

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

Niðurstöður ársins 2013



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013.

Dagsetning útgáfu:

Apríl 2014

Verkheiti

Umhverfisvöktun í Hvalfirði

Verkkaupi

Norðurál Grundartangi ehf. og Elkem Ísland ehf.

Verkefnisstjóri - EFLA

Eva Yngvadóttir

Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa

Magnús Freyr Ólafsson

Höfundar

Alexandra Kjeld

Eva Yngvadóttir

Friðrik K. Gunnarsson

Gyða M. Ingólfssdóttir

Páll Höskuldsson

ISBN:

978-9935-9142-4-8

Verknúmer

2795-051

Fjöldi síðna

109

Útdráttur

Skýrslan inniheldur niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2013. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu veldur. Umhverfisvöktunin 2013 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir fyrir árin 2012 – 2021 og hefur verið samþykkt af Umhverfisstofnun. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, lífríki sjávar (kræklingur), sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr) og grasbítar (sauðfé og hross), auk þess sem vöktun hófst á sjávarseti.

Niðurstöður vöktunar árið 2013 fyrir loftgæði, ferskvatn, lífríki sjávar og sjó við flæðigryfjur leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt í öllum tilvikum nema einu. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór 9 sinnum yfir skilgreind loftgæðamarkmið, en leyfilegt er að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk í reglugerðum og starfsleyfum fyrir gróður, grasbíta, úrkomu eða sjávarset. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað frá 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrk flúors í kjálkabeinum. Áhrif flúors voru ekki greinanleg á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Lykilorð

Umhverfisvöktun, Grundartangi, Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf.

Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs

☒ Opin

☐ Dreifing með leyfi verkkaupa

☐ Trúnaðarmál



SAMANTEKT

Í þessari skýrslu eru birtar niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2013. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Umhverfisvöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt og gildir fyrir árin 2012 – 2021. Í samræmi við vöktunaráætlunina voru loftgæði, ferskvatn, lífríki sjávar, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróður og grasbítar vöktuð á árinu 2013, auk þess sem að sjávarset var vaktað í fyrsta sinn. Tölfræðigreining á niðurstöðum var gerð fyrir vöktun ferskvatns, gróðurs og grasbíta og metið var hvort marktæk breyting hafi átt sér stað miðað við árin 1997 annars vegar og 2007 hins vegar, þegar fullri starfsemi álversins var náð.

Niðurstöður vöktunar árið 2013 fyrir loftgæði, ferskvatn, lífríki sjávar og sjó við flæðigryfjur leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt í öllum tilvikum nema einu. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór 9 sinnum yfir gróðurverndarmörk / (heilsuverndarmörk) en leyfilegt er að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk í reglugerðum og starfsleyfum fyrir gróður, grasbíta, úrkomu eða sjávarset. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað frá 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrk flúors í kjálkabeinum. Auk þess voru áhrif flúors ekki greinanleg á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf. og álver Norðuráls Grundartanga ehf. eru staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsleyfisskyld starfsemi fer einnig fram, þ.e. starfsemi fyrirtækjanna Kratus og GMR. Framleiðsla ársins 2013 hjá Elkem var 119.609 tonn af 75% kísilmálmi og 23.709 tonn af kísilryki. Ársframleiðsla Norðuráls árið 2013 var 294.090 tonn. Kratus tók við um 2.000 – 3.000 tonnum af álgjalli á árinu 2013, og framleiðsla GMR á járnbitum úr brotajárni nam um 2.000 tonnum.

Veðurfar

Hitastig ársins 2013 var nærri meðallagi. Úrkomusamt var sérstaklega sunnan- og vestanlands. Líkt og undanfarin ár var austlæg vindátt ríkjandi á iðnaðarsvæðinu.

Andrúmsloft

Meðalstyrkur loftkennds flúors á árinu var á báðum mælistöðvum undir viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls Grundartanga ehf. Einnig var meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs yfir gróðurtímabilið (apríl – október) undir heilsu- og gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum, innan og utan þynningarsvæðis.

Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs að Kríuvörðu fór 9 sinnum yfir skilgreind loftgæðamarkmið, en leyfilegt er að yfirstíga þau mörk samtals sjö sinnum árlega. Fyrri mælingar á brennistein í gróðri benda ekki til að nein veruleg neikvæð áhrif séu til staðar vegna starfseminnar á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Að auki hafa Norðurál og Elkem látið endurskoða loftdreifilíkan fyrir iðnaðarsvæðið. Samkvæmt útreikningum er SO₂ framlag Elkem á Kríuvörðu ráðandi sem skýrist fyrst og fremst af tæknilegu fyrirkomulagi reykheinsivirkja. Umhverfisstofnun staðfesti þessa niðurstöðu með bréfi dagsettu 22. janúar 2014. Í því ljósi hefur Elkem unnið

greiningu á mögulegum mótvægisáðgerðum sem geta haft áhrif á útblástursforsendur og upptakabætti.

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

Úrkoma

Sýrustig í úrkomu var lægri en mælt hefur undanfarin ár. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu.

Ferskvatn

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

Lífriki sjávar

Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarstöðum var lág og þreifst hann ágætlega yfir ræktunartímabilið. Styrkur ólífrænna snefilefna í kræklingi mældist á öllum vöktunarstöðum svipaður eða lægri en í kræklingi frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland og alltaf lægri en norsk viðmiðunarmörk fyrir menguð svæði. Styrkur PAH efna mældist ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði. Áhrif iðnaðarsvæðisins á krækling í kringum Grundartanga virðist vera takmarkað.

Sjávarset

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. Styrkur PAH efna í sjávarseti mældist hærri á vöktunarstöðum nálægt iðnaðarsvæðinu en í viðmiðunarsýni. Þetta er í fyrsta skipti sem að PAH efni eru mæld í setsýnum í umhverfisvöktuninni. Líklegt er að þessi PAH efni í setinu tengjast iðnaðarstarfssemi og skipaumferð á svæðinu. Áhrif iðnaðarsvæðisins á lífríki setsins gætu verið einhver en þó lítil miðað við norsk og kandaðísk umhverfismörk.

Sjór við flæðigryfjur

Niðurstöður mælinga sjósýna benda til að virkni flæðigryfja er eins og til er ætlast. Mældur styrkur málma utan flæðigryfja var í öllum tilvikum innan umhverfismarkna I og II samkvæmt reglugerð þar sem vænta má mjög lítilla eða engra áhrifa á lífríkið. Styrkur sýaníðs reyndist í öllum tilvikum undir greiningarmörkum. Flúor í sýnum teknum utan flæðigryfju mældist í öllum tilvikum undir umhverfismörkum sem gilda fyrir neysluvatn.

Gróður

Meðalstyrkur flúors í laufi og barri var í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs. Styrkur flúors í grasi mældist alltaf undir bæði töldum þolmörkum grasa og grasbíta. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í plöntuvef grasa og í laufi miðað við árið 1997. Marktæk breyting til lækkunar hefur orðið á styrk flúors í grasi norðan fjarðar samanborið við árið 2007 en ekki er marktæk breyting á styrk flúors í laufi á sama tímabili. Hins vegar er ekki um að ræða marktæka breytingu á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri samanborið við árin 1997 annars vegar og 2007 hins vegar.

Grasbíta

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

Flúor í lömbum

Flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem talin er hætt á tannskemmdum í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn. Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarstöðum samanborið við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar á meðalstyrk flúors samanborið við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Á sex bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeini fullorðins fjár yfir mörkum þar sem hætt er talin á tannskemmdum í dádýrum ($>1000 \mu\text{g F/g}$). Engin kjálkasýni mældust með flúorstyrk yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum hjá dádýrum ($>2000 \mu\text{g F/g}$). Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár frá öllum vöktunarstöðum miðað við árið 1997. Hins vegar er engin merkjanleg breyting á flúorstyrk miðað við árið 2007.

Lifandi sauðfé og hross

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

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfisvöktunar við iðnaðarsvæðið á Grundartanga árið 2013 má sjá í eftirfarandi töflu. Alls eru skilgreindir 59 mælipættir vegna umhverfisvöktunarinnar. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfi fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 30 af þessum mælipáttum. Ekki eru til íslensk viðmið fyrir aðra mælipætti. Iðnaðarsvæðið á Grundartanga uppfyllir 29 af 30 skilgreindum viðmiðunarmörkum.

		Mælispættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Loftegði	Andrúmsloft	HF (meðalstyrkur)	Starfsleyfi Norðuráls
		SO ₂ (ársmeðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (meðalstyrkur apríl-október)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk/(heilsuverndarmörk)* skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk** skv. rg. nr. 251/2002
		SO ₂ (1-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		H ₂ S (ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		H ₂ S (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		NO ₂ (ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		NO ₂ (24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		NO _x (ársmeðalstyrkur)	Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM ₁₀ , ársmeðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM ₁₀ , 24-klst-meðalstyrkur)	Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 251/2002
		Svifryk (PM _{2,5} , 24-klst-meðalstyrkur)	Viðmiðunarmörk ekki til
		PAH16	Umhverfismörk fyrir Bensó(a)pýren) skv. rg. nr. 410/2008
	Úrkoma	Klóríð	Viðmiðunarmörk ekki til
		Natríum	
		Súlfat	
		Flúor	
		Sýrustig (pH)	
	Ferskvatn	Leiðni	Viðmiðunarmörk ekki til
		Sýrustig (pH)	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
		Flúor	
		Klóríð	
		Súlfat	
Lífriki sjávar	Kræklingur	Kadmín	Reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum
		Kvikasilfur	
		Blý	
		Arsen	Viðmiðunarmörk ekki til
		Ál	
		Flúor	
		Járn	
		Kopar	
		Króm	
		Nikkel	
		Selen	
		Sink	
		Vanadín	
		PAH18	
	Sjávarset	PAH16	Viðmiðunarmörk ekki til
	Sjór við flæðigryfjur	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
		Blý	
		Kadmín	
		Kopar	
		Króm	
		Nikkel	
		Sink	
		Kvikasilfur	
		Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
		Sýaníð	Viðmiðunarmörk ekki til
	Gróður	Flúor í grasi	Viðmiðunarmörk ekki til
		Flúor í laufi	
		Flúor í barri	
	Grasbítar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunarmörk 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	

*[50 µg/m³], **[125 µg/m³]

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

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	I
EFNISYFIRLIT	V
SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR	VII
1 INNGANGUR	1
2 STAÐHÆTTIR	2
2.1 ALMENN LÝSING	2
2.2 VEÐURFAR	4
3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	5
3.1 VÖKTUNARSTAÐIR	6
3.2 TÖLFRÆÐI	6
4 VÖKTUN LOFTGÆÐA	7
4.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	8
4.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	11
4.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í ANDRÚMSLOFTI	11
4.2.2 MÆLINGAR Á BRENNISTEINSTEINÓXÍÐI OG BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI	14
4.2.3 MÆLINGAR Á KÖFNUNAREFNISTVÍOXÍÐI OG KÖFNUNAREFNISOXÍÐI Í ANDRÚMSLOFTI	20
4.2.4 MÆLINGAR Á SVIFRYKI Í ANDRÚMSLOFTI	21
4.2.5 MÆLINGAR Á FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNUM (PAH) Í ANDRÚMSLOFTI	23
4.2.6 MÆLINGAR Á UPPLEYSTUM EFNUM OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU	24
5 VÖKTUN FERSKVATNS	28
5.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	29
5.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	31
5.2.1 MÆLINGAR Á LEIÐNI FERSKVATNS	31
5.2.2 MÆLINGAR Á SÝRUSTIGI FERSKVATNS	31
5.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í FERSKVATNI	32
5.2.4 MÆLINGAR Á SÚLFATI Í FERSKVATNI	34
6 VÖKTUN LÍFRÍKIS SJÁVAR OG SJÁVARSETS	35
6.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	36
6.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	38
6.2.1 DÁNARTÍÐNI	38
6.2.2 MÆLINGAR Á STYRK ÓLÍFRÆNNA SNEFILEFNA Í KRÆKLINGI	38
6.2.3 MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA Í KRÆKLINGI	43
6.2.4 MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA Í SJÁVARSETI	44
7 VÖKTUN SJÁVAR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	46
7.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	47
7.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	47
7.2.1 MÆLINGAR Á MÁLMUM Í SJÓSÝNUM	47
7.2.2 MÆLINGAR Á SÝANÍÐI OG FLÚOR Í SJÓSÝNUM	49
8 VÖKTUN GRÓÐURS	50

8.1	MEGIN NIÐURSTÖÐUR	51
8.2	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	53
8.2.1	MÆLINGAR Á FLÚOR Í GRASI	53
8.2.2	MÆLINGAR Á FLÚOR Í LAUFI	54
8.2.3	MÆLINGAR Á FLÚOR Í BARRI	55
9	VÖKTUN GRASBÍTA	57
9.1	MEGIN NIÐURSTÖÐUR	59
9.2	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	62
9.2.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í LÖMBUM	62
9.2.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í FULLORÐNU FÉ	65
9.2.3	SKOÐUN Á KJÁLKUM OG TÖNNUM Í SLÁTURFÉ	68
9.2.4	SKOÐUN Á TÖNNUM OG LIÐUM Í LIFANDI SAUÐFÉ OG HROSSUM	68
	HEIMILDASKRÁ	69
	VIÐAUKI I: ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR	71
	VIÐAUKI II: VÖKTUN LOFTGÆÐA	72
	VIÐAUKI III: VÖKTUN FERSKVATNS	74
III.I:	FLÚOR OG FLÚOR/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRÍÐAÁ	74
III.II:	SÚLFAT OG SÚLFAT/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRÍÐAÁ	75
III.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR FERSKVATNS	76
	VIÐAUKI IV: VÖKTUN LÍFRÍKIS SJÁVAR OG SJÁVARSETS	82
IV.I:	DÁNARTÍÐNI	82
IV.II:	MÆLINGAR Á STYRK ÓLÍFRÆNNA SNEFILEFNA Í KRÆKLINGI	82
IV.III:	MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA (PAH) Í KRÆKLINGI	84
IV.IV:	MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA (PAH) Í SETI	85
IV.V:	STAÐSETNINGAR OG LÝSINGAR Á VÖKTUNARSTÖÐUM BOTNSETS	89
	VIÐAUKI V: VÖKTUN GRÓÐURS	90
V.I:	FLÚOR Í GRASI	90
V.II:	FLÚOR Í LAUFI	93
V.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRÓÐURS	96
	VIÐAUKI VI: VÖKTUN GRASBÍTA	99
VI.I:	SÖFNUN HAUSA OG SKOÐUN DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM OG TÖNNUM	99
VI.II:	SKOÐUN TANNA OG LIÐAMÓTA Í LIFANDI GRASBÍTUM (SAUÐFÉ OG HROSSUM)	103
VI.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRASBÍTA	104

SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR

Bakgrunnsgildi	Styrkur jóna/efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum.
Heilsuverndarmörk	Mörk sem sett eru til að tryggja heilsu manna í lengri tíma ¹ .
PAH efni	Fjölhringja kolvatnsefni [polycyclic aromatic hydrocarbons], hópur efna sem finnast í olíum og myndast við bruna á lífrænu eldsneyti.
pH	Sýrustig vatnslausnar sem ákvarðast af magni hlaðinna vetnisjóna, H ⁺ , í vatnslausninni.
Svifryk (PM₁₀)	Svifryksagnir sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM_{2,5})	Svifryksagnir sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Umhverfismörk	Umhverfismörk eru leyfilegt hámarksgildi mengunar í tilteknum viðtaka byggt á grundvelli vísindalegrar þekkingar í því skyni að koma í veg fyrir eða draga úr skaðlegum áhrifum á heilsu manna og/eða umhverfið. Umhverfismörk geta verið sett til að vernda umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (svo sem heilsuverndarmörk og gróðurverndarmörk til verndunar vistkerfa).
Viðtaki	Svæði sem tekur við mengun og þynnir hana eða eyðir.
Þolmörk	Styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talið er að þær þoli án þess að skaðast.
Þynningarsvæði	Sá hluti viðtaka þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum.
Einingar:	
mg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, milligramm í lítra.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu, milligramm á fermetra.
µg/g	Styrkur efnis, mikrógramm á gramm.
µg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, mikrógramm í lítra.
µg/m³	Styrkur efnis í rúmmáli, mikrógramm á rúmmetra.
µS/cm	Eðlisleiðni vatns, mikrósiemens á sentimetra.
Reglugerðir:	
955/2011	Reglugerð um breytingu á reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.
514/2010	Reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
265/2010	Reglugerð um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 1881/2006 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum.
410/2008	Reglugerð um arsen, kadmíum, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
251/2002	Reglugerð um brennisteinstvíoxíð, köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings.
536/2001	Reglugerð um neysluvatn.
340/2001	Reglugerð um eftirlit með fóðri.
796/1999	Reglugerð um varnir gegn mengun vatns.

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

1 INNGANGUR

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf. (hér eftir nefnt Elkem), álver Norðuráls Grundartanga ehf. (hér eftir nefnt Norðurál), Kratus og GMR eru staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsemi fer einnig fram.

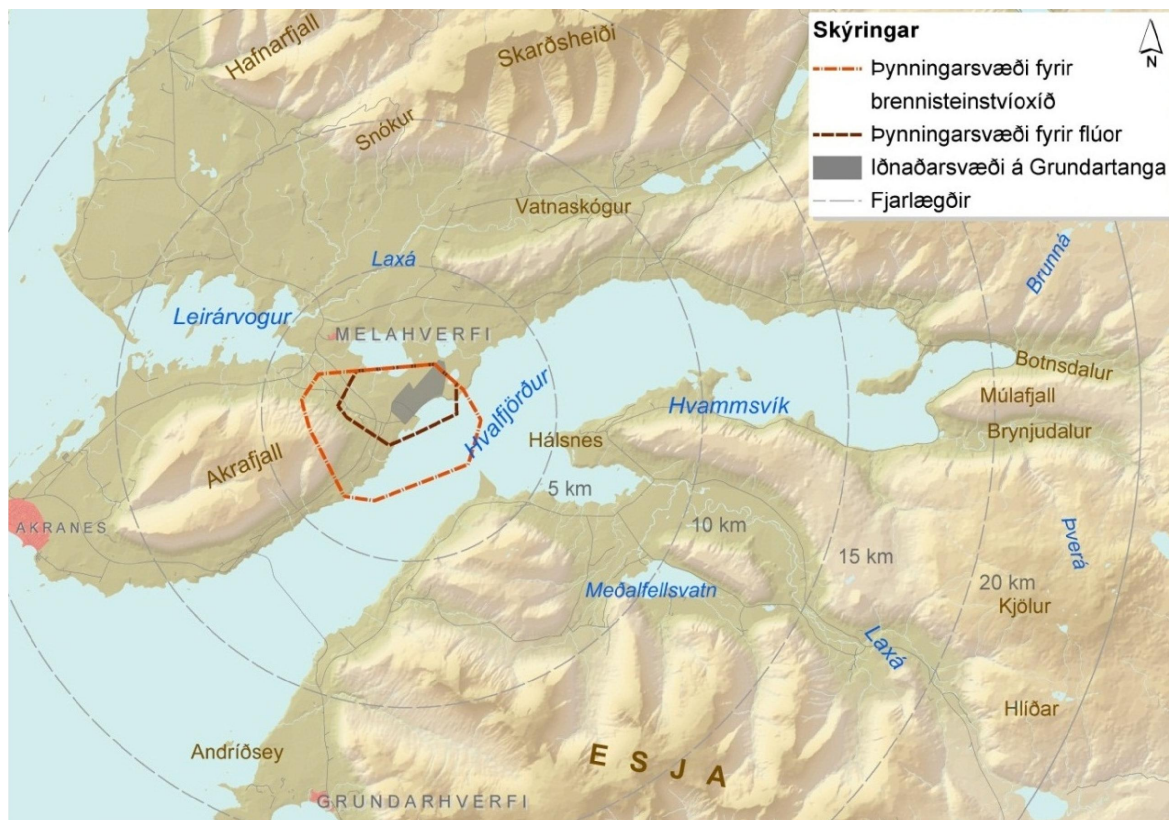
Samkvæmt starfsleyfum fyrirtækjanna skal reglubundin umhverfisvöktun fara fram í grennd við iðnaðarsvæðið. Norðurál og Elkem hafa staðið sameiginlega að árlegri umhverfisvöktun frá árinu 1999. Unnið er samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2012–2021, sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt. Tilgangur umhverfisvöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemin veldur.

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem gerðar voru árið 2013. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við á og niðurstöður fyrri ára, auk þess sem mat er lagt á breytileika þeirra fyrir ferskvatn, sauðfé og gróður með tölfraðilegri nálgun. 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 2013 er í kafla 3 og í köflum 4 – 9 eru mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði (andrúmsloft og úrkomu), ferskvatn, lífríki sjávar, sjávarset, sjó við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr) og grasbíta (sauðfé og hross). Að auki fylgja sex viðaukar skýrslunni. Í viðauka I er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur og í viðauka II er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Í viðauka III eru niðurstöður úr vöktun á ferskvatni auk tölfraðigagna. Í viðauka IV er að finna ítarefni vegna vöktunar á lífríki sjávar og sjávarseti. Í viðauka V eru niðurstöður umhverfisvöktunar á gróðri auk niðurstaðna tölfraðigreiningar. Í viðauka VI er að finna nánari upplýsingar og tölfraðigreiningu á mæliniðurstöðum vöktunar grasbíta.

2 STAÐHÆTTIR

2.1 ALMENN LÝSING

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



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

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979 en frá þeim tíma hefur ársframleiðslugeta verksmiðjunnar aukist úr 60.000 tonnum í 120.000 tonn af 75% kísilmálmi (FeSi). Framleiðsla Elkem árið 2013 var 119.609 tonn af 75% kísilmálmi og 23.709 tonn af kísilyki. Á starfsárinu gekk rekstur ofna mjög vel og var framleiðsla fyrirtækisins sú besta frá því að verksmiðjan var gangsett. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af 75% kísilmálmi og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyki.

Álver Norðuráls var gangsett árið 1998 og hefur ársframleiðslugetan aukist úr 60.000 tonnum í 300.000 tonn, en fyrirtækið hefur starfsleyfi fyrir 300.000 tonna ársframleiðslu. Framleiðsla álvers Norðuráls árið 2013 var 294.090 tonn. Rekstur þurrhreinsivirkja gekk vel á árinu, voru þau í rekstri 99,9% af heildartíma ársins og var niðurstaða hreinsunar góð. Tvær tilkynningar voru sendar til Umhverfisstofnunar á árinu, önnur þegar afsog til elsta þurrhreinsivirkisins var minna en 80% í meira en eina klukkustund vegna viðhalds í einum af fjórum aðalblásurum þess. Hin var send til upplýsingar um straumleysi hjá álveri Norðuráls, en þá gekk greiðlega koma öllu í gang aftur og voru þurrhreinsivirkin úti í minna en klukkutíma eftir að kerlínur höfðu fengið straum aftur.

Lóð Elkem liggur á bilinu 5 – 6 metra yfir sjávarmáli (m.y.s.). Töluverður fjöldi bygginga er á lóðinni og er hæðarkóti á mæni hæstu byggingarinnar (ofnhúss) um 40 m.y.s. Vegna hita frá ofnum og málmni er hitauppstreymi mikið. Úr þaki ofnhússins eru níu skorsteinar, þrír frá hverjum ofni, og ná upp í um 47 m.y.s. Öflugt afsog er frá hverjum ofni og er loftið leitt í gegnum pokasíur reykhreinsivirkja og heitt afgasið streymir út um mæni reykhreinsivirkjanna sem er í um 32 metra hæð yfir sjávarmáli. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin. Loftborin umhverfisáhrif má að mestu leyti rekja til kísilryks, brennisteinstvíoxíðs (SO_2) og koltvísýrings (CO_2)².

Kerskálabyggingar Norðuráls eru fjórar og standa í 8 m.y.s. Öflugt afsog er frá öllum kerum og er því beint í gegnum 4 þurhreinivirki. Í þurhreinivirkjum er afsogið hreinsað og blásið út um skorsteina í 36 m.y.s. Um mæni kerskálanna, sem eru í 25 m.y.s., fer kæli loft frá kerunum en að frátöldu afsogi þurhreinivirkja eru náttúruleg loftskipti í kerskálunum. Þær lofttegundir sem helst myndast við álframleiðslu eru SO_2 , CO_2 og flúorsambönd. Kolflúorsambönd myndast einnig í litlu magni en þau eru mjög stöðug efnasambönd sem eru talin til gróðurhúsalofttegunda³. Losun á ryki á sér einnig stað um skorsteina og um rjáfur⁴.

Á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga fer einnig fram önnur starfsleyfis skyld starfssemi, þ.e. starfsemi fyrirtækjanna Kratus og GMR. Kratus hóf starfsemi á Grundartanga í nóvember 2012 og vannur ál úr álgjalli frá álfyrirtækjum. Fyrirtækið hefur starfleyfi til þess að taka á móti allt að 15.000 tonnum af álgjalli á ári til ársins 2025. Árið 2013 var fyrsta heila rekstrarár Kratusar, þar sem tekið var við um 2.000 – 3.000 tonnum af álgjalli. GMR hóf starfsemi á Grundartanga á miðju ári 2013. Fyrirtækið endurvinnur brotajárn og framleiðir m.a. járnbita sem notaðir eru í álfyrirtækjunum. Fyrirtækið hefur heimild til þess að vinna allt að 30.000 tonn af járnbitum á ári til ársins 2025 skv. starfsleyfi. Framleiðslan á árinu 2013 var um 2.000 tonn.

