var valinn mánudagurinn 21.nóvember. Þá var þurrt 18. og 19.nóvember en 20.nóvember mældist úrkoma á Kríuvörðu um 0,7 mm. Sýnatökudagurinn var bjartur og þurr, með hægri breytilegri vindátt, og kólnaði eftir því sem leið á daginn.
Lofthiti ($^{\circ}\text{C}$)	-5 til -2	
Meðalvindhraði (m/s)	2-3	
Vindáttir	Breytileg átt	

8.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

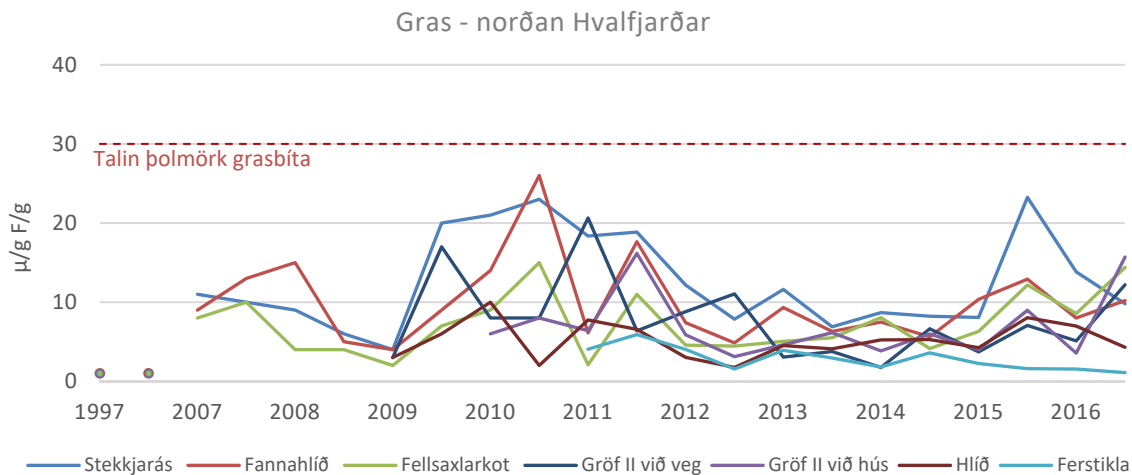
8.2.1 Flúor í grasi

Á árinu 2016 mældist styrkur flúors í grasi í öllum tilvikum innan talinna þolmarka grasbita gagnvart flúor í fóðri [29]. Í öllum tilvikum mældist styrkurinn undir hámarksgildi flúors í fóðri skv. reglugerð nr. 340/2001 ($30 \mu\text{g F/g}$) og innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef ($100 - 200 \mu\text{g F/g}$). Tafla 8.2 og myndir 8.2 og 8.3 sem sýna meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2007 til 2016 ásamt bakgrunnsgildi sem er frá árinu 1997.

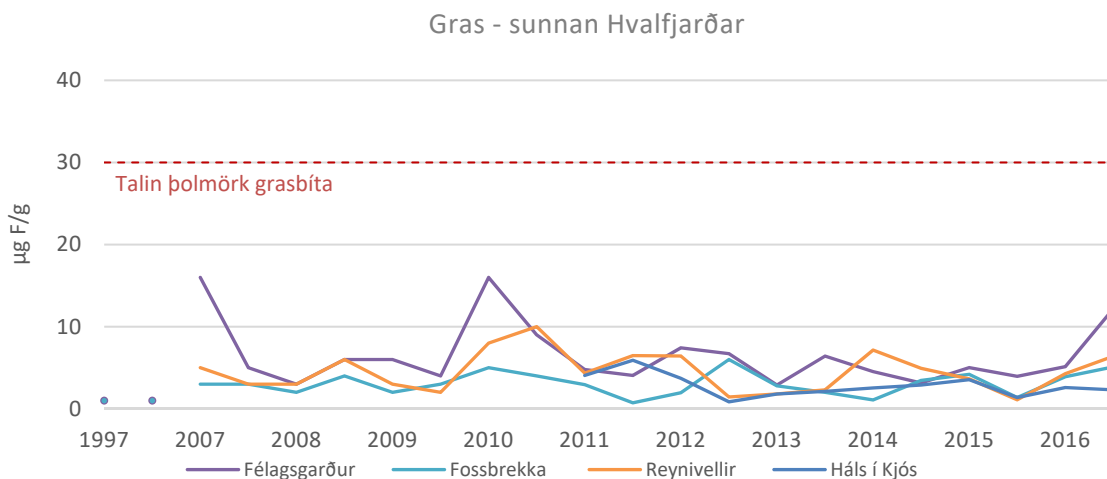
Hæsti flúorstyrkur ársins mældist í grassýnum norðan fjarðar, frá Stekkjarási í júní, $14 \mu\text{g F/g}$ og í september í sýnum frá Gröf II við hús $16 \mu\text{g F/g}$. Til samanburðar mældist flúor í grasi í sýnum við Skorradal $<1 \mu\text{g F/g}$ í júní og september. Algengara er að flúorstyrkur mælist hærri í grassýnum í september. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2016 miðað við árið 1997, en hinsvegar er ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007, eins og undanfarin ár. Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærri í grasi norðan fjarðar en

sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða. Almennt 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 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



MYND 8.3 Meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

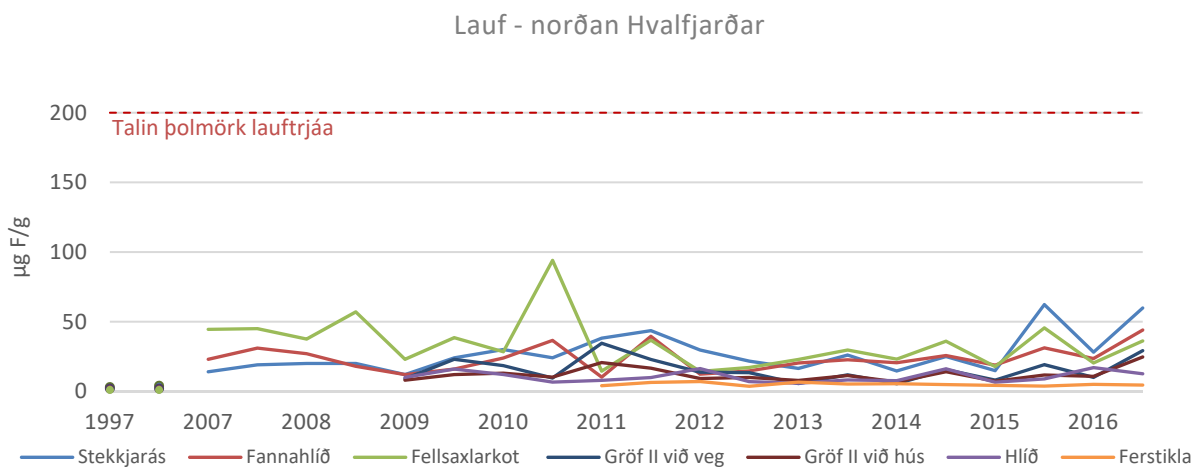
8.2.2 Flúor í laufi

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 2007 til 2016 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997. Styrkur flúors í sýnum af birki sem tekin voru við Fannahlíð og Fellsaxlarkot í september mældist yfir viðmiðunarmörkum í reglugerð um fóður, 30 µg F/g, og telst það því ekki æskilegt sem fóður.

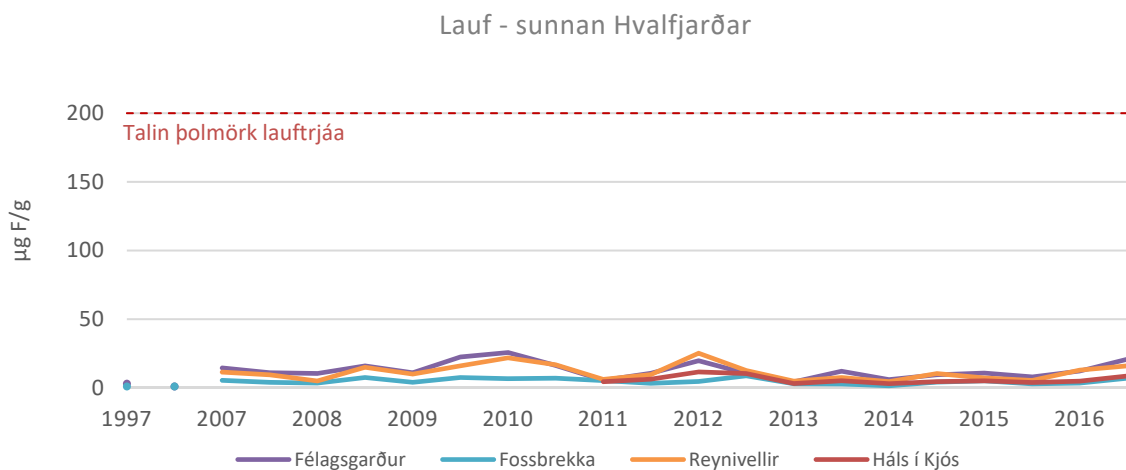
Hæsti meðalstyrkur flúors í laufi mældist í sýnum norðan fjarðar, frá Stekkjarás í september, 60 µg F/g. Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal, 2 µg F/g í júní.

Styrkur flúors í laufi mældist á flestum vöktunarstöðunum hærrí í september en í júní, en á einum vöktunarstað, Ferstiklu, var gildið óbreytt. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

Niðurstöður tölfræðigreininga sýna að marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2016 miðað við árið 1997. Eins og undanfarin ár er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors, frá öllum vöktunarstöðum, í laufsýnum miðað við árið 2007. Frá því að mælingar hófust hefur flúor alltaf mælst hærrí í laufi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða. 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 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

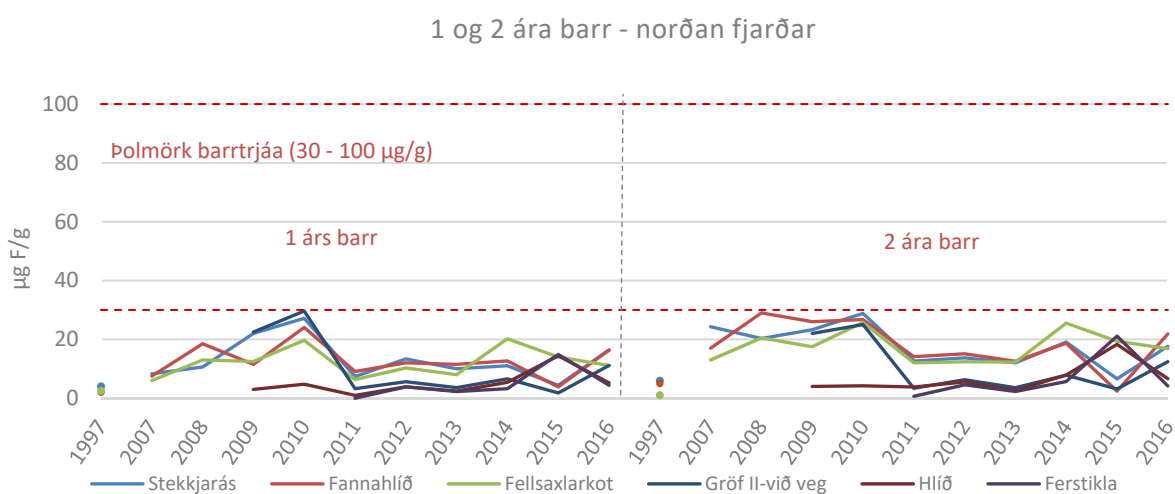


MYND 8.5 Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

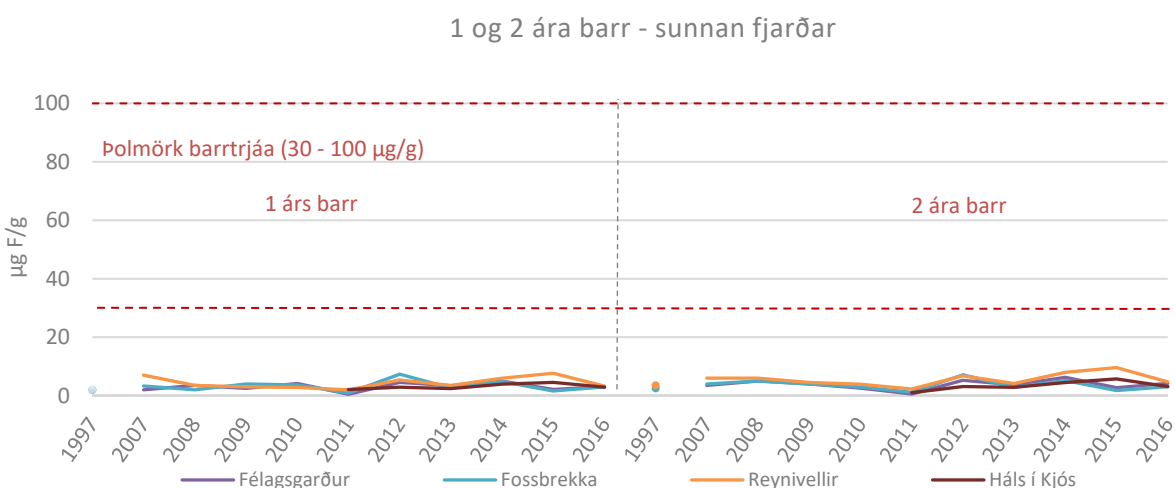
8.2.3 Flúor í barri

Í öllum tilvikum mældist meðalstyrkur flúors í barri undir þölmörkum 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 öllum tilvikum sá sami eða hærri en flúor 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 2007 til 2016 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

Hvorki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins né tveggja ára barri árið 2016 miðað við árin 1997 eða 2007. Greinilegur munur er á flúorstyrk í barri norðarn fjarðar og sunnan fjarðar. Árið 2016 er þessi munur marktækur en það er ekki alltaf raunin.



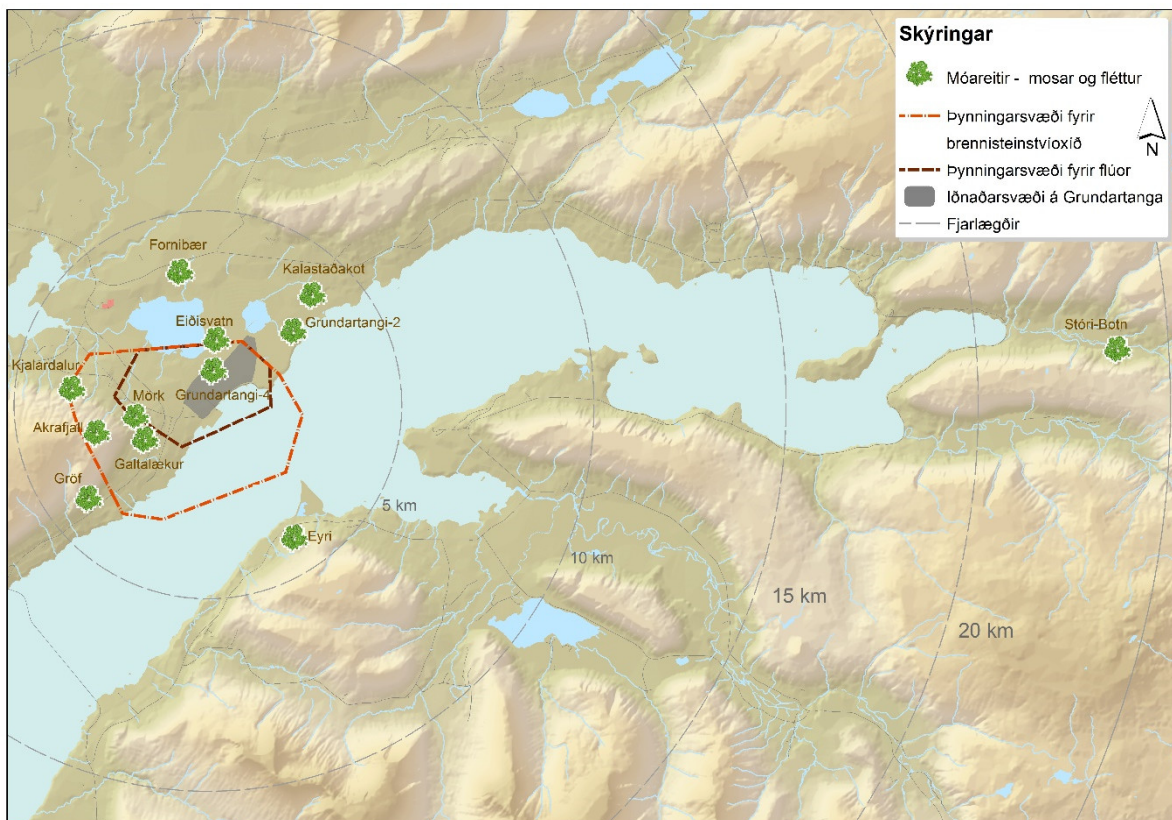
MYND 8.6 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



MYND 8.7 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

8.3 Vöktun þungmálma og brennisteins með mælingum á mosa

Ísland er þátttakandi í evrópsku vöktunarverkefni sem hefur það að meginmarkmiði að fylgjast með losun þungmálma í andrúmslofti með því að mæla styrk þeirra í mosa víðs vegar um Evrópu. Í þessum tilgangi hefur sýnum af tildurmosa (*Hylocomium splendens*), sem er einn af algengustu mosum Íslands, verið safnað víðs vegar um landið á fimm ára fresti, fyrst árið 1990. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur séð um sýnatöku og gefið út niðurstöður þessara rannsókna, nú síðast árið 2013 [24]. Sýnum var síðast safnað sumarið og haustið 2015. Þá var eins og áður sýnum af tildurmosa sérstaklega safnað í nágrenni við iðjuverin á Grundartanga. Náttúrufræðistofnun Íslands sá sem fyrr um sýnatöku og undirbúning sýna sem send voru í efnagreiningar til háskólans í Lundi í Svíþjóð. Tekin voru 12 sýni í nágrenni iðjuveranna þann 3. september 2015 (mynd 8.8). Eftirfarandi efni voru mæld í mosasýnunum; arsen (As), boron (B), kadmín (Cd), króm (Cr), kopar (Cu), járn (Fe), kvikasilfur (Hg), nikkell (Ni), blý (Pb), brennisteinn (S), antimón (Sb), vanadín (V) og sink (Zn). Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 8.4. Niðurstöður mælinga frá árinu 2015 eru hér bornar saman við mengunarstuðla sem reiknaðir voru út frá bakgrunnsgildum mælinga á öllu landinu frá árunum 1990 – 2010 [24].



MYND 8.8 Vöktunarstaðir mosa umhverfis iðjuverin á Grundartanga, árið 2015

8.3.1 Megin niðurstöður

Miðað við bakgrunnsgildi sem reiknuð hafa verið út frá niðurstöðum allra mælinga á tímabilinu 1990 - 2010 fellur styrkur kadmíns (Cd), kopars (Cu), járns (Fe), kvikasilfurs (Hg), vanadíns (V) og sinks (Zn) í flokk I, engin mengun. Króm (Cr) og brennistein (S) falla í flokka I, engin mengun og flokk II, vísbending um mengun. Styrkur arsens og blýs mældist allt frá flokki I, engin mengun upp í flokk IV, nokkur mengun. Talsverðar sveiflur voru á styrk nikkels frá flokki I, engin mengun upp í flokk V, veruleg mengun, sem mældist á sýnatökustað sem staðsettur er innan iðnaðarsvæðisins.

8.3.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

Í rannsókninni hafa verið reiknaðir mengunarstuðlar út frá bakgrunnsgildum allra mælinga frá árunum 1990-2010. Út frá þessum bakgrunnsgildum eru mengunarstuðlar reiknaðir og mat lagt á mengun svæða og þau flokkuð [24]. Mælingar ársins 2015 voru bornar saman við þessa mengunarstuðla, sbr. töflu 8.5.

Kadmín (Cd), kopar (Cu), járn (Fe), kvikasilfur (Hg), vanadín (V) og sink (Zn) mældist í öllum tilvikum innan flokks I, engin mengun.

Króm (Cr) mældist innan flokks II, vísbending um mengun á tveimur sýnatökustöðum en annars greindist engin mengun.

Brennisteinn (S) mældist innan flokks II, vísbending um mengun á tíu sýnatökustöðum, bæði innan og utan þynningarsvæðis, en á öðrum stöðum greindist engin mengun.

Arsen (As) greindist innan flokks IV, nokkur mengun, á einum sýnatökustað (G4) sem staðsettur er á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og innan flokks III, lítilsháttar mengun við Mörk, sem staðsett er við þynningarsvæði flúors. Aðrir sýnatökustaðir greindust innan flokks II, vísbending um mengun eða engin mengun.

Rannsóknir [24] sýna að styrkur nikkels (Ni) hefur hækkað í nágrenni álvera á Íslandi. Nikkel mældist innan flokks V, veruleg mengun, á einum sýnatökustað (G4) sem staðsettur er á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og innan flokks III, lítilsháttar mengun á sýnatökustað við Eiðisvatn. Aðrir sýnatökustaðir greindust innan flokks II, vísbending um mengun eða engin mengun.

Blý (Pb) mældist í mismunandi styrk á sýnatökusvæðunum allt frá flokki I, engin mengun upp í flokk IV, nokkur mengun (Kalastaðakot, Eiðisvatn, Gröf og Akrafjall), sem staðsettir eru inna og utan þynningarsvæða

Skemmdir á sýnatökureitum voru einnig metnar (tafla 8.4). Umfang skemmda var allt frá því að vera engar upp í miklar. Fjarlægð sýnatökureita miðað við iðnaðarsvæðið virðist ekki hafa áhrif á umfang skemmda þar sem miklar skemmdir sáust t.d. á reit (G4) sem staðsettur er innan iðnaðarsvæðisins og hins vegar á reit (Stóri Botn) sem staðsettur er í 20 km fjarlægð. Ekki er lagt frekara mat á ástæður skemmda.