Tvö þynningarsvæði eru skilgreind fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga á aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar 2008 – 2030. Í umfjöllun um iðnaðarsvæðið í greinargerð aðalskipulagsins segir: „Á skipulagsupprætti má sjá afmörkun þynningarsvæðis vegna stóriðjunnar á Grundartanga. Takmarkanir á landnotkun innan þynningarsvæðisins eru þær að ekki skal stunda þar hefðbundinn búskap, heynytjar eða beit á túnum“. Um er að ræða þynningarsvæði flúors (brúnt svæði á mynd 2.1) og rýmra þynningarsvæði fyrir brennisteinstvíoxíð (rautt svæði á mynd 2.1). Þynningarsvæði er skilgreint sem sá hluti viðtaka sem þynning á sér stað og ákvæði starfsleyfis kveða á um að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum. Utan þynningarsvæðis skal styrkur skilgreindra efna vera undir viðmiðunarmörkum. Við ákvörðun á stærð þynningarsvæða fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga voru notaðar loftdreifingarspár. Gerðar voru dreifingarspár fyrir leyfileg útblástursmörk frá álverinu og mældum gildum fyrir útblástur frá kísilmálmverksmiðjunni auk þess sem reiknað var út mesta leyfilega magn brennisteinstvíoxíðs í útblæstri kísilmálmverksmiðjunnar².

² Elkem Ísland ehf. (2013)

³ Skipulagsstjóri ríkisins (1996)

⁴ Norðurál Grundartanga ehf. (2013)

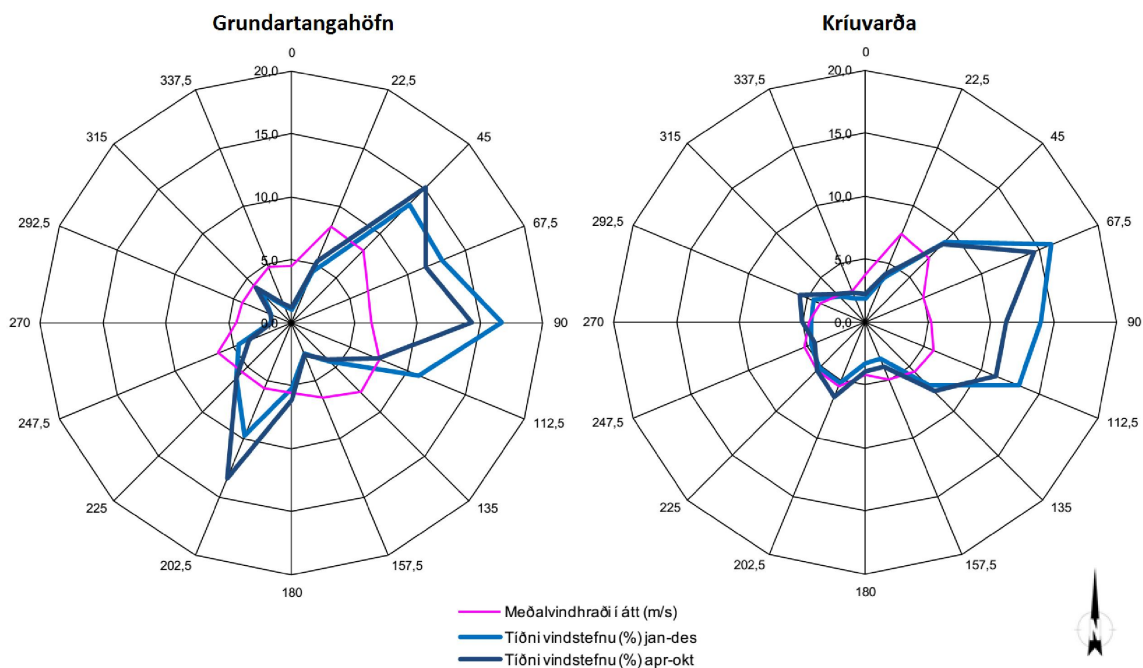
2.2 VEÐURFAR

Líkt og undanfarin ár fóru veðurmælingar ársins 2013 fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum að Kríuvörðu og á Grundartangahöfn. 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. Á báðum stöðvum var vind- og veðurgögnum safnað yfir allt árið 2013.

Á veðurmælingastöðinni á Grundartangahöfn var ársmeðalhiti 5,5°C og vindhraði 6,5 m/s. Á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, var meðalhitinn þar 7,6°C og meðalvindhraði 5,9 m/s. Frá apríl til október var meðalhiti að Kríuvörðu 7,1°C og vindhraði 4,8 m/s.

Fyrstu tveir mánuðir ársins 2013 voru óvenju hlýjir, en aðra mánuði var hiti nærri meðallagi. Þó gerði kuldakast um mánaðarmótin apríl/máí en þó var þurrt og sólríkt suðvestanlands. Sumarið var sólarlítið og úrkomusamt um sunnan- og vestanvert landið. September var kaldur og úrkomusamur og október var með allra þurrasta móti með hæfum vindum um suðvestanvert landið. Síðasta hluta ársins var umhleyppingasamt⁵.

Á mynd 2.2 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2013 og fyrir tímabilið frá apríl til október á Grundartangahöfn og að Kríuvörðu⁶. Austanáttir voru ráðandi um helming tímabilsins líkt og undanfarin ár. Að Kríuvörðu virðist vera skjól fyrir suðvestanvindi og er líklegasta skýringin á því að álverið skýli fyrir þeirri vindátt sem kemur þá í staðinn að stöðinni úr vestri. Lítil munur er á vindrósum vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósum alls ársins.



Mynd 2.2: Vindrósir frá Grundartangahöfn og Kríuvörðu fyrir tímabilið apríl – október 2013 og allt árið 2013⁶

⁵ Veðurstofa Íslands (2014)

⁶ Hermann Þórðarson (2014)

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Vöktun árið 2013 var í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun fyrir árin 2012-2021. Umhverfisvöktunaráætlunina má sjá á heimasíðu Umhverfisstofnunar. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2013 Fjölhringja kolvatnsefni (PAH efni) voru mæld í fyrsta skipti í sjávarseti.

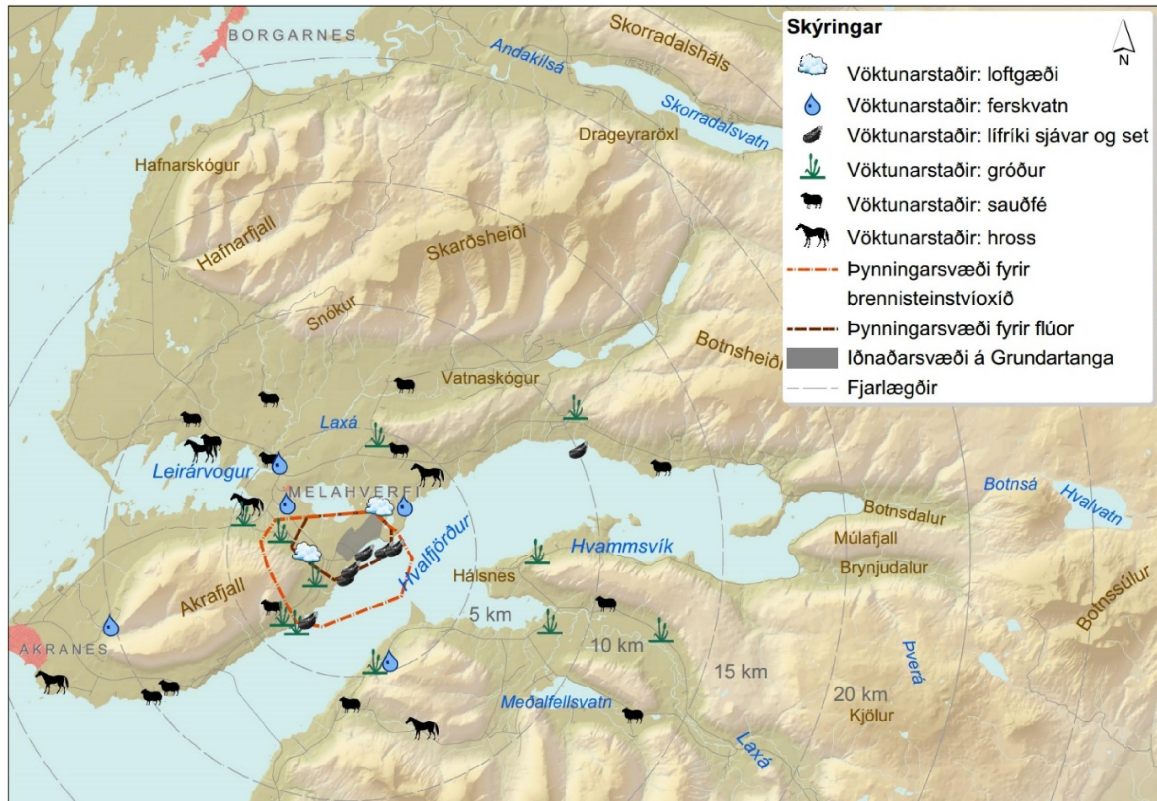
Tafla 3.1: Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2013

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Rannsókn-/mælitímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	Andrúmsloft: Svífryk, flúor, PAH efni, brennisteinstvíoxíð, brennisteinsvetni, köfnunarefnistvíoxíð, köfnunarefnisoxíð Úrkoma: klóríð, natrium, súlfat, flúor, pH	Stekkjarás og Kríuvarða	Stekkjarás: apríl - desember 2013 Kríuvarða: allt árið 2013	Sýnataka og efnamælingar: NMI*
Ferskvatn	Sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð, súlfat	Bergvatnsár: Berjadalsá, Fossá, Laxá Upptök í yfirborðsvatni: Kalmansá, Urriðaá	23. apríl - 8. nóvember 2013	Sýnataka og efnamælingar: NMI*
Lífriki sjávar og sjávarset	PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvæf kræklinga PAH efni í sjávarseti	Sex vöktunarstaðir kræklinga á grunnsævi (1 m og 5 m dýpi) utan við Grundartanga auk viðmiðunarstaðar. Setsýni tekin á sömu stöðum og kræklingur var hafður í búrum.	25. júlí - 23. september 2013 8. nóvember 2013	Skipulag rannsókna og undirbúningur f. efnagreiningar: Rannsóknarsetur HÍ**Suðurnesjum Efnamælingar: Matis og Rannsóknarstofa HÍ í lyfja- og eiturefnafræði
Sjór við flæðigryfjur	Málmur: arsen, blý, kadmín, kopar, króm, kvikasilfur, nikkel og sink. Sýnið og flúor	Sjósýni tekin á 10 stöðum í og við flæðigryfjur auk viðmiðunarstaðar	11. júlí, 9. ágúst og 20. september 2013	Sýnataka og efnamælingar: NMI*
Gróður	Flúor í grasi, laufi (birki, reynir, úlfareynir) og barri (greni, bergfura, stafafura)	Norðan Hvalfjarðar: Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Gröf II við þjóðveg, Gröf II við hús, Hlíð Sunnan Hvalfjarðar: Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir	Gras og lauf: 21. júní og 6. september 2013 Barr: 20. nóvember 2013	Sýnataka og efnamælingar: NMI*
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka í sláturfé Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé Ástand tanna og liða í hrossum	Sláturfé: Norðan Hvalfjarðar: Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra-Miðfell, Hrafnabjörg, Gröf II, Þaravellir, Innri-Hólmur. Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Hjalli, Grímsstaðir Lifandi sauðfé: Norðan Hvalfjarðar: Vogatunga, Eystra-Miðfell, Hrafnabjörg, Innri-Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Grímsstaðir, Kiðafell Lifandi hross: Norðan Hvalfjarðar: Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri-Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Miðdalur	Sláturfé: Haustslátrun 2013 Lifandi sauðfé og hross: 20. og 21. janúar 2014, 14. og 16. mars 2014	Efnamælingar: NMI* Skoðun sauðfjár: Tilraunastöð HÍ** á Keldum. Skoðun lifandi grasbíta: LBHí***

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

3.1 VÖKTUNARSTAÐIR

Vöktunarstaði umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, lífríki sjávar og sjávarset, gróður og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2013, má sjá á mynd 3.1.



Mynd 3.1: Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, ferskvatns, lífríki sjávar, gróðurs og grasbíta árið 2013 við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

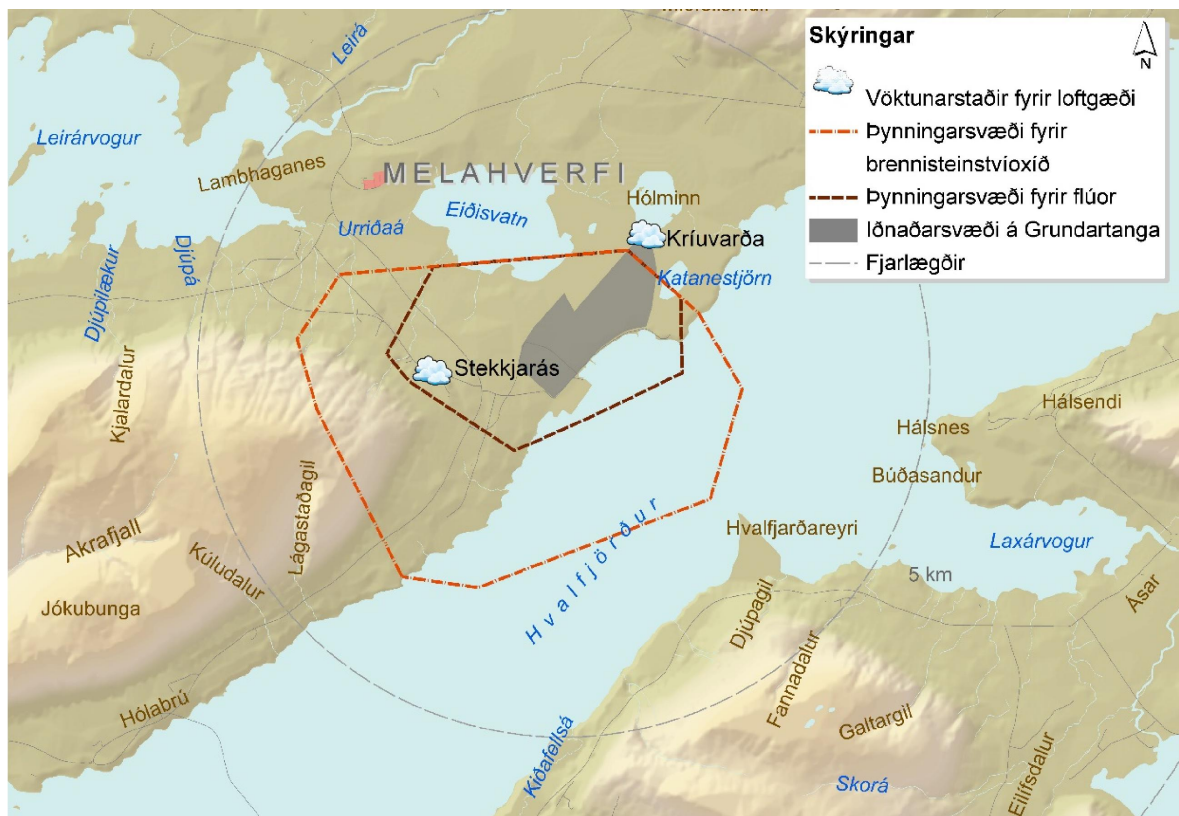
3.2 TÖLFRÆÐI

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

4 VÖKTUN LOFTGÆÐA

Árið 2013 voru tvær loftgæðamælistöðvar í rekstri. Mælt var í loftgæðamælistöðvum að Kríuvörðu og á Stekkjarási (mynd 4.1). Loftgæðamælingar þar sem sýnum er safnað á síur fóru fram á vaxtartímabili gróðurs, frá síðari hluta apríl til og með loka október. Að Kríuvörðu fóru auk þess fram samfelldar mælingar árið um kring fyrir ákveðna mælipætti og sjálfvirk mælistöð fyrir brennisteinstvíoxíð (SO_2) var sett upp á Stekkjarási um mitt árið. Sjálfvirki mælíbúnaðurinn að Kríuvörðu bilaði og var óvirkur í um 70 daga frá lokum maí til byrjun ágústmánaðar.

Þeir þættir sem voru mældir í andrúmslofti á Stekkjarási frá sýnum sem safnað var á síur voru svifryk (PM_{10}), flúor í ryki og loftkenndur flúor (HF), brennisteinn í ryki, loftborinn brennisteinn ($\text{SO}_2\text{-S}$) og styrkur 16 fjölhringja kolvatnsefna (PAH efni) í svifrykssýnum PM_{10} . Auk þessa hófust samfelldar mælingar á styrk SO_2 á Stekkjarási þann 15. júlí 2013. Að Kríuvörðu voru sömu þættir og á Stekkjarási mældir í sýnum sem safnað var á síur auk samfelldra mælinga á svifryki (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$), SO_2 , brennisteinsvetni (H_2S) og köfnunarefnisoxíðum (NO_2 og NO_x). Að auki var mældur styrkur klóríðs, natríum, súlfats og flúors auk sýrustigs (pH) í úrkomusýnum á báðum mælistöðvum. Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ. Niðurstöður efnamælinga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda utan þynningarsvæða.



Mynd 4.1: Staðsetning loftgæðamælistöðva í Hvalfirði árið 2013

4.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Flúor

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

Brennisteinstvíoxíð

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) í andrúmslofti mældist undir gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 að Kríuvörðu fór 9 sinnum yfir skilgreind loftgæðamarkmið, en leyfilegt er að yfirstíga þau mörk sjö sinnum árlega. Sólarhringsmeðalstyrkur að Kríuvörðu mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum.

Brennisteinsvetni

Styrkur brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti mældist undir heilsuverndarmörkum.

Köfnunarefnisoxíð

Styrkur köfnunarefnistvíoxíðs (NO_2) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) mældist undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 og gróðurverndarmörkum fyrir NO_x að Kríuvörðu.

Svifryk (PM_{10})

Meðalstyrkur svifryks í andrúmslofti var undir heilsuverndarmörkum. Sólarhringsmeðalstyrkur svifryks að Kríuvörðu mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum.

Fjölhiringja kolvatnsefni (PAH efni)

Styrkur bensó(a)pýren í andrúmslofti mældist undir umhverfismörkum.

Úrkoma

Meginúrkomuáttir árið 2013 voru sunnan- og suðvestanáttir sem blása frá iðnaðarsvæðinu í átt að Kríuvörðu. Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna í úrkomu.

Ítarlegri niðurstöður fyrir vöktun loftgæða má sjá í kafla 4.2. Yfirlit yfir niðurstöður mælinga og skilgreind umhverfismörk má sjá í töflu 4.1 fyrir Kríuvörðu sem liggur utan þynningarsvæða, og í töflu 4.2 fyrir Stekkjarás sem liggur innan þynningarsvæða.

Tafla 4.1: Niðurstöður loftgæðamælinga að Kríuvörðu, meðalstyrkur á vöktunartímabilinu (apríl – október 2013) og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum. Mælistöðin liggur utan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur (µg/m³)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða (µg/m³)	Athugasemd
HF			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	0,18 ± 0,11	0,3	Starfsleyfi Norðuráls
SO₂			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	5,3 ± 2,5	20	Gróðurverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002
<i>Meðalstyrkur</i>	7,1 ± 4,9	20	Gróðurverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Meðalstyrkur frá apríl – október.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	108	50	Gróðurverndarmörk/ (heilsuverndarmörk) skv. rg. nr. 251/2002. Yfir mörkum 9x yfir árið (þar af 5x á vöktunartímabilinu), leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 26. feb. í SSV-átt.
	108	125	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Hæsta gildi mælt 26. febrúar í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,01		Mældist 1 x í ANA átt
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	208	350	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Hæsta gildi mælt 2. maí í SSV átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,75 ± 2,3	5	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	9,6	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Hæsta gildi mælt 9. nóvember í ANA-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		Mældist 1x í ANA-átt
NO₂			
<i>Meðalstyrkur</i>	1,1 ± 0,35	30	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	7,2	75	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Hæsta gildi mælt 26. nóvember í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		Mældist 1 x í ANA-átt
NO_x			
<i>Meðalstyrkur</i>	1,2 ± 0,44	30	Gróðurverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	8,1	-	Hæsta gildi mælt 26. nóvember í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0		Mældist 2x í austlægum-áttum
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur</i>	6,3 ± 1,5	20	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	28,2	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Hæsta gildi mælt 6. nóvember í ANA-átt
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,29		Mældist 1 x í ASA-átt
PAH efni - Bensó(a)þýren			
<i>Mældur styrkur</i>	<8·10 ⁻⁷ – 1,7·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Umhverfismörk skv. reglugerð nr. 410/2008.

Tafla 4.2: Niðurstöður loftgæðamælinga á Stekkjarási ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða. Mælistöðin liggur innan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Athugasemd
HF			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	$0,04 \pm 0,03$	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
SO₂			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	$3,7 \pm 3,0$	20	Gróðurverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
<i>Meðalstyrkur</i>	$3,2 \pm 1,6$	20	Gróðurverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Meðalstyrkur frá apríl – október. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	$9,2 \pm 1,7$	20	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
PAH efni - Bensó(a)pýren			
<i>Mældur styrkur</i>	$<8 \cdot 10^{-7} - 1,5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Uppfyllir umhverfismörk skv. reglugerð nr. 410/2008 sem gilda utan þynningarsvæða

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

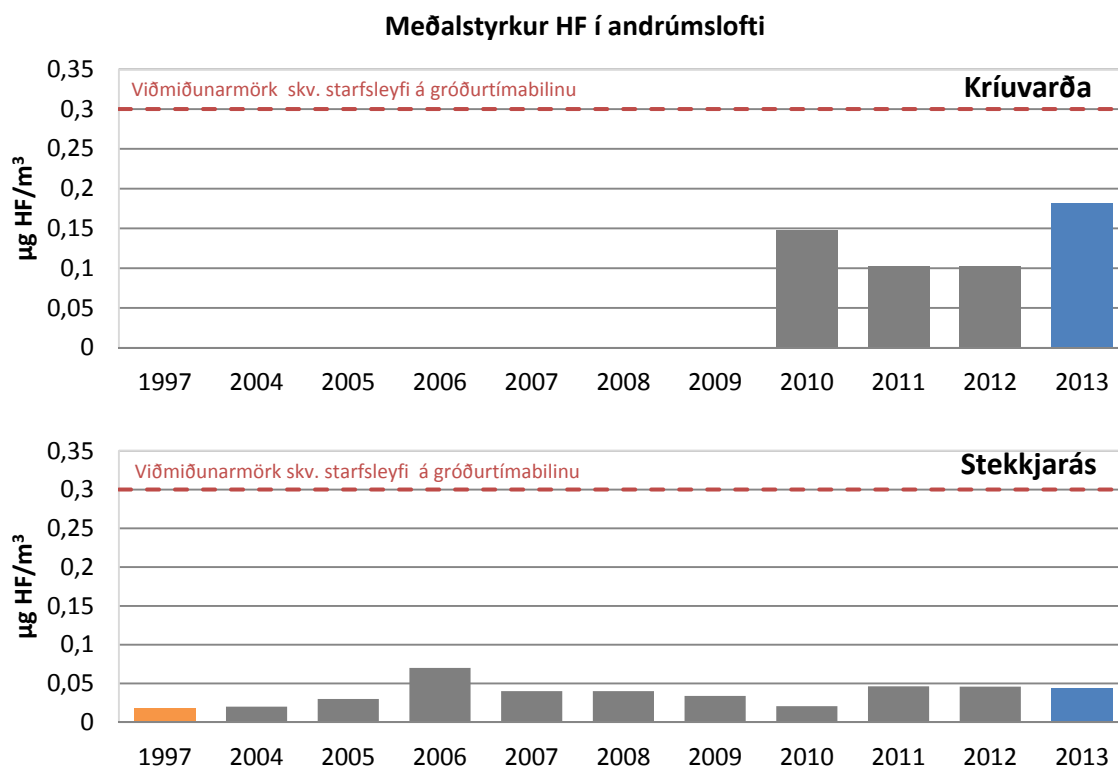
- Meðalstyrkur HF í andrúmslofti yfir mánaðartímabil
- Meðalstyrkur heildarflúors (samanlagður loftkenndur flúor (HF) og flúor bundinn svifryki) í andrúmslofti
- Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti yfir mánaðartímabil
- Meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir heilt ár
- Meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftborinn brennisteinn) í andrúmslofti yfir mánaðartímabil
- Styrkur PM_{2,5} í andrúmslofti
- Styrkur PAH-18 efna í andrúmslofti
- Styrkur uppleystra efna og sýrustig í úrkomu

4.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

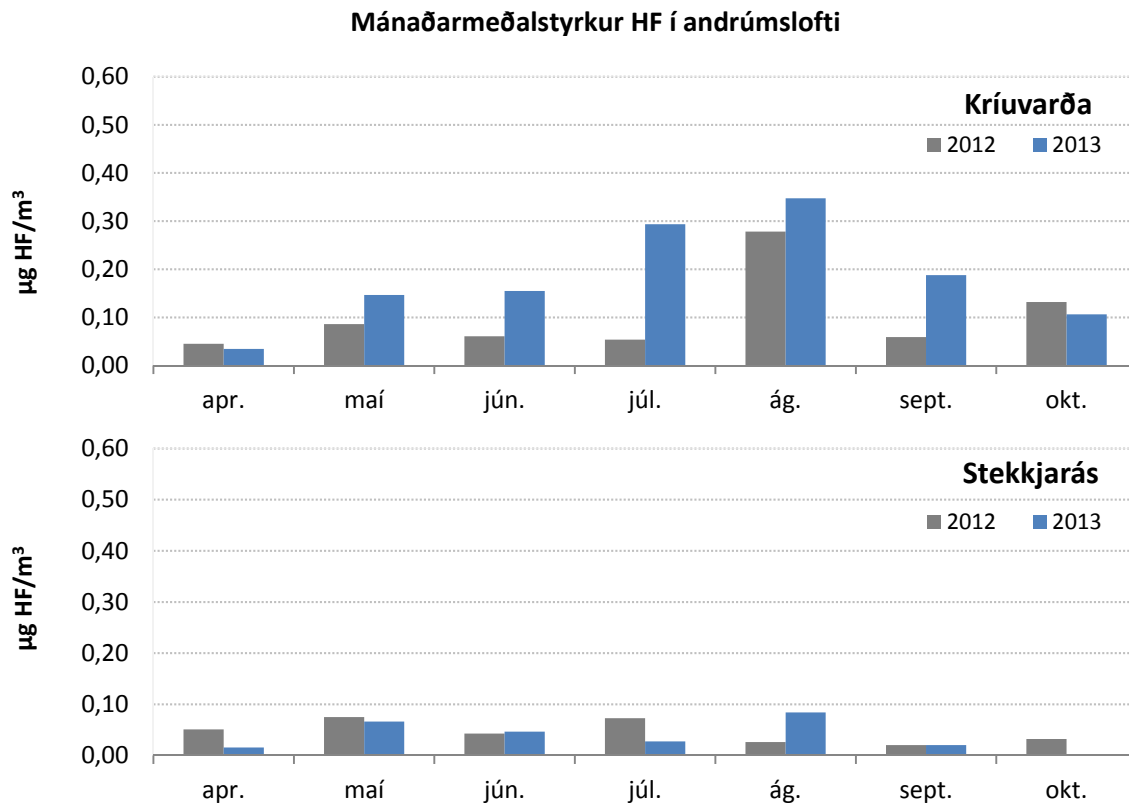
4.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í ANDRÚMSLOFTI

Styrkur flúors í andrúmslofti var mældur frá síðari hluta apríl til og með loka október 2013 að Kríuvörðu, en til loka september á Stekkjarási. Sýnum var safnað á síur á mælistöðvunum. Meðalstyrkur flúors á öllum mælistöðum liggur undir viðmiðunarmörkum en þau eru skilgreind fyrir styrk loftkennds flúors (HF) í starfsleyfi Norðurláls sem $0,3 \mu\text{g HF/m}^3$ í andrúmslofti á gróðurtímabilinu utan þynningarsvæðis til að tryggja hefðbundnar landbúnaðarnytjar. Meðalstyrkur HF að Kríuvörðu var $0,18 \pm 0,11 \mu\text{g HF/m}^3$ og á Stekkjarási $0,04 \pm 0,03 \mu\text{g HF/m}^3$ (mynd 4.2). Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2003. Kríuvarða er utan þynningarsvæðis fyrir flúor, en Stekkjarás innan þess.

Á mynd 4.3 má sjá meðalstyrk HF í andrúmslofti í hverjum mánuði frá apríl til október að Kríuvörðu og Stekkjarási árið 2013 og til samanburðar fyrir árið 2012.



Mynd 4.2: Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunarstöðum fyrir loftgæði að Kríuvörðu (apríl – október, 2010 – 2013) og Stekkjarási (apríl – október, 1997 og 2004 – 2013) ásamt viðmiðunarmörkum samkvæmt starfsleyfi Norðurláls sem gilda utan þynningarsvæðis



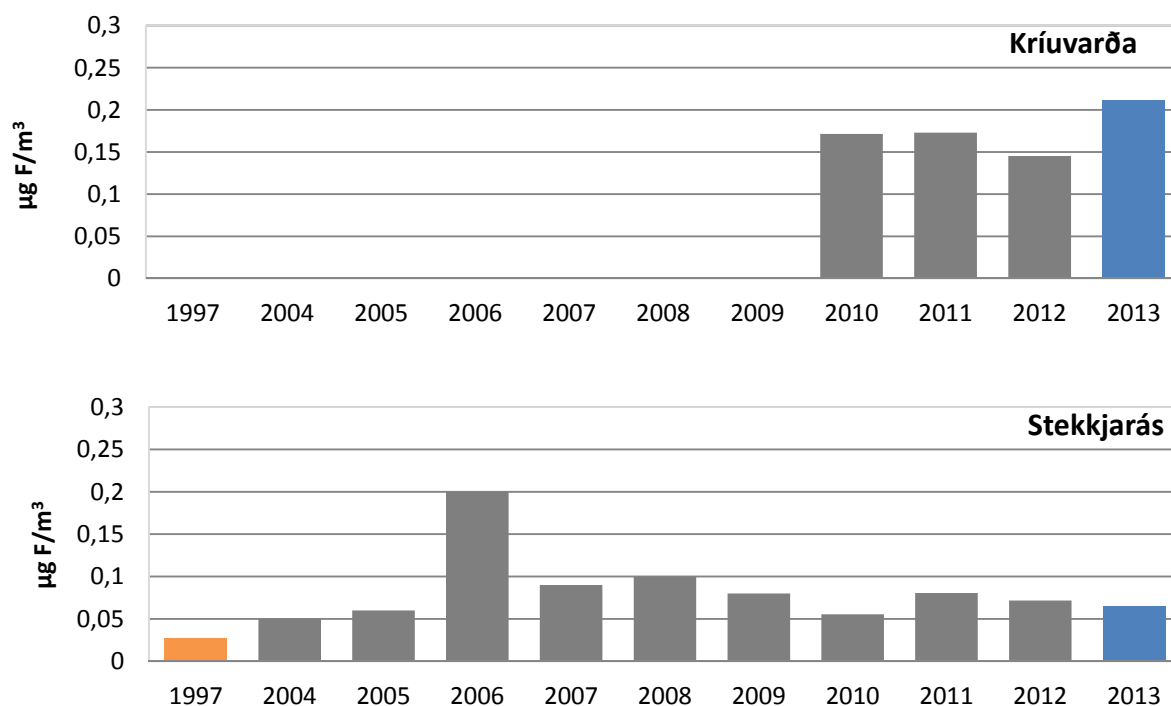
Mynd 4.3: Meðalstyrkur loftkennds flúors í hverjum mánuði að Krúuvörðu og Stekkjarási, apríl – október 2012 og 2013

Meðalstyrkur heildarflúors, þ.e. samanlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, að Krúuvörðu var $0,21 \pm 0,11 \mu\text{g F/m}^3$ og á Stekkjarási $0,07 \pm 0,04 \mu\text{g F/m}^3$ (mynd 4.4). Meðalstyrk heildarflúors í andrúmslofti í hverjum mánuði að Krúuvörðu og Stekkjarási má sjá á mynd 4.5.

Styrkur flúors mældist nokkuð hærri að Krúuvörðu en undanfarin ár og er líklegasta skýringin aukin tíðni suðvestanáttanna í júlí og ágúst. Þá mældist styrkurinn nánast alltaf hærri að Krúuvörðu en á Stekkjarási og liggur munurinn í því að styrkur loftkennds flúors er mun hærri að Krúuvörðu. Vindátt hefur áhrif á mældan styrk flúors á mælistöðvunum tveimur, þar sem í austanáttum mælist styrkur flúors hærri á Stekkjarási en í sunnan og suðvestanátt að Krúuvörðu þar sem vindur blæs þá beint frá álverinu. Þetta kemur fram á dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mælidaga (mynd 4.6)⁷.

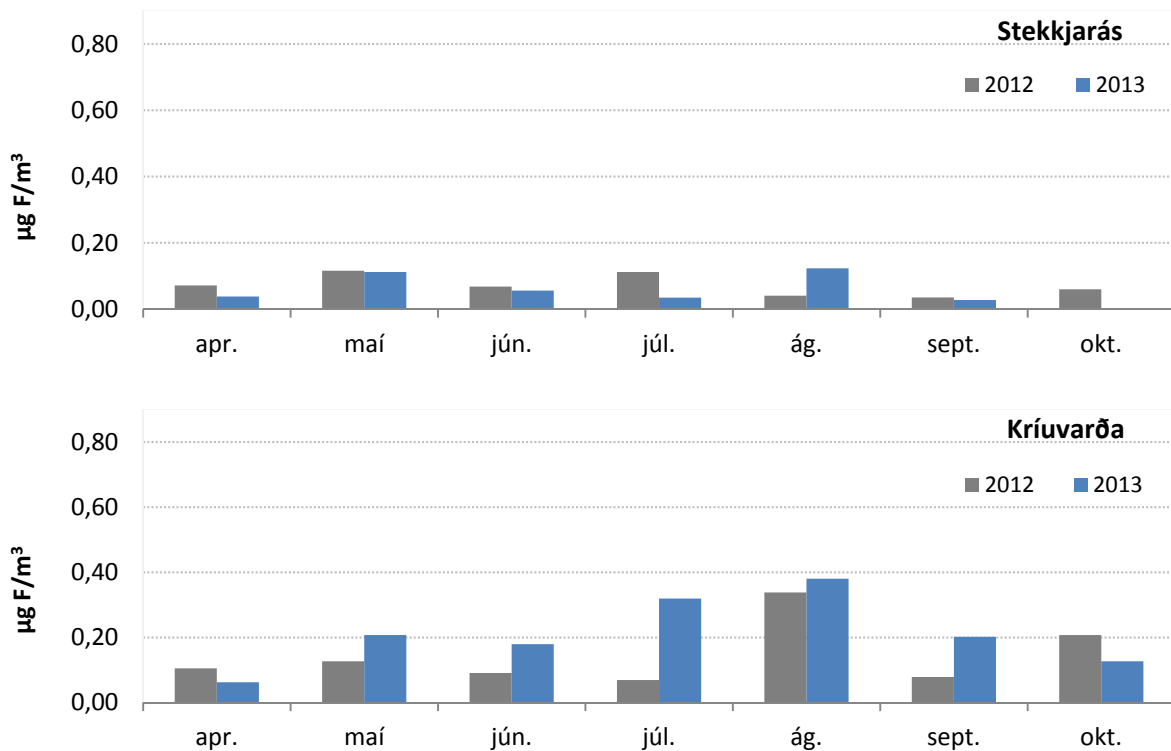
⁷ Hermann Þórðarson (2014)

Meðalstyrkur heildarflúors í andrúmslofti

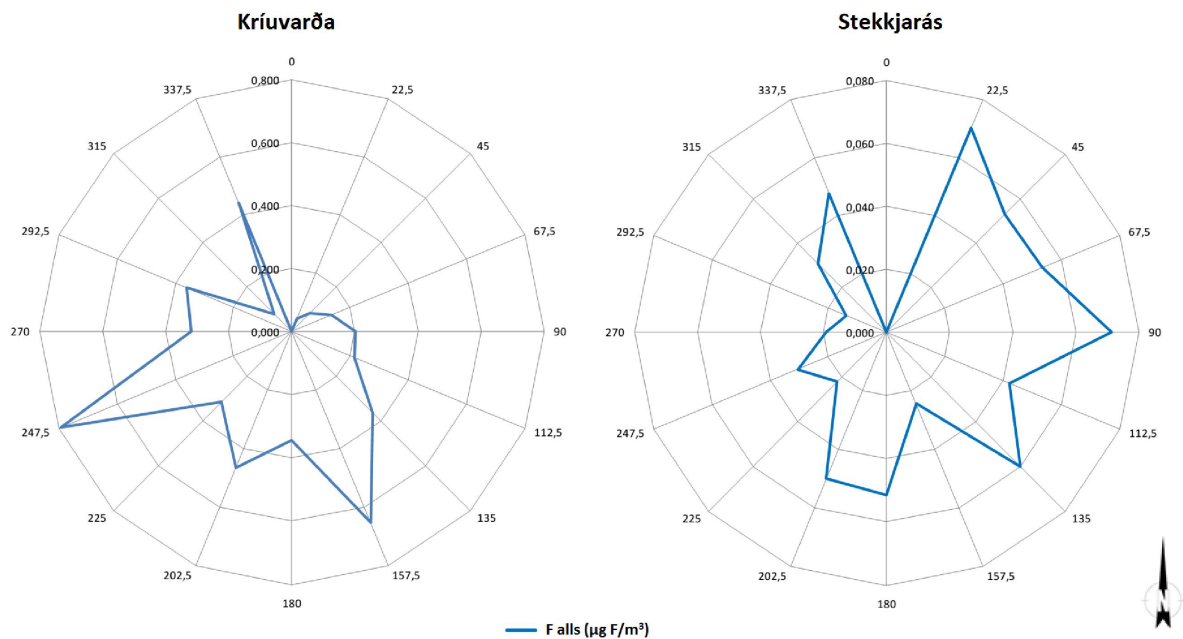


Mynd 4.4: Meðalstyrkur (apríl - október) heildarflúors að Kríuvörðu (2010 – 2013) og Stekkjarási (1997 og 2004 – 2013)

Mánaðarmeðalstyrkur heildarflúors í andrúmslofti



Mynd 4.5: Meðalstyrkur heildarflúors í hverjum mánuði að Kríuvörðu og Stekkjarási frá apríl – október 2012 og 2013



Mynd 4.6: Styrkur flúors ($\mu\text{g F/m}^3$) eftir vindáttum frá apríl – október 2013 að Kríuvörðu (vindmælingar að Kríuvörðu) og Stekkjarási (vindmælingar á Grundartangahöfn). Gröfin eru ekki í sama kvarða.

4.2.2 MÆLINGAR Á BRENNISTEINSTVÍOXÍÐI OG BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI

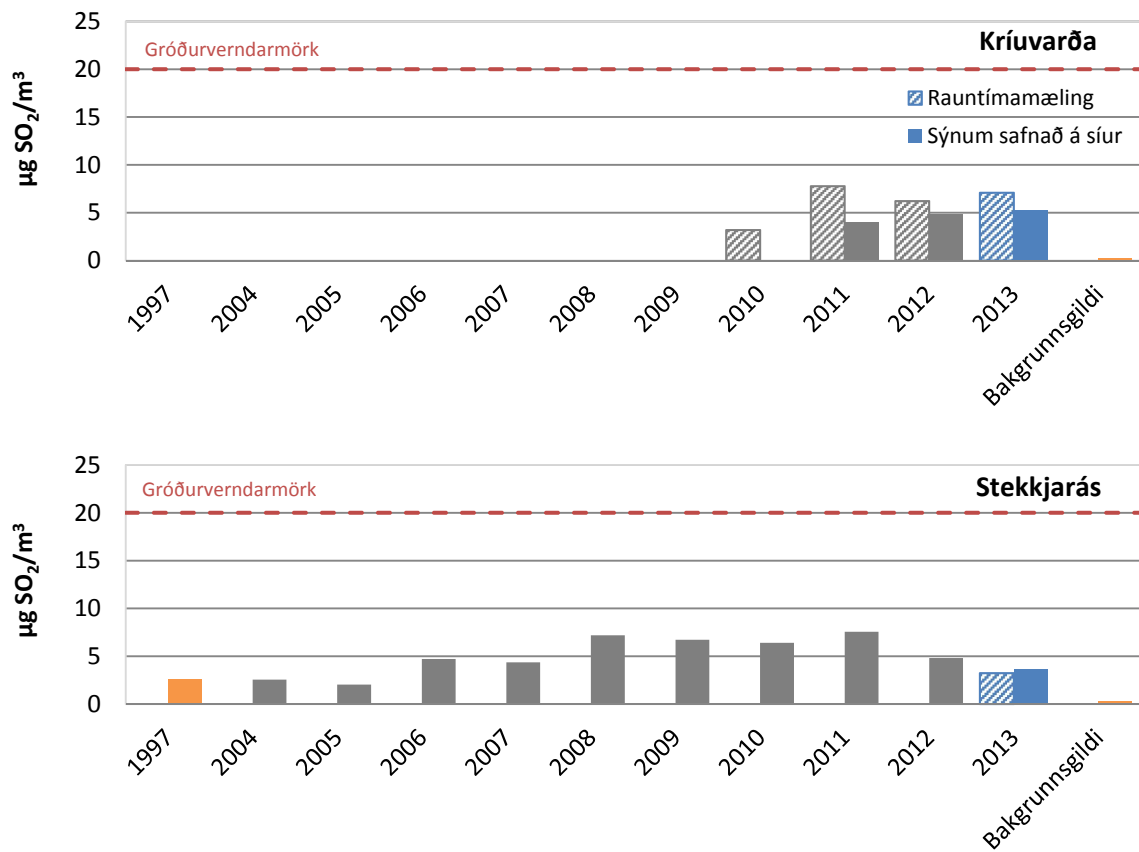
Árið 2013 var styrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) í fyrsta skipti mældur með tvennum hætti á báðum mælistöðvum. Annars vegar var sýnum safnað á síur og samfelldar mælingar gerðar. Búnaður fyrir samfelldar mælingar var settur upp á Stekkjarási þann 15. júlí og er samskonar búnaður og fyrir var að Kríuvörðu.

Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti árið 2013 var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) sem gildir utan þynningarsvæðis.

Árið 2013 var meðalstyrkur SO_2 að Kríuvörðu $7,1 \pm 4,9 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ mælt með rauntímamælingu yfir vöktunartímabilið frá apríl til október, en $5,3 \pm 2,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ mælt í sýnum af síum (mynd 4.7). Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti á Stekkjarási í sýnum sem safnað var á síur var $3,7 \pm 3,0 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ sem er lægra en undanfarin ár. Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti á Stekkjarási mældur með rauntímamælingu frá 15. júlí og út október var $3,2 \pm 1,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Þess ber að geta að vegna bilunar í búnaði lágu samfelldar mælingar niðri að Kríuvörðu á tímabilinu frá 29. maí til 6. ágúst, eða í 72 daga, og því eru þessar niðurstöður ekki vel samanburðarhæfar við fyrri ár⁷.

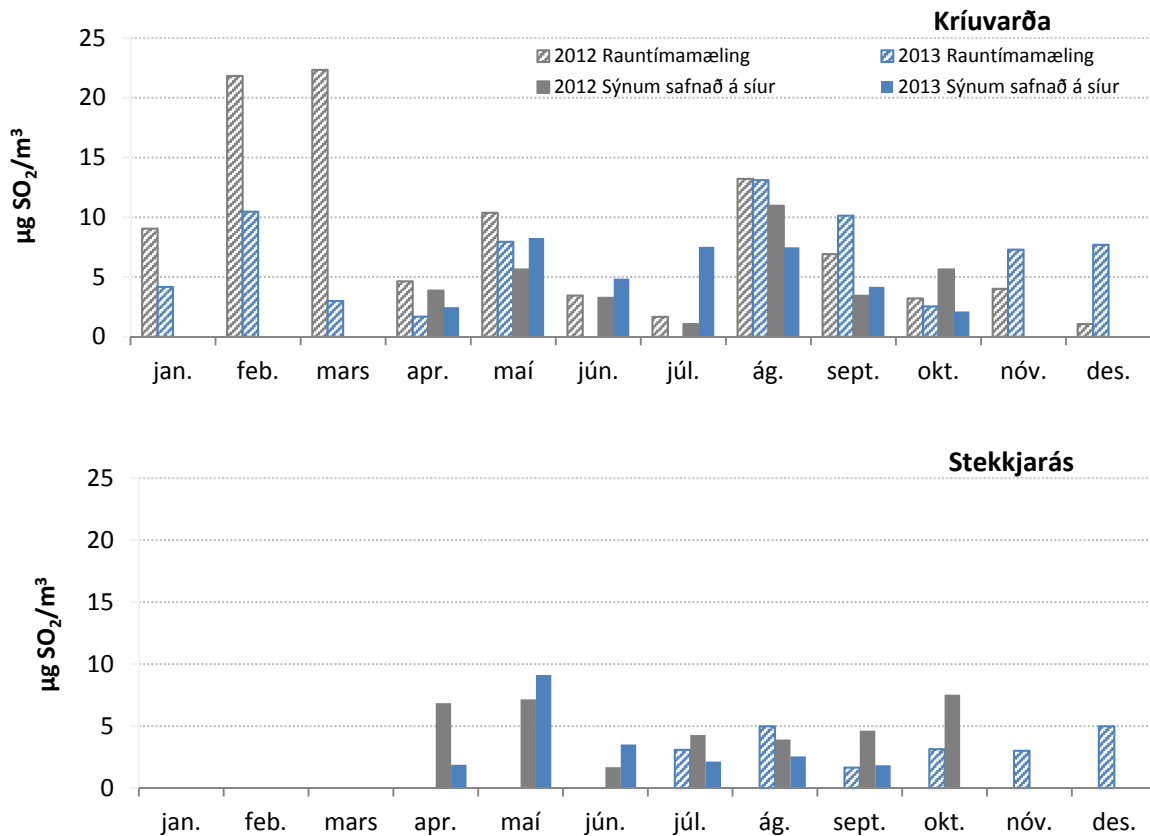
Á mynd 4.8 má sjá meðalstyrk SO_2 í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu og Stekkjarási árið 2013 og til samanburðar fyrir árið 2012.

Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti



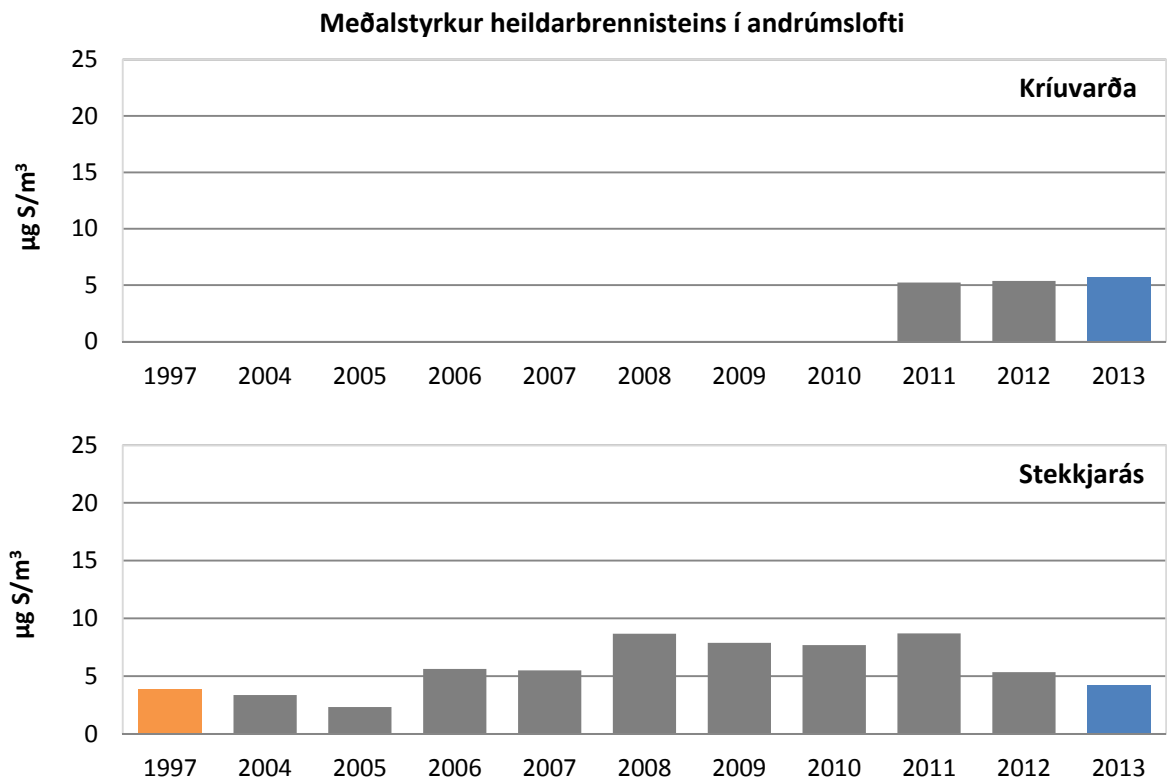
Mynd 4.7: Meðalstyrkur (apríl - október) SO₂ á vöktunarstöðum fyrir loftgæði að Kríuvörðu (rauntímamæling 2010 – 2013 og sýnum safnað á síur 2011 - 2013) og Stekkjarási (rauntímamæling 2013 og sýnum safnað á síur 1997 og 2004 – 2013) ásamt gróðurverndarmörkum sem gilda utan þynningarsvæðis. Bakgrunsgildi mæld við Írafoss árið 2003 (0,26 µg SO₂/m³)

Mánaðarmeðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti

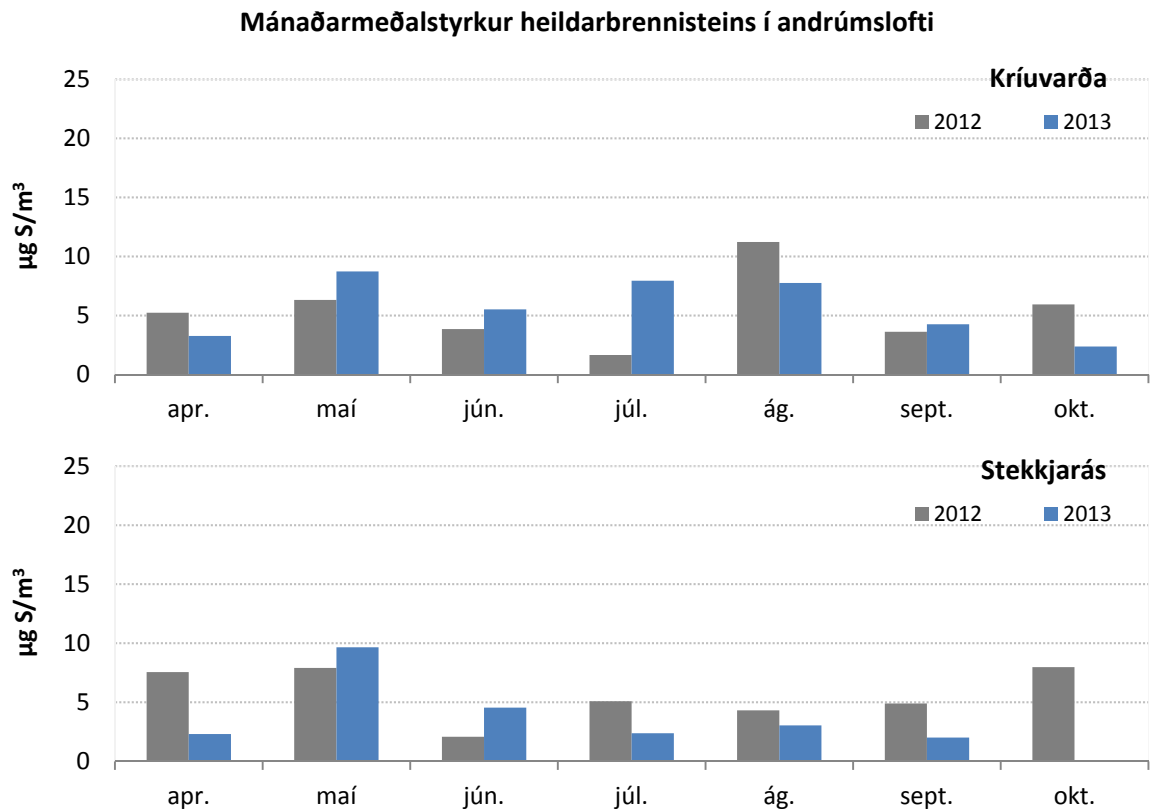


Mynd 4.8: Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu og á Stekkjarási (rauntímamæling og sýnum safnað á síur) árið 2013 og 2012 til samanburðar. Rauntímamælingar hófust á Stekkjarási í júlí 2013

Meðalstyrkur heildarbrennisteins, þ.e. samlagður styrkur loftborins brennisteins og brennisteins í ryki, var að Kríuvörðu $5,7 \pm 2,5 \mu\text{g S}/\text{m}^3$ og á Stekkjarási $4,2 \pm 3,1 \mu\text{g S}/\text{m}^3$ (mynd 4.9). Meðalstyrk heildarbrennisteins í hverjum vöktunarmánuði að Kríuvörðu og Stekkjarási má sjá á mynd 4.10.



Mynd 4.9: Meðalstyrkur (apríl - október) heildarbrennisteins að Krúuvörðu (2011 - 2013) og á Stekkjarási (1997 og 2004 – 2013)

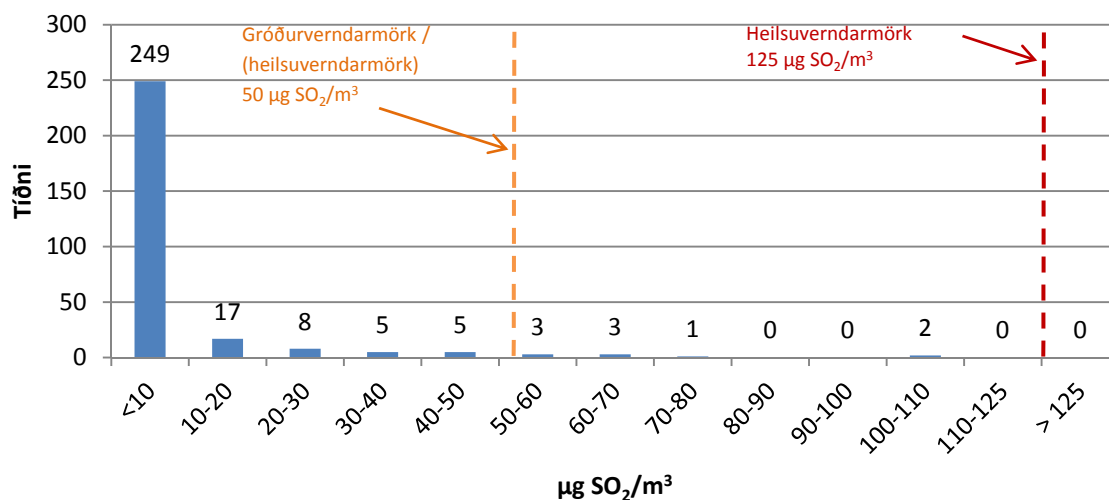


Mynd 4.10: Meðalstyrkur heildarbrennisteins í andrúmslofti í hverjum mánuði (apríl - október) að Krúuvörðu og Stekkjarási 2013 og árið 2012 til samanburðar

Fram hafa farið samfelldar mælingar á styrk SO_2 í andrúmslofti að Kríuvörðu frá árinu 2011 og var meðalstyrkur SO_2 þar allt árið 2013, $6,7 \pm 21,8 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Þar var hæsti klukkustundar meðalstyrkur SO_2 $208 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, sem er undir klukkustundar heilsuverndarmörkum sem skilgreind eru í reglugerð nr. 251/2002 sem $350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$.

Hæsti meðalstyrkur sólarhrings var $108 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þann 26. febrúar 2013, en sólarhrings heilsuverndarmörk eru $125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ samkvæmt reglugerð nr. 251/2002. Sólarhrings meðalstyrkurinn fór því aldrei yfir heilsuverndarmörk á árinu 2013.

Á árinu fór sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 níu sinnum yfir gróðurverndarmörk / (heilsuverndarmörk) ($50 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) að Kríuvörðu, en leyfilegt er samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Fimm af þessum níu skiptum voru á vaxtartímabili gróðurs. Ítrekað skal að 72 daga vantar inn í mælingar ársins 2013 vegna bilunar í mælibúnaði á tímabilinu frá 29. maí til 6. ágúst. Á mynd 4.11 má sjá að 284 sinnum var sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 undir gróðurverndarmörkum / (heilsuverndarmörkum) ($<50 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) og níu sinnum yfir gróðurverndarmörkum / (heilsuverndarmörkum) ($50 - 125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$). Sólarhringsmeðalstyrkur mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$).



Mynd 4.11: Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO_2 sem mældust undir gróðurverndarmörkum / (heilsuverndarmörkum) (284) og sem mældust milli gróður- og heilsuverndarmarkna (9) árið 2013. Það vantar 72 daga í mælímengi ársins 2013

Mælingar á brennistein í gróðri benda ekki til að nein veruleg neikvæð áhrif séu til staðar vegna starfseminnar frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga, sbr. vöktun á styrk brennisteins í snepaskóf, hraunbreyskju og mosa^{8,9}. Nýtt loftdreifilíkan sem gert var fyrir iðnaðarsvæðið sýnir betur raunverulega loftdreifingu en eldri líkön og staðfestir jafnframt síritamælingar SO_2 að Kríuvörðu með nokkurri nákvæmni. Samkvæmt útreikningum hins nýja líkans er SO_2 framlag Elkem á Kríuvörðu ráðandi sem skýrist fyrst og fremst af tæknilegu fyrirkomulagi reykahreinsivirkja. Umhverfisstofnun staðfesti þessa niðurstöðu með bréfi dagsettu 22. janúar 2014. Í því ljósi hefur Elkem unnið greiningu á mögulegum mótvægisáðgerðum sem geta haft áhrif á útblástursforsendur og upptakþætti. Enn nákvæmara loftdreifilíkan mun liggja fyrir árið 2015

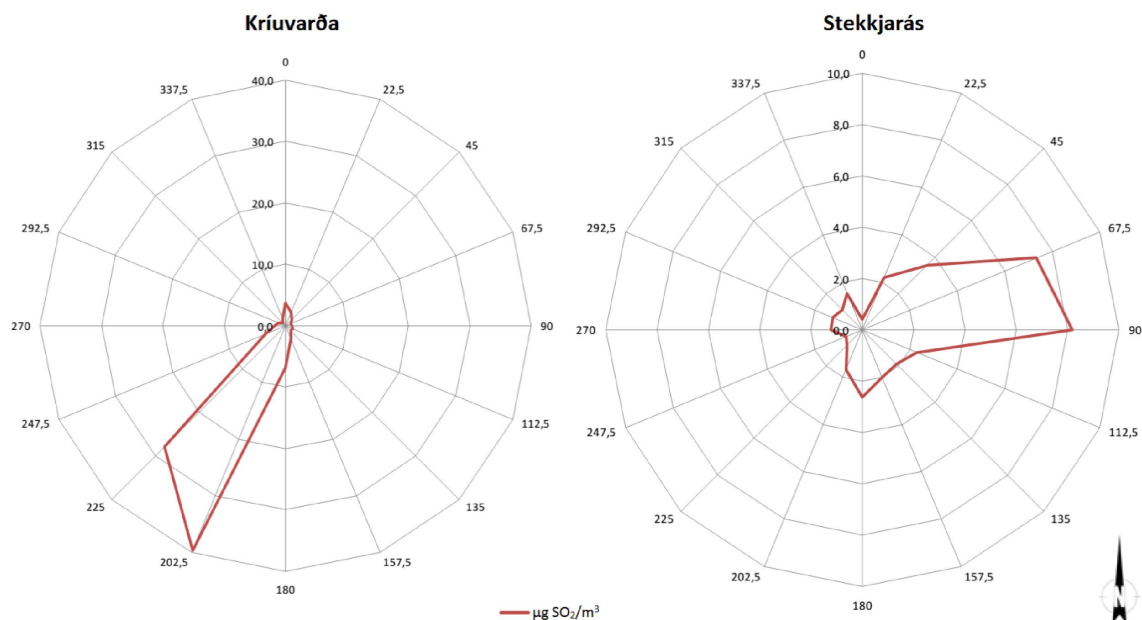
⁸ Starri Heiðmarsson (2012)

⁹ Sigurður H. Magnússon (2013)

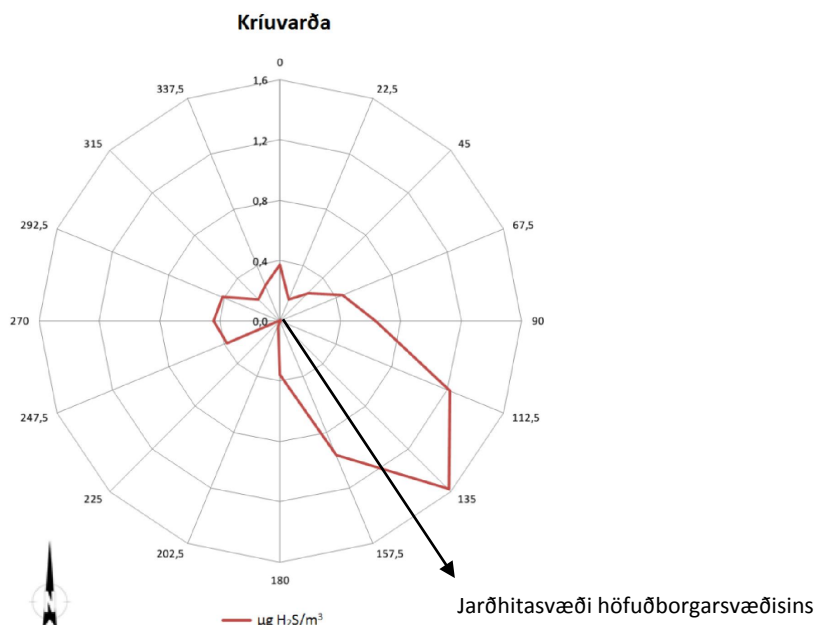
Þegar rauntímamælingar úr nýjum síritamælistöðvum frá Stekkjarási og að Gröf munu liggja fyrir vegna samfellds 12 mánaða tímabils til viðbótar við síritamælingar að Kríuvörðu.

Meðalstyrkur loftborins H_2S á Kríuvörðu var $0,75 \pm 2,3 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir árs heilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) samkvæmt reglugerð 514/2010. Hæsti sólarhrings meðalstyrkur var $9,6 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þann 9. nóvember 2013 sem er undir sólarhrings heilsuverndarmörkum skv. reglugerð 514/2010 ($50 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$). Hæsti meðalstyrkur klukkustundar var $39 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir tilkynningaskyldum aðvörðunarmörkum skv. reglugerð 514/2010 ($150 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$).

Á mynd 4.12 má sjá uppsprettuáttir SO_2 í rauntímamælingum að Kríuvörðu allt árið 2013 og frá 15. júlí og út árið 2013 á Stekkjarási⁷. Sjá má að SO_2 mældist í suðsuðvestanáttum frá iðnaðarsvæðinu að Kríuvörðu en í austanáttum á Stekkjarási. Mynd 4.13 sýnir uppsprettuáttir brennisteinsvetnis að Kríuvörðu en brennisteinsvetnið kemur að mestu leyti að suðaustan frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins⁷. Um er að ræða sambærilegar niðurstöður og sl. ár.



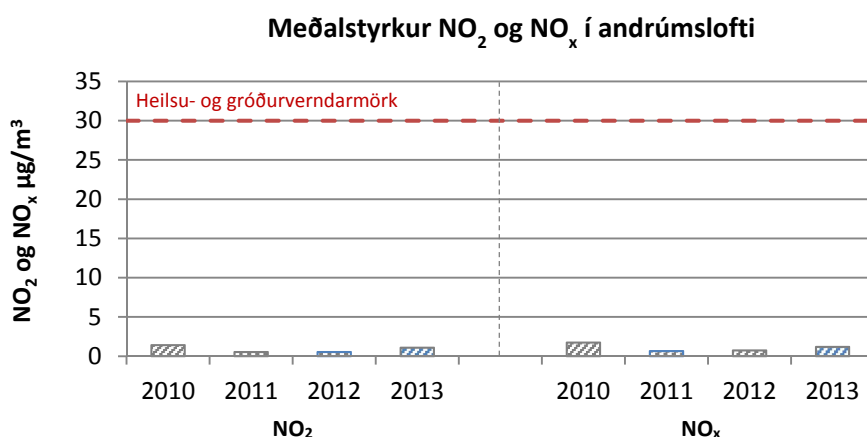
Mynd 4.12: Styrkur SO_2 ($\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) í mældum vindáttum allt árið 2013 að Kríuvörðu og frá 15. júlí og út árið að Stekkjarási. Gröfin eru ekki í sama kvarða.



Mynd 4.13: Meðalstyrkur H_2S ($\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) í mældum vindáttum frá janúar - desember 2013 að Kríuvörðu

4.2.3 MÆLINGAR Á KÖFNUNAREFNISTVÍOXÍÐI OG KÖFNUNAREFNISOXÍÐI Í ANDRÚMSLOFTI

Samfelldar mælingar á styrk köfnunarefnistvíoxíðs (NO_2) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) í andrúmslofti fóru fram að Kríuvörðu. Árið 2013 fór sólarhringsmeðalstyrkur NO_2 aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002 ($75 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$), það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk. Meðalstyrkur NO_2 árið 2013 mældist $1,1 \pm 2,2 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og NO_x $1,2 \pm 2,7 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ (mynd 4.14) sem er undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 og gróðurverndarmörkum fyrir NO_x ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

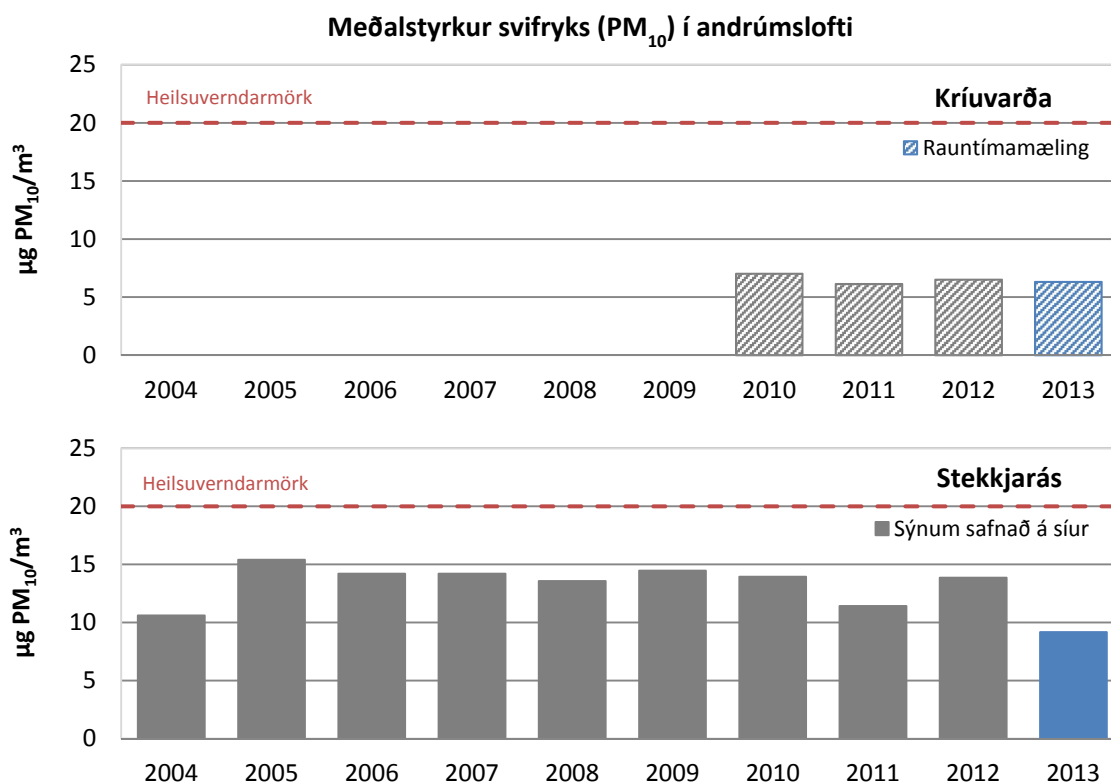


Mynd 4.14: Meðalstyrkur NO_2 og NO_x að Kríuvörðu (rauntímamæling) 2010 - 2013 ásamt heilsu- og gróðurverndarmörkum

4.2.4 MÆLINGAR Á SVIFRYKI Í ANDRÚMSLOFTI

Samfelldar mælingar á magni svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram að Kríuvörðu árið 2013 en söfnun sýna á síur fóru fram á Stekkjarási fyrir PM_{10} . Tekið skal fram að um mjög ólíkar mæliaðferðir er að ræða. Að Kríuvörðu var meðalstyrkur PM_{10} $6,3 \pm 1,5 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ sem er svipað og árin 2011 og 2012. Meðalstyrkur PM_{10} við Stekkjarás var $9,2 \pm 1,7 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ sem er lægra en á undanförunum árum (mynd 4.15), líklega vegna þess að sumarið var mun úrkomusamara en síðastliðin ár. Umferðarýrk er töluvert í grennd við þessa stöð í þurkatið vegna nærliggjandi malarveggar⁷.

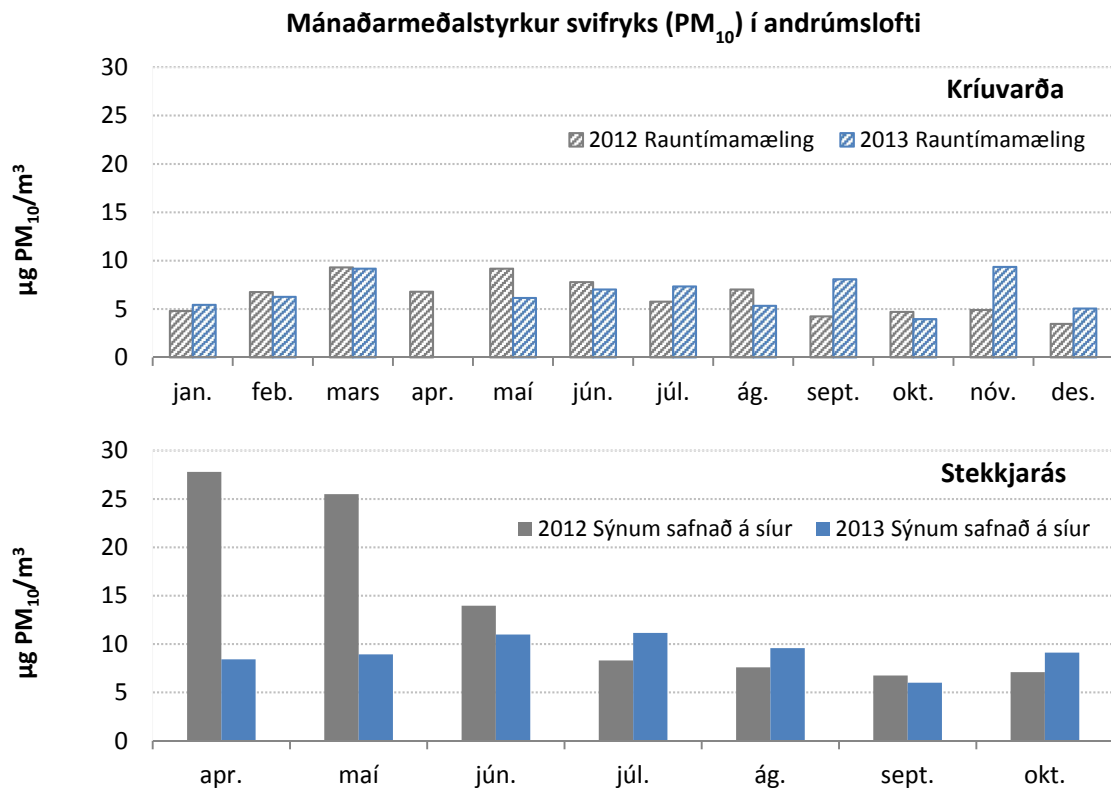
Á árinu 2013 fór styrkur PM_{10} að Kríuvörðu aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsti sólarhrings meðalstyrkur PM_{10} mældist þann 6. nóvember 2013 sem $28,2 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ og fyrir $PM_{2,5}$ mældist hæsti sólarhrings meðalstyrkur 7. mars 2013 sem $39,6 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$. Ekki eru skilgreind umhverfismörk í reglugerðum fyrir styrk $PM_{2,5}$. Tekið skal fram að um fimmtung ársins vantaði í mælingar á PM_{10} og um fjórðung ársins í $PM_{2,5}$ ⁷.



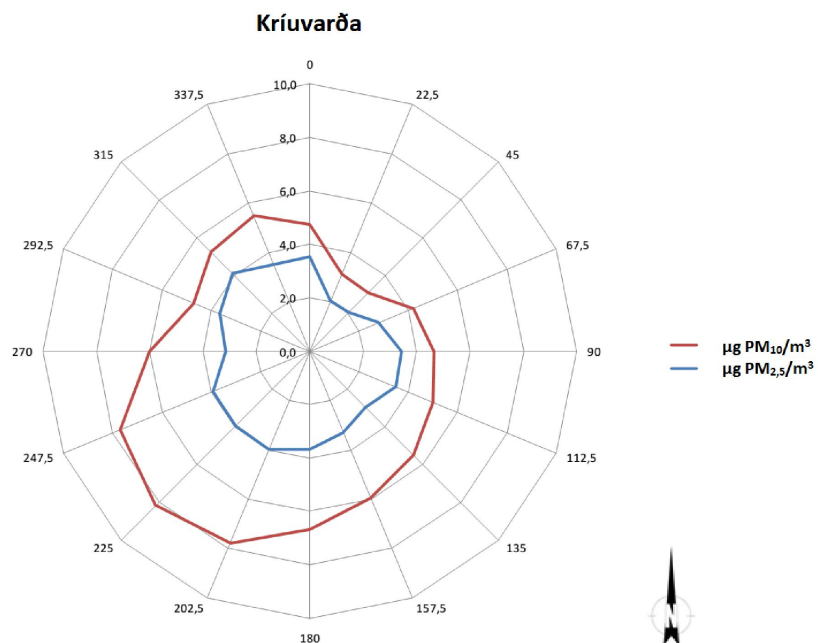
Mynd 4.15: Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti að Kríuvörðu (rauntímamæling, 2010 – 2012) og Stekkjarási (sýnum safnað á síur 2004– 2013) ásamt heilsuverndarmörkum svifryks sem gilda utan þynningarsvæðis

Meðalstyrk svifryks PM_{10} í hverjum mánuði að Kríuvörðu og á Stekkjarási má sjá á mynd 4.16. Líkt og undanfarin ár mældist styrkur PM_{10} lægri að Kríuvörðu en Stekkjarási.