TAFLA 8.4 Mæliniðurstöður efnamælinga. Litir vísa til mengunarflokka. Öll mæligildi eru gefin upp í mg/kg

Vöktunarstaðir	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	S	V	Zn	Skemmdir
Vöktunarstaðir utan þynningarsvæða												
Grundartangi G2	0,17	0,04	2,15	5,53	3.314	0,002	6,54	5,86	756	9,7	14,0	Engar
Kalastaðakot	0,13	0,02	2,02	5,37	2.695	0,003	5,63	6,21	710	7,9	15,3	Engar
Fornibær	0,15	0,03	2,06	5,8	3.000	0,002	5,18	5,37	846	7,9	18,4	Engar
Eiðisvatn	0,26	0,06	1,7	5,54	2.307	0,002	11,6	6,18	936	6,5	21,4	Miklar
Gröf	0,15	0,04	2,35	5,75	2.548	0,002	5,39	6,76	924	7,2	13,4	Miklar
Stóri-Botn	0,06	0,07	2,62	6,04	2.432	0,003	3,22	0,587	794	5,9	21,6	Miklar
Eyri Kjós	0,06	0,03	2,05	6,33	2.794	0,004	3,38	0,656	770	7,7	14,1	Nokkrar
Vöktunarstaðir innan þynningarsvæða												
Mörk	0,36	0,06	2,74	6,43	3.192	0,002	9,14	0,944	892	10,3	16,6	Miklar
Grundartangi G4	1,07	0,07	3,08	9,43	3.492	0,002	41,1	3,85	649	10,9	18,9	Miklar
Akrafall	0,24	0,04	2,83	6,23	3.023	0,003	7,65	7,65	963	8,9	13,1	Nokkrar
Galtalækur	0,19	0,04	3,65	7,08	2.760	0,003	8,26	0,863	869	6,8	17,2	Nokkrar
Kjalardalur	0,25	0,01	3,47	8,33	4.970	0,003	8,21	1,095	979	13,7	18,6	Engar

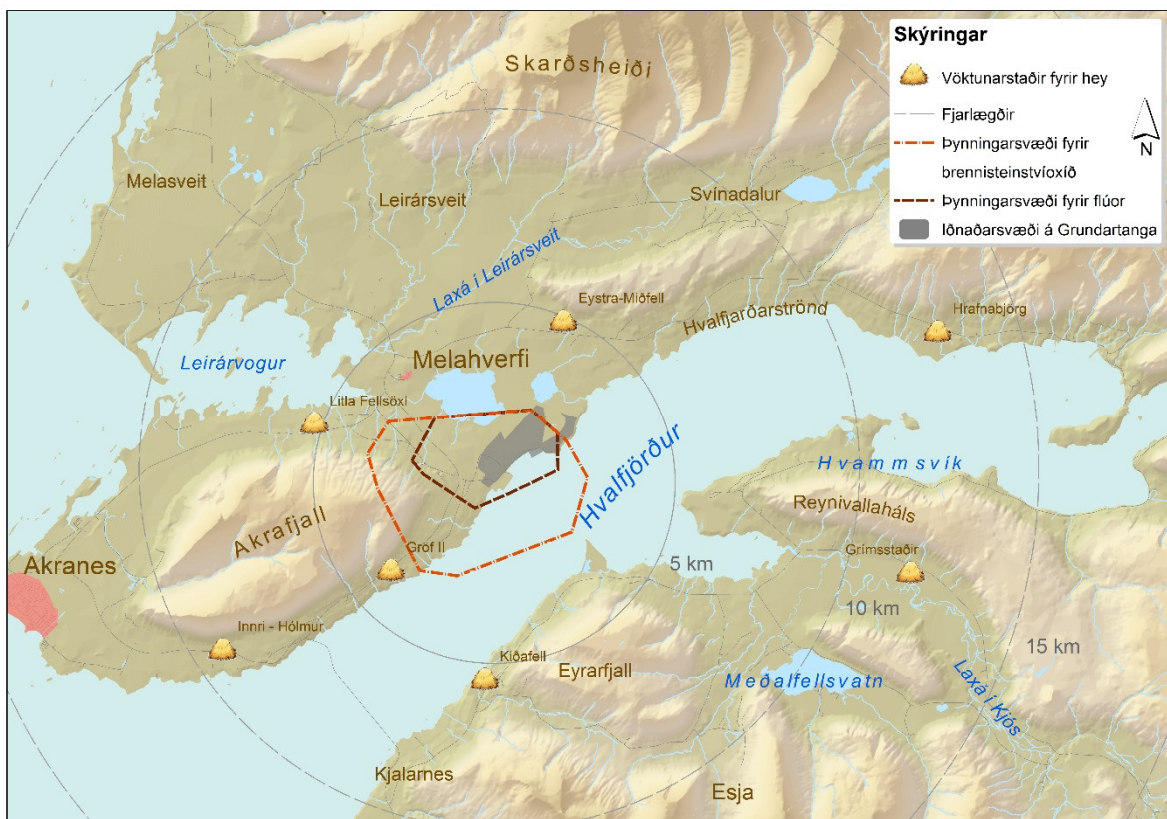
TAFLA 8.5 Flokkun mengunar miðað við bakgrunnsgildi [24]

	I	II	III	IV	V	VI
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsen (As)	<0,16	0,16-0,32	0,32-0,56	0,56-1,28	1,28-4,34	>4,34
Kadmín (Cd)	<0,076	0,076-0,152	0,152-0,265	0,265-0,606	0,606-2,045	>2,045
Króm (Cr)	<3,24	3,24-6,47	6,47-11,33	11,33-25,90	25,90-87,40	>87,40
Kopar (Cu)	<11,09	11,09-22,18	22,18-38,81	38,81-88,70	88,70-299,37	>299,37
Járn (Fe)	<4.999	4999-9.999	9.999-17.498	17.498-39.996	39.996-134.985	>134.985
Kvikasilfur (Hg)	<0,07	0,07-0,14	0,14-0,24	0,24-0,56	0,56-1,87	>1,87
Nikkel (Ni)	<4,71	4,71-9,42	9,42-16,49	16,49-37,70	37,70-127,22	>127,22
Blý (Pb)	<1,73	1,73-3,46	3,46-6,06	6,06-13,85	13,85-46,74	>46,74
Brennisteinn (S)	<722	722-1.445	1.445-2.529	2.529-5.780	5.780-19.507	>19.507
Vanadín (V)	<19,17	19,17-38,33	38,33-67,08	67,08-153,33	153,33-517,48	>517,48
Sink (Zn)	<27,55	27,55-55,10	55,10-96,42	96,42-220,39	220,39-743,81	>743,81

- Engin mengun
- Vísbending um mengun
- Lítilsháttar mengun
- Nokkur mengun
- Veruleg mengun
- Mjög mikil mengun

9 HEY

Síðan árið 2012 hafa mælingar á magni flúors og heildar brennisteini í heyi farið fram annað hvert ár. Heysýni voru tekin með heybor, á sjö bæjum, þann 25. janúar 2017. Sýnin endurspeglar það hey sem gefið er í vetrargjöf. Dýralæknirinn Mosfellsbæ sá um söfnun sýna og NMÍ sá um efnamælingar. Að þessu sinni bættist bærinn Gröf II við sýnatökustaði og voru fjórtán sýni af heyi tekin á sjö bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. Hrafnabjörg, Gröf II, Eystra-Miðfell, Litla Fellsöxl, Innri Hólmur, Kiðafell og Grímsstaðir (mynd 9.1) [30]. Nánari upplýsingar um vöktunarstaði og niðurstöður má sjá í viðauka F.



MYND 9.1 Vöktunarstaðir fyrir hey í Hvalfirði árið 2016

9.1 Megin niðurstöður

Styrkur flúors í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgilda flúors í fóðri samkvæmt reglugerð (50 µg F/g og 30 µg F/g fyrir mjólkandi dýr). Niðurstöður mælinga á styrk brennisteins í heyi eru sambærilegar við niðurstöður annarra rannsókna sem gerðar hafa verið á brennisteinsstyrk í heyi víðs vegar um landið.

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

9.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

9.2.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi frá árinu 2016 mældist í öllum tilfellum innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g þurrefni [29]). Einnig innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fódri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30 µg F/g) sbr. reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fódri. Tafla 9.1 sýnir niðurstöður á mælingum flúors í heysýnum.

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

	Vöktunarstaður	Flúor µg/g þurrefni	Brennisteinn mg/g þurrefni	Þolmörk grasbíta gagnvart flúor Hámarksgildi fóðurs
Norðan fjarðar	Hrafnabjörg	0,73	2,4	30 µg F/g þurrefni í plöntuvef 50 µg F/g í fódri fyrir sauðfé
		0,41	1,9	
	Eystra Miðfell	1,45	2,5	
		2,70	2,9	
	Litla Fellsöxl	7,14	3,8	
		4,00	2,3	
	Innri Hólmur	2,71	2,5	
		2,95	3,3	
Gröf II	5,72	2,7		
	5,19	1,8		
Sunnan fjarðar	Kiðafell	0,87	1,8	
		0,92	2,2	
	Grímsstaðir	2,06	2,7	
		3,22	2,8	

Styrkur flúors mældist hæstur í heysýni frá Litlu Fellsöxl (7,14 µg F/g þurrefni) og lægstur í heysýni frá Hafnarbjörgum (0,41 µg F/g þurrefni). Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g [22] og 4,2 µg F/g í grasi og heyi [4]. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi mældist um 4.300 µg F/g í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var styrkurinn kominn niður fyrir 30 µg F/g [6].

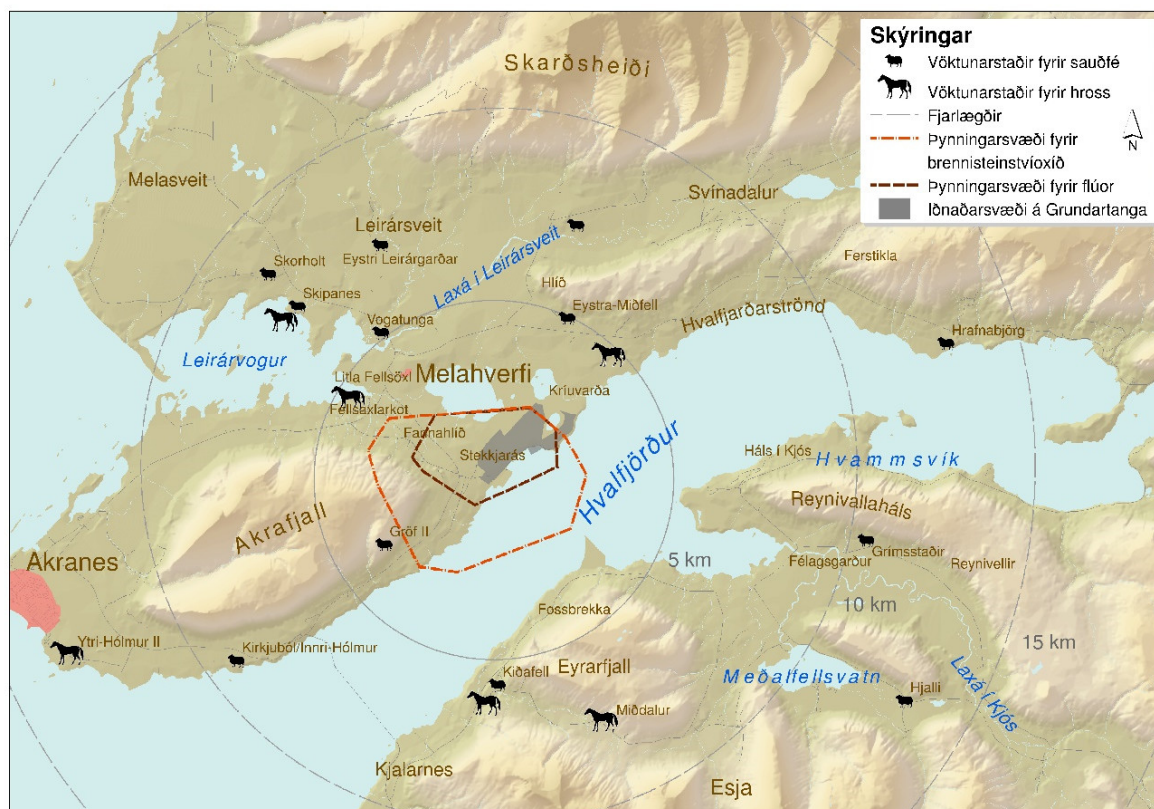
9.2.2 Brennisteinn í heyi

Niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi má sjá í töflu 9.1. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Litlu Fellsöxl (3,8 mg S/g þurrefni) og lægstur í sýni frá Kiðafelli (1,8 mg S/g þurrefni). Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið árið 2006 [5]. Þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g, lægsta gildi 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g.

10 GRASBÍTAR

Frá árinu 1997 hefur farið fram vöktun á áhrifum flúors á sauðfé frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Auk þess hefur farið fram skoðun á lifandi sauðfé og hrossum frá árinu 2012. Vöktunarbæirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar. Flúor var mældur 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 [31]. Dýralæknir sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og NMÍ sá um flúormælingar í beinösku kjálka. Einnig skoðaði dýralæknir frá Dýralæknamiðstöðinni ehf. ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa auk þess að meta ástand liðamóta í framfótum dýranna [30].

Grasbítar taka upp flúor með fóðri og vatni og safnast flúor fyrir í beinum með tíma. Þannig mælist hærri styrkur flúors í eldra fé. Samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga er leitast við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur kjálkabein af fullorðnu fé frá hverjum vöktunarbæ.



MYND 10.1 Vöktunarsaðir fyrir sauðfé og hross árið 2016

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 2016 var rúmlega 6 vetra (yngst 1

vetra og elst 11 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 aldri en ekki eftir það.

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2016, bárust frá 12 bæjum (mynd 10.1). Einnig bárust viðmiðunarsýni úr 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 105 sýnum af beinösku kjálkabeina (56 lömb og 49 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld [31].

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 10.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [19] [27]. Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár er talin geta átt sér stað ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g [29]. Til upplýsingar, þá hefur styrkur flúors í beinösku 4 – 5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni óeðlilegri flúormengun sumarlangt, mælst í kringum 180-200 µg F/g [20]. Einnig mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellssýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jörturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [15].

TAFLA 10.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [19] [27])

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

Ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum var skoðað í lifandi fé frá sex bæjum, norðan Hvalfjarðar: Hrafnabjörg, Eystra Miðfell, Vogatunga og Innri Hólmur og sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell og Grímsstaðir. Tíu kindur á hverjum bæ voru skoðaðar, samtals 60 dýr. Leitast var við að skoða um sex eldri ær og fjórar yngri á hverjum bæ. Merkingar voru góðar og því auðvelt að vita um aldur dýranna. Meðalaldur dýranna var tæplega 4 vetur. Tennur og liðir voru einnig skoðaðir í samtals 35 hrossum frá sex bæjum, norðan Hvalfjarðarfjarðar: Litlu Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti og Ytri Hólmi og sunnan Hvalfjarðar: Miðdalur og Kiðafell. Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var 6 til 22 vetra. 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 annars vegar 24. ágúst 2016 og hins vegar 7. og 8. janúar 2017.

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

TAFLA 10.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [17]

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

10.1 Megin niðurstöður

Flúor í lömbum

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í kjálkabeinum lamba frá Hóli og sá hæsti í kjálkabeinum lamba frá Gröf II. 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 2016 miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007 og hefur meðalstyrkurinn vera nokkuð svipaður undanfarin átta ár. Í gegnum árin hefur flúor mælst í svipuðum eða hærri styrk í lömbum norðan fjarðar en sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki G). Árið 2016 er ekki marktækur munur á flúorstyrk í lömbum norðan fjarðar annars vega og sunnan fjarðar hins vegar.

Flúor í fullorðnu fé

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í kjálka fullorðins fjár frá Eystri Leirargörðum og sá hæsti 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 tæplega sex vetur. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum árið 2016 miðað við árið 1997. Hins vegar er ekki marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar miðað við árið 2007. Meðalstyrkur flúors hefur verið lækkandi síðustu átta árin. Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2016 er hér um að ræða marktækan mun en það hefur ekki verið raunin öll vöktunarárin.

Tennur og kjálkar í sláturfé

Við skoðun dýralæknis kom í ljós að öll lömbin voru við góða tannheilsu, nema eitt, líklega vegna fæðingargalla. Nokkuð var um slæma tannheilsu hjá fullorðnu fé bæði frá bæjum norðan Hvalfjarðar og viðmiðunarbæjum. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar 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 vera eðlilegt. Engar breytingar sást á liðamótum þeirra dýra sem skoðuð voru, hvorki hjá hrossum né sauðfé.

Í töflu 10.3 er yfirlit yfir flúormælingar og talin þolmörk dádýra auk niðurstaðna tölfræðigreiningar fyrir meðalstyrk frá öllum svæðum. Í töflu 10.4 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum. Í töflu 10.5 er að finna yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Í viðauka G 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 umhverfissvöktun á sauðfé frá árunum 1997 – 2016.

TAFLA 10.3 Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þölmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfræðiúrvinnslu

Vöktunarstaður	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðigreiningar Breyting 2016 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðigreiningar Breyting 2016 m.v. 2007
Lömb			
<i>Frá öllum svæðum</i>	230 Min 57 (Eystri Leirárgarðar) Max 754 (Eystra Miðfell)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	165 Min 138 (Hrafnabjörg) Max 183 (Hrafnabjörg)	Marktæk breyting til lækkunar (frá 1999)	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	500 Min 315 (Innri Hólmur) Max 738 (Gröf II)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	187 Min 57 (Eystri Leirárgarðar) Max 754 (Eystra Miðfell)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	159 Min 74 (Kiðafell) Max 266 (Grímsstaðir)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
Fullorðið fé			
<i>Frá öllum svæðum</i>	917 Min 412 (Eystri Leirárgarðar) Max 2.195 (Innri Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.145 Min 1.034 (Hrafnabjörg) Max 1.312 (Hrafnabjörg)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	2.018 Min 2.000 (Innri Hólmur) Max 2.195 (Innri Hólmur)	Ekki marktæk breyting (frá 2000)	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	808 Min 412 (Eystri Leirárgarðar) Max 1.327 (Eystra Miðfell)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	615 Min 470 (Grímsstaðir) Max 860 (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 10.4 Meðal-, hæsti og lægsti styrkur flúors í kjálkabeinum lamba og fullorðins sláturfjár frá öllum bæjum

Vöktunarbæir	Aldursflokkur (meðalaldur)	Fjöldi dýra	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Min-Max (µg F/g)
	Lömb			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Eystri Leirárgarðar	Lömb	4	120	(57-164)
Eystra Miðfell	Lömb	4	518	(340-754)
Gröf II	Lömb	4	604	(516-738)
Hóll	Lömb	4	85	(77-98)
Hrafnabjörg	Lömb	4	165	(138-183)
Innri Hólmur	Lömb	4	395	(299-573)
Skipanes	Lömb	4	114	(95-143)
Skorholt	Lömb	4	119	(91-132)
Vogatunga	Lömb	4	164	(144-177)
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	Lömb	4	238	(215-266)
Hjalli	Lömb	4	148	(130-171)
Kiðafell	Lömb	4	93	(74-109)
Viðmiðunarbæir				
Skjaldfönn	Lömb	4	44	(33-66)
Bjarnarhöfn	Lömb	4	48	(41-59)
	Fullorðið fé			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Eystri Leirárgarðar	6 vetra	4	488	(412-598)
Eystra Miðfell	3,3 vetra	4	870	(580-1.327)
Gröf II				
Hóll	9,5 vetra	4	839	(641-910)
Hrafnabjörg	6,8 vetra	4	1.145	(1.034-1.312)
Innri Hólmur	5,8 vetra	4	2.018	(1.706-2.195)
Skipanes	7,8 vetra	4	957	(815-1.039)
Skorholt	6,8 vetra	4	678	(603-799)
Vogatunga	6,3 vetra	4	1.018	(724-1.265)
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	6,0 vetra	4	681	(470-860)
Hjalli	5 vetra	1	569	
Kiðafell	5,8 vetra	4	561	(492-613)
Viðmiðunarbæir				
Skjaldfönn	7,8 vetra	4	760	(708-788)
Bjarnarhöfn	6,3 vetra	4	509	(387-665)

TAFLA 10.5 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi sauðfé og hrossum [30]

Vöktunarbærir	Tegund meðalaldur	Fjöldi dýra	Min-max gildi á mati á tönnum	Mat á liðum
	Fullorðið fé			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Eystra Miðfell	3,3 vetra	10	0,00-0,20	0,00
Hrafna björg	3,7 vetra	10	0,00-0,40	0,00
Innri Hólmur	3,3 vetra	10	0,00-0,40	0,00
Vogatunga	3,7 vetra	10	0,00-0,20	0,00
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Grímsstaðir	3,6 vetra	10	0,00-0,20	0,00
Kiðafell	3,6 vetra	10	0,00-0,60	0,00
	Hross			
Bæir norðan Hvalfjarðar				
Kalastaðakot	10 vetra	6	0,00-0,00	0,00
Litla Fellsöxl	14 vetra	7	0,00-0,43	0,00
Skipanes	12 vetra	4	0,00-0,25	0,00
Ytri Hólmur	11 vetra	6	0,00-0,17	0,00
Bæir sunnan Hvalfjarðar				
Kiðafell	14 vetra	6	0,00-0,33	0,00
Miðdalur	13 vetra	6	0,00-0,17	0,00

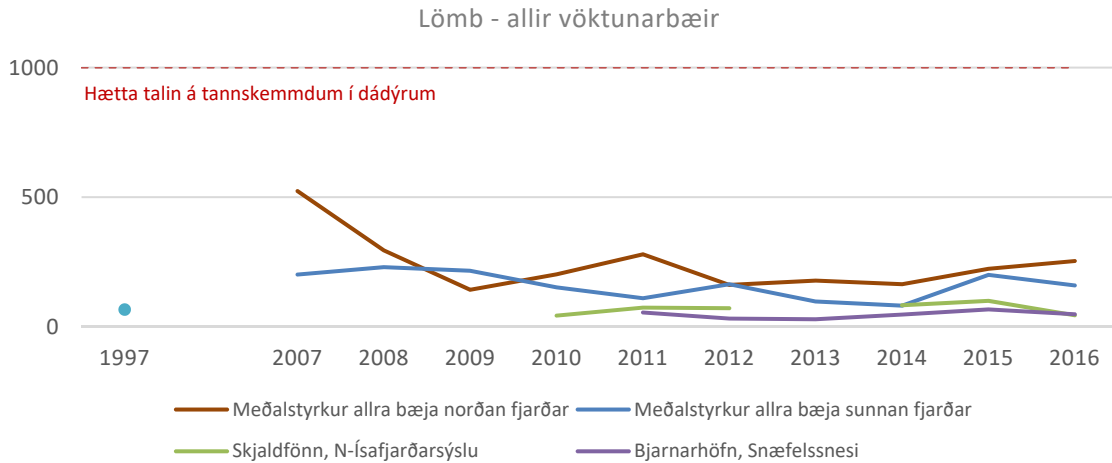
10.2 Niðurstöður einstakra mælipátta

10.2.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilvikum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hætta er talin vera á tanskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, töflur 10.3 og 10.4). Meðalstyrkur flúors var hæstur í kjálkabeinum lamba frá Gröf II (604 µg F/g) og lægstur í lömbum frá Hóli (85 µg F/g).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 230 µg F/g, sem er svipað og undanfarin ár. Frá vöktunarstöðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 254 µg F/g og 159 µg F/g sunnan fjarðar (mynd 10.2). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba 44 µg F/g frá Skjaldfönn og 48 µg F/g frá Bjarnarhöfn. Í gegnum árin hefur meðalstyrkur flúors í lömbum norðan

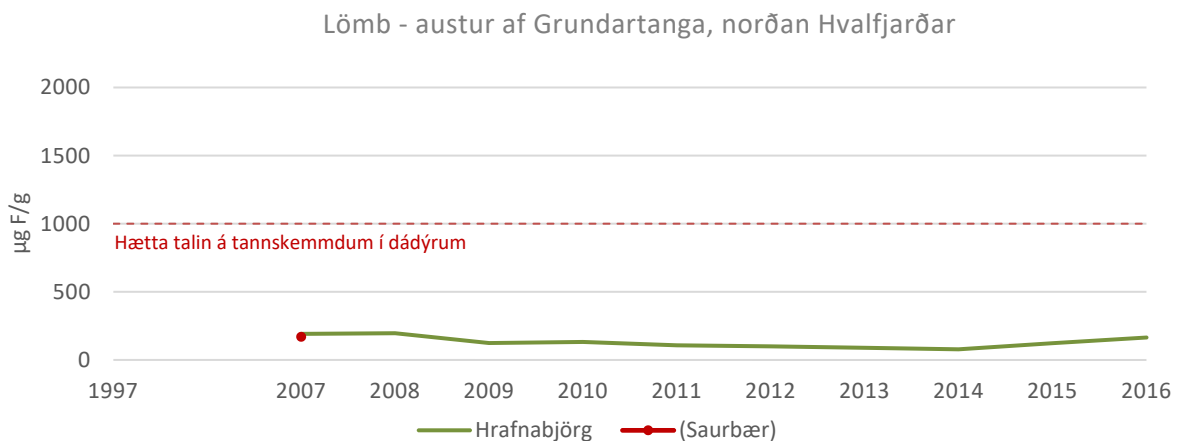
fjarða yfirleitt verið hærri eða svipaður og meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki G). Árið 2016 er ekki marktækur munur á flúorstyrk í lömbum norðan fjarðar annars vega og sunnan fjarðar hins vegar.