Mælingar síðustu tveggja ára benda til þess að rekja megi uppsprettu svifryks til starfsemi og framkvæmda á verksmiðjussvæðinu á Grundartanga. Hæsti styrkur svifryks mældist að Kríuvörðu í suðvestan áttum, sem líklegast tengist verksmiðjussvæðinu (mynd 4.17). Styrkurinn er ekki hár að teknu tilliti til heilsuverndarmarkar⁷.



Mynd 4.16: Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í hverjum mánuði árið 2013 að Kríuvörðu (rauntímamæling) og frá apríl – október á Stekkjarási (sýnum safnað á síur) árin 2012 og 2013



Mynd 4.17: Styrkur svifryks ($\mu g PM_{10}/m^3$) eftir vindáttum að Kríuvörðu árið 2013

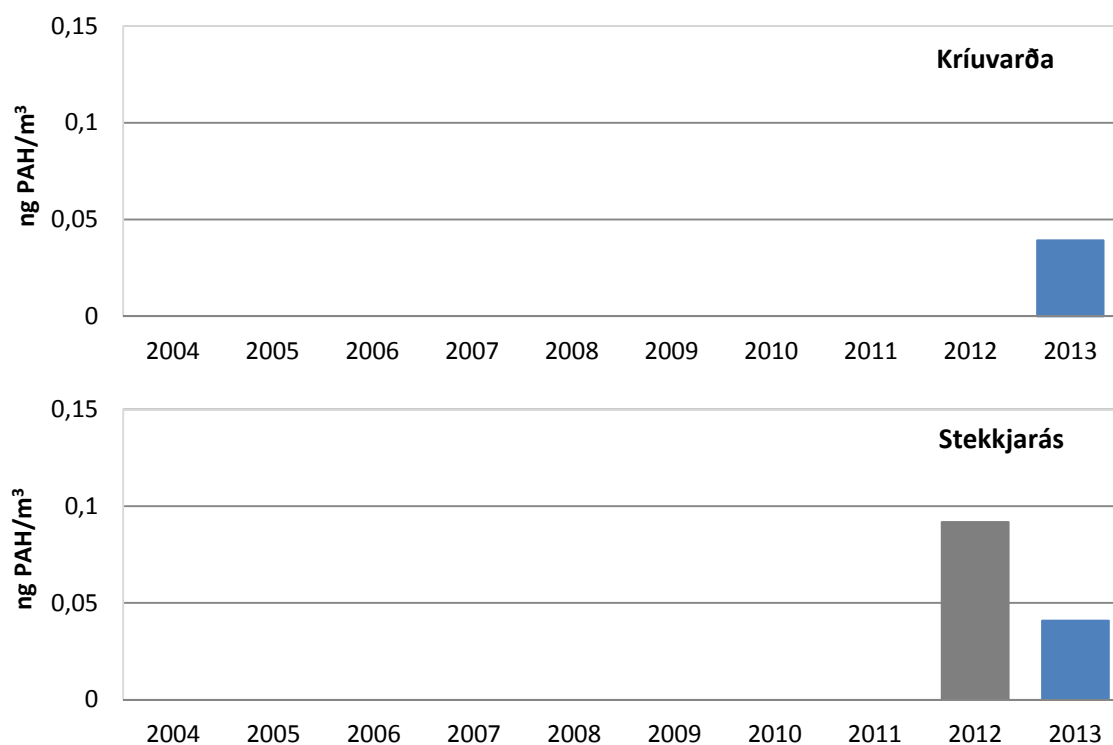
4.2.5 MÆLINGAR Á FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNUM (PAH) Í ANDRÚMSLOFTI

Mælingar voru gerðar á magni fjölhringja kolvatnsefna (PAH-efna) í svifryki, árið 2013. Styrkur PAH-16 (EPA) var mældur í sex svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur á Stekkjarási yfir tímabilið apríl til október og átta sýnum á Kríuvörðu frá janúar til mars og júlí til desember.

Styrkur PAH efnanna mældist lágur, en meðalstyrkur allra PAH efnanna á vöktunartímabilinu var $0,039 \pm 0,022$ ng PAH/ m^3 að Kríuvörðu og $0,041 \pm 0,021$ ng PAH/ m^3 á Stekkjarási. Styrk allra PAH efna í svifrykssýnum má sjá á mynd 4.18, en ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH efna í andrúmslofti.

Styrkur bensó(a)pýren mældist í öllum tilvikum undir eða í kringum greiningarmörk, 0,0008 BaP/ m^3 nema í tveimur tilvikum, í október á Stekkjarási, 0,0015 ng BaP/ m^3 og í nóvember að Kríuvörðu, 0,0017 ng BaP/ m^3 . Umhverfismörk fyrir BaP eru skilgreind sem 1 ng/ m^3 samkvæmt reglugerð nr. 410/2008. Niðurstöður mælinga og umhverfismörk fyrir BaP má sjá í töflu 4.3. Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í svifryki hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti þar komið til hærri hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri⁷.

Meðalstyrkur PAH efna í andrúmslofti



Mynd 4.18: Meðalstyrkur allra PAH efna í svifryki að Kríuvörðu og á Stekkjarási

Tafla 4.3: Styrkur bensó(a)pýrens í svifryki á Stekkjarási og Kríuvörðu í öllum vöktunarmánuðum ásamt umhverfis- og magngreiningarmörkum

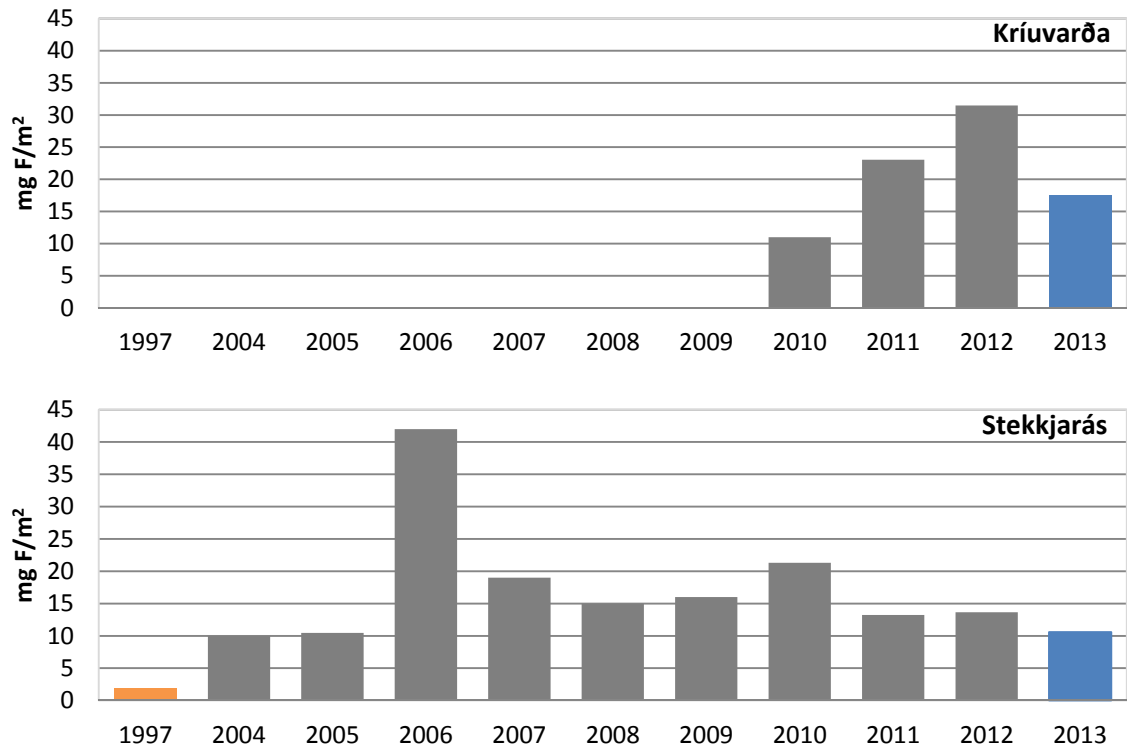
	Stekkjarás Styrkur BaP (ng BaP/ m ³)	Kríuvörða Styrkur BaP (ng BaP/ m ³)
desember/ janúar		<0,0008
janúar/ mars		<0,0008
apríl/ maí	0,0009	
júní	<0,0008	
júlí	<0,0008	<0,0008
ágúst	0,0009	<0,0008
september	0,0009	<0,0008
október	0,0015	<0,0008
nóvember		0,0017
desember		<0,0008
Umhverfismörk	1,0	1,0
Magngreiningarmörk	0,0025	0,0025

4.2.6 MÆLINGAR Á UPPLEYSTUM EFNUM OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU

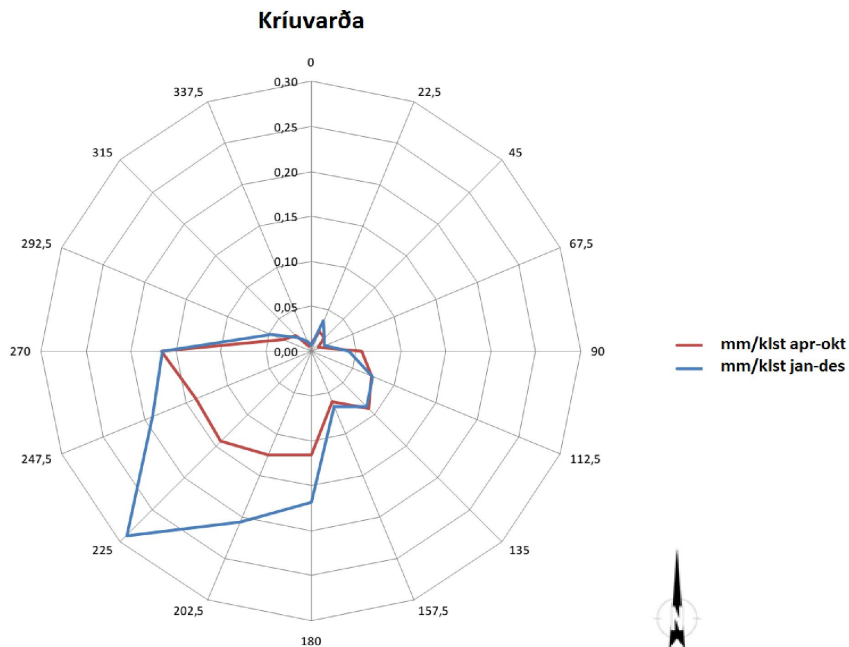
Flúor

Styrkur flúors mældist í úrkomu að meðaltali hærri að Kríuvörðu (17 ± 6 mg/m²) en á Stekkjarási (11 ± 7 mg/m²) (mynd 4.19). Mælistöðin að Kríuvörðu er þannig staðsett að í sunnan- og suðvestanáttum berst úrkoma frá iðnaðarsvæðinu í átt að stöðinni. Því hefði mátt búast við hærri styrk flúors að Kríuvörðu á árinu þar sem vel yfir helmingur úrkomu féll í sunnan- og suðvestanáttum á tímabilinu apríl – október (mynd 4.20). Flúorstyrkur mældist tiltölulega lágur á Stekkjarási, en úrkoma var mikil úr suðvestanáttum árið 2013 og gætir áhrifa frá verksmiðjussvæðinu síður á stöðinni í þeim áttum. Um 25% úrkomunnar féll í austan- eða suðaustanáttum, en þá berst úrkoma yfir iðnaðarsvæðið í átt að mælistöðinni á Stekkjarási⁷. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk flúors í úrkomu.

Meðalstyrkur flúors í úrkomu



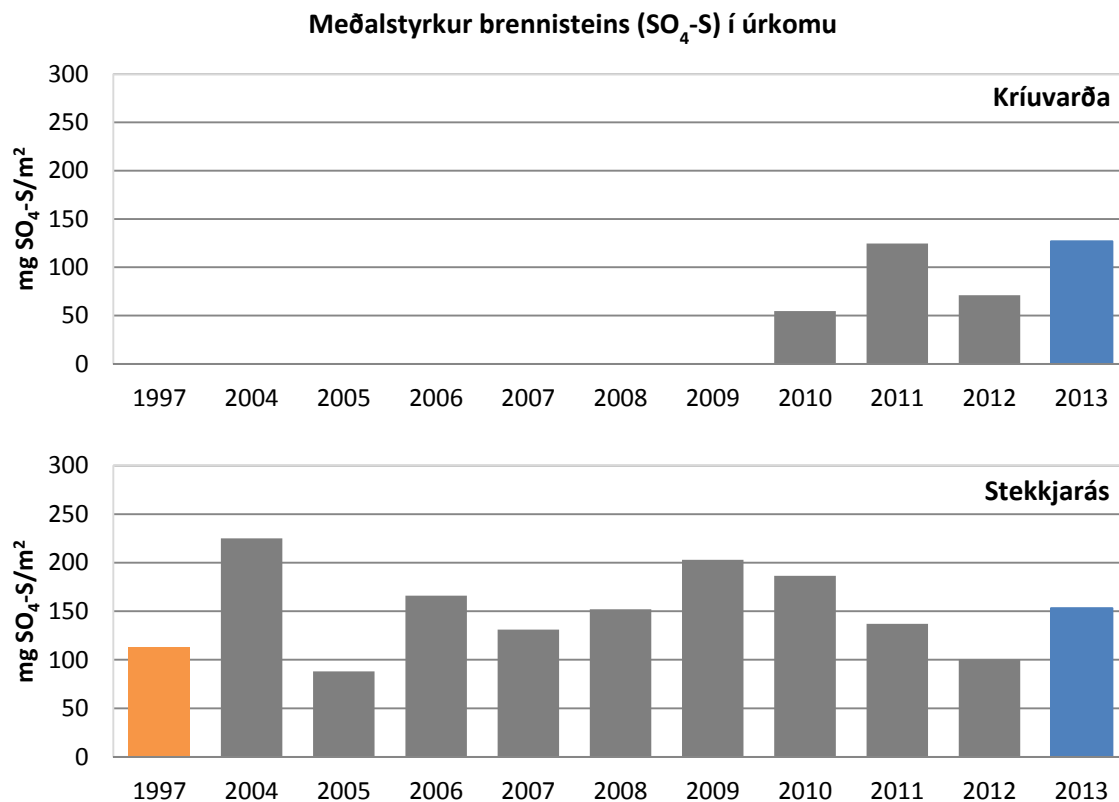
Mynd 4.19: Meðalstyrkur (apríl – október) flúors í úrkomu að Kríuvörðu (2010 – 2013) og við Stekkjarás (1997 og 2004 – 2013)



Mynd 4.20: Megin úrkomuáttir að Kríuvörðu eru sunnan- og suðvestanáttir, tímabilin apríl – október og janúar – desember 2013

Súlfat

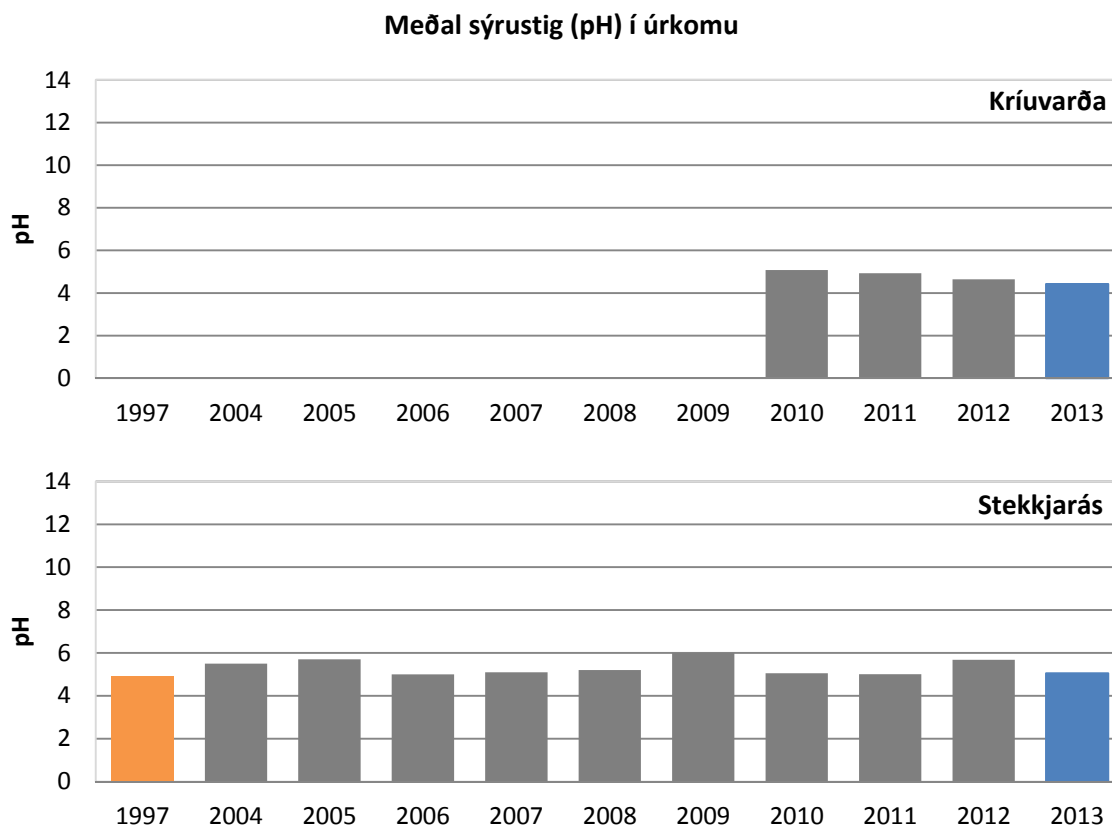
Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu (mælt sem súlfat, $\text{SO}_4\text{-S}$) var $127 \pm 79 \text{ mg/m}^2$ að Kríuvörðu og $153 \pm 108 \text{ mg/m}^2$ á Stekkjarási (mynd 4.21). Náttúruleg uppspretta súlfats er frá særoki og því er misjöfn fylgni súlfats í úrkomu og brennisteinstvíoxíðs mældum í andrúmslofti. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk súlfats í úrkomu.



Mynd 4.21: Meðalstyrkur (apríl - október) brennisteins í úrkomu að Kríuvörðu (2010 – 2012) og við Stekkjarás (1997 og 2004 – 2013)

Sýrustig

Mælt sýrustig í úrkomu árið 2013 var lægra en undanfarin ár. Að Kríuvörðu mældist sýrustig í úrkomu pH 4,4 og á Stekkjarási pH 5,1 (mynd 4.22). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir sýrustig úrkomu. Niðurstöður mælinga á klóríð og natríum í úrkomu má sjá í viðauka II.



Mynd 4.22: Meðal sýrustig (apríl – október) í úrkomu að Kríuvörðu (2010 – 2013) og við Stekkjarás (1997 og 2004 – 2013)

5 VÖKTUN FERSKVATNS

Tekin voru ferskvatnssýni úr árnorðan Hvalfjarðar þ.e. úr Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá og Berjadalsá ofan Akraness og úr Fossá undir Eyrarfjalli, sunnan Hvalfjarðar (mynd 5.1). Tímabil sýnatöku var frá 23. apríl til 8. nóvember 2013. Sýnum var safnað á um mánaðarfresti úr Urriðaá og Kalmansá (samtals sjö sýnum úr hvorri á). Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar yfir söfnunartímabilið og sex sýni voru tekin úr Berjadalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð og sulfat. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ. Bakgrunns mælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum árnema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000.

Kalmansá og Urriðaá renna úr annars vegar Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Rennsli þeirra er því fyrst og fremst yfirborðsvatn. Laxá, Berjadalsá og Fossá eru allar bergvatnsár. Í viðauka III má sjá tölfræðigreiningu á mælingum á efnainnihaldi vöktunaráa frá 1997 – 2013 sem gerð er til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk hafa átt sér stað í ánum á þessu tímabili.



Mynd 5.1: Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2013

5.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Leiðni

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

Sýrustig

Sýrustig í öllum ám mældist árið 2013 innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá og Urriðaá miðað við árið 1997.

Flúor

Meðalstyrkur flúors var í öllum vöktunarám undir því gildi sem gefið er fyrir hámarksstyrk flúors í neysluvatni. Í Kalmansá hefur ekki orðið marktæk breyting á styrk flúors miðað við árið 1997. Í Urriðaá hefur hins vegar orðið marktæk hækkun á styrk flúors miðað við árið 1997, þó marktæk aukning hafi ekki orðið samanborið við árið 2007. Áhrif frá flúor í bergvatnsánum eru óveruleg og hefur styrkurinn haldist nánast óbreyttur frá árinu 2000.

Súlfat

Styrkur súlfats í vöktunarám mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem gefið er upp í neysluvatnsreglugerð. Bergvatnsárnar innihalda töluvert lægri súlfatstyrk en Kalmansá og Urriðaá, en styrkur súlfats í árvatni bergvatnsánna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi mælinga.

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

Tafla 5.1: Niðurstöður mælinga í vöktunaránum ásamt skilgreindum hámarksgildum fyrir neysluvatn auk niðurstaðna frá tölfraðiúrvinnslu

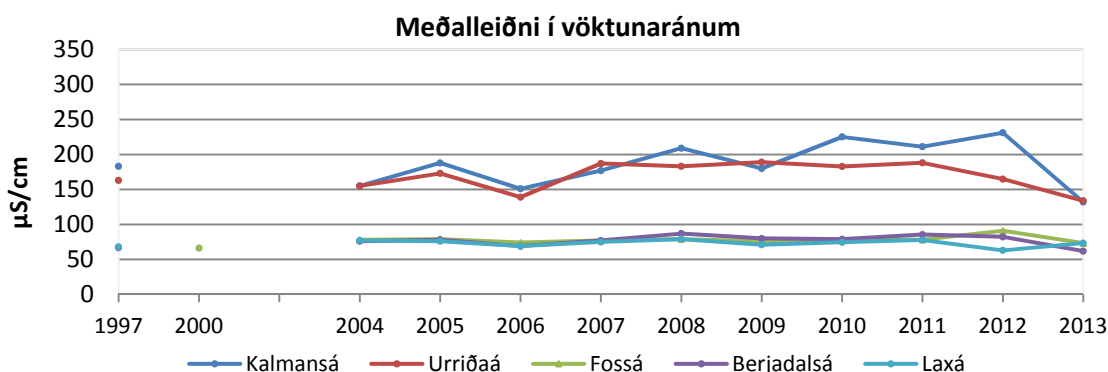
Mælipáttur	Meðalstyrkur	Niðurstöður tölfraðireikninga Breyting 2013 m.v. 1997
Flúor (µg/L)		
<i>Kalmansá</i>	115 ± 20 Min 95 (okt.), Max 142 (jún.)	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	124 ± 12 Min 106 (apríl), Max 142 (okt.)	Marktæk breyting til hækkunar
<i>Berjadalsá</i>	25 ± 3 Min 20 (sept.), Max 29 (jún.)	Ekki marktæk breyting
<i>Fossá</i>	33 ± 7 Tvær mælingar	Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Laxá</i>	36 ± 8 Tvær mælingar	
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	
Klóríð (mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	16 ± 2 mg/L Min 13 (júlí), Max 18 (okt.)	Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Urriðaaá</i>	17 ± 2 Min 15 (sept.), Max 21 (nón.)	
<i>Berjadalsá</i>	9,8 ± 1 Min 8 (sept.), Max 11 (apríl)	
<i>Fossá</i>	8,2 ± 0 Tvær mælingar	
<i>Laxá</i>	5,9 ± 1 Tvær mælingar	
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	250	
Súlfat (mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	13 ± 2 Min 11 (júní), Max 16 (okt.)	Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Urriðaaá</i>	11 ± 1 Min 9 (sept.), Max 12 (nóv.)	
<i>Berjadalsá</i>	3,1 ± 0,1 Min 2,9 (apríl), Max 3,2 (júl, sept., okt.)	
<i>Fossá</i>	2,0 ± 0 Tvær mælingar	
<i>Laxá</i>	2,3 ± 0,4 Tvær mælingar	
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	250	
Sýrustig (pH)		
<i>Kalmansá</i>	7,4 ± 0,2 Min 7,0 (okt.), Max 7,6 (júlí)	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðaaá</i>	7,4 ± 0,1 Min 7,3 (okt.), Max 7,5 (sept.)	Ekki marktæk breyting
<i>Berjadalsá</i>	7,4 ± 0,1 Min 7,3 (júní), Max 7,4 (júlí)	Ekki marktæk breyting
<i>Fossá</i>	7,6 ± 0,1 Tvær mælingar	Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Laxá</i>	7,6 ± 0,3 Tvær mælingar	
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	6,5 – 9,5	

5.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

5.2.1 MÆLINGAR Á LEIÐNI FERSKVATNS

Leiðni vatns er háð efnainnihaldi þess en við aukið efnainnihald eykst leiðni vatnsins. Leiðnimælingarnar gefa því vísbendingu um heildarstyrk jóna í árvatni. Bent skal á að á sýnatökusvæðum Laxár, Urriðaár og Kalmansár er mjög láglent. Í stórstraumi flæðir sjór stundum upp fyrir sýnatökustaði sem leiðir af sér mikla hækkun í leiðni sem gætir í nokkurn tíma eftir slík flóð, jafnvel nokkra daga. Þetta er þekkt frá mælingum fyrri ára og þegar um er að ræða greinileg merki um þetta í sýnum eru þessar mælingar ekki reiknaðar í meðaltalið¹⁰.

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2013 mældist á bilinu 22 - 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ með meðalleiðni 142 ± 48 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 24 - 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var 70 ± 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var 99 ± 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og undanfarin ár en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin. Mynd 5.2 sýnir meðaltöl fyrir leiðni í vöktunarám frá árunum 2004 – 2013, auk bakgrunnsgilda frá 1997 og frá 2000 fyrir Fossá til viðmiðunar.



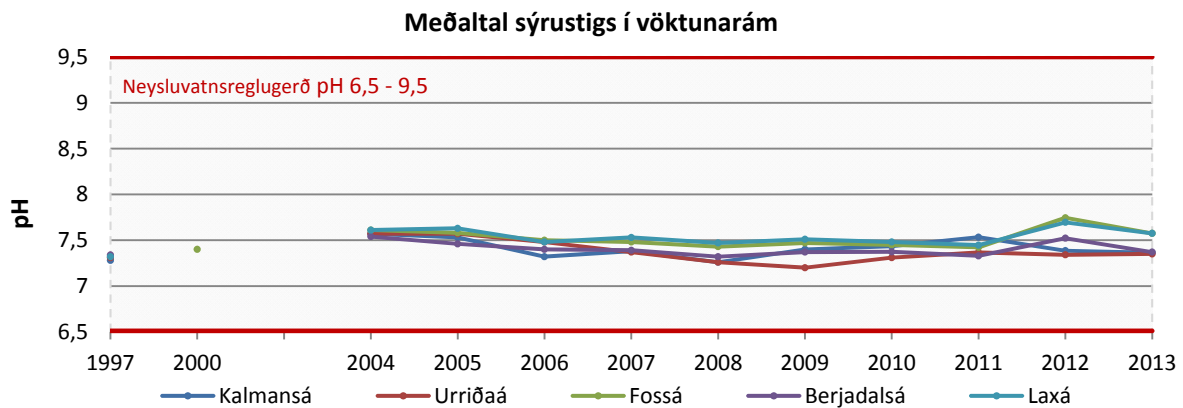
Mynd 5.2: Meðalleiðni í vöktunarám árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

5.2.2 MÆLINGAR Á SÝRUSTIGI FERSKVATNS

Allar mælingar á sýrustigi árið 2013 voru innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var $\text{pH } 7,36 \pm 0,16$ og mældist á bilinu $\text{pH } 6,99 - 7,62$ árið 2013. Sýrustig bergvatnsána mældist að meðaltali $\text{pH } 7,51 \pm 0,14$ á bilinu $\text{pH } 7,32 - 7,75$. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var $\text{pH } 7,45 \pm 0,12$ sem er svipað og síðustu ár, en nokkrar breytingar hafa verið á sýrustigi undanfarin ár¹⁰.

Meðalsýrustig Kalmansár og Urriðaár var svipað og árið á undan. Sýrustig bergvatnsána lækkaði talsvert miðað við fyrri ár og mældist nú svipað og 2011. Á mynd 5.3 eru sýnd meðaltöl sýrustigs í vöktunarám. Ekki hefur orðið marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá eða Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki III).

¹⁰ Helga Dögg Flosadóttir (2014)



Mynd 5.3: Meðaltal sýrustigs í vöktunarárm árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá)

5.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í FERSKVATNI

Meðalstyrkur flúors hefur alltaf verið undir því hámarksgildi sem gefið er fyrir styrk flúors í neysluvatni samkvæmt reglugerð númer 536/2001 (1.500 µg F/L). Styrkur flúors í ferskvatni hærri en 200 µg/L er talinn geta haft skaðleg áhrif á lax¹¹ 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 vöktunarárm.

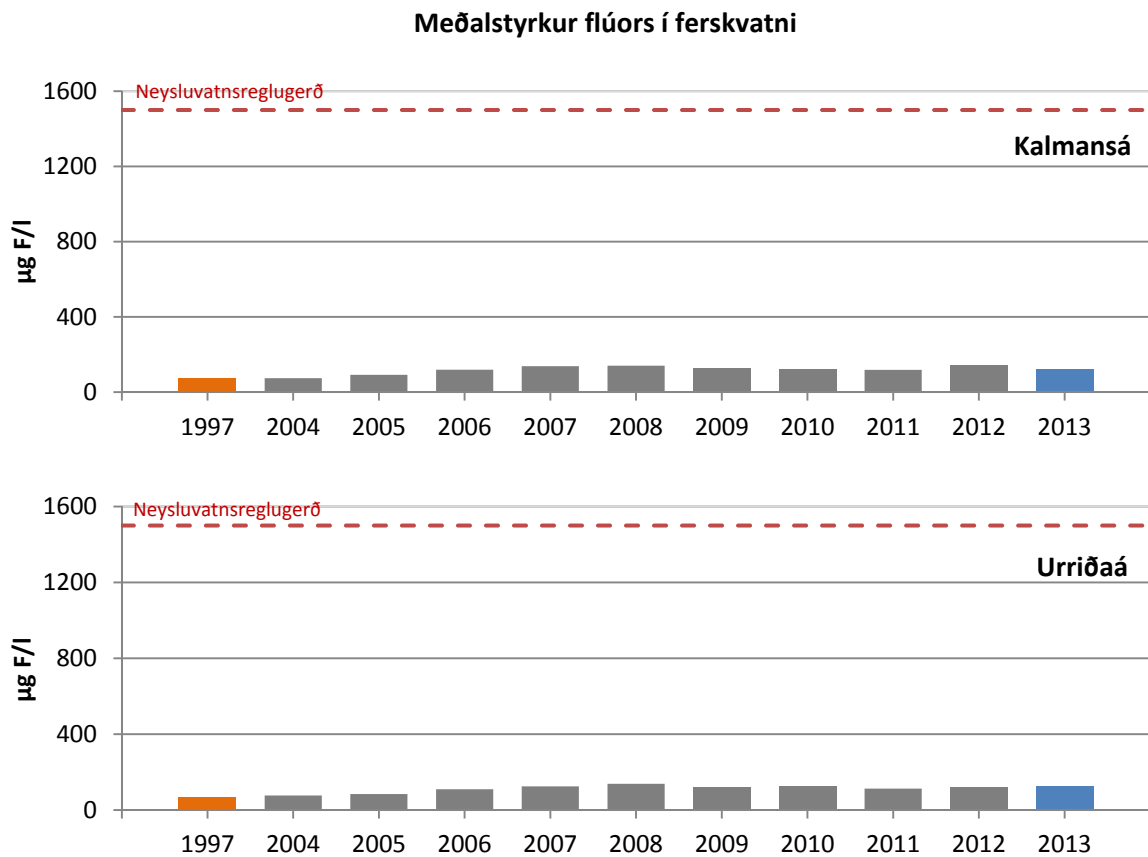
Meðalstyrkur flúors í Kalmansá árið 2013 var 115 ± 20 µg F/L og í Urriðaa 124 ± 12 µg F/L. Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors 31 ± 7 µg F/L, á bilinu 20 – 41 µg/L, sem er lægra en mældist á síðasta ári og svipað og mældist 2008 – 2011.

Flúorstyrkur í Kalmansá og Urriðaa hefur á síðastliðnum árum að jafnaði mælst þrisvar til fjórum sinnum hærri en í bergvatnsánnum. Uppsprettur Kalmansár og Urriðaaár eru vötn, Eiðisvatn og Hólmavatn, sem staðsett eru afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og liggur syðsti hluti Eiðisvatns að hluta innan þýnningarsvæðisins 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. Ekki hefur orðið marktæk breyting á styrk flúors í Kalmansá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007. Hins vegar er marktæk hækkun á flúorstyrk í Urriðaa árið 2013 miðað við árið 1997 en ekki er um að ræða marktæka breytingu miðað við árið 2007 (viðauki III). Í Kalmansá og Urriðaa hefur mælst hærri styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu Norðuráls, en þessi aukning er einungis marktæk í tilfelli Urriðaaár, sbr mynd 5.4. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika¹⁰.

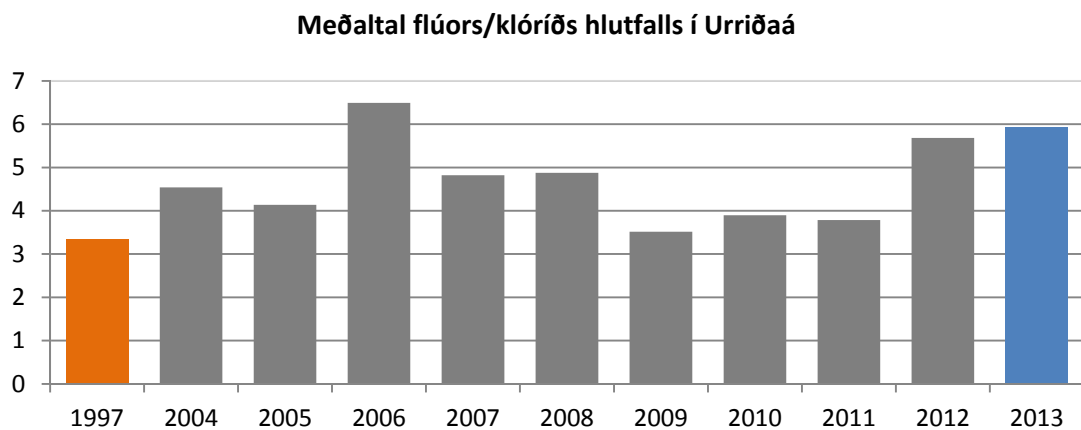
Styrkur klóríðs er mældur í vöktunarárm svo að hægt sé að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúors og klóríðs í Urriðaa. Hlutfall flúors/klóríðs má sjá á mynd 5.5 en hlutfallið er svipað og á síðasta ári sem hafði þá hækkað töluvert samanborið við síðastu ár þar á undan og gætti því minni áhrifa frá sjó árin 2012 og 2013 en árin á undan og hægt er að tengja mældan styrk flúors til reksturs

¹¹ Foulkes, R.G. og Anderson, A.C. (1994)

Norðuráls. Mánaðarmeðalstyrk fyrir hlutfall flúors/klóríðs og meðalstyrk flúors hvern mælímánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 2004 – 2013 í Urriðaá.



Mynd 5.4: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá og Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



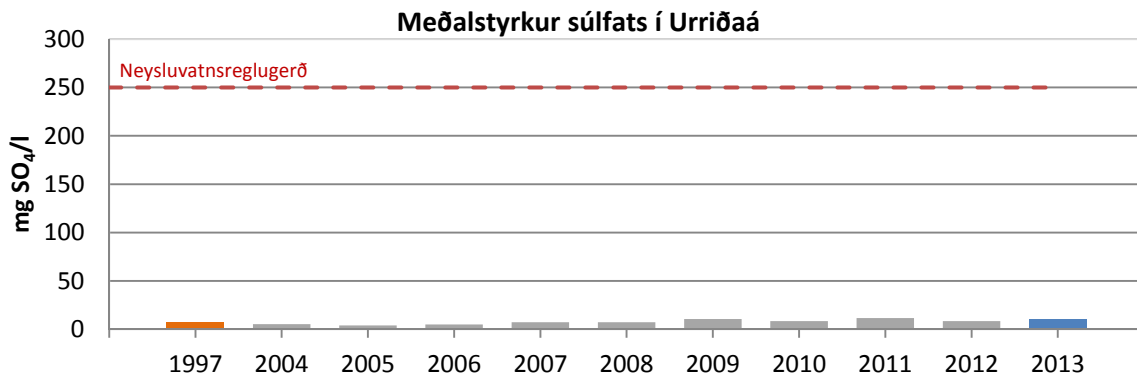
Mynd 5.5: Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

5.2.4 MÆLINGAR Á SÚLFATI Í FERSKVATNI

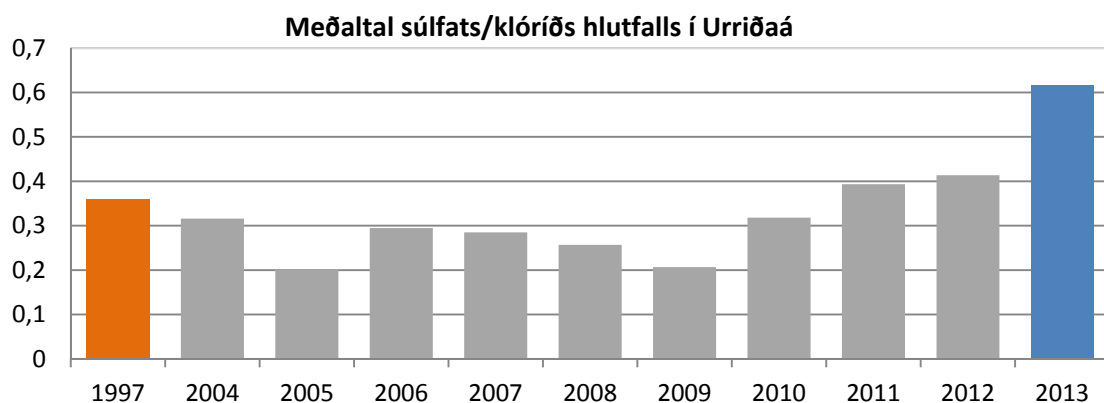
Styrkur súlfats í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett eru fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO₄/L) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var líkt og áður töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánum. Meðalstyrkur bergvatnsánna var 2,5 ± 0,6 mg SO₄/L en 12,0 ± 2,1 mg SO₄/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.6 fyrir Urriðaá).

Styrkur súlfats í árvatni bergvatnsánna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi en meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá hefur verið breytilegur.

Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd 5.7 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs hækkaði töluvert miðað við árin á undan og gætti því minni áhrifa frá sjó árið 2013 en árin á undan. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins. Meðaltal fyrir hlutfall súlfats/klóríðs og mældan meðalstyrk hvern mælimánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 2004 – 2013. Klórstyrkur var um helmingi lægri í Urriðará og Kalmarsá (16,3 Cl mg/L) árið 2013 miðaða við sex undanfarin ár (30 mg Cl/L).



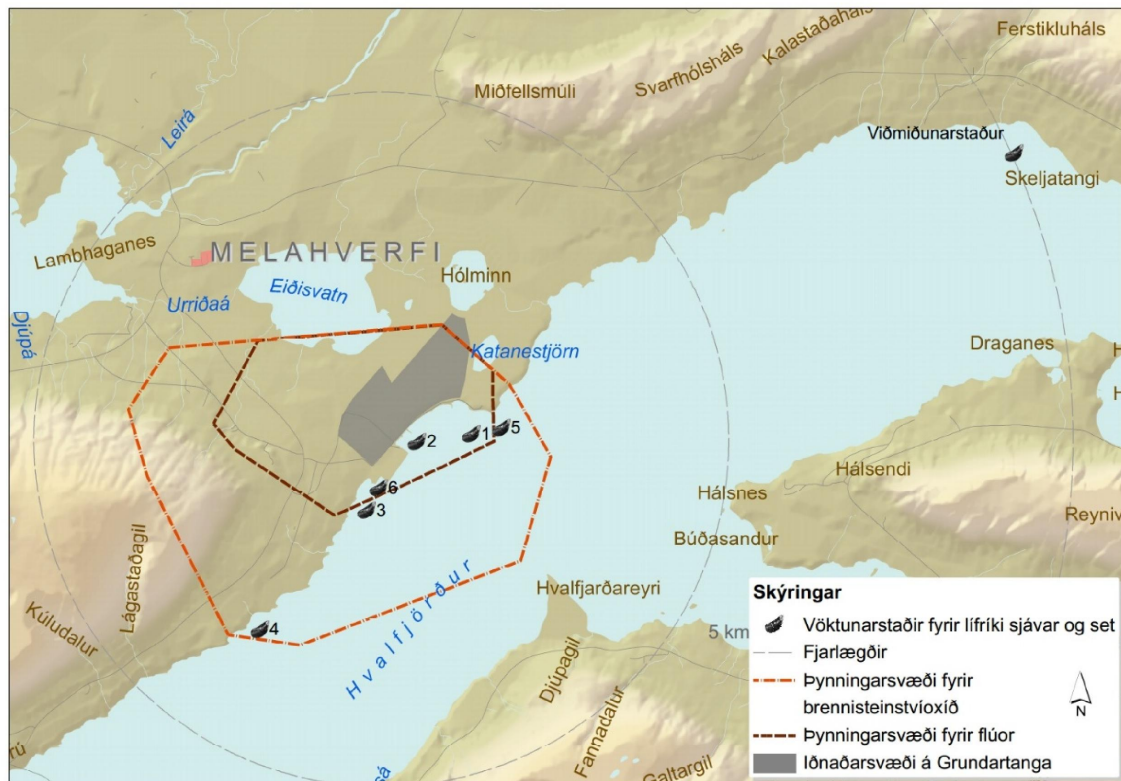
Mynd 5.6: Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 5.7: Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

6 VÖKTUN LÍFRÍKIS SJÁVAR OG SJÁVARSETS

Árið 2013 voru metin hugsanleg áhrif iðnaðarsvæðisins á Grundartanga á lífríki sjávar og sjávarset. Samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun skal lífríki sjávar og sjávarset vaktað á þriggja ára fresti. Kræklingur var ræktaður í búrum á grunnsævi meðfram strandlengjunni við Grundartanga og á viðmiðunarstað innar í Hvalfirði. Auk þess voru í fyrsta skipti tekin setsýni á sömu stöðum og kræklingurinn var ræktaður til að meta mengunarálag á sjávarbotn í grennd við iðjuverin á Grundartanga. Staðsetningu vöktunarstaðanna sex utan við Grundartanga auk viðmiðunarstaða má sjá á mynd 6.1. Nýr viðmiðunarstaður var notaður, í Saurbæjarvík, sem staðsettur er innar í Hvalfirði og fjær iðjuverunum miðað við viðmiðunarstað fyrri ára, við Katanes. 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 mjúkvæfi og skel. Efnagreiningar á mjúkvæf kræklinga geta því endurspeglad nánasta umhverfi hans með tilliti til mengandi efna.



Mynd 6.1: Vöktunarstaðir fyrir lífríki sjávar og sjávarset í Hvalfirði árið 2013

Vöktunarkræklingur (2 ára) var fenginn af ræktunarlínum Vogaskeljar frá Vogum á Vatnsleysuströnd¹². Á hverjum vöktunarstað var í heildina 240 kræklingum komið fyrir í búrum á 1 og 5 metra dýpi og var áhersla 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 4. júlí og hafður þar í þrjár vikur til aðlögunar. Kræklingurinn var færður á vöktunarstaðina utan við Grundartanga þann 25. júlí og hafður þar í tvo mánuði, til 23. september. Auk ræktunar á

¹² Halldór P. Halldórsson og Óskar S. Gíslason (2014a)

viðmiðunarstað í Saurbæjarvík var einu búi komið strax í frysti sem viðmiðunarsýni¹². 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 18 fjölhringja kolvatnsefni (PAH efna) mæld í sömu sýnum^{13,14}.

PAH efni voru mæld í sjö setsýnum sem tekin voru með botngreip þann 8. nóvember 2013 á sömu stöðum og kræklingur var ræktaður¹⁵.

Rannsóknarsetur Háskóla Íslands á Suðurnesjum, sá um skipulagningu kræklingrannsókna og bar ábyrgð á framkvæmd þess hluta sem snéri að undirbúningi búra, útvega krækling og ræktun kræklinga. Þar voru gerðar mælingar á líffræðilegum þáttum kræklinganna. Matís ohf., gerði mælingar á ólífrænum snefilefnum og meginefnaþáttum. Mælingar á PAH efnum voru gerðar á Rannsóknastofu í lyfja- og eiturefnafræði, Háskóla Íslands.

6.1 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.

Mælingar á styrk fjölhringja kolvatnsefna (PAH) í kræklingi

Styrkur PAH efna í kræklingi var ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði. Af 18 mismunandi PAH efnum mældust eingöngu fjögur þeirra yfir magngreiningarmörkum, sem greindust í lágum styrk í kræklingi frá öllum vöktunarstöðum.

Að teknu tilliti til niðurstaðna rannsóknarinnar á kræklingi (lífræn og ólífræn efni) virðast áhrif iðjuveranna á krækling í kringum Grundartanga vera takmörkuð.

Mælingar á styrk fjölhringja kolvatnsefna (PAH) í sjávarseti

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í seti. Styrkur PAH efna í sjávarseti mældist hærri á vöktunarstöðum nálægt iðjuverunum en í viðmiðunarsýni. Líklegt er að þessi PAH efni í setinu tengist iðnaðarstarfssemi og skipaumferð á svæðinu. Áhrif PAH efna á lífríki setsins eru einhver en þó lítil, miðað við norsk og kandaísk umhverfismörk.

Í töflu 6.1 má sjá yfirlit yfir mælingar á ólífrænum snefilefnum í mjúkvæf kræklinga auk íslensks náttúrulegs bakgrunnsgildis og norsks viðmiðunargildis og í töflu 6.2 er birt yfirlit yfir mælingar PAH efna í sjávarseti. Í viðauka IV 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.

¹³ Hrönn Ó. Jörundsdóttir o.fl. (2014)

¹⁴ Kristín Ólafsdóttir og Aðalheiður Dóra Albertsdóttir (2014)

¹⁵ Halldór P. Halldórsson og Óskar S. Gíslason (2014b)

Tafla 6.1: Niðurstöður mælinga á ólífrænum snefilefnum í kræklingi 2013

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)	$8,4 \pm 0,5$ Min 7,6 (Vs5, 1 m) Max 9,3 (Vs2, 5 m)	10,1	<10
Ál (Al)	86 ± 27 Min 50 (Vs5, 1 m) Max 131 (Vs1, 1m)	-	-
Blý (Pb)	$0,06 \pm 0,01$ Min 0,05 (Vs5, 1 m) Max 0,09 (Vs1, 5 m)	0,15	<3
Flúor (F)	$7,2 \pm 0,6$ Min 6,4 (Vs2, 1m og Vs3, 5m) Max 8,5 (Vs6, 1 m)	-	<15
Járn (Fe)	154 ± 30 Min 114 (Vs5, 1 m) Max 195 (Vs4, 5 m)	-	-
Kadmín (Cd)	$1,8 \pm 0,2$ Min 1,6 (Vs5, 1 m) Max 2,1 (Vs5, 5m)	1,3-1,7	<2
Kopar (Cu)	$5,2 \pm 0,6$ Min 4,4 (Vs5, 5 m) Max 6,0 (Vs1, 1 m)	6,6	<10
Króm (Cr)	$0,41 \pm 0,07$ Min 0,30 (Vs5, 1 m) Max 0,50 (Vs1, 1 m)	-	<3
Kvikasilfur (Hg)	< 0,06 (undir greiningarmörkum)	0,041-0,049	<0,2
Nikkel (Ni)	$0,50 \pm 0,08$ Min 0,37 (Vs5, 1 m) Max 0,62 (Vs1, 1m)	-	<5
Selen (Se)	$2,7 \pm 0,3$ Min 2,3 (Vs5, 1m) Max 3,2 (Vs1, 1 m)	2,1-3,5	-
Sink (Zn)	84 ± 6 Min 74 (Vs5, 1 m) Max 95 (Vs2, 5 m)	120	<200
Vanadín (V)	$3,3 \pm 0,7$ Min 2,5 (Vs5, 1 m) Max 4,5 (Vs1, 1 m)	-	-

* Bakgrunnstyrkur frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland yfir 20 ára vöktunartímabil (E. Sturludóttir o.fl., 2013)

** 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 (Molvær o.fl., 2004)

Tafla 6.2: Niðurstöður mælinga á PAH efnum í sjávarseti 2013

PAH efni	Meðalstyrkur (ng/g þurrvigt)	Hæsti og lægsti styrkur (ng/g þurrvigt)
naftalene	41,1 ± 49,4	Min < 6 (Vs6) Max 134 (Vs5)
acenaftylene	5,7 ± 11,4	Min <1 (Vs6, Vs4) Max 28,9 (Vs5)
acenaftene	12,6 ± 12,4	Min <1 (Vs6) Max 28,0 (Vs5)
fluorene	19,5 ± 29,4	Min <1 (Vs6) Max 77,4 (Vs5)
phenanthrene	102 ± 158	Min <1 (Vs6) Max 414 (Vs5)
anthracene	33,0 ± 53,9	Min <1 (Vs6, Vs4) Max 140 (Vs5)
fluoranthene	135 ± 201	Min <1 (Vs6) Max 529 (Vs5)
pyrene	126 ± 186	Min <1 (Vs6) Max 490 (Vs5)
benz(a)anthracene	76,3 ± 107	Min <1 (Vs6) Max 284 (Vs5)
chrysene	56,3 ± 75,6	Min <1 (Vs6) Max 201 (Vs5)
benzo(b)fluoranthene	48,3 ± 57,2	Min <1 (Vs6) Max 153 (Vs5)
benzo(k)fluoranthene	24,8 ± 32,1	Min <1 (Vs6) Max 85,7 (Vs5)
benzo(e)pyrene	37,6 ± 44,6	Min <1 (Vs6) Max 120 (Vs5)
benzo(a)pyrene	53,5 ± 71,6	Min <1 (Vs6) Max 191 (Vs5)
perylene	23,6 ± 24,0	Min <1 (Vs6) Max 65,7 (Vs5)
indeno(1,2,3-cd)pyrene	45,6 ± 56,6	Min <1 (Vs6) Max 152 (Vs5)
dibenz(a,h)anthracene	8,0 ± 9,8	Min <1 (Vs6, Vs4) Max 25,8 (Vs5)
benzo(ghi)perylene	49,7 ± 56,2	Min <1 (Vs6) Max 151 (Vs5)

6.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

6.2.1 DÁNARTÍÐNI

Heildarfjöldi og fjöldi dauðra einstaklinga var talinn í hverju búi. Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarstöðum og á viðmiðunarstað var lág, að meðaltali 4,8% ± 2,5%, og almennt virtist kræklingurinn þrífast ágætlega. Dánartíðni var að meðaltali 5,8 kræklingar fyrir hverja 120. Lítil munur var á dánartíðni milli vöktunarstaða og í heildina um fáa dauða einstaklinga að ræða. Að líkindum er því hér um eðlileg afföll að ræða¹². Samantekt á heildarfjölda og dauðum einstaklingum í búrum má sjá í viðauka IV.