MYND 10.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 - 2016, bæir norðan fjarðar og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýni frá 1997

Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

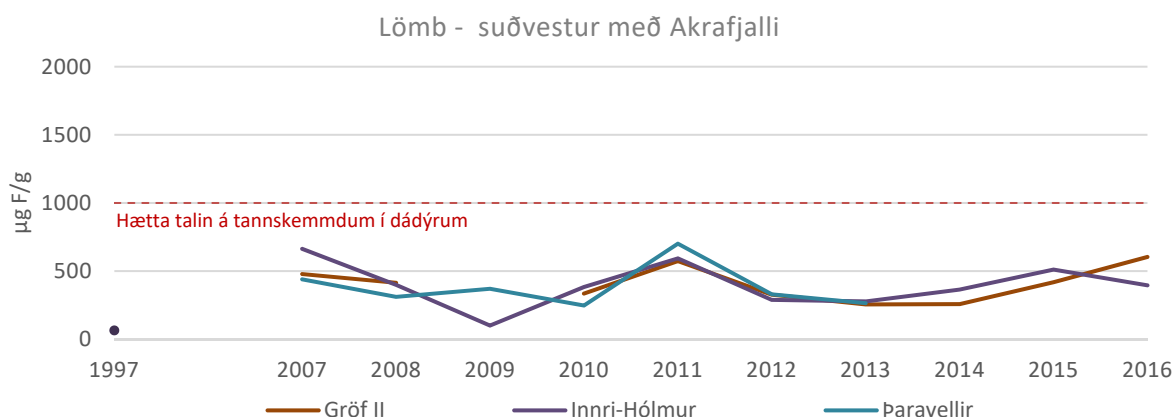
Miðað við ríkjandi vindáttir, verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Mynd 10.3 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum af þessu svæði, en á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en marktæk lækkun hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2016 miðað við árið 1999 sem og miðað við árið 2007 (viðauki G).



MYND 10.3 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 - 2016 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu

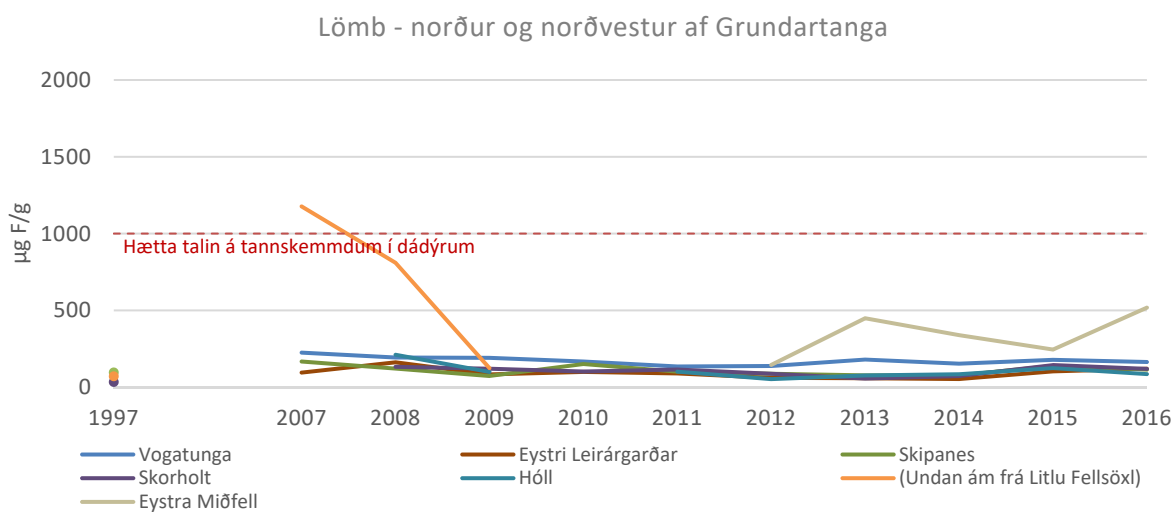
Mynd 10.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá

Þessu svæði miðað við árið 1997, hins vegar er engin breyting á styrk flúors samanborið við árið 2007 (viðauki G).



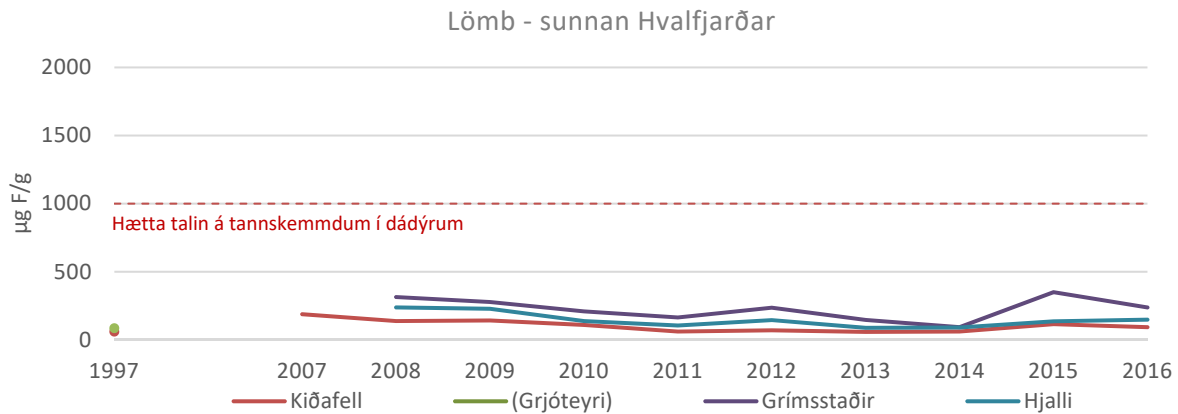
MYND 10.4 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 - 2016 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu má sjá á mynd 10.5. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2016 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007 (viðauki G).



MYND 10.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 - 2016 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 10.6 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2016 miðað við árið 1997, en engin breyting miðað við árið 2007 (viðauki G).



MYND 10.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 - 2016 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar og viðmiðunarsýni frá 1997

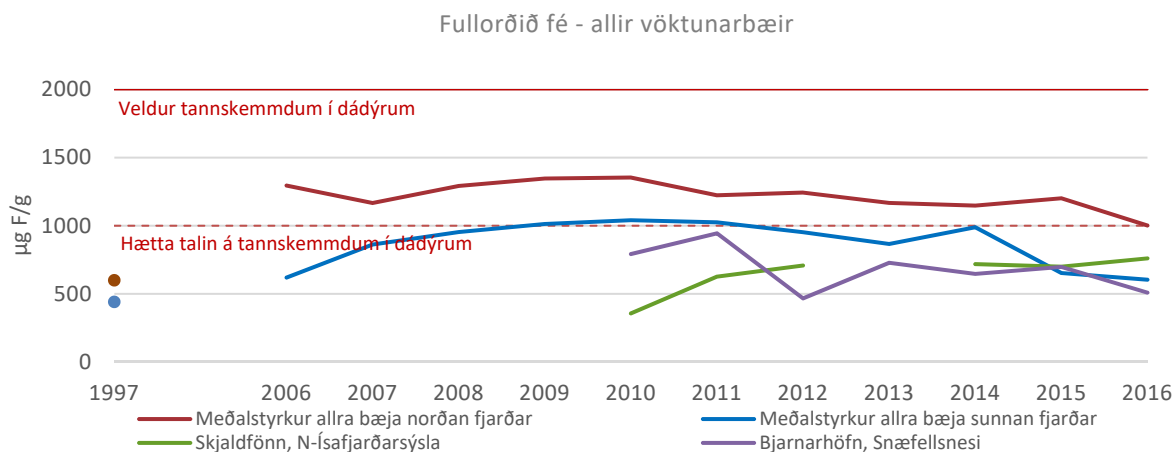
10.2.2 Flúor í fullorðnu fé

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, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2016 var rúmlega 6 vetra (yngst 1 vetra og elst 11 vetra).

Frá þrem bæjum (Hrafnabjörgum, Innri Hólmi og Vogatungu) var meðalstyrkur flúors yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár, sem er sá styrkur sem hætta er talin að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var rúmlega sex vetur. Meðalstyrkur flúors var yfir 2.000 µg 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 tæplega sex vetur.

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 917 µg F/g árið 2016 og hefur farið lækkandi síðustu átta árin. Meðalstyrkurinn var 1001 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 604 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 10.7). Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2016 er hér um að ræða marktækan mun en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki G).

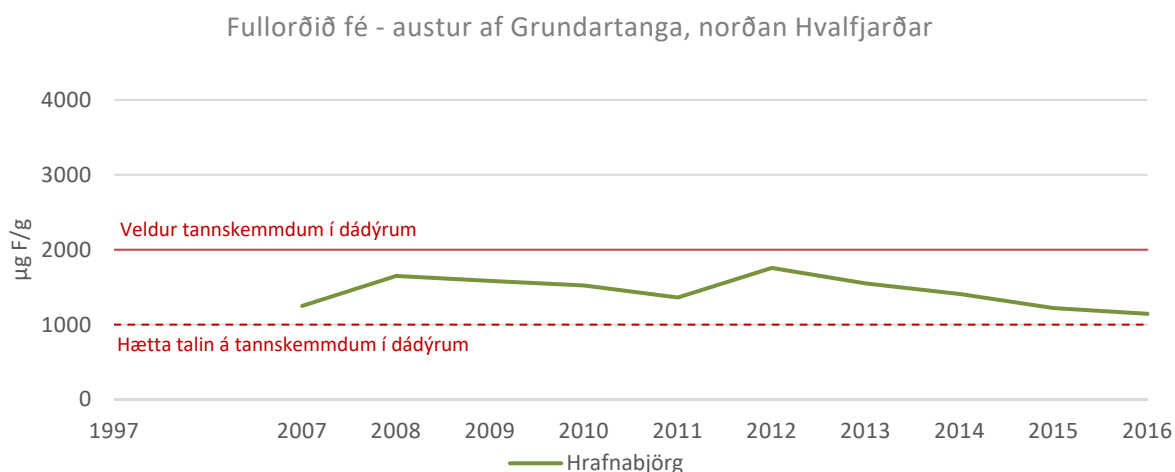
Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2006. Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innri Hólmi (2.018 µg F/g) og lægstur í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgörðum (488 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé 760 µg F/g frá Skjaldfönn (6 – 10 vetra gömul dýr) og 509 µg F/g frá Bjarnarhöfn (5 - 8 vetra gömul dýr). Meðalstyrkur flúors í dýrum frá viðmiðunarstöðum var svipaður og meðalstyrkur flúors frá fimm vöktunarbæjum þ.e. Eystri Leirárgörðum, Skorholti, Kiðafelli, Hjalla og Grímsstöðum. 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 10.7 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2007 - 2016, bæir norðan fjarðar og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýni frá 1997

Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

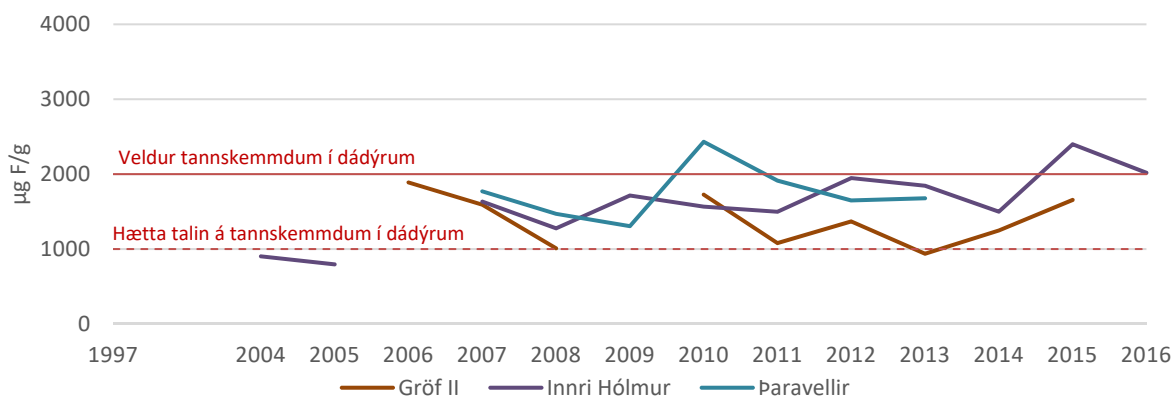
Meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bænum Hrafnabjörgum, sem er eini vöktunarbærinn á svæðinu austur af iðnaðarsvæðinu, má sjá á mynd 10.8. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessum bæ árið 2016 miðað við árið 2007 (viðauki G).



MYND 10.8 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2007 - 2016 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 10.9 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2016 miðað við árið 2007 (viðauki G).

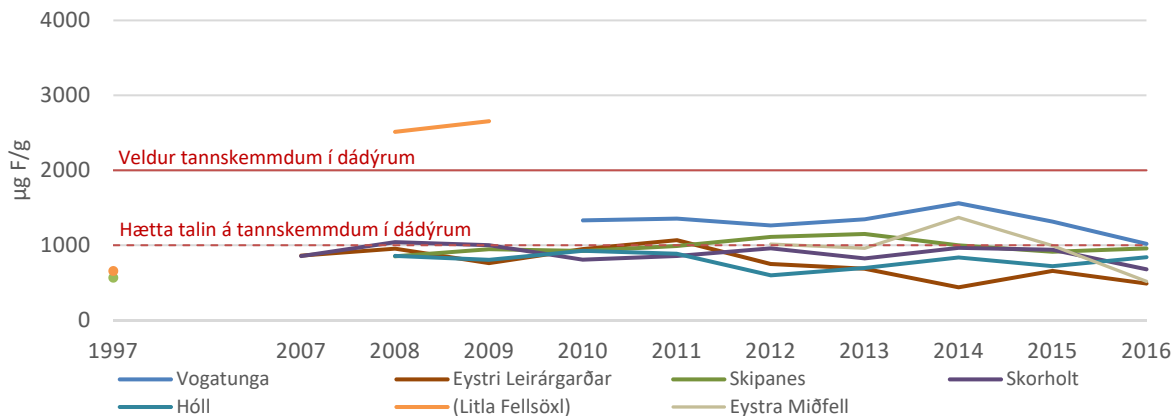
Fullorðið fé - suðvestur með Akrafjalli



MYND 10.9 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2007 - 2016 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu

Mynd 10.10 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2016 miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki G).

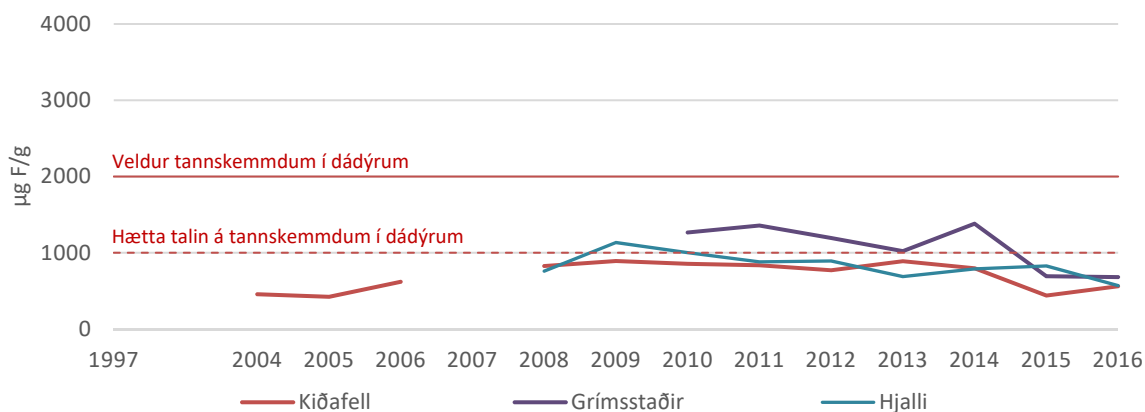
Fullorðið fé - norður og norðvestur af Grundartanga



MYND 10.10 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2007 - 2016 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar má sjá á mynd 10.11, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Vöktun hófst á þeim bæjum sem nú eru vaktaðir á þessu svæði árið 2008. Árið 2016 er engin marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 2008 (viðauki G).

Fullorðið fé - sunnan Hvalfjarðar



MYND 10.11 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2007 - 2016 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar, og viðmiðunarsýni frá 1997

10.2.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé með tilliti til sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerjungis, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 10.6 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka G [30].

TAFLA 10.6 Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	35	1	8
Sæmileg	1	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	7	1	1
Sæmileg	8	5	2
Slæm	17	3	5
Meðalaldur (ár)	6,5	5,6	7,3

* 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 Innri Hólmi, sem var við sæmilega tannheilsu vegna óeðlilegs tannslits. Talið er að þetta sé fæðingargalli. Flúor mældist 315 µg/g í beinsösku kjálkabeins úr þessu lambi.

Mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé bæði norðan Hvalfjarðar og frá viðmiðunarbæjum. Hæsti styrkur flúors mældist í dýri frá Innra Hólmi (2.195 µg/g), þar mældist einnig hæsti meðalstyrkur flúors

í fullorðnu fé. Þrjár af þessum kindum voru við góða tannheilsu og ein var við slæma tannheilsu. Engar breytingar sást á glerungi framtanna. Meðalaldur fjárins var tæplega 6 vetur. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum.

10.2.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

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

Yfirlit yfir niðurstöður dýralæknis má sjá í töflu 10.5 og í viðauka G. Almennt er matið á tönnum og liðum mjög lágt bæði hjá sauðfé og hrossum. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á framtönnum var í sauðfé frá Grímsstöðum 0,04 (meðalaldur dýra 3,6 vetra) og lægra á öðrum bæjum. Mat á ástandi jaxla í sauðfé var hæsta á Kiðafelli 0,60. Ekki fundust breytingar á liðum kinda við skoðun.

Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Litlu Fellsöxl 0,07 (meðalaldur hrossa 14 vetur) og lægst í hrossum frá Kalastaðakoti, 0,00 (meðalaldur hrossa 10 vetur). Hvergi fundust breytingar á liðum hrossa við skoðun.

11 HEIMILDASKRÁ

- [1] Camargo, J. (2003). Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review. *Chemosphere*, 50(3), 251-264.
- [2] Erla Sturludóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, Hrönn Jörundsdóttir, Elín Magnúsdóttir, Kristín Ólafsdóttir, & Gunnar Stefánsson. (2013). Spatial and temporal trends of contaminants in mussel sampled around the Icelandic coastline. *Science of the total environment*, 454, 500-509.
- [3] Friðrik Pálmason og E. Skye. (1999). An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminum smelter on the vegetation in Reyðarfjörður. A report to the Icelandic energy marketing agency. Reykjavík: RALA.
- [4] Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson, & Jóhannes Sigvaldason. (1985). Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfenað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfenað. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.
- [5] Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacíus, Bragi Líndal Ólafsson, Hólmgæir Björnsson, & Tryggvi Eiríksson. (2006). Styrkur snefilefna í heyi. Fræðaping landbúnaðarins 2006, bls. 179-189.
- [6] Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson, & Páll A. Pálsson. (1981). Flúoreitrun í búfé. Ráðunautafundur, 178-187.
- [7] Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson. (2001). Rannsóknir á straumum, umhverfispáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Hafrannsóknarstofnunin.
- [8] Halldór P. Halldórsson, Natasa Desnica, Hermann D. Guls, Erna Óladóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, & Kristín Ólafsdóttir. (2017). Könnun á ólífrænum snefilefnum og arómatískum fjölringjum (PAH) í kræklingi og seti við Grundartanga, Hvalfirði, 2016. Reykjavík: Matís ofh.
- [9] Helga Dögg Flosadóttir (2017a). Gróðurskýrsla 2016. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- [10] Helga Dögg Flosadóttir (2017b). Umhverfissvöktun í Hvalfirði. Ferksvatnsmælingar 2016. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- [11] Hermann Þórðarson. (2017). Umhverfissvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði: Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar - desember 2016. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- [12] Horntvedt, & Øyen. (1994). Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk. Kafli 6 í Norsk aluminiumsindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumsverk i Norge. Oslo: Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat (AMS).

- [13] Hrönn Jörundsdóttir, Natasa Desnica, Þuríður Ragnarsdóttir, & Helga Gunnlaugsdóttir. (2013). Mengunarvöktun í lífríki sjávar við Ísland 2011 og 2012. Matís.
- [14] Liteplo, R., Gomes, R., Hower, P., & Marcolom, H. (2002). Fluorides. Environmental Health Criteria 227. Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO).
- [15] Livesey, C., & Payne, J. (2011). Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses. In Practice, 33(9), 454-461.
- [16] Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., & Sorensen, J. (2004). Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. 97:03. Nork institutt for vannforskning.
- [17] National Research Council. (1974). Effects of Fluorides in Animals. National Academy of Science, National Academies Press.
- [18] Olenycz, M., Sokołowski, A., Niewińska, A., Wołowicz, M., Namieśnik, J., Hummel, H., & Jansen, J. (2015). Comparison of PCBs and PAHs levels in European coastal waters using mussels from the *Mytilus edulis* complex as biomonitors. Oceanologia, 57(2), 196-211.
- [19] Ongstad, Stoll og Aasland. (1994). The Norwegian aluminium industry and the local environment. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report.
- [20] Páll A. Pálsson. (1995). Flúormengun og álver, flúormagn í dýrabeinum í grennd við álverið í Straumsvík árin 1967-1991. Búnaðarrit nr. 108, 245-257.
- [21] Pécseli, M., Pritzl, G., Thomsen, M., Asmund, G., & Christensen, J. (2002). Polycyclic aromatic compounds in the Greenland marine environment. Polycyclic Aromatic Compounds, 22(3-4), 689-702.
- [22] Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard, & R. Sulzberger. (1970). Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.
- [23] SFT (Statens forurensningstilsyn, Norska mengunarvarnaeftirlitið). Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. 2229/2009, 12 bls.
- [24] Sigurður H. Magnússon. (2013). Þungmálmur og brennisteinn í mosa á Íslandi 1990-2010: áhrif iðjuvera. Náttúrufræðistofnun Íslands, fyrir Rio Tinto Alcan á Íslandi hf., Norðurál ehf., Elkem Ísland ehf. og Alcoa Fjarðaál.
- [25] Umhverfsvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2014-2021, fyrsta endurskoðun. (2015). [Á neti]: https://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraetlun_2014_2021.pdf [Skoðað 20.3.2017].
- [26] Veðurstofa Íslands. (án árs). Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára. Sótt 15. mars 2017 frá vef Veðurstofu Íslands: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>
- [27] Vikøren, T., & Stuve, G. (1996). Fluoride exposure in cervids inhabiting areas adjacent to aluminum smelters in Norway. II. Fluorosis. Journal of wildlife diseases, 32(2), 181-189.

- [28] Webster, L., Russell, M., Walsham, P., Phillips, L., Packer, G., Hussy, I., Scurfield, J.A., Dalgarno, E.J., Moffat, C. (2009). An assessment of persistent organic pollutants (POPs) in wild and rope grown blue mussels (*Mytilus edulis*) from Scottish coastal waters. *Journal of Environmental Monitoring*, 11(6), 1169-1184.
- [29] Weinstein L.H. og Davison A.W. (2004). *Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals*. Wallingford, Bretlandi: CABI Publishing.
- [30] Þórunn Lára Þórarinsdóttir. (2017a). Skýrsla fyrir árið 2016, sem er liður í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012-2021. Lifandi búfé (hross og sauðfé). Dýralæknirinn Mosfellsbæ.
- [31] Þórunn Lára Þórarinsdóttir. (2017b). Skýrsla varðandi flúormælingu beina og tanna í suðfé fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga, haustið 2016. Dýralæknirinn Mosfellsbæ.

VIÐAUKI A 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 2015. Útgefin í apríl 2016.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Útgefin í apríl 2015.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
- 6) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
- 7) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
- 8) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
- 9) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
- 10) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
- 11) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
- 12) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
- 13) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
- 14) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

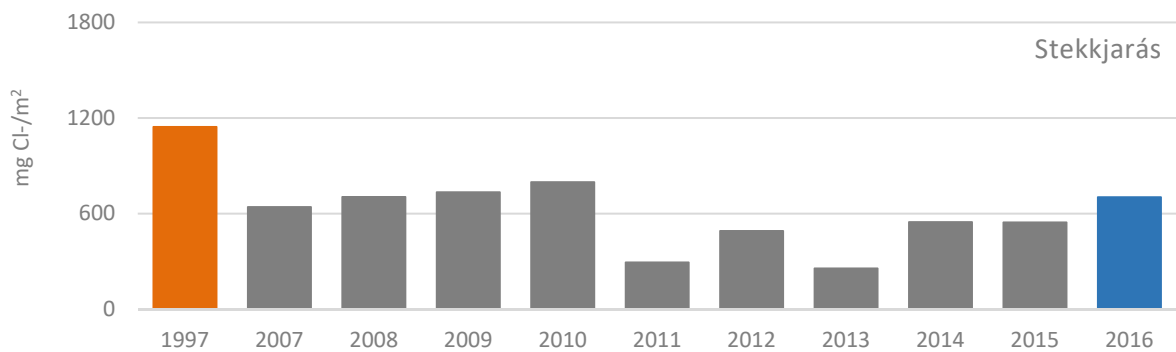
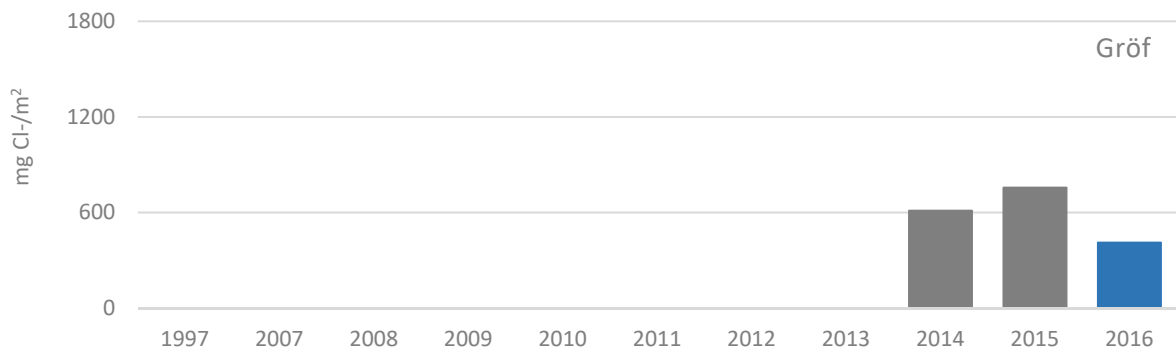
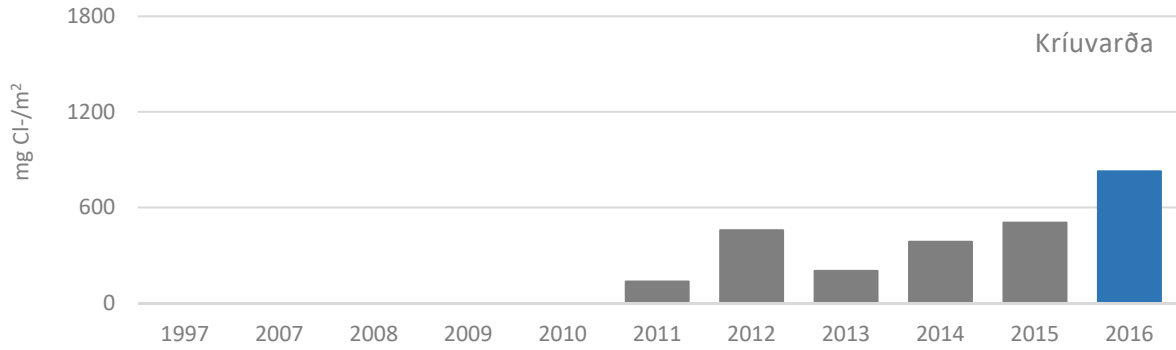
VIÐAUKI B LOFTGÆÐI

Meðalstyrkur natríns og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu 2010 – 2016, á Gröf II árið 2014-2016 og á Stekkjarási 1997 og 2007 – 2016 er birtur hér á eftir. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir allar niðurstöður árána 1998 til 2006.



MYND B.1 Meðalstyrkur natrín í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási undanfarin ár

Klóríð í úrkomu



MYND B.2 Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Stekkjarási undanfarin ár

VIÐAUKI C FERSKVATN

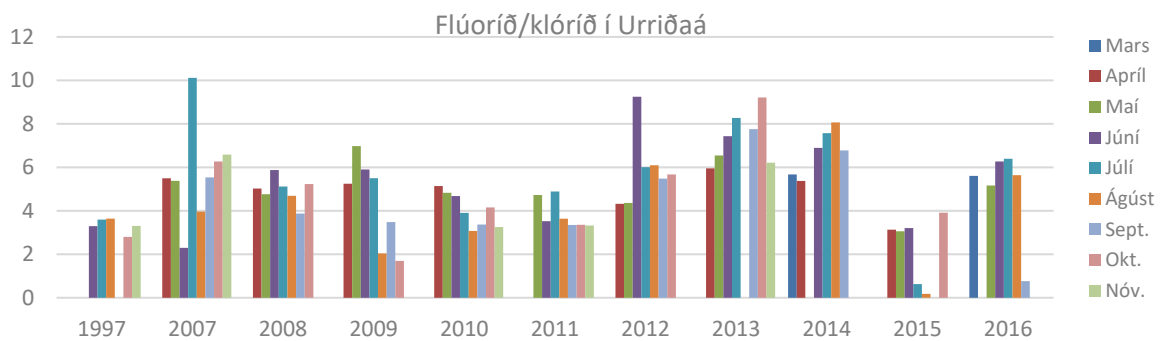
Áhrifa frá sjó getur gætt í mælingum á magni flúors og súlfats í vöktunaránum. Það byggir á því að klóríð, súlfat og flúor berst í grunnrennsli áa nálægt sjó þegar sjór flæðir á stórstraumsflóði upp fyrir sýnatökustaði. Styrkur klóríðs er mældur til þess að meta þessi áhrif og hlutfall flúors og klóríðs auk hlutfalls súlfats og klóríðs reiknuð. Greiningarmörk í mæliaðferðunum má sjá í töflu C.1. Í viðauka C.1 má sjá niðurstöður vegna flúormælinga fyrir árin 1997 og 2007-2016, í viðauka C.2 má sjá niðurstöður súlfatmælinga fyrir árin 1997 og 2007-2016 og í viðauka C.3 eru tölfræðiniðurstöður fyrir ferskvatn. Vísað er til fyrri vöktunarskýrlna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2006.

TAFLA C.1 Greiningarmörk ferskvatnsmælinga (e. Limit of Detection, LOD)

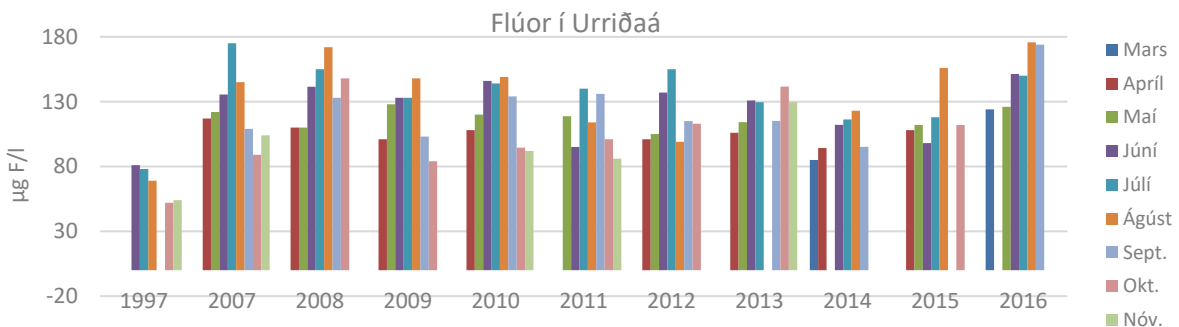
F-	S	Cl	Ca	Na
µg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
5	0,004	0,3	0,01	0,05

C.1 Flúor og flúor/klóríð hlutfall í Urriðaá

Á myndum C.1 og C.2 má sjá að mikilla áhrifa gætti frá sjó í september árið 2016 og er það ástæða þess að mælingar á leiðni og súlfati úr sýni úr Urriðaá sem tekið var í þeim mánuði voru ekki reiknuð með í meðaltöl.



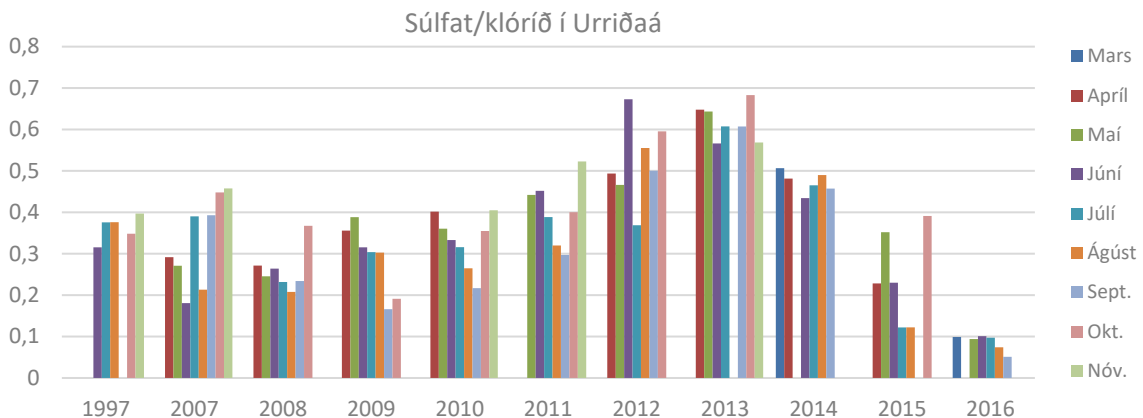
MYND C.1 Hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



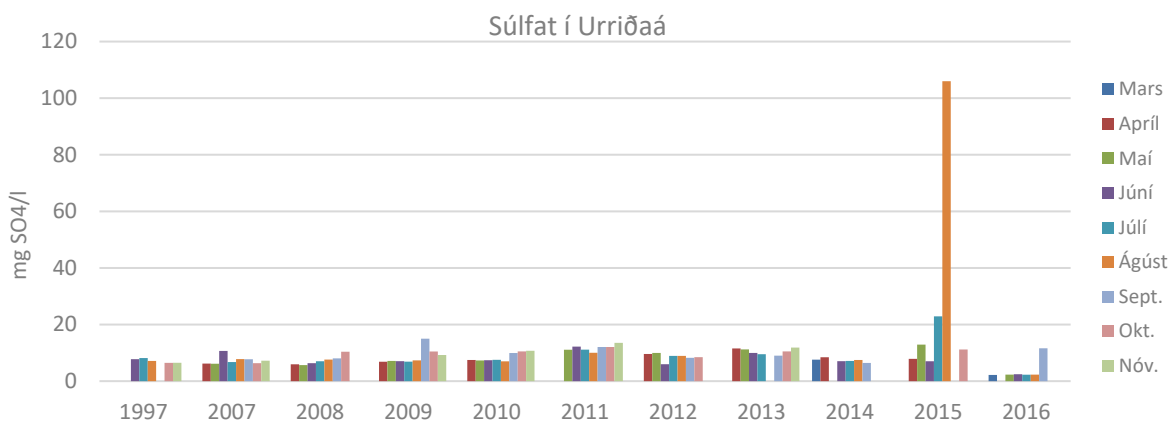
MYND C.2 Meðalstyrkur flúors í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2007– 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

C.2 Súlfat og súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaa

Á myndum C.3 og C.4 má sjá samsvarandi niðurstöður og í viðauka C.1, þ.e. að mikilla áhrifa gætti frá sjó í Urriðaa í september árið 2016 og mælingar úr sýni tekið í þeim mánuði því ekki teknar með í meðaltölum. Vegna mengunar sjávarfalla má sjá að styrkur súlfats mældist margfalt hærrí í sýni tekið í september 2016 heldur en aðra mánuði ársins. Áhrif sjávar voru þó ekki jafn mikil og 2015. Heilt yfir mældist styrkur súlfats mjög lítill árið 2016.



MYND C.3 Hlutfall súlfats/klóríðs í Urriðaa árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

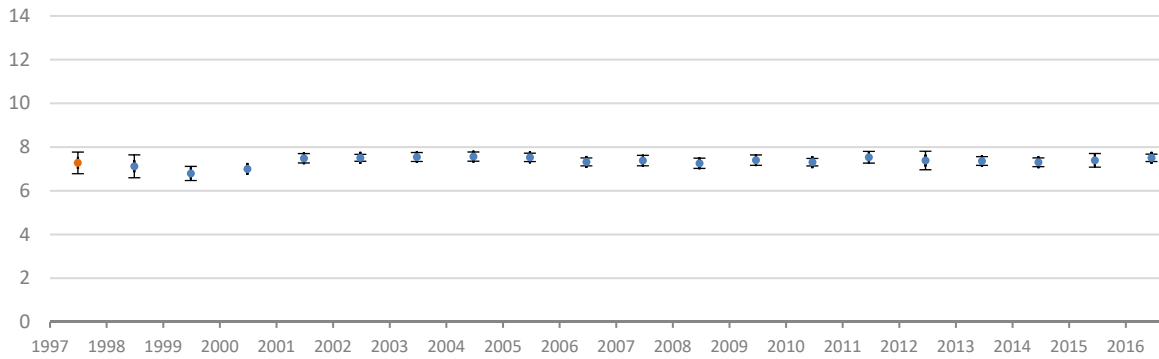


MYND C.4 Meðalstyrkur súlfats í hverjum mánuði í Urriðaa árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

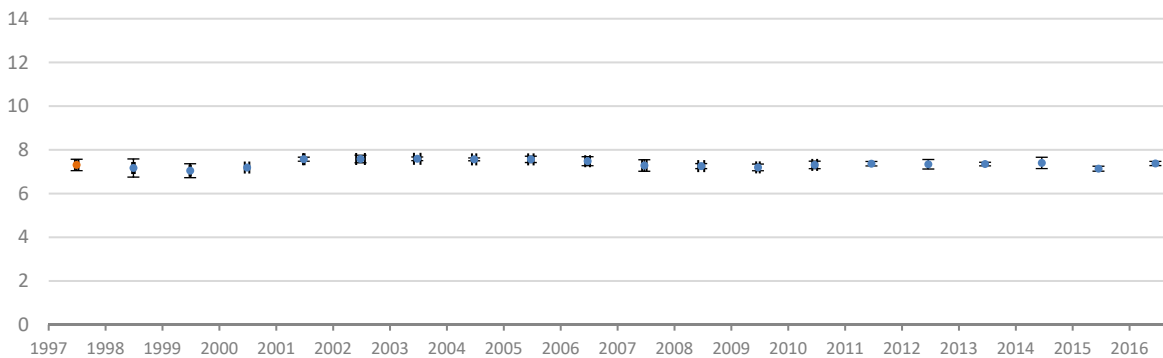
C.3 Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

Umhverfisvöktun fyrir ferskvatn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2016 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræðiútreikninga á vöktunarmælingum fyrir ferskvatn árin 1997 – 2016 eru birt

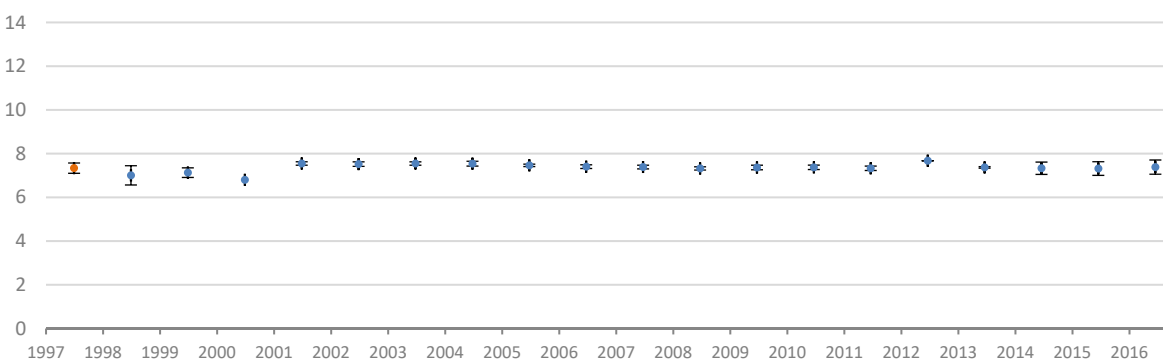
hér á eftir. Myndir C.5 – C.7 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2016.