6.2.2 MÆLINGAR Á STYRK ÓLÍFRÆNNA SNEFILEFNA Í KRÆKLINGI

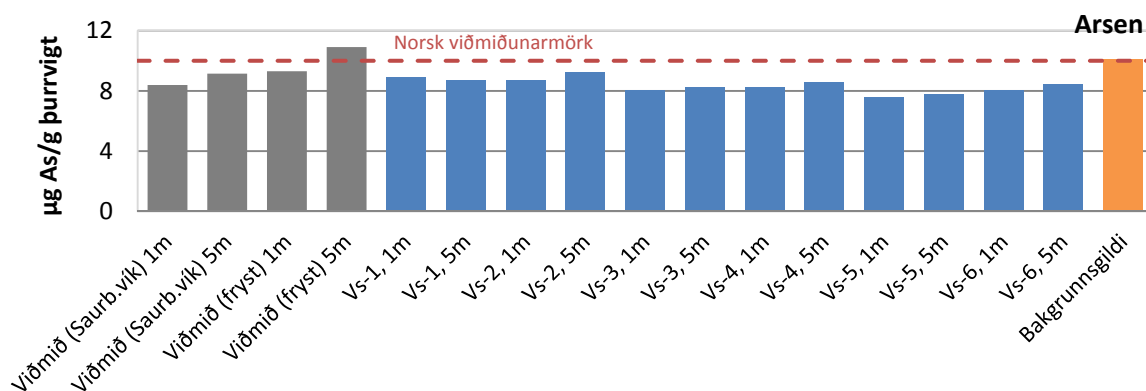
Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi hafa áður farið fram við Grundartanga árin 2000, 2004, 2007 og 2011. Niðurstöður mælinga árið 2013 eru svipaðar eða lægri samanborið við fyrri rannsóknir. Samanburður niðurstaðna er á þurrvigtargrunni þar sem innihald af sjó getur verið breytilegt þegar kræklingssýnin eru fryst. Niðurstöðurnar voru bornar saman við

vöktunarniðurstöður kræklinga yfir 20 ára tímabil frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland¹⁶. 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. kræklinga)¹⁷. 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 manneldis, 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 2013 eru undir þessum hámarksgildum.

Arsen

Líkt og í fyrri rannsóknum lækkaði styrkur arsens á vöktunarstöðunum sex og í viðmiðunarsýninu í Saurbæjarvík meðan á eldinu stóð samanborið við fryst viðmiðunarsýni (mynd 6.2). Styrkur arsens í frysta viðmiðunarsýninu er yfir lægstu 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 6.2: Styrkur arsens í mjúkvæf kræklinga 2013, bakgrunnsgildi fyrir styrk arsens í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

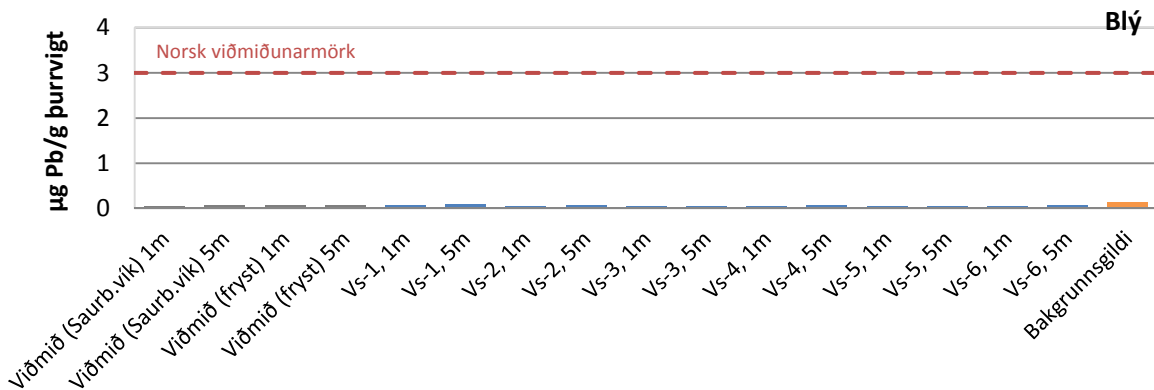
Meðalstyrkur arsens á vöktunarstöðum árið 2013 mældist $8,4 \pm 0,5$ µg As/g. Meðalstyrkur arsens í kræklingi frá Hvalfirði yfir 20 ára tímabil er 10 µg As/g, sem eru sambærilegar niðurstöður fyrir arsen í kræklingi frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland^{13,16}.

Blý

Styrkur blýs í mjúkvæf kræklinga mældist á öllum vöktunarstöðum undir lægsta viðmiði í Noregi (3 µg Pb/g) (mynd 6.3). Blý hefur áður verið mælt í kræklingi í umhverfisvöktun áranna 2004, 2007 og 2011 og hefur alltaf verið undir lægstu norsku viðmiðunarmörkunum. Meðalstyrkur blýs í mjúkvæf kræklinga mældist $0,06 \pm 0,01$ µg Pb/g en meðalstyrkur blýs í kræklingi frá 11 stöðum umhverfis Ísland var árið 2011 að meðaltali 0,15 µg Pb/g.

¹⁶ E. Sturludóttir o.fl. (2013)

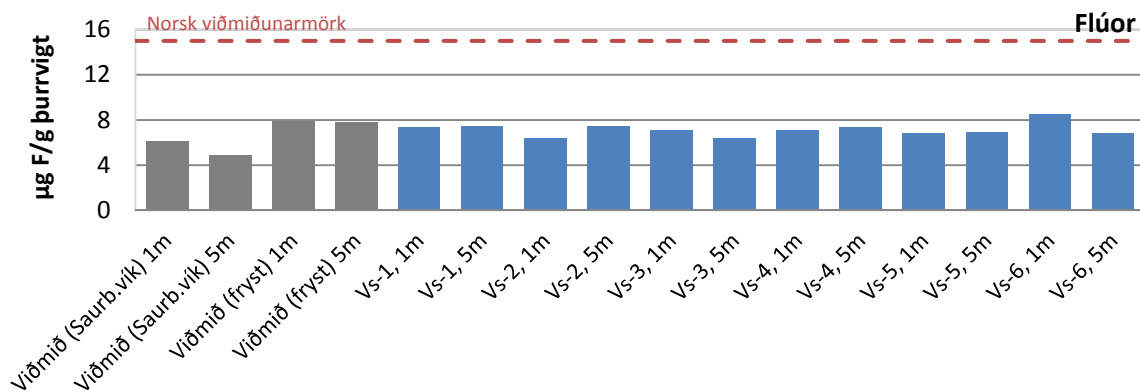
¹⁷ Molvær o.fl. (2004)



Mynd 6.3: Styrkur blýs í mjúkvæf kræklinga 2013 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Flúor

Flúorstyrkur í mjúkvöðva kræklinga er á öllum vöktunarstöðum undir norskum viðmiðunarmörkum (15 µg F/g) í flokki I, og því um óverulega mengun í sjó að ræða (mynd 6.4). Meðalstyrkur flúors í mjúkvæf kræklinga á vöktunarstöðum árið 2013 var $7,2 \pm 0,6$ µg F/g, sem er töluvert hærri styrkur borið saman við fyrri rannsóknir. Hins vegar skal bent á að styrkur flúors í frystu viðmiðunarsýni var einnig töluvert hærri en árin á undan.



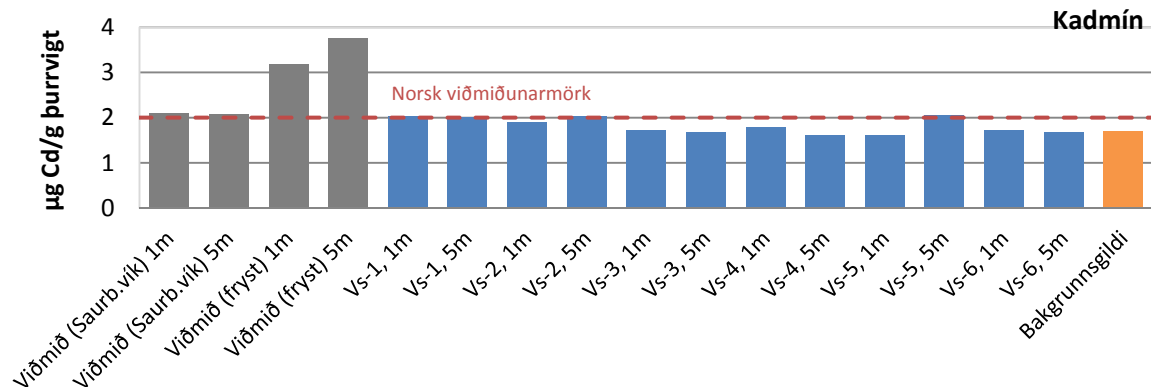
Mynd 6.4: Styrkur flúors í mjúkvæf kræklinga 2013 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Ekki er kerfisbundinn munur í styrk flúors eftir dýpi (1 og 5 m) á vöktunarstöðunum sex, en greina má hækkaðan flúorstyrk miðað við viðmiðunarsýni í Saubæjarvík í lok tímabils, þ.e. kræklingur á vöktunarstöðum 1 – 6 hafa viðhaldið flúorstyrknum meðan kræklingur á viðmiðunarstað náði að hreinsa sig. Mesta hækkun flúors greindist á vöktunarstað 6, sem er staðsettur næst flæðigryfjunni.

Kadmín

Meðalstyrkur kadmíns í mjúkvæf kræklinga á vöktunarstöðum árið 2013 mældist $1,8 \pm 0,2$ µg Cd/g. Styrkur kadmíns er svipaður á öllum vöktunarstöðum sem og í viðmiðunarsýni í Saubæjarvík, en styrkur kadmíns lækkaði á vöktunartímanum samanborið við fryst viðmiðunarsýni (mynd 6.5). Styrkur kadmíns lækkaði einnig þegar vöktun stóð yfir árin 2000, 2007 og 2011. Styrkur kadmíns er í nánast öllum tilvikum nærri lægsta norska viðmiðunargildinu (2 µg 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 µg Cd/g yfir 20 ára vöktunartímabil í Hvalfirði sem eru sambærilegar niðurstöður fyrir krækling frá ómengduðum

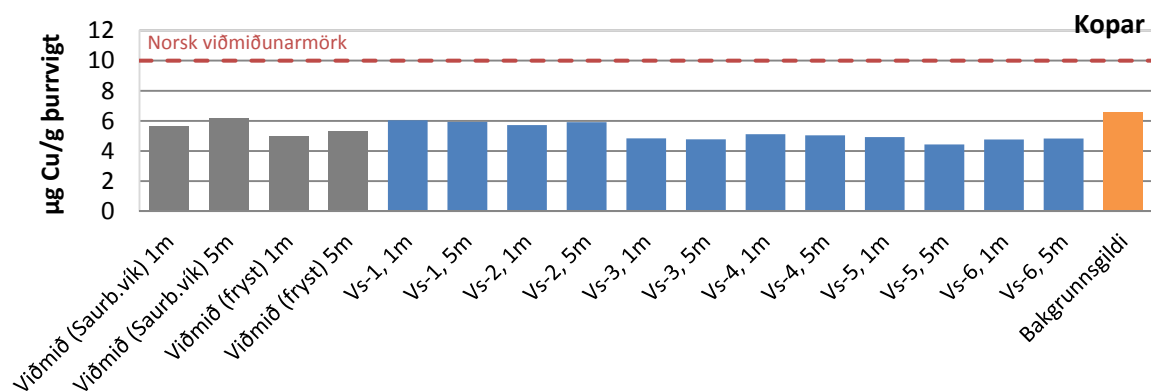
svæðum á Íslandi s.s. við Hvassahraun¹⁶. Styrkur kadmíns á votvigt í þessari rannsókn (0,29-0,56 $\mu\text{g Cd/g}$) er ávallt undir neyslumörkum Evrópusambandsins fyrir samlokur (1 $\mu\text{g Cd/g}$ votvigt).



Mynd 6.5: Styrkur kadmíns í mjúkvef kræklinga 2013, bakgrunnsgildi fyrir styrk kadmíns í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Kopar

Þegar miðað er við fryst viðmiðunarsýni má sjá að hækkun á sér stað í magni kopars í krækling á vöktunartímanum við iðnaðarsvæðið og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík (mynd 6.6). Þetta er í samræmi við niðurstöður vöktunar árin 2004, 2007 og 2011. Þrátt fyrir það er styrkur kopars í öllum sýnum undir lægsta norska viðmiði (10 $\mu\text{g Cu/g}$) og mældist koparstyrkur árið 2013 lægri en árin 2000, 2004 og 2007 en svipaður og 2011.

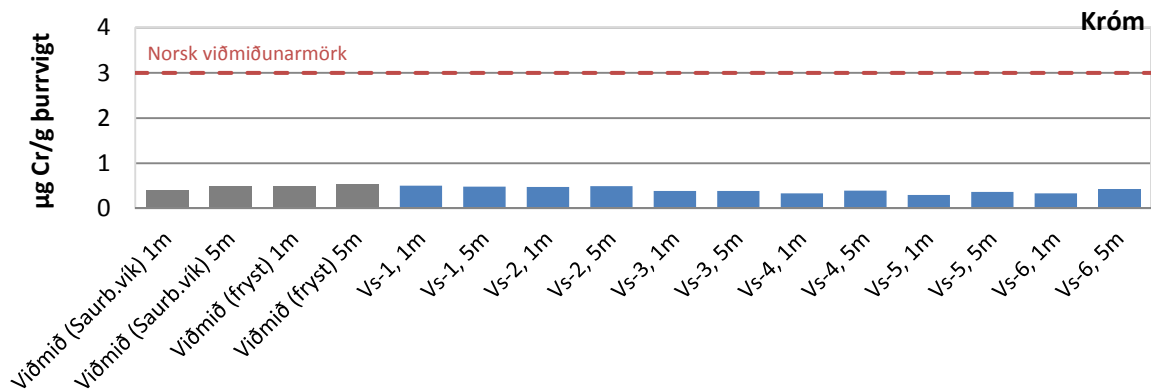


Mynd 6.6: Styrkur kopars í mjúkvef kræklinga 2013, bakgrunnsgildi fyrir styrk kopars í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Ekki sést kerfisbundinn munur á styrk kopars í kræklingi á 1 og 5 metra dýpi. Meðalstyrkur kopars í mjúkvef kræklinga mældist $5,2 \pm 0,6 \mu\text{g Cu/g}$ á vöktunarstöðum ársins 2013. Meðalstyrkur kopars síðastliðinna 20 ára í kræklingi frá vöktunarsvæðum umhverfis Ísland var 6,6 mg/kg (þurrvigt) og sýna niðurstöðurnar að styrkur kopars er ekki hærri á vöktunarstöðum sem eru skilgreind sem iðnaðarsvæði¹⁶.

Krómi

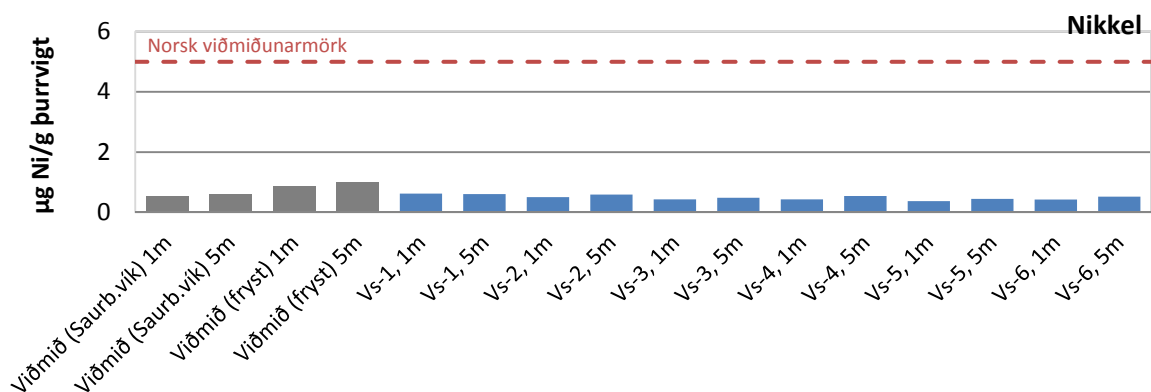
Meðalstyrkur króms í mjúkvef kræklinga frá vöktunarstöðum ársins 2013 mældist $0,41 \pm 0,07 \mu\text{g Cr/g}$. Lítil breyting á sér stað í styrk króms í mjúkvef kræklinga á vöktunartímabilinu (mynd 6.7) og styrkurinn liggur undir lægsta norska viðmiði (3 $\mu\text{g Cr/g}$).



Mynd 6.7: Styrkur króms í mjúkvæf kræklinga 2013 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Nikkel

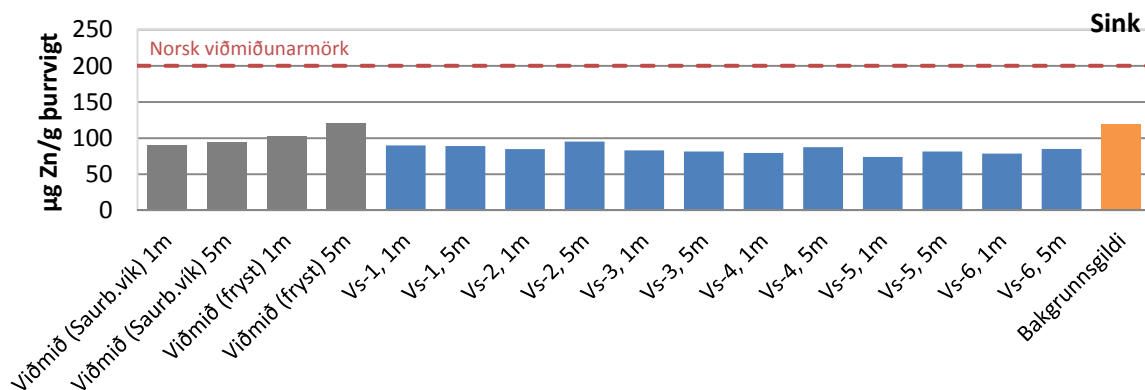
Meðalstyrkur nikkels í mjúkvæf kræklinga árið 2013 mældist $0,50 \pm 0,08$ µg Ni/g. Styrkurinn lækkaði í öllum tilvikum miðað við fryst viðmiðunarsýni. Mældur styrkur nikkels á hverjum vöktunarstað má sjá á mynd 6.8. Styrkur nikkels er áþekkur á öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum auk þess að vera alltaf undir lægsta norska viðmiði (5 µg Ni/g). Styrkur nikkels mældist svipaður á árunum 2013 og 2011 en lægri en mælingar frá fyrri vöktunarárum (2000, 2004 og 2007).



Mynd 6.8: Styrkur nikkels í mjúkvæf kræklinga 2013 ásamt norskum viðmiðunarmörkum

Sink

Meðalstyrkur sinks var 84 ± 6 µg Zn/g árið 2013 og mældist í öllum tilvikum undir lægsta norska viðmiði (200 µg Zn/g) (mynd 6.9). Styrkurinn lækkaði miðað við fryst viðmiðunarsýni á öllum vöktunarstöðum og það sama gerðist við krækling á viðmiðunarstað í Saurbæjarvík. Meðaltal sinks síðastliðinna 20 ára í kræklingi frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland, s.s. við Botn í Mjóafirði, var 120 µg Zn/g (þurrvig)¹⁶.



Mynd 6.9: Styrkur sinks í mjúkvæf kræklinga 2013, bakgrunnsgildi fyrir styrk sinks í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

Önnur ólífræn snefilefni

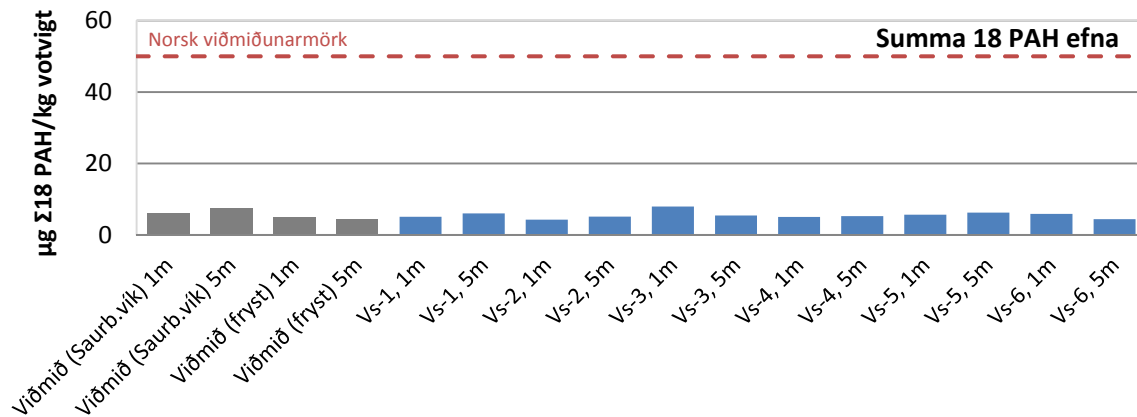
Styrkur kvikasilfurs mældist á öllum vöktunarstöðum undir greiningarmörkum ($0,06 \mu\text{g Hg/g}$). Lægsta norska viðmið fyrir styrk kvikasilfurs er $0,2 \mu\text{g Hg/g}$. Meðalstyrkur kvikasilfurs yfir 20 ára vöktunartímabil frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland hefur legið á bilinu $0,041 - 0,049 \text{ mg/kg}$ (þurrvig). Styrkur kvikasilfurs í mjúkvöðva kræklinga við Grundartanga 2013 er því sambærilegur við styrk kvikasilfurs í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið. Styrkur selens lækkaði í kræklingnum á meðan á eldinu stóð á öllum vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum. Meðalstyrkur selens var $2,7 \pm 0,3 \mu\text{g Se/g}$ sem er svipað og niðurstöður 20 ára árlegrar vöktunar í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið þar sem styrkurinn sveiflast á bilinu $2,1 - 3,5$. 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 mjúkvæf 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. Niðurstöður mælinga fyrir þessi efni má sjá í viðauka IV.

6.2.3 MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA Í KRÆKLINGI

Mældur var styrkur 18 PAH efna í mjúkvæf kræklinga frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum. Af þessum 18 efnum eru 16 þeirra skilgreind sem efni sem helst þarf að rannsaka með tilliti til áhrifa og styrks í umhverfinu^{13,14}. Niðurstöður mælinga má sjá í viðauka IV, en mjög lítið af PAH efnum greindust í sýnunum. Perylene, sem er ekki eitt þessara 16 mikilvægustu efna, greindist í öllum sýnum og phenanthrene greindist yfir greiningarmörkum í þremur sýnum. Styrkur annarra PAH efna var undir greiningarmörkum. Umhverfismörk eru skilgreind í Noregi fyrir þessi 16 PAH efni sem rannsaka þarf og taka tillit til ($\Sigma 16 \text{ PAH efna} < 50 \mu\text{g/kg}$ votvig). Þar sem styrkur flestra PAH efnanna er undir greiningarmörkum fellur vöktunarsvæðið í flokk I samkvæmt norsku leiðbeiningunum, þ.e. ómengað svæði. Séu niðurstöðurnar bornar saman við niðurstöður svipaðra rannsókna¹⁸ virðist ekki vera um mengun PAH efna að ræða á vöktunarstöðunum í Hvalfirði árið 2013.