MYND C.5 Meðaltal sýrustigs í Kalmansá mælt 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum

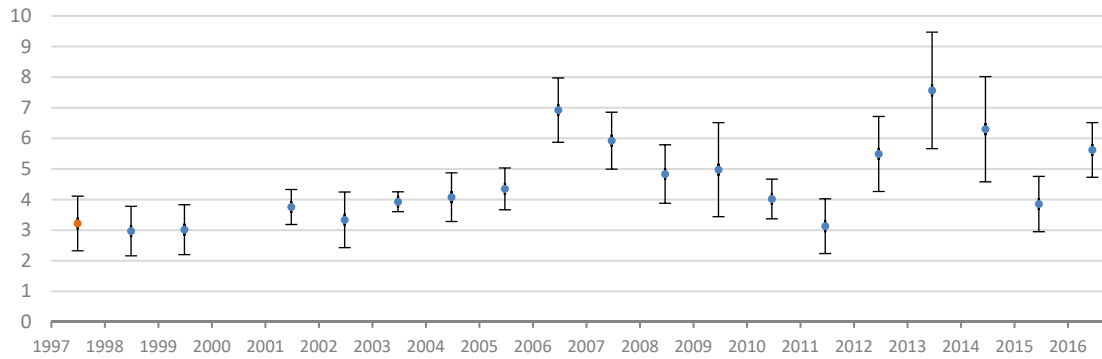


MYND C.6 Meðaltal sýrustigs í Urriðaá mælt 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum

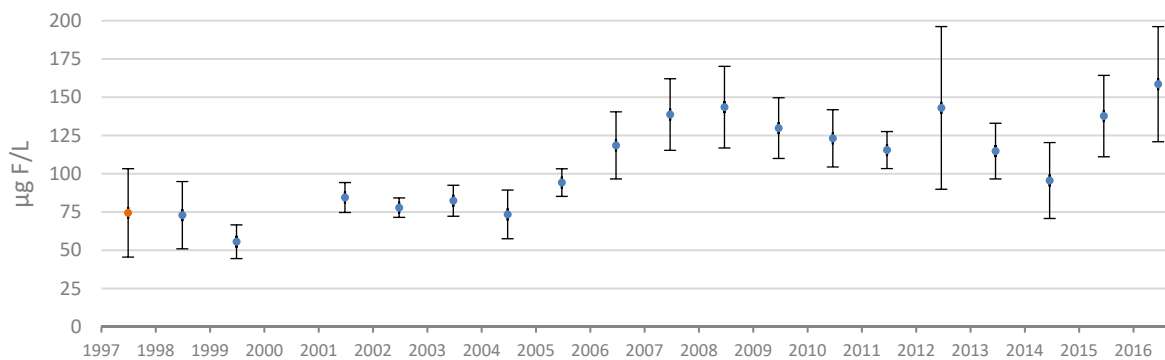


MYND C.7 Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá mælt 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum

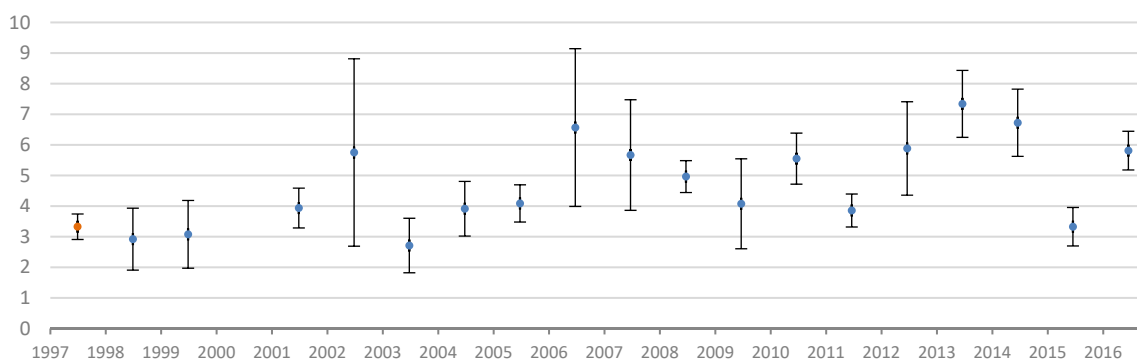
Á myndum C.8 – C.13 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð-hlutfalli og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



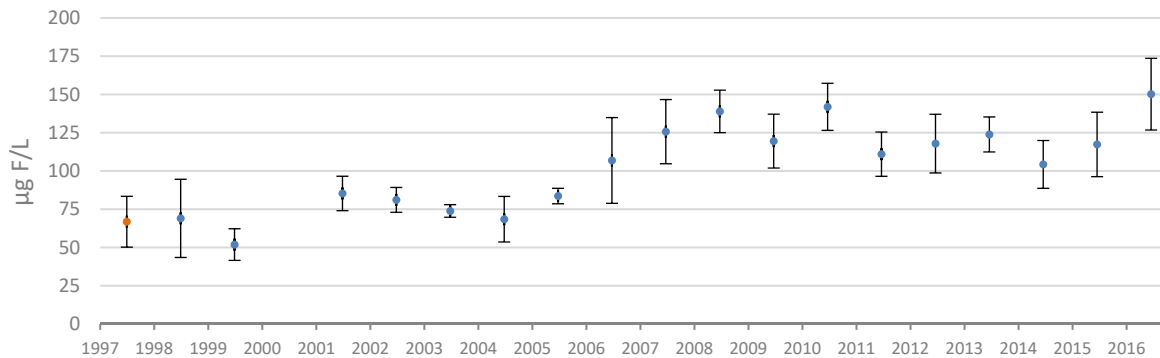
MYND C.8 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



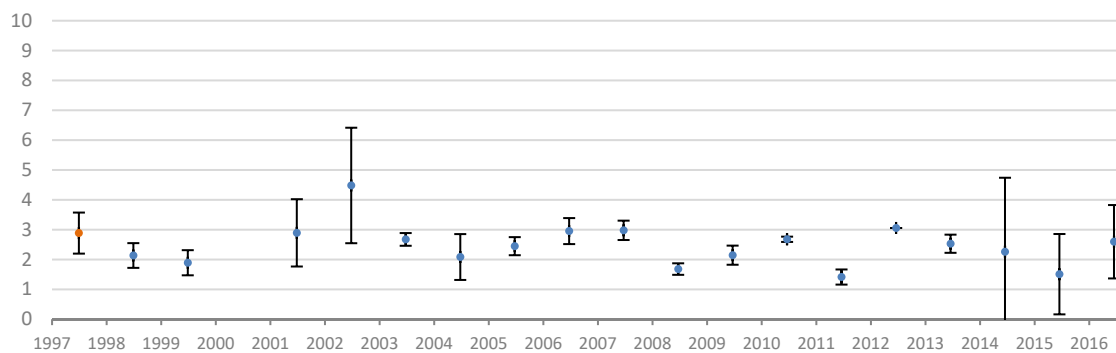
MYND C.9 Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



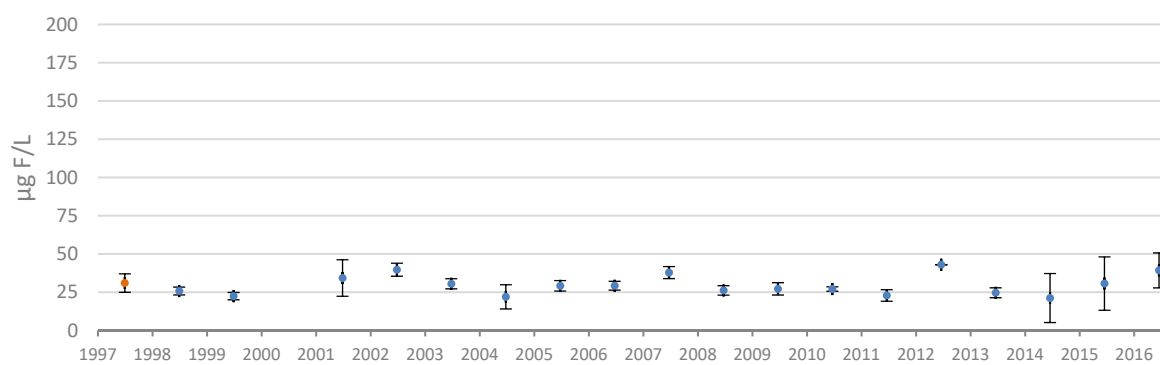
MYND C.10 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum



MYND C.11 Meðalstyrkur flúors í Urriðá á samt 95% öryggisbilum



MYND C.12 Meðaltal flúor/kloríðs hlutfalls í Berjadalsá samt 95% öryggisbilum



MYND C.13 Meðalstyrkur flúors í Berjadalsá samt 95% öryggisbilum

VIÐAUKI D LÍFRÍKI SJÁVAR OG SJÁVARSET

D.1 Dánartíðni

Í töflu D.1 má sjá samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra kræklinga í búrum á hverjum vöktunarstað.

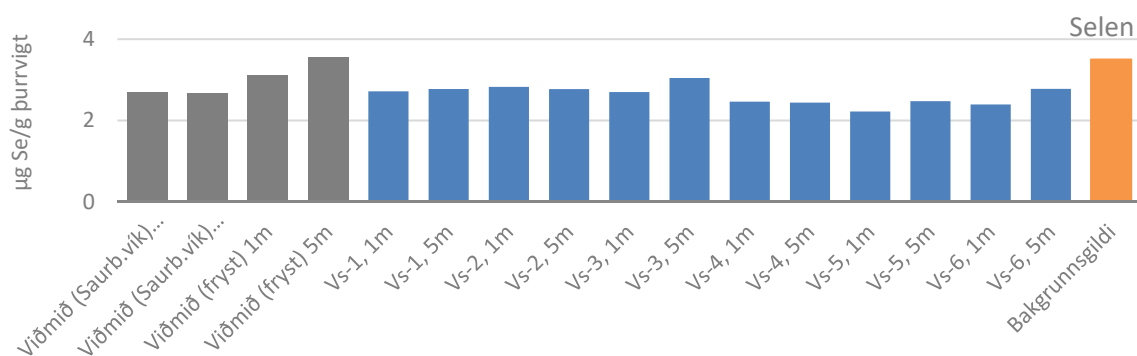
TAFLA D.1 Samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra kræklinga í búrum

Stöð	Heildarfjöldi kræklinga	Fjöldi dauðra kræklinga	%*
Viðmiðunarsýni (fryst), 1m	121	5	4,2
Viðmiðunarsýni (fryst), 5m	119	0	0
Vs-1 ,1m	119	6	5
Vs-1-5	119	8	6,7
Vs-2-1	120	7	5,8
Vs-2-5	119	4	3,3
Vs-3-1	120	9	7,5
Vs-3-5	118	5	4,2
Vs-4-1	119	12	10
Vs-4-5	120	4	3,3
Vs-5-1	120	6	5
Vs-5-5	117	7	5,8
Vs-6-1	117	1	0,8
Vs-6-5	118	6	5
Viðmiðunarsýni (Saurbæjarvík), 1m	118	8	6,7
Viðmiðunarsýni (Saurbæjarvík), 5m	121	4	3,3

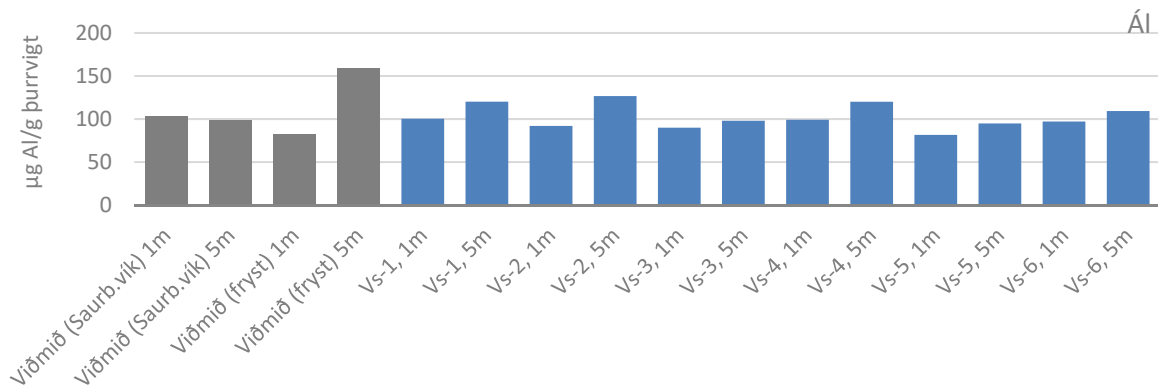
* Miðað við 120 kræklinga í byrjun

D.2 Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi

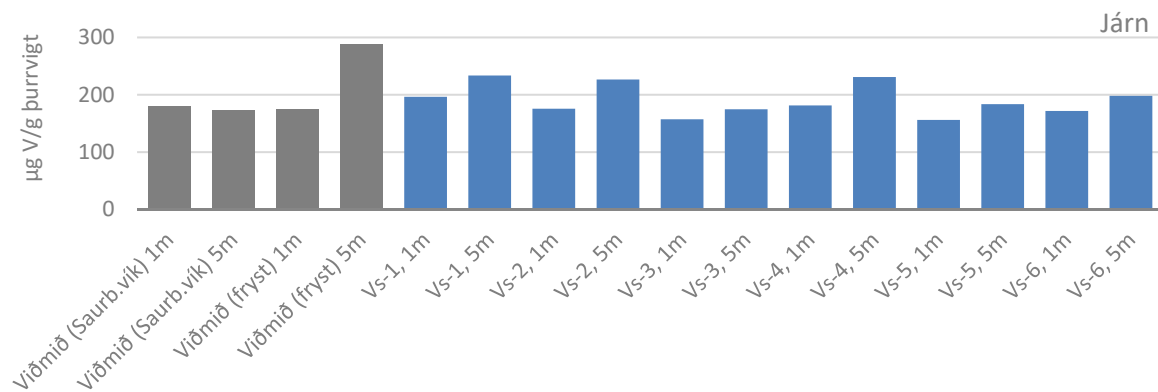
Niðurstöður mælinga á styrk selens, áls, járns og vanadíns í mjúkvef kræklinga frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá á myndum D.1 – D.4.



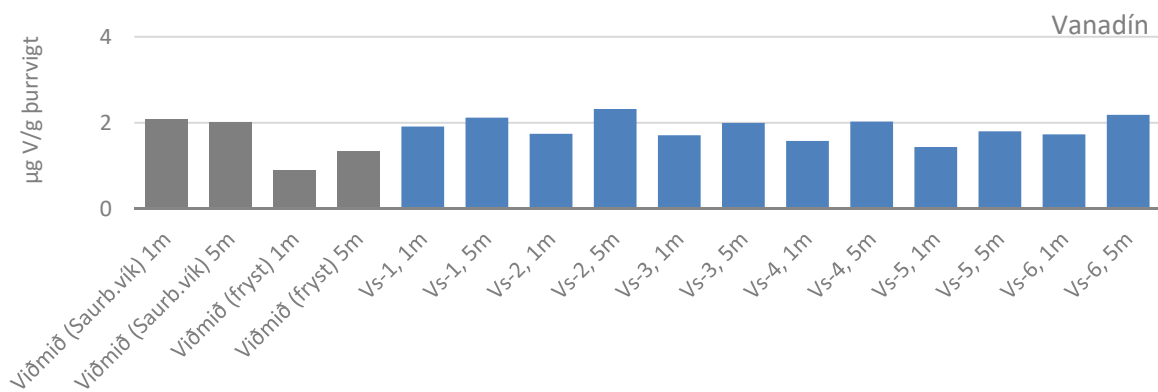
MYND D.1 Styrkur selens í mjúkvef kræklinga 2016



MYND D.2 Styrkur áls í mjúkvæf kræklinga 2016



MYND D.3 Styrkur járns í mjúkvæf kræklinga 2016



MYND D.4 Styrkur vanadíns í mjúkvæf kræklinga 2016

D.3 Mælingar á styrk fjölringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í kræklingi

Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í mjúkvef kræklinga á öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá í töflu D.2.

TAFLA D.2 Styrkur PAH efna í ng/g (votvigt) í krækling eftir vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum

Efni	Fryst-1m	Fryst-5m	Vs -1, 1m	Vs -1, 5m	Vs -2, 1m	Vs -2, 5m	Vs -3, 1m	Vs -3, 5m	Vs -4, 1m	Vs -4, 5m	Vs -5, 1m	Vs -5, 5m	Vs -6, 1m	Vs -6, 5m	Saurbæjarvík 1m	Saurbæjarvík 5m
naftalen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
asenaftýlen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
asenaften	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
flúoren	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
fenantren	0,31	0,33	0,35	0,39	0,25	0,33	0,20	0,34	0,24	0,49	0,18	0,27	0,35	0,27	0,40	0,49
antrasen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
flúoranten	1,0	1,1	0,62	0,44	0,35	0,36	0,47	0,51	0,35	0,32	0,23	0,26	1,0	0,71	0,47	0,62
pýren	0,83	0,48	0,91	0,86	0,70	0,70	0,76	1,0	0,69	0,83	0,39	0,77	1,1	1,2	1,1	0,95
benzó(a)antrasen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Krýsen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(b)flúoranten	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(k)flúoranten	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(a)pýren	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
indenó(1,2,3-cd)pýren	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
dibenzó(a,h)antrasen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(ghi)perýlen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Summa PAH ₁₆ efna**	2,1	1,9	1,9	1,7	1,3	1,4	1,4	1,9	1,3	1,6	0,80	1,3	2,4	2,2	2,0	2,1
% þurrvigt	17	16	23	23	22	21	22	21	22	22	23	21	21	21	20	20

* Blámerkt gildi eru gildi yfir magnreiningarmörkum.

** Gildi undir magnreiningarmörkum eru sett sem núll í summu.

D.4 Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í seti

Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í sjávarseti á öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá í töflu D.3, auk þess sem norsk viðmiðunargildi fyrir PAH mengun í seti eru sýnd í töflu D.4.

TAFLA D.3 Styrkur PAH efna í ng/g (þurrvigt) í seti eftir vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum

Efni	Vs-1,	Vs-2,	Vs-3,	Vs-4,	Vs-5,	Vs-6,	Saurbæjarvík
<i>naftalen</i>	7,2	30,0	13,3	13,3	13,3	10,9	2,1
<i>asenaftýlen</i>	1,7	1,9	1,5	1,5	1,5	1,2	2,1
<i>asenaften</i>	5,6	37,1	17,8	17,8	17,8	28,5	1,3
<i>flúoren</i>	5,2	38,1	21,2	21,2	21,2	20,0	1,8
<i>fenantren</i>	15,3	100	46,7	46,7	46,7	33,1	9,9
<i>antrasen</i>	4,4	33,2	13,4	13,4	13,4	9,5	3,4
<i>flúoranten</i>	27,2	110	61,2	61,2	61,2	46,1	27,2
<i>pýren</i>	23,0	99,9	49,1	49,1	49,1	39,6	35,7
<i>benzó(a)antrasen</i>	14,6	58,7	30,4	30,4	30,4	21,9	13,3
<i>krýsen</i>	13,4	51,3	26,3	26,3	26,3	23,9	17,3
<i>benzó(b)flúoranten</i>	20,5	55,3	29,8	29,8	29,8	25,6	24,6
<i>benzó(k)flúoranten</i>	9,2	21,8	13,5	13,5	13,5	10,9	11,0
<i>benzó(a)pýren</i>	18,8	59,8	32,2	32,2	32,2	25,1	25,4
<i>indenó(1,2,3-cd)pýren</i>	18,4	40,0	22,9	22,9	22,9	17,9	24,5
<i>dibenzó(a,h)antrasen</i>	3,2	10,7	5,3	5,3	5,3	4,3	4,5
<i>benzó(ghi)perýlen</i>	21,2	43,0	24,5	24,5	24,5	20,3	30,8
<i>Summa PAH₁₆efna</i>	209	791	409	598	364	339	235

TAFLA D.4 Ástandsflokkun með tilliti til norskra viðmiða um áhrif á lífríki sjávarsets

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunnur	God	Moderat	Dárlig	Svært dárlig
Eining (ng/g)	Bakgrunnur	Engin eituráhrif	Síðkomin áhrif eftir langa viðkomu (exposure)	Bráð eituráhrif eftir stutta viðkomu (exposure)	Mikil og útbreidd bráð áhrif
<i>naftalen</i>	<2	2-290	290-1000	1000-2000	>2000
<i>asenaftýlen</i>	<1,6	1,6-33	33-85	85-850	>850
<i>asenaften</i>	<2,4	2,4-160	160-360	360-3600	>3600
<i>flúoren</i>	<6,8	6,8-260	260-510	510-5100	>5100
<i>fenantren</i>	<6,8	6,8-500	500-1200	1200-2300	>2300
<i>antrasen</i>	<1,2	1,2-31	31-100	100-1000	>1000
<i>flúoranten</i>	<8	8-170	170-1300	1300-2600	>2600
<i>pýren</i>	<5,2	5,2-280	280-2800	2800-5600	>5600
<i>benzó(a)antrasen</i>	<3,6	3,6-60	60-90	90-900	>900
<i>krýsen</i>	<4,4	4,4-280	280-280	280-560	>560
<i>benzó(b)flúoranten</i>	<46	46-240	240-490	490-4900	>4900
<i>benzó(k)flúoranten</i>		<210	210-480	480-4800	>4800
<i>benzó(a)pýren</i>	<6	6-420	420-830	830-4200	>4200
<i>indenó(1,2,3-cd)pýren</i>	<20	20-47	47-70	70-7000	>7000
<i>dibenzó(a,h)antrasen</i>	<12	12-590	590-1200	1200-12000	>12000
<i>benzó(ghi)perýlen</i>	<18	18-21	21-31	31-310	>310
<i>Summa PAH₁₆efna</i>	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000

D.5 Staðsetningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnets

Númer stöðva, GPS staðsetningar botngreipastöðva við Grundartanga og viðmiðunarstaðar í Saurbæjarvík, dýpi og lýsingu á stöðvum og setsýnum má sjá í töflu D.5.

TAFLA D.5 Staðsetningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnets við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

Stöð	N-breidd	V-breidd	Lýsing á stöðvum	Dýpi árið 2016 faðmar / metrar	Lýsing á seti
1	64°21,631'	21°45,369'	Utan við grynningar út af Katanesi	7,9 / 14,2	Nokkuð fínt set, gott sýni. Töluvert af skeljabrotum, slöngustjörnum og kóralþörungum.
2	64°21,551'	21°46,348'	Um 230 m austan við bryggjukant Grundartangahafnar	5,6 / 10,1	Fínt set, gott sýni. Lítið af sjáanlegum þörungum og dýrum.
3	64°21,002'	21°47,220'	Um 650 m vestan við grjótgarð kerbrotagryfju	8,0 / 14,4	Fínt set en töluvert af kóralþörungum og skeljabrotum ásamt þarastilki og flatfiskaseiði.
4	64°20,005'	21°48,945'	Um 3 km vestan við verksmiðjussvæðið á Grundartanga, við Galtarvíkurhöfða	11,8 / 21,2	Nokkuð fínt set, þó mögulega grófara en innar í firðinum. Einnig prófað nokkrum sinnum á 15 og 30m dýpi en sýnin ýmist sandur/gróft set eða greypin tóm (harður botn).
5	64°21,694'	21°44,842'	Utan við Katanes, um 450 m austan við stöð 1	7,3 / 13,2	Fínt set, gott sýni. Töluvert af skeljabrotum, kóralþörungum og slöngustjörnum. Nokkuð af öðrum dýrum, s.s. lítil ígulker, trjónukrabbar, aða og báruskel.
6	64°21,097'	21°47,138'	Um 250 m vestan við bryggjukant, við grjótgarð kerbrotagryfju	6,8 / 12,2	Nokkuð fínt set, þó mögulega grófara en innar í firðinum. Prófað fyrst á 64°21,119';21°47,070' (13,5 m) og 64°21,124';21°47,038' (16 m) en sýnin þar of sandkennd/gróf.
Viðmið	64°24,028'	21°35,824'	Í Saurbæjarvík, um 8 km austan við Katanes	10,3 / 18,5	Fínt set, gott sýni. Dálítið af skeljabrotum og slöngustjörnum.