¹⁸ Pécseli o.fl. (2002) og Webster, L. o.fl. (2008)



Mynd 6.10: Summa 18 PAH efna á öllum sýnatökustöðum ásamt norskum viðmiðunarmörkum¹⁷

6.2.4 MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA Í SJÁVARSETI

PAH efni greindust í öllum setsýnum nema einu frá vöktunarstað 6, sem var endurmælt með sömu niðurstöðu¹⁴. Ef frá er talinn vöktunarstaður 6 þá mældist lægstur PAH styrkur í seti frá vöktunarstað 4 sem er lengst frá áhrifasvæði iðnaðarsvæðisins og svo í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík. Á vöktunarstöðum 4 og 6 var botninn áberandi meira sendinn og grófgerðari miðað við hina staðina sem höfðu fínkornóttara set. Sandur er að mestu ólífrænt efni sem bindur ekki lífræn efni eins og PAH efni. Í viðauka IV má sjá nánari lýsingu á vöktunarstöðvum fyrir sjávarset og viðmiðunarstað í Saurbæjarvík.

Hæstur PAH styrkur mældist í seti frá vöktunarstað 5 sbr. töflu 6.3 og viðauka IV. Þetta er í fyrsta sinn sem mælingar eru framkvæmdar á PAH efnum í seti í umhverfisvöktun fyrir iðjuverin á Grundartanga og því ekki hægt að bera saman niðurstöður við fyrri mælingar auk þess sem engin opinber vöktunargögn á Íslandi liggja fyrir um PAH efni í sjávarseti við Íslandsstrendur. Til eru gögn um PAH efni í seti frá Reyðarfirði frá árinu 2000 þegar umhverfismat var framkvæmt vegna fyrirhugaðs álvers þar¹⁹. Í þeirri rannsókn var styrkur summu 23 PAH efna á bilinu 23-100 µg/kg þ.v. (þurrvigt) og meðaltalið var 57 µg g/kg þ.v. og eru því líklega einu bakgrunnsgildi fyrir PAH efni í seti sem til eru frá Íslandi. Allir vöktunarstaðir í Hvalfirði árið 2013 mældust með hærri summu PAH efna að vöktunarstað 4 undanskildum, þó að einungis 18 PAH efni séu mæld miðað við 23 PAH efni í sýnum frá Reyðarfirði.

Til eru norsk viðmiðunargildi frá árinu 2007 sem sjá má í töflu 6.4 og viðauka IV²⁰. Miðað við norsku viðmiðunargildin fyrir summu 16 PAH efna í botnseti, flokkast vöktunarstaðir 1, 4 og viðmiðunarstaður í flokk I (bakgrunnsgildi), vöktunarstaðir 2 og 3 í flokk II (lítil eituráhrif,) og vöktunarstaður 5 í flokk III (síðkomin áhrif eftir langa viðkomu/exposure). Ef samanburður er eingöngu gerður fyrir benzo(a)pyrene, sem er hættulegasta efnið í efnaflokknum, þá falla öll setsýnin innan flokka I (vöktunarstaður 4) og II (vöktunarstaðir 1,2,3,5 og viðmiðunarstaður).

Kandadísk viðmiðunargildi fyrir benzo(a)pyrene til varnar lífríkis í sjávarseti eru sett fram í töflu 6.5²¹. Samanburður á styrk benzo(a)pyrene í sjávarseti frá vöktunarstöðunum við þessi gildi sýnir

¹⁹ Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. (2001)

²⁰ SFT (2007)

²¹ ECM (2007)

að vöktunarstaðir 1, 4 og viðmiðunarstaður falla innan flokks REL, þ. e. að ólíklegt er að áhrif vegna benzo(a)pyrene finnist. Vöktunarstaðir 2 og 3 flokkast undir, þröskuldsgildi áhrifa (TEL). Vöktunarstaður 5 fellur í OEL flokk, þar sem búast má við að einstaka tilfelli komi upp í lífríkinu vegna þess styrks benzo(a)pyrens sem þar er að finna. Það er eðlilegt að PAH efni mælist í sjávarseti við iðnaðarsvæði þar sem þau eru fylgifyskur iðnaðar og umferðar og getur komið frá t.d. skipaumferð.

Tafla 6.3: Flokkun niðurstaða eftir vöktunarstöðum skv. norskum viðmiðunargildum

Efni	Vs-1	Vs-2	Vs-3	Vs-4	Vs-5	Vs-6	Saurbæjarvík
Benzo(a)pyren (µg/kg)	22,1	45,6	60,4	1,5	191	<1	10,2
Σ16 PAH (µg/kg)	265	728	909	34,3	3085	-	161

Tafla 6.4: Norsk viðmiðunargildi um umhverfismörk PAH efna í sjávarseti²⁰

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

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

Tafla 6.5: Kanadísk viðmiðunargildi fyrir einstök PAH efni í seti²¹

Efni	REL	TEL	OEL	PEL	FEL
Benzo(a)pyren (µg/kg)	34	89	230	760	1700

REL: Ólíkleg áhrif (Rare effect level); TEL: Þröskuldsgildi (Threshold effect level); OEL: Áhrif í einstaka tilfelli (Occasional effect level); PEL: (Hugsanleg áhrif) Probable effect level; FEL: (Tíð eitur) Frequent effect level

7 VÖKTUN SJÁVAR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Samkvæmt starfsleyfi hafa iðjuverin heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í flæðigryfjum sem staðsettar eru á hafnarsvæði í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Þetta er meðal annars kerbrot, óendurvinnanlegar málmleifar, kola- og súralsryk. Flæðigryfjurnar eru afmarkaðar með grjótgarði og þær síðan fylltar smám saman með úrgangi og burðarhæfum jarðvegi. Veggir flæðigryfjanna hindra að föst efni berist til sjávar. Við urðun kerbrota er úrgangurinn blandaður og hulinn skeljasandi. Skeljasandurinn hvarfast við flúorsambönd og önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Sjór fellur svo um gryfjuna vegna sjávarfalla. Eldri flæðigryfja, sem iðjuverin hafa notað á undanförunum árum, er orðin fullnýtt og byggð hefur verið ný flæðigryfja vestan við þá gömlu (sjá mynd 7.1). Umsóknarferli fyrir notkun nýju flæðigryfjunnar var í gangi árið 2013 og lágu tilskilin leyfi fyrir notkun hennar ekki fyrir en í mars 2014. Á meðan beðið var tilskilinna leyfa var úrgangurinn geymdur í gömlu gryfjunni eða á geymslusvæðum innan lóða verksmiðjanna.



Mynd 7.1: Staðsetning vöktunarstaða (Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson, í eigu Faxaflóahafna)

Sjósýni voru tekin á 10 stöðum í og við flæðigryfjurnar auk viðmiðunarsýnis. Mældur var styrkur átta málma í sjó auk styrks sýaníðs og flúors. Sjá má staðsetningu vöktunarstaða á mynd 7.1. Viðmiðunarsýni var tekið við Kalastaði, þar sem ekki gætir áhrifa frá flæðigryfjunum vegna legu strauma í Hvalfirði þar sem sjór flæðir inn í fjörðinn að sunnanverðu og út að norðanverðu. Sýni þaðan er því talið innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Sýni voru tekin þrisvar, dagana 11. júlí, 9. ágúst og 20. september. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ.

7.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Málmar

Mæligildi málma í öllum sýnum liggja innan við umhverfismörk II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 og fyrir kvikasilfur innan umhverfismarka samkvæmt reglugerð nr. 955/2011, því má vænta lítilla eða engra áhrifa á lífríki sjávar vegna flæðigryfju.

Sýnið og flúor

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

7.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

7.2.1 MÆLINGAR Á MÁLMUM Í SJÓSÝNUM

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

Styrkur arsens (As) mældist svipaður og í viðmiðunarsýni, sem bendir til þess að lítil útskolun eigi sér stað á þessum málmi úr flæðigryfju. Styrkur kadmíns (Cd) mældist bæði undir og yfir greiningarmörkum en alltaf innan umhverfismarka II. Tvö hæstu sýnin voru tekin á sýnatökustöðum 5 og 6 sem eru innst og næst landi þar sem vænta má minni uppblöndunar en utar og fjær landi. Lítil útskolun á kadmíni virðist eiga sér stað þar, en er ekki merkjanleg í sýnum utar frá gryfjunni. Styrkur króms (Cr) mældist svipaður í viðmiðunarsýni og alltaf innan umhverfismarka II. Styrkur kopars (Cu) utan flæðigryfja mældist svipaður eða lægri en í viðmiðunarsýni og alltaf innan umhverfismarka II. Í tveimur sýnum sem tekin voru innan nýju flæðigryfjunnar mældist styrkur kopars hærri en í viðmiðunarsýni. Það er greinileg losun kopars innan flæðigryfjunnar esem kemur þó ekki fram í sýnum fyrir utan gryfjuna. Styrkur kvikasilfurs (Hg) mældist undir umhverfismörkum í öllum tilfellum. Styrkur nikkels (Ni) utan flæðigryfja mældist svipaður og í viðmiðunarsýni. Lítil losun nikkels á sér stað innan gryfju. Magnið er þó það lítið að það er ekki merkjanlegt í sýnum fyrir utan gryfjuna. Styrkurinn mældist í öllum tilvikum innan umhverfismarka II. Styrkur blýs (Pb) greindist undir greiningarmörkum í 6 sýnum auk viðmiðunarsýni en í 4 sýnum sem tekin voru í eða fast við gryfjunnar mældist blý. Einhver útskolun á blýi virðist því eiga sér stað en samt það lítil að hún er ekki merkjanleg í sýnum fjær gryfjunum. Styrkur sinks (Zn) var nokkuð breytilegur og mældust nokkur sýni hærri en viðmiðunarsýnið sem sýnir að einhver útskolun á sér stað.

Mældur styrkur málma var í öllum tilvikum innan umhverfismarka I og II samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 þar sem vænta má mjög lítilla eða engra áhrifa á lífríkið. Umhverfismörk fyrir kvikasilfur (Hg) eru tilgreind samkvæmt reglugerð nr. 955/2011 (0,07 µg Hg/L) en öll sýni mældust lægri en þau mörk. Á mælistöðum 9 og 10 innan flæðigryfja mældist styrkur efna oftast hæstur, en þar eiga umhverfismörk sem tilgreind eru í reglugerðum ekki við. Meðalstyrkur og staðalfrávik málma er að finna í töflum 7.1 og 7.2. Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni skv. reglugerð nr. 796/1999 og reglugerð nr. 955/2011 (sjá töflu 7.3).

Tafla 7.1: Meðalstyrkur málma, sýni tekin utan gryfja. Litir vísa til umhverfismarkna

Vöktunarstaður	Sýni tekið	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Hg (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)
1 - Garður suðurendi	Yfirborð næst landi	1,9 ±0,1	0,06 ±0,03	0,5 ±0,2	0,9 ±0,1	0,016 ±0,006	<0,5	0,8 ±0,9	7,4 ±7,6
2 - Garður suðurendi	4m frá landi 1m dýpi	2,1 ±0,1	<0,05	0,4 ±0,1	<0,5	0,011 ±0,007	<0,5	<0,3	3,9 ±2,5
3 - Garður miðja	Yfirborð næst landi	2,1 ±0,1	<0,05	0,4 ±0,1	0,5 ±0,2	0,007 ±0,003	<0,5	<0,3	2,8 ±1,6
4 - Garður miðja	4m frá landi 1m dýpi	2,0 ±0,0	<0,05	0,2 ±0,2	0,7 ±0,1	0,009 ±0,003	<0,5	<0,3	3,3 ±2,2
5 - Garður norðurendi	Yfirborð næst landi	1,9 ±0,3	0,10 ±0,03	0,5 ±0,4	1,0 ±0,5	0,010 ±0,001	0,6 ±0,1	0,8 ±0,9	5,6 ±2,5
6 - Garður norðurendi	4m frá landi 1m dýpi	1,9 ±0,2	0,08 ±0,03	0,8 ±0,9	0,9 ±0,4	0,016 ±0,004	0,6 ±0,1	0,8 ±0,9	4,7 ±3,2
7 - Við nýja gryfja A	Yfirborð næst landi	1,9 ±0,1	<0,05	0,4 ±0,2	0,6 ±0,4	0,011 ±0,009	<0,5	<0,3	4,8 ±3,4
8 - Við nýja gryfja V	Yfirborð næst landi	1,9 ±0,2	<0,05	0,6 ±0,3	0,7 ±0,2	0,018 ±0,007	0,6 ±0,4	<0,3	3,0 ±1,8
Kalastaðir (viðmiðunargildi)	Yfirborð næst landi	2,1 ±0,3	<0,05	0,5 ±0,5	1,1 ±0,6	0,007 ±0,004	0,7 ±0,7	<0,3	3,7 ±2,6

Tafla 7.2: Meðalstyrkur málma, sýni tekin innan gryfja. Litir vísa til umhverfismarkna, en umhverfismörk gilda ekki innan gryfja

Vöktunarstaður	Sýni tekið	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Hg (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)
9 - Ný gryfja A	Yfirborð næst landi	1,8 ±0,3	<0,05	0,3 ±0,3	1,3 ±0,3	0,011 ±0,007	2,2 ±1,4	<0,3	4,8 ±2,3
10 - Ný gryfja V	Yfirborð næst landi	1,6 ±0,3	<0,05	0,8 ±0,4	3,1 ±1,7	0,010 ±0,003	2,9 ±1,6	0,8 ±0,9	9,2 ±3,7

Tafla 7.3: Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarkna I-V

Umvhverfismörk málma	I	II	III	IV	V
skv. rg. nr. 796 1999	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Kopar (Cu)	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Sink (Zn)	<5	5-20	20-60	60-300	>300
Kadmín (Cd)	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	>1,5
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Krómi (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 hætt á áhrifum
	Lítil hætt á áhrifum
	Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki
	Áhrifa að vænta
	Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði

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

7.2.2 MÆLINGAR Á SÝANÍÐI OG FLÚOR Í SJÓSÝNUM

Meðaltal og staðalfrávik mælinga á styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í töflum 7.4 og 7.5. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir sýaníð og flúor í sjó en sýnið tekið við Kalastaði er notað 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 viðmiðunarsýninu (0,72 mg/L) við Kalastaði. Flúor mældist hæst 1,1 mg/L sem er undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg/L).

Tafla 7.4: Meðalstyrkur sýaníðs og flúors, sýni tekin utan gryfja

		Sýaníð	Sýaníð	Flúor*
Vöktunarstaður	Sýnataka	Frítt	Heild	
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1 - Garður suðurendi	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,74 ±0,02
2 - Garður suðurendi	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	0,74 ±0,02
3 - Garður miðja	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	1,08 ±0,60
4 - Garður miðja	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	1,10 ±0,62
5 - Garður norðurendi	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,99 ±0,45
6 - Garður norðurendi	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	0,99 ±0,46
7 - Við nýja gryfja A	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,74 ±0,02
8 - Við nýja gryfja V	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,78 ±0,05
Kalastaðir (viðmiðunarsýni)	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,72 ±0,01

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

Tafla 7.5: Meðalstyrkur sýaníðs og flúors, sýni tekin innan gryfju

		Sýaníð	Sýaníð	Flúor*
Vöktunarstaður	Sýnataka	Frítt	Heild	
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
9 - Ný gryfja A	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	1,01 ±0,05
10 - Ný gryfja V	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,88 ±0,05

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

8 VÖKTUN GRÓÐURS

Flúorstyrkur í plöntuvef gróðurs var vaktaður eins og áður. Gróðurtegundir þola misvel flúor og eru því mælingar gerðar á þremur mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki, reyni, úlfareyni) og barri (bergfuru, greni, stafafuru). Árið 2013 var gróðursýnum safnað þrisvar sinnum á vöktunartímanum; þann 21. júní og 6. september voru sýni tekin af grasi og laufi og þann 20. nóvember var barri safnað. Söfnun sýna var í höndum NMÍ. Tímasetningar fyrir söfnun gróðursýna eru miðaðar út frá vaxtartímabili gróðurs auk þess sem að sýnataka þarf að fara fram þegar þurrt hefur verið. Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantnanna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 64 sýnum af grasi og laufi (32 í hvorri sýnatökuferð) og 44 sýnum af barri. Vestlægar áttir voru ríkjandi í júní og var heildarúrkoma vikuna fyrir sýnatökudag 1,3 mm, en ekkert rigndi daginn fyrir sýnatöku eða meðan á sýnatökunni stóð. Vikuna fyrir sýnatöku í september mældist úrkoma samtals 43,1 mm en 10 mínútna mæling á úrkomu var þó alltaf innan við 10 mm. Tvo daga fyrir sýnatöku var úrkoma lítil eða um 0,2 mm. Lítilsháttar úrkoma mældist dagana fyrir sýnatöku í nóvember.

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



Mynd 8.1: Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2013

Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart styrkleika flúors í lofti (HF) eru talin vera 0,3 $\mu\text{g F/m}^3$ yfir 5 – 6 mánaða tímabil. Þessi styrkur í andrúmslofti getur leitt til uppsöfnunar á um 30 $\mu\text{g F/g}$ af flúor í plöntuvef²². Þolnar tegundir gagnvart flúor í andrúmslofti eru t.d. krækilyng og birki á meðan grös eru miðlungspolnar tegundir²³. Talin þolmörk gagnvart flúor í vef og andrúmslofti er að finna í töflu 8.1. Samkvæmt reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri, með síðari breytingum, eru hámarksgildi flúors í fóðri fyrir nautgripi, geitur og sauðfé skilgreind sem 30 $\mu\text{g F/g}$, og fyrir mjólkandi dýr sem 50 $\mu\text{g F/g}$.

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

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

8.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Gras

Allar mælingar á styrk flúors í plöntuvef grasa eru undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta eins og undanfarin ár. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar miðað við árið 1997. Meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar er marktækt lægri árið 2013 miðað við 2007, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar yfir sama tímabil. Meðalstyrkur flúors er marktækt hærri í grasi norðan fjarðar en sunnan árið 2013.

Lauf

Allar mælingar á styrk flúors í plöntuvef lauftrjáa voru undir töldum þolmörkum lauftrjáa eins og undanfarin ár. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í laufi norðan Hvalfjarðar árið 2013 miðað við árið 1997 en sunnan fjarðar er ekki um að ræða marktæka breytingu til hækkunar eða lækkunar. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá vöktunarstöðum norðan fjarðar né sunnan fjarðar miðað við árið 2007. Meðalstyrkur flúors er marktækt hærri í laufsýnum teknum norðan fjarðar en sunnan árið 2013.

Barr

Mældur meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri á öllum vöktunarstöðum er undir töldum þolmörkum barrtrjáa. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri árið 2013 miðað við árið 1997, hvorki norðan né sunnan fjarðar. Það sama á við um styrk flúors í 1 og 2 ára barri miðað við árið 2007. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2013.

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

²² Liteplo o.fl. (2002)

²³ Friðrik Pálmason og Skye (1999); Horntvedt og Øyen (1994); Ongstad o.fl. (1994); Weinstein og Davison (2004)

Tafla 8.2: Niðurstöður flúormælinga í grasi, laufi og barri á öllum vöktunarstöðum árið 2013 ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Styrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Styrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 2007
Flúor í grasi					
Norðan fjarðar	Stekkjarás	12	7	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
	Fannahlíð	9	6		
	Fellsaxlarkot	5	6		
	Ferstikla	4	3		
	Gröf II við veg*	3	4		
	Gröf II við hús*	5	6		
	Hlíð*	5	4		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	3	6	Ekki marktæk breyting	
	Fossbrekka	3	2		
	Háls í Kjós	2	2		
	Reynivellir	2	2		
Talin þolmörk grasbíta		30 µg F/g í plöntuvef			
Talin þolmörk grasa		100-200 µg F/g í plöntuvef			

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 2007
Flúor í laufi					
Norðan fjarðar	Stekkjarás	16	26	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
	Fannahlíð	20	23		
	Fellsaxlarkot	23	30		
	Ferstikla*	7	5		
	Gröf II við veg*	6	12		
	Gröf II við hús*	8	11		
	Hlíð*	6	8		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	4	12	Ekki marktæk breyting	
	Fossbrekka	3	3		
	Háls í Kjós*	3	5		
	Reynivellir	5	8		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef			

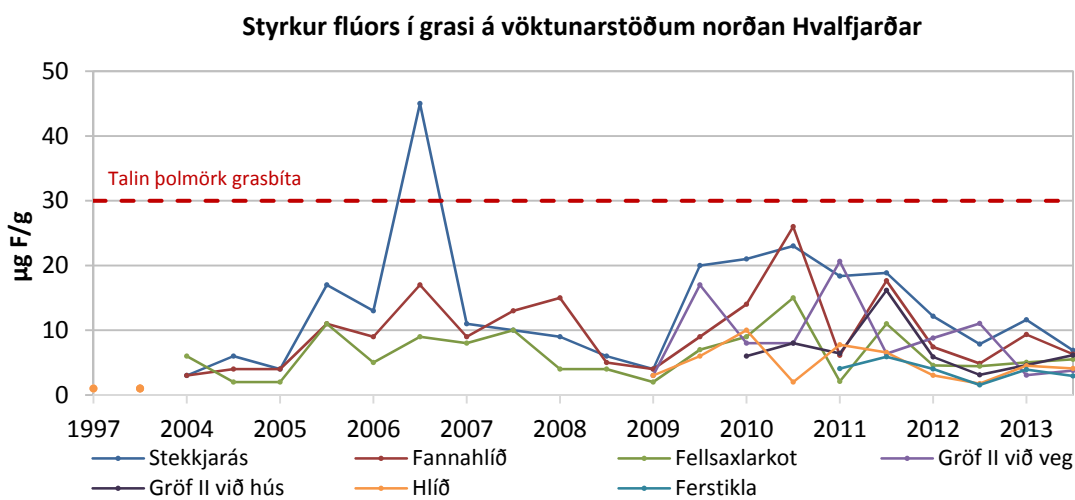
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2013 m.v. 2007
Flúor í barri		1 árs barr	2 ára barr		
Norðan fjarðar	Stekkjarás	10	12	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri
	Fannahlíð	12	13		
	Fellsaxlarkot	8	12		
	Ferstikla*	2	2		
	Gröf II við veg*	4	4		
	Hlíð*	2	3		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	3	4		
	Fossbrekka	3	3		
	Háls í Kjós*	2	3		
	Reynivellir	4	4		
Talin þolmörk barrtrjáa		30 - 100 µg F/g í plöntuvef			

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

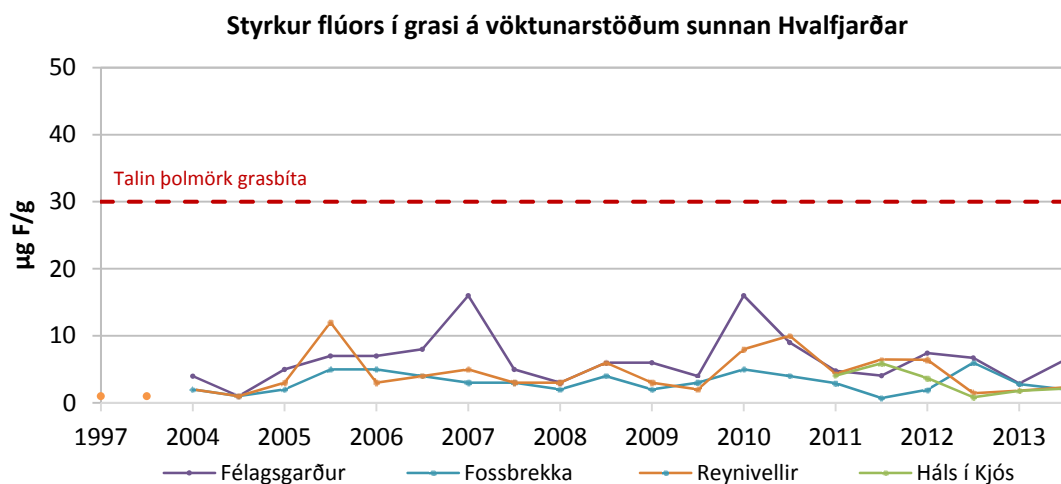
8.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

8.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í GRASI

Árið 2013 mældist styrkur flúors í grasi í öllum tilvikum innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri ($30 \mu\text{g F/g}$)²⁴ og innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef ($100 - 200 \mu\text{g F/g}$), sbr. töflu 8.2 (mynd 8.2 og mynd 8.3). Lægstur styrkur í júní mældist á Reynivöllum og Hálsi í Kjós, $2 \mu\text{g F/g}$. Í september mældist styrkurinn óbreyttur á þessum tveim stöðum, en auk þess mældist styrkur flúors $2 \mu\text{g F/g}$ í Fossbrekku þar sem gildi lækkar frá mælingu í júní. Hæsti styrkur mældist í grassýnum frá Stekkjarási