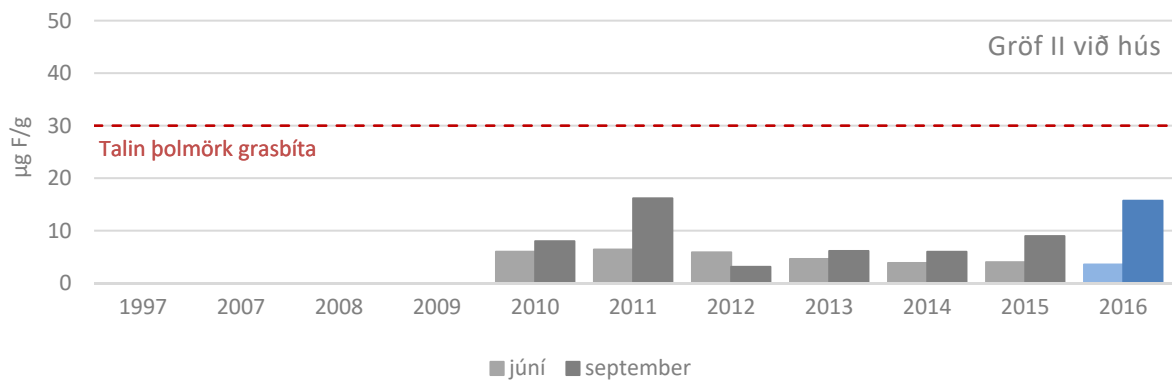
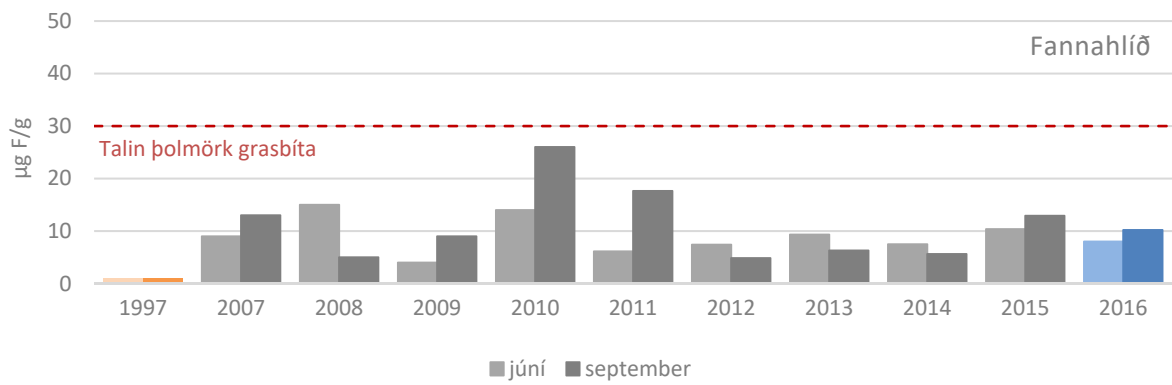
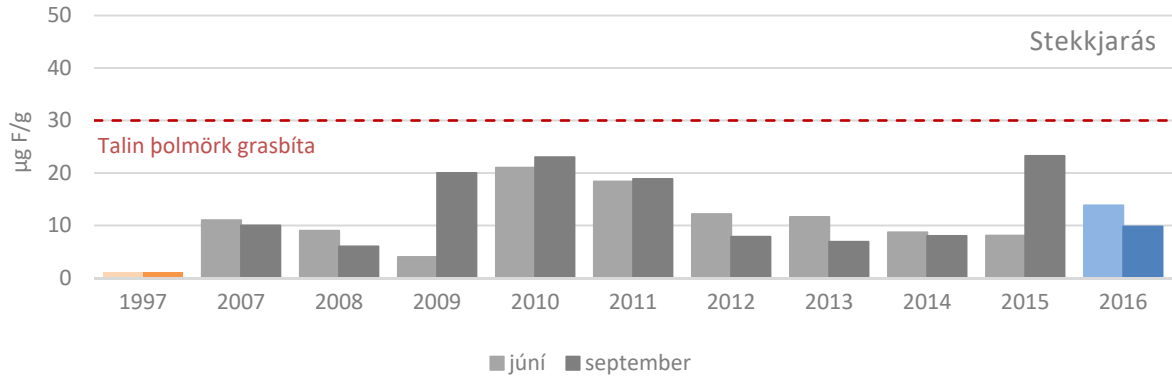
VIÐAUKI E GRÓÐUR

Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum E.1 og E.2 Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2016 má sjá í kafla E.3. 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 70 sýnum af grasi og laufi (35 í hvorri sýnatökufurð) og 48 sýnum af barri. Fyrir sýnatökudag 3. júní var heildarúrkoma um 6,5 mm 5 daga fyrir sýnatöku. Aðfaranótt 1. júní rigndi en eftir það rigndi ekki aftur fyrir sýnatöku. Þurrt var meðan á sýnatökunni stóð. Lofthiti var að um 12-16 °C. Ríkjandi áttir voru suð og vestlægar og vindhraði 2-5 m/s. Heildarúrkoma seinustu 5 daga fyrir sýnatökudaginn 22. september var 0,3 mm, og upp úr hádegi á sýnatökudaginn kom væta. Lofthiti var að 10-12°C. vindáttir voru austlægar og vindhraði 2-3 m/s. Í nóvember þegar sýnum af barri var safnað var heildarúrkoma fyrir sýnatökudag 0,7 mm. Þurrt var meðan á sýnatökunni stóð.

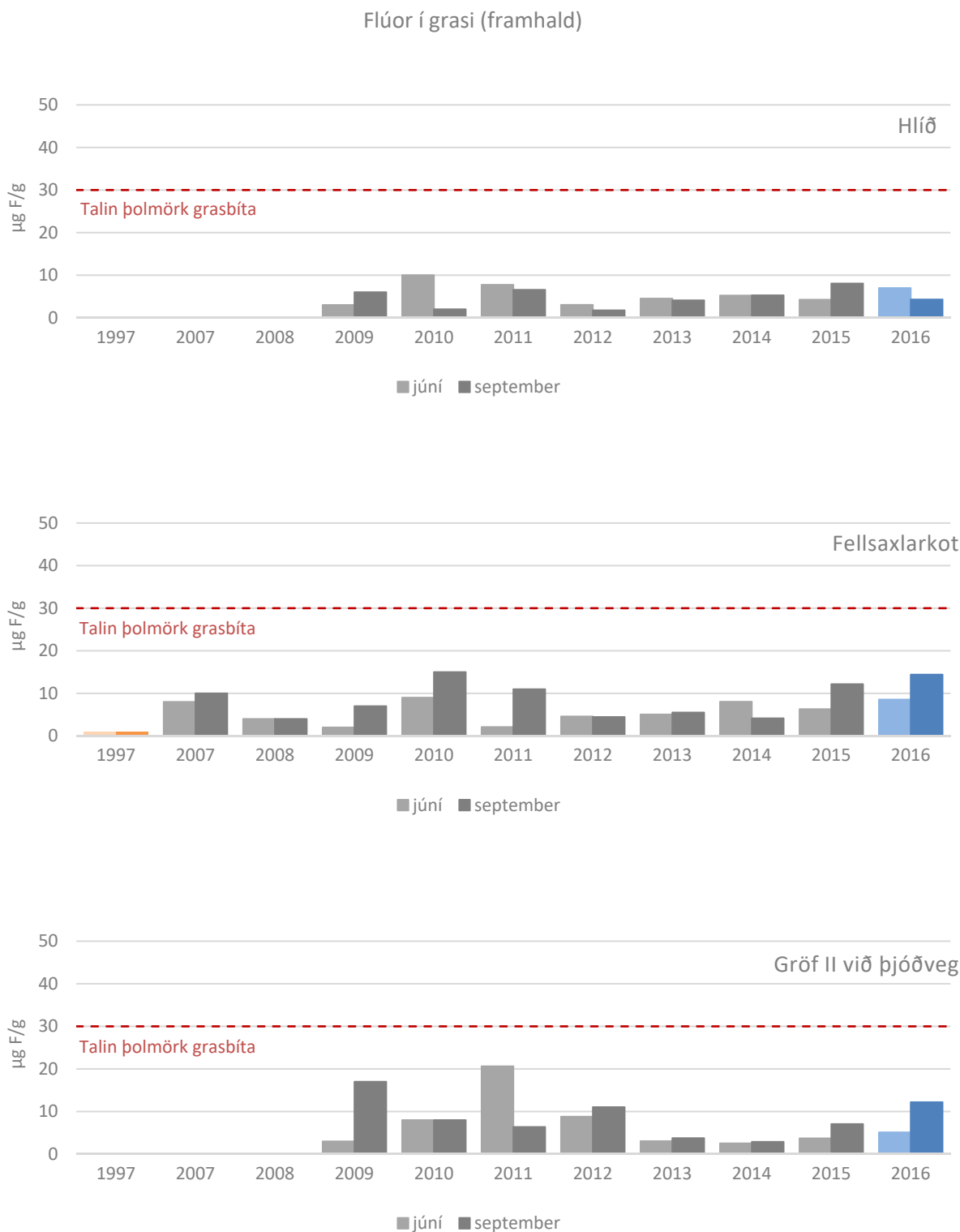
E.1 Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.1, fyrir árin 2007 – 2016 auk bakgrunnsgildis fyrir árið 1997 til viðmiðunar. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2006. 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. Í Skorradal var mælt árin 2010-2012 en síðan voru ekki mælingar í Skorradal fram til ársins 2016. 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.

Flúor í grasi

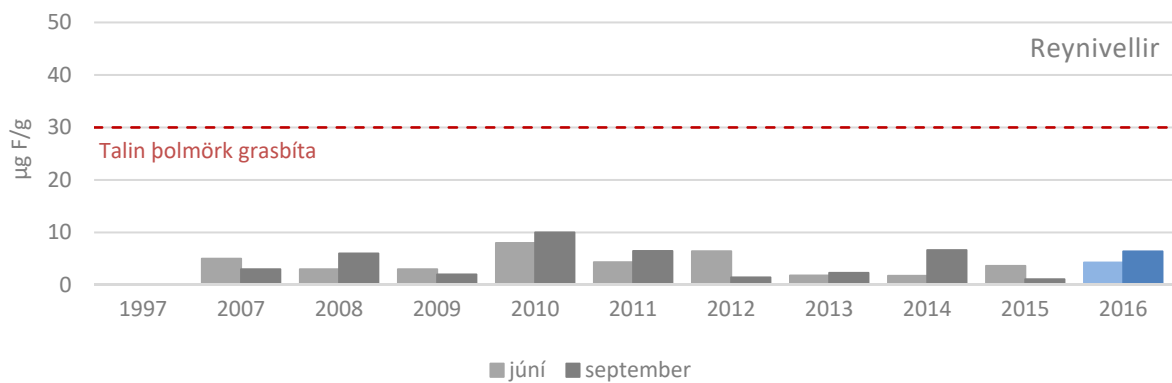
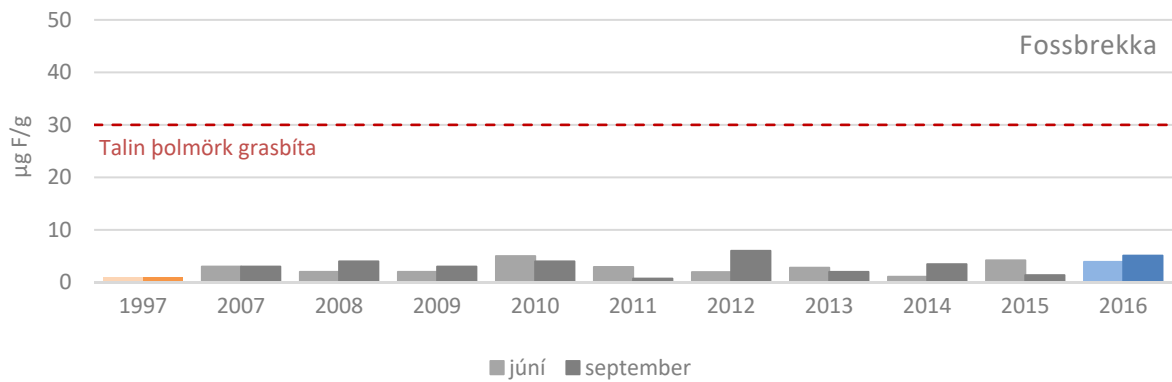
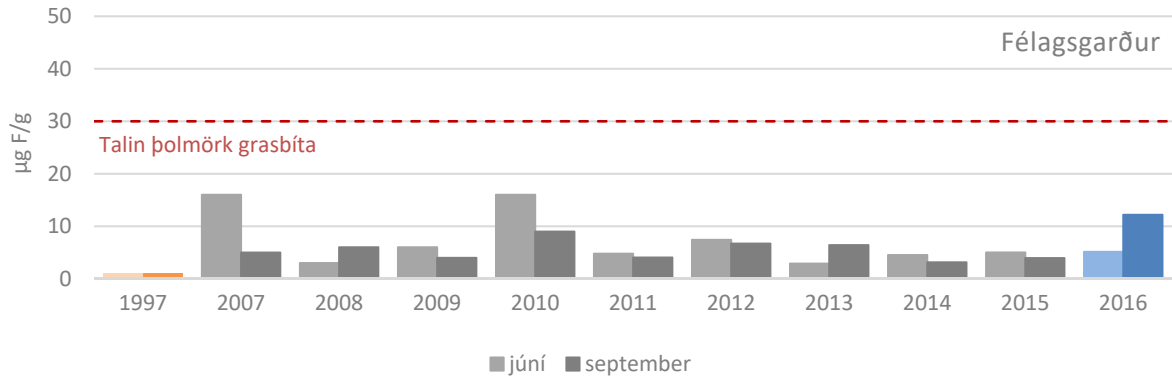


MYND E.1 Styrkur flúors í grasi árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

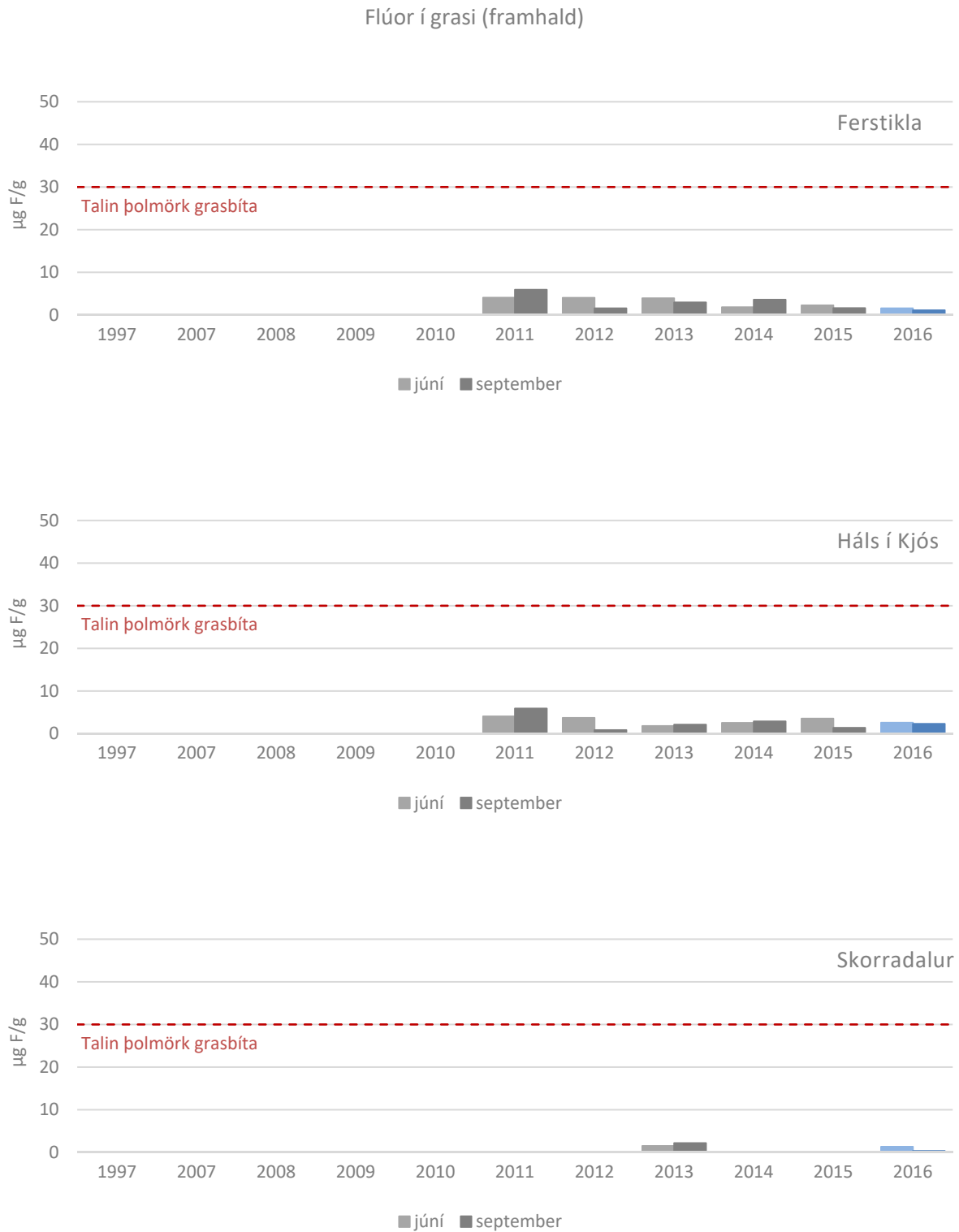


MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í grasi (framhald)



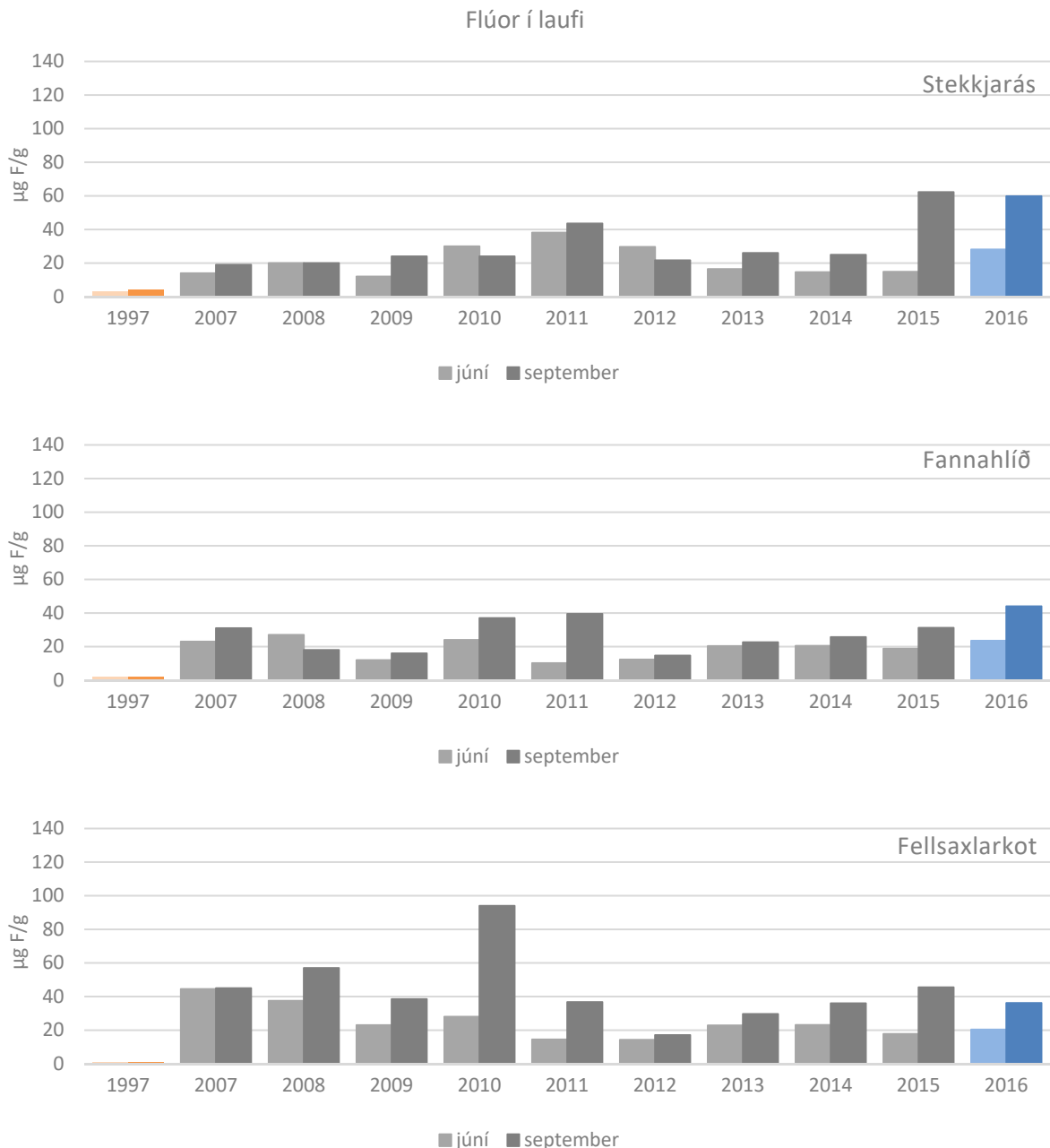
MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

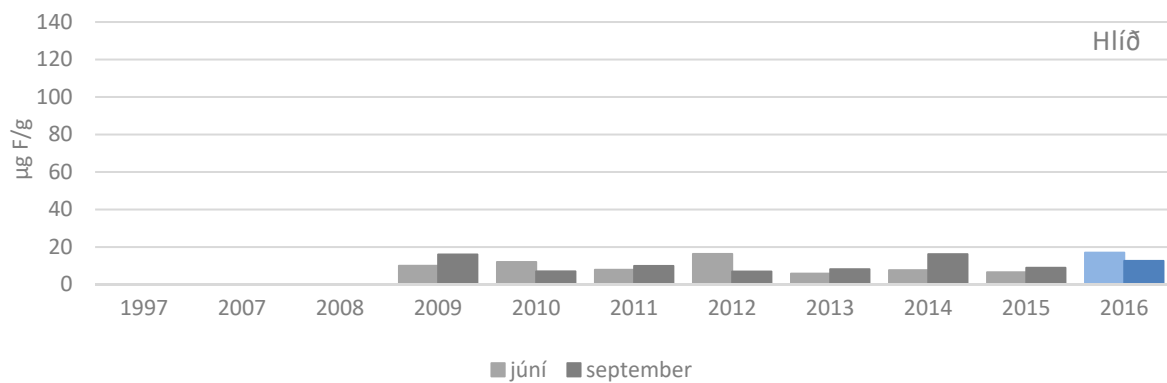
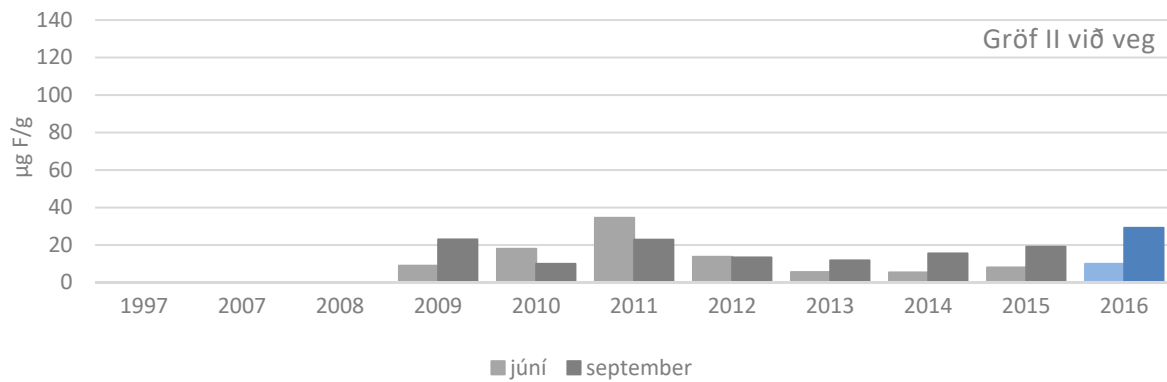
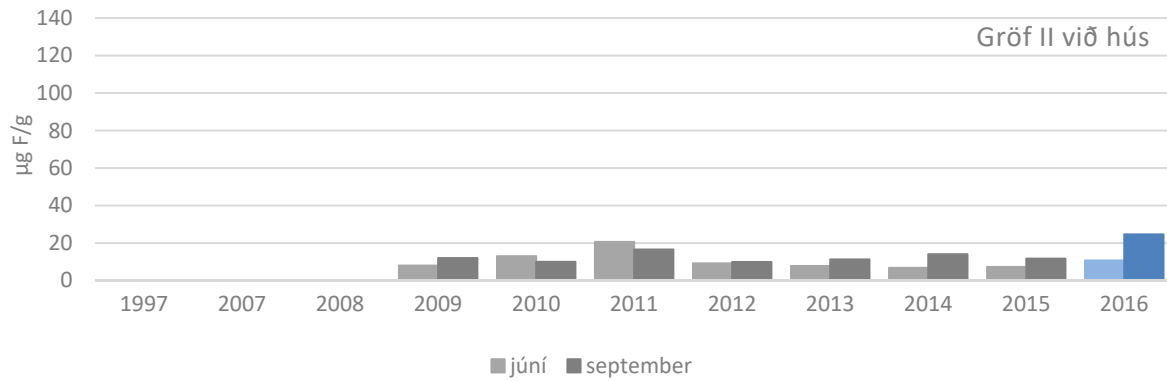
E.2 Flúor í laufi

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.2. fyrir árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. Vísað er til fyrri vöktunarskýrslna fyrir niðurstöður árána 1998 til 2006. 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. Mælingar í Skorradal fóru áður fram árið 2013. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g.



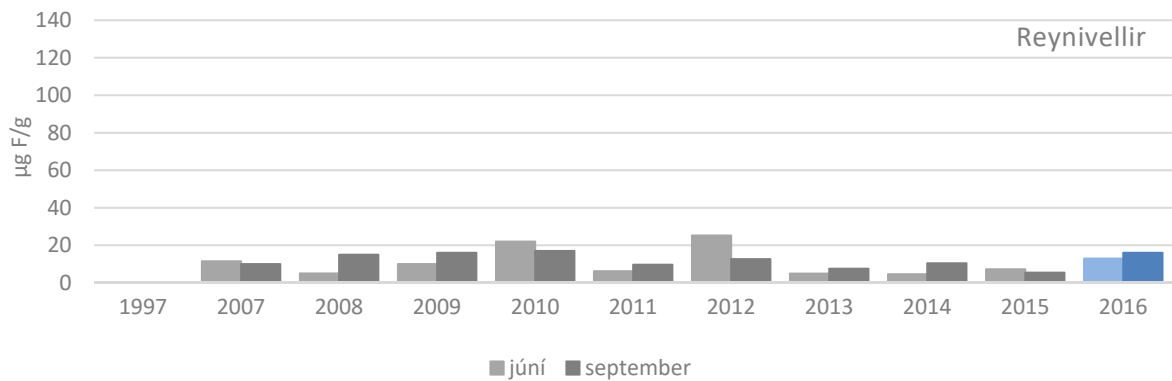
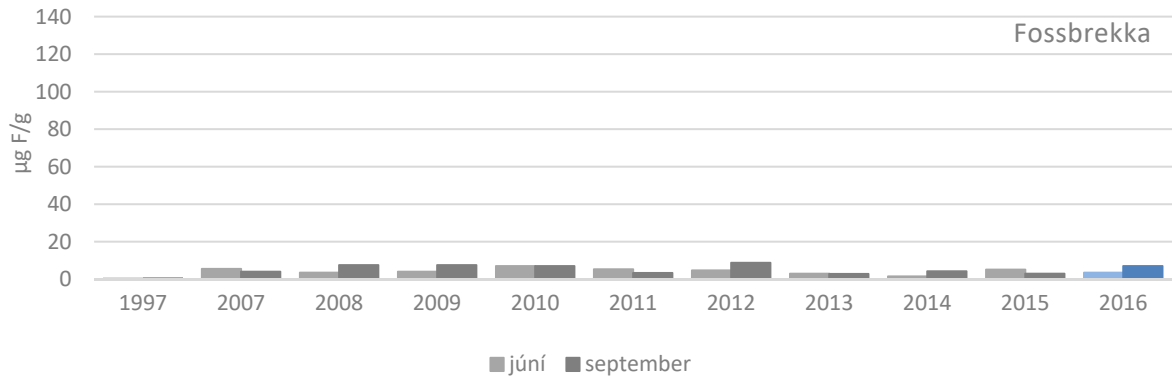
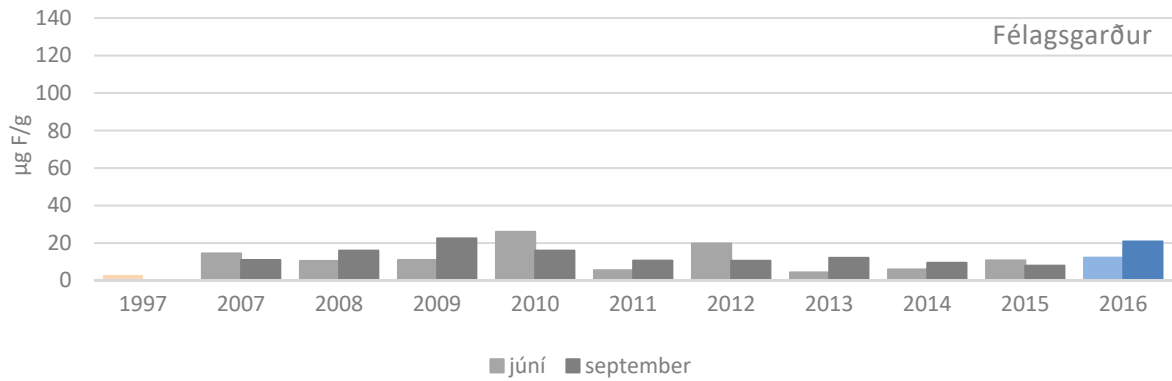
MYND E.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)

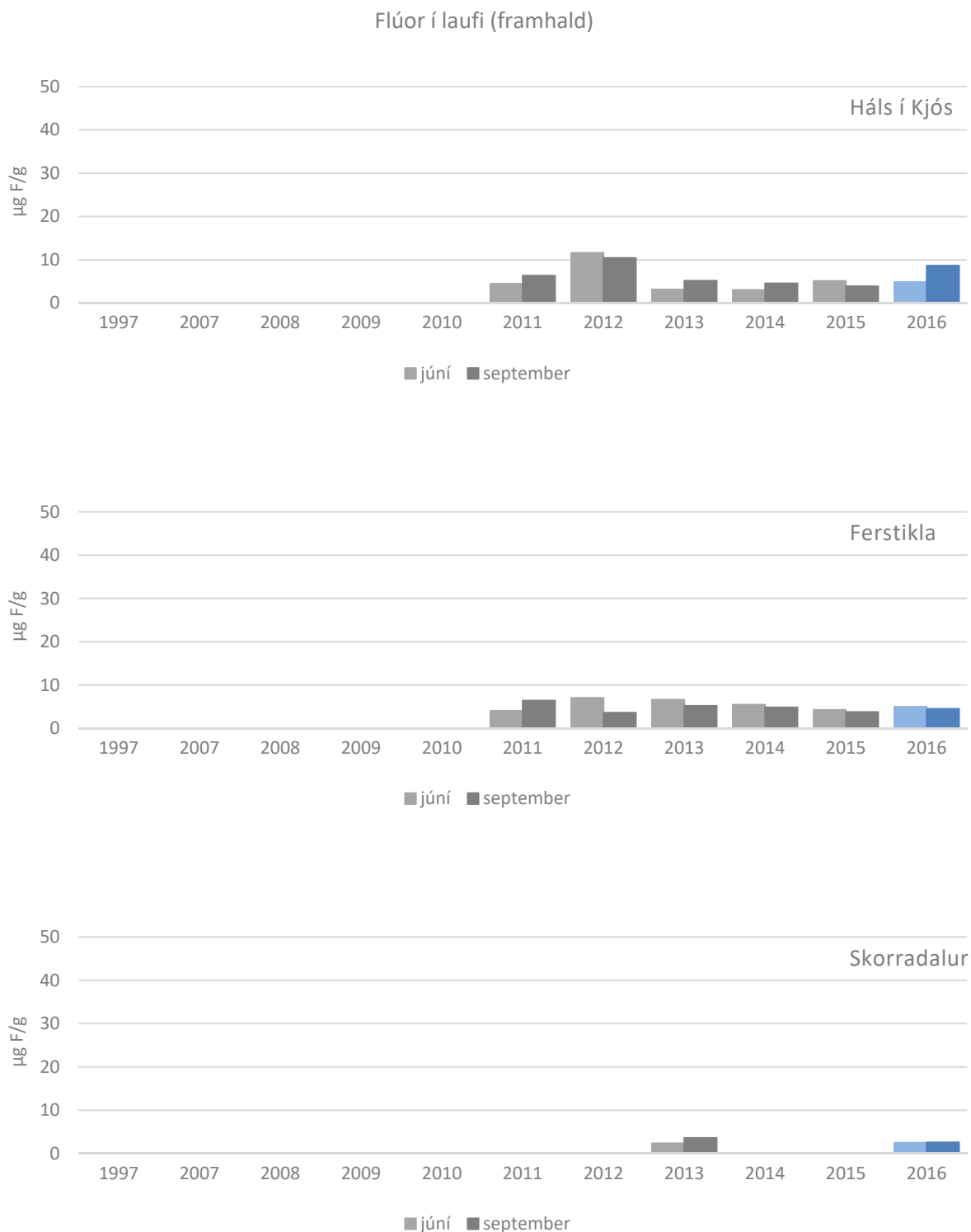


MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Flúor í laufi (framhald)



MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

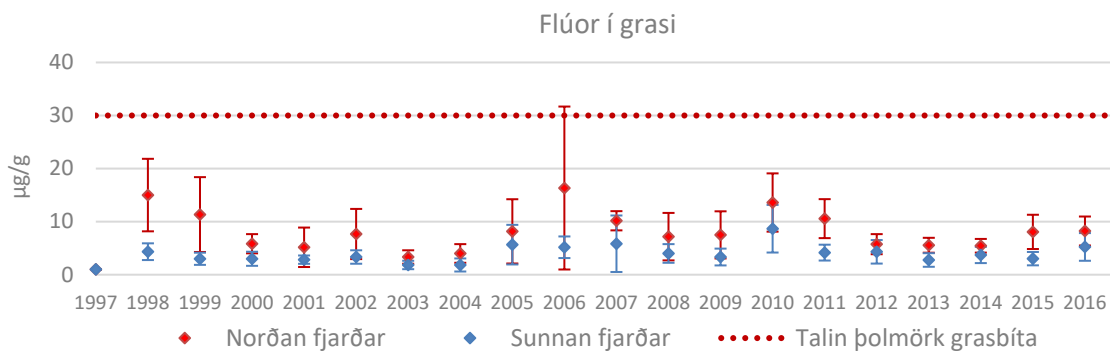


MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2007 – 2016 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

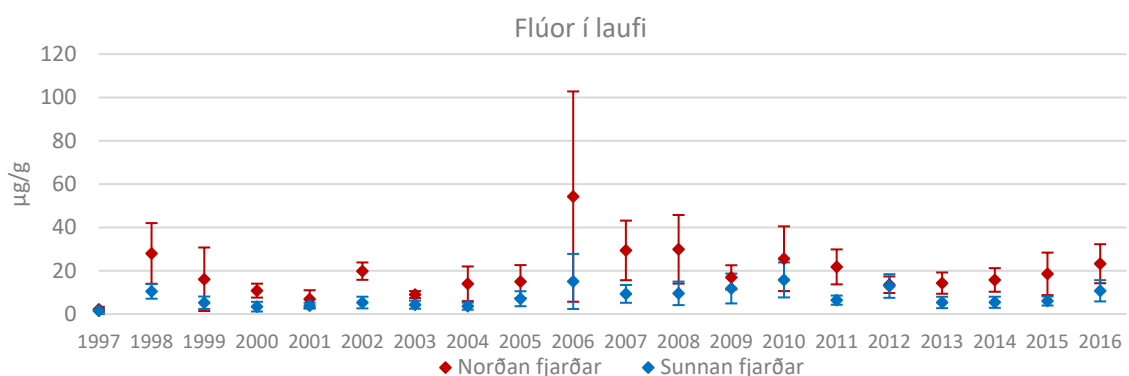
E.3 Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2016 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 – 2016 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 – E.6.

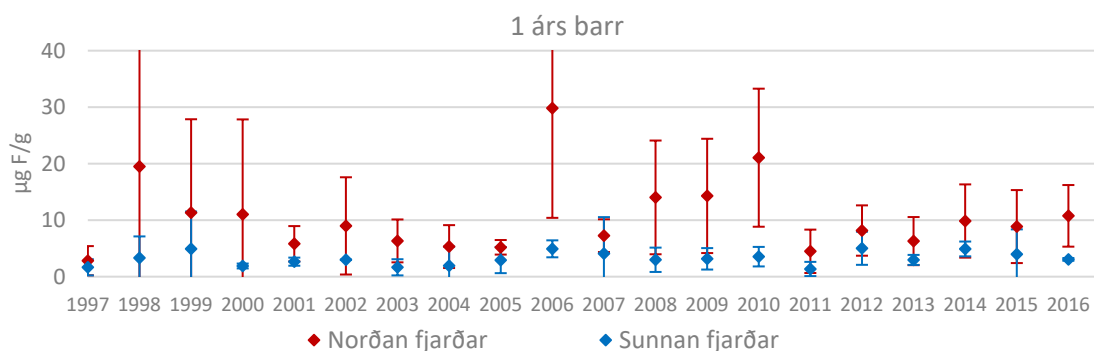
Mynd E.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd E.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir E.5 og E.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan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



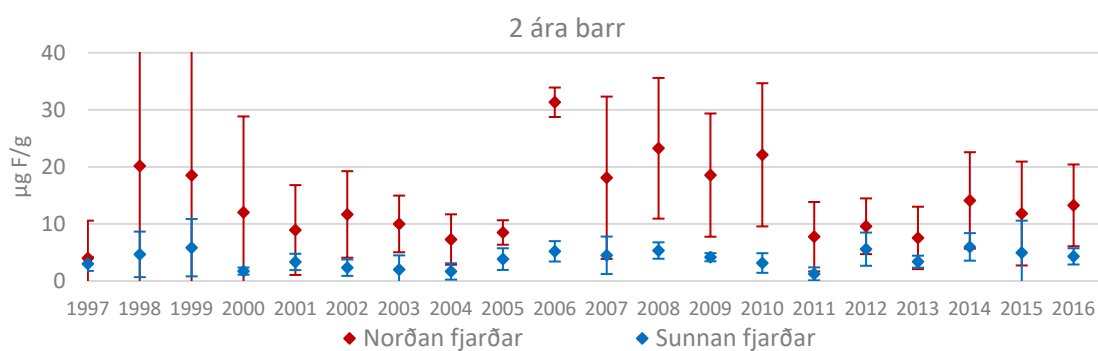
MYND E.3 Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum



MYND E.4 Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum



MYND E.5 Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997–2016 ásamt 95% öryggisbilum



MYND E.6 Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2016 ásamt 95% öryggisbilum

VIÐAUKI F HEY

Heysýni til flúor- og brennisteinsmælinga voru tekin á sjö bæjum, alls 14 sýni. Greining fór fram hjá Nýsköpunarmiðstöð. Flúor var dreginn út með 0,5 M H₂SO₄, sýni blandað við Citrat-Nitrat búffer og flúorinnihald greint með sértækri flúor elektróðu. Brennisteinn var magngreindur með ICP-OES tækni. Yfirlit yfir niðurstöður greininga fyrir flúor og brennistein ásamt nánari upplýsinga um sýnin má sjá í töflu F.1.

TAFLA F.1 Yfirlit yfir heysýni og niðurstöður mælinga fyrir flúor og brennistein

staður	dags.	nr. sýnis	tún	Flúor mg/kg þ.e.	Brennisteinn g/kg þ.e.
Litla Fellsöxl	25.jan 17	1001	Vestan íbúðarhúss	7,14	3,8
		1002	Neðan reiðskemmu	4,00	2,3
Kiðafell	25.jan 17	1003	Neðan bæjar/þjóðvegs	0,87	1,8
		1004	Neðan bæjar/þjóðvegs	0,92	2,2
Innri Hólmur	25.jan 17	1005	Kýrtún vestan fjóss	2,71	2,5
		1006	Kýrtún vestan fjóss	2,95	3,3
Gröf II	25.jan 17	1007	Ofan bæjar	5,72	2,7
		1008	Ofan fjárhúss	5,19	1,8
Eystra Miðfell	25.jan 17	1009	Bringur 3	1,45	2,5
		1010	Neðstuflatir	2,70	2,9
Grímsstaðir	25.jan 17	1011	Flatir norður af bæ	2,06	2,7
		1012	Flatir norður af bæ	3,22	2,8
Hrafnabjörg	25.jan 17	1013	1	0,73	2,4
		1014	2	0,41	1,9
Yfirlit	Lægsta gildi			0,41	1,8
				2,86	2,5
				7,14	3,8

VIÐAUKI G GRASBÍTAR

Styrkur flúors var mældur í beinösku samtals 105 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausarnir og tennur voru einnig skoðaðir og skráningar gerðar m.t.t. ástand glerjungs, tannslits, tannlos, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Í viðauka G.1 má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla G.1). Í töflu G.2 er yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár. Þau gildi sem eru hærri 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 G.2 má sjá yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé (töflur G.3 og G.4). Ítarefni fyrir niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2016 er að finna í viðauka G.3.

G.1 Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum

TAFLA G.1 Yfirlit yfir vöktunarbæi

	Móttekin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með Breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystri Leirárgarðar	4	4	2	2	1	0
	Eystra Miðfell	4	4	4	3	0	1
	Gröf II	4	0	4	0	0	0
	Hóll	4	4	4	4	0	0
	Hrafnabjörg	4	4	4	4	0	0
	Innri Hólmur	4	4	4	4	0	0
	Skipanes	4	4	4	2	0	1
	Skorholt	4	4	4	4	0	0
	Vogatunga	4	4	4	4	0	0
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	4	4	4	4	0	0
	Hjalli	4	1	4	0	0	1
	Kiðafell	4	4	4	3	0	1
Viðmiðunarsýni – sauðfé							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	4	4	3	4	0	1
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	4	4	4	4	0	0
	Samtals	56	49				

TAFLA G.2 Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
		Flúor (µg/g)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystri Leirárgarðar	57	598	8
Eystri Leirárgarðar	123	412	5
Eystri Leirárgarðar	164	425	3
Eystri Leirárgarðar	135	515	8
Eystra Miðfell	754	937	3
Eystra Miðfell	365	635	1
Eystra Miðfell	340	580	1
Eystra Miðfell	614	1327	8
Gröf II	738		
Gröf II	569		
Gröf II	592		
Gröf II	516		
Hóll	83	641	7
Hóll	77	910	9
Hóll	83	900	11
Hóll	98	904	11
Hrafnabjörg	161	1312	7
Hrafnabjörg	177	1111	7
Hrafnabjörg	183	1034	7
Hrafnabjörg	138	1124	6
Innri Hólmur	394	2195	5
Innri Hólmur	315	1706	5
Innri Hólmur	299	2162	7
Innri Hólmur	573	2009	6
Skipanes	143	963	7
Skipanes	112	1009	8
Skipanes	107	815	6
Skipanes	95	1039	10
Skorholt	91	603	7
Skorholt	124	683	7
Skorholt	130	799	7
Skorholt	132	627	6
Vogatunga	177	724	6
Vogatunga	165	1085	7
Vogatunga	144	998	6
Vogatunga	169	1265	6
Sunnan Hvalfjarðar			
Grímsstaðir	215	853	6
Grímsstaðir	249	541	6
Grímsstaðir	221	860	6
Grímsstaðir	266	470	6
Hjalli	130	569	5
Hjalli	138		
Hjalli	171		
Hjalli	151		
Kiðafell	103	661	5
Kiðafell	109	529	6
Kiðafell	85	613	6
Kiðafell	74	492	6

TAFLA G.2 (framhald) Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
		Flúor (µg/g)	Aldur
Viðmiðunarbærir			
Bjarnarhöfn	41	387	8
Bjarnarhöfn	46	587	6
Bjarnarhöfn	59	665	6
Bjarnarhöfn	47	397	5
Skjaldfönn	66	788	8
Skjaldfönn	43	708	7
Skjaldfönn	33	787	10
Skjaldfönn	35	758	6

G.2 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 G.3 og G.4 hér að neðan.

TAFLA G.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	7.1.2017	4	12	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Ytri-Hólmur	8.1.2017	6	11	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Litla Fellsöxl	7.1.2017	7	14	0,00	0,00	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
Miðdalur	8.1.2017	6	13	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Kalastaðakot	7.1.2017	6	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kiðafell	24.08.2016	6	14	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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 G.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	8.1.2017	10	3,60	0,00	0,00	0,10	0,00	0,11	0,10	0,00	0,00	0,04	0,20	0,20	0,00
Innri Hólmur	7.1.2017	10	3,30	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,40	0,20	0,00
Hraf nabjörg	7.1.2017	10	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00
Eystra Miðfell	7.1.2017	10	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
Vogatunga	7.1.2017	10	3,70	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20	0,20	0,00
Kiðafell	8.1.2017	10	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00

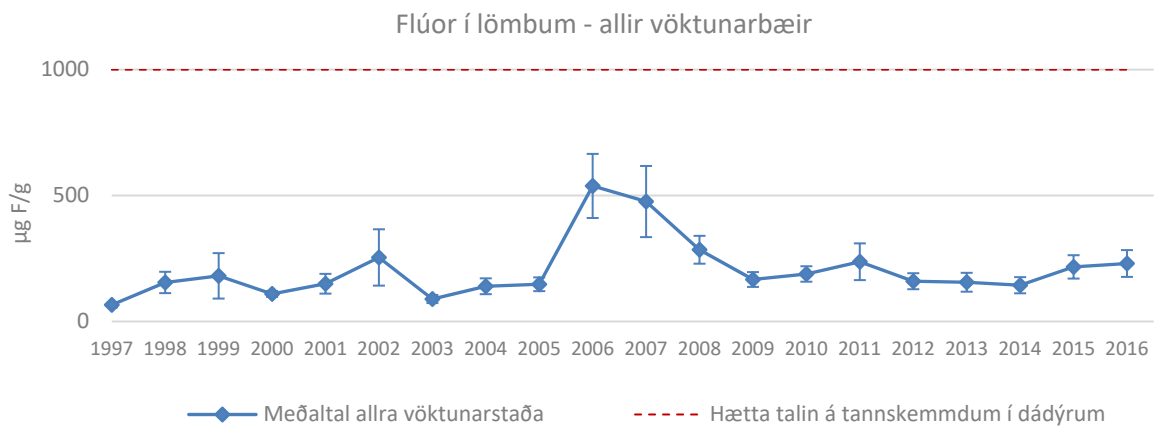
Skýring: n: fjöldi; mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

G.3 Tölfræðiniðurstöður grasbíta

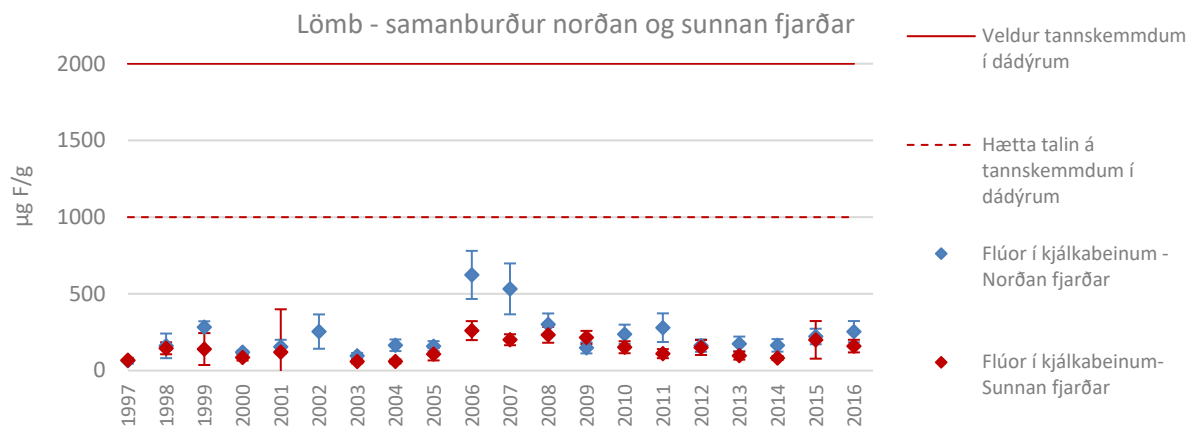
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2016 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

Niðurstöður tölfræðigreiningar á lömbum er að finna á myndum G.1 – G.2 og fyrir fullorðið fé á myndum G.7 – G.8.

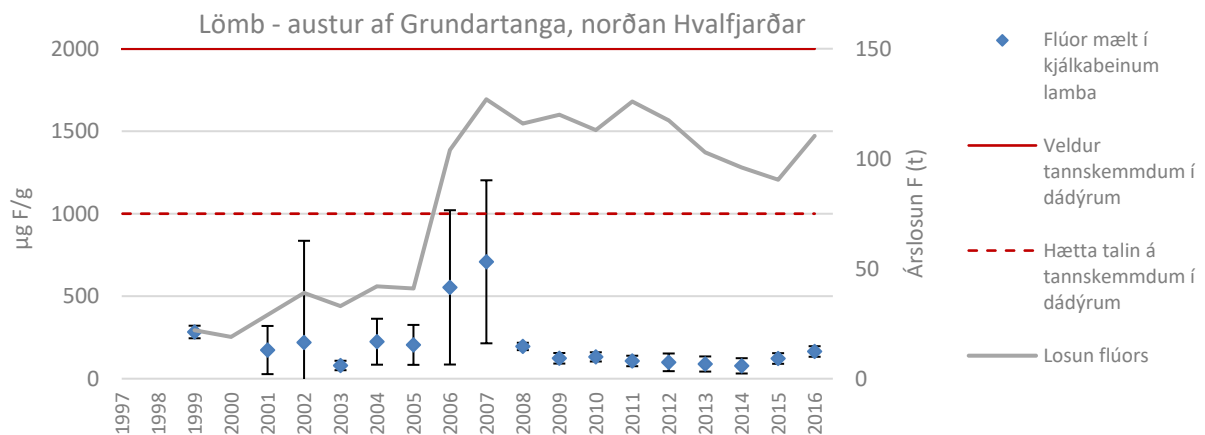
Lömb



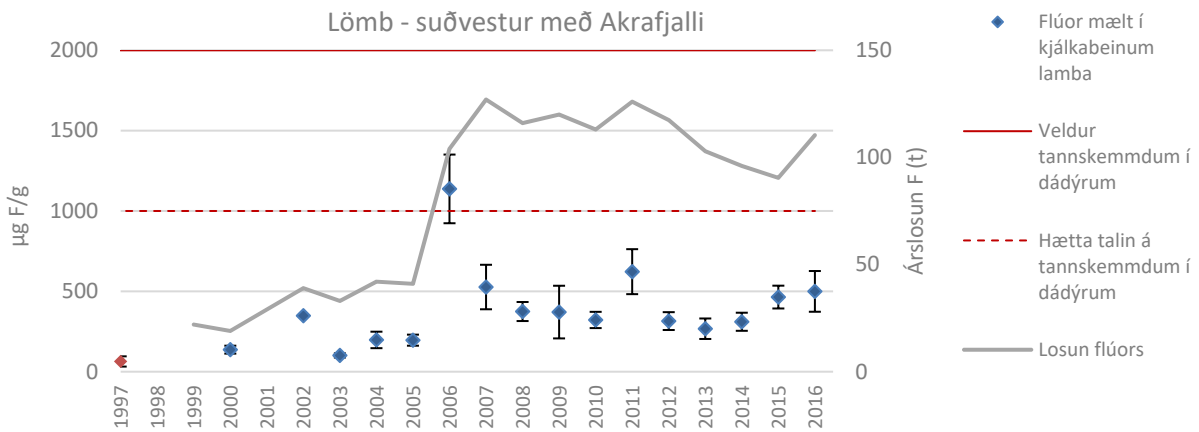
MYND G.1 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2016



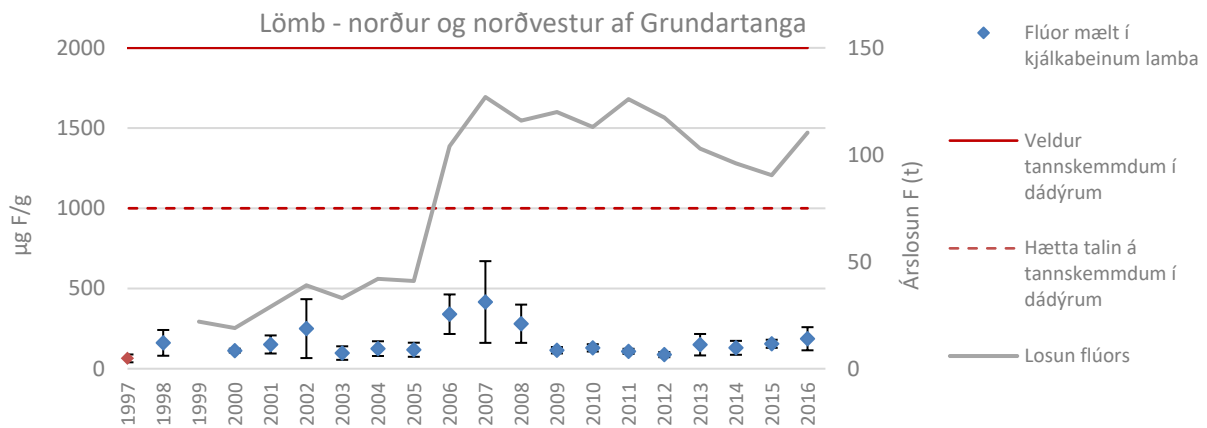
MYND G.2 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2016



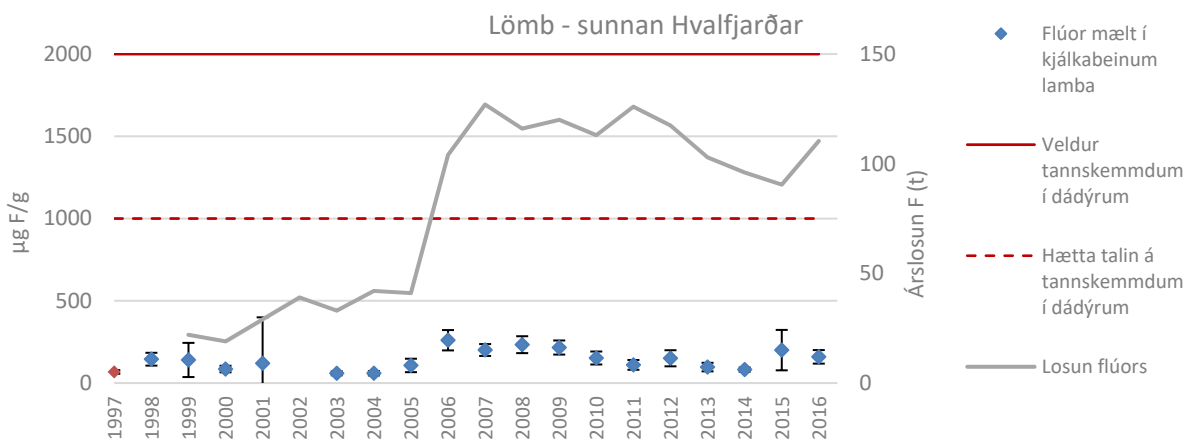
MYND G.3 Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu 1999 – 2016



MYND G.4 Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016

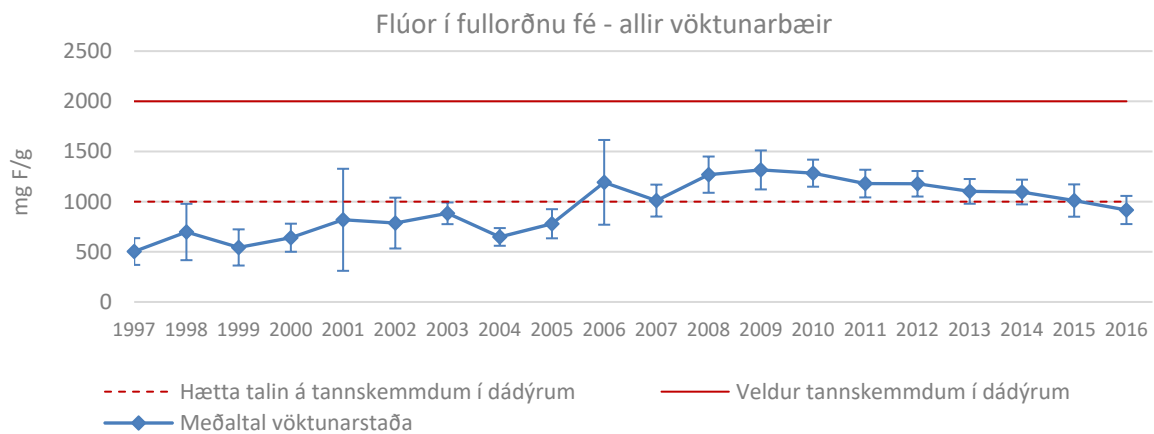


MYND G.5 Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016

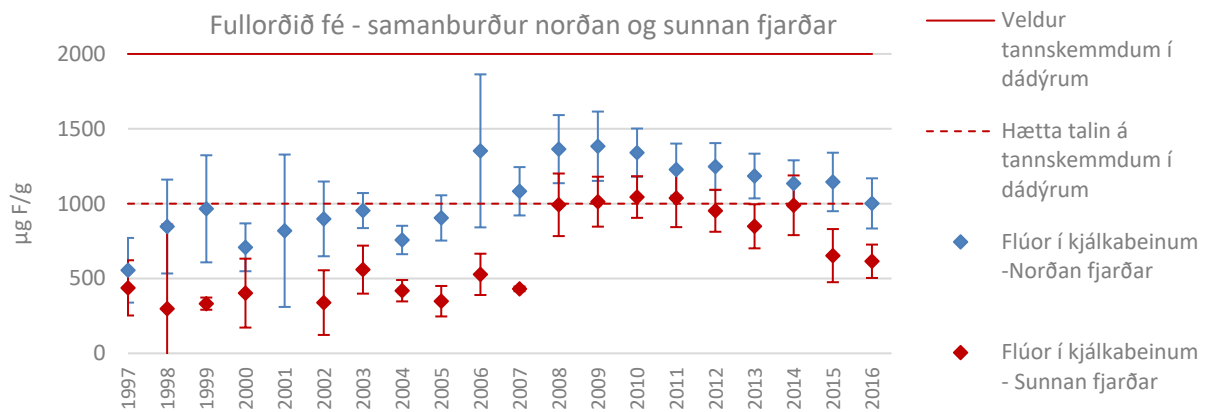


MYND G.6 Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016

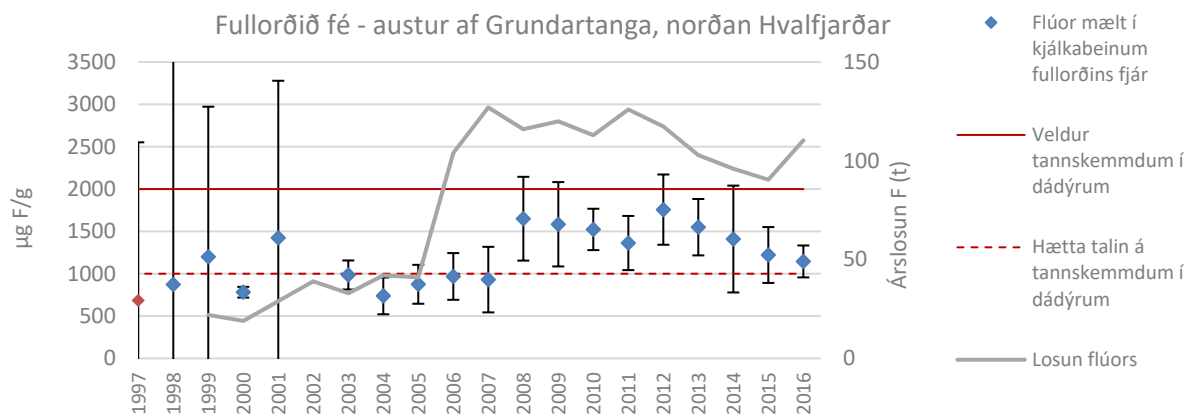
Fullorðið fé



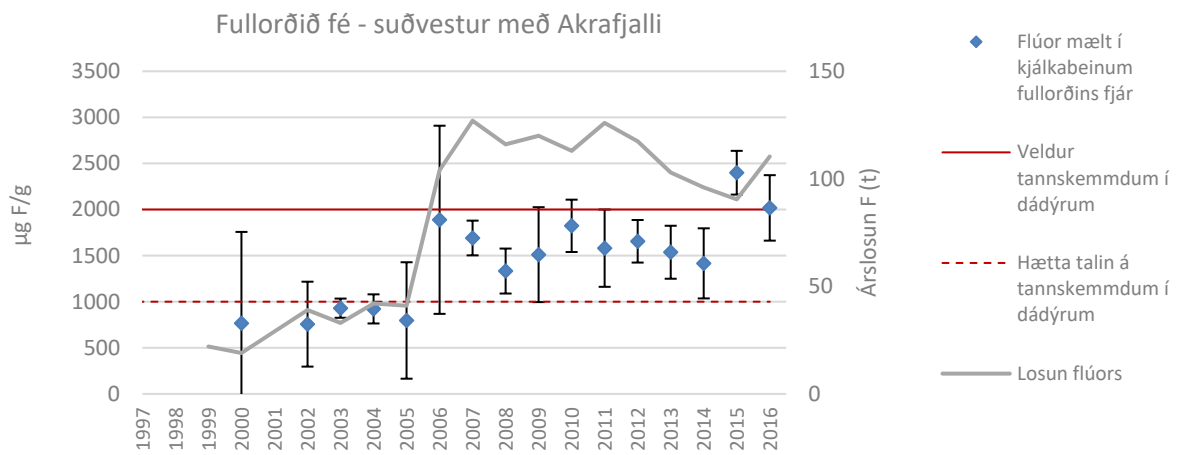
MYND G.7 Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2016



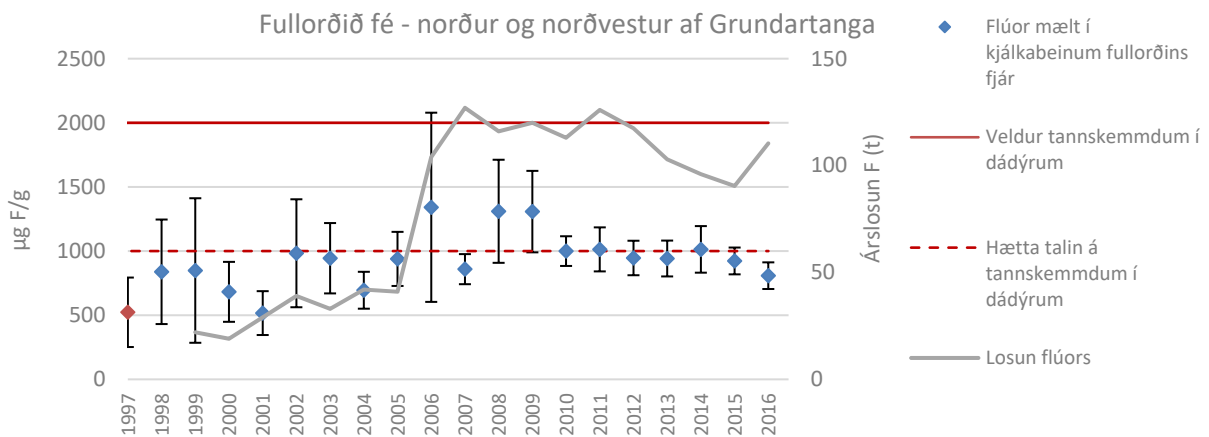
MYND G.8 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2016



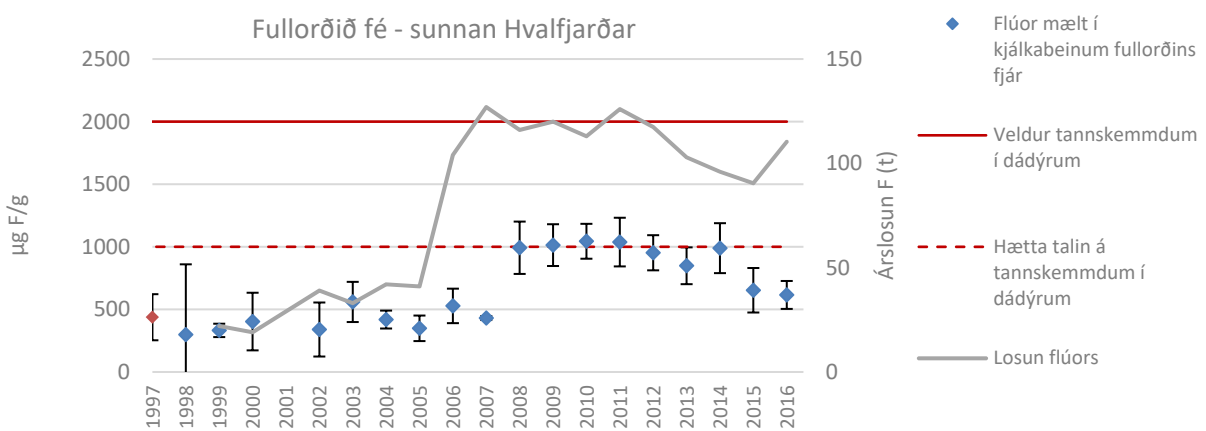
MYND G.9 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016



MYND G.10 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1999 – 2016



MYND G.11 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016



MYND G.12 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2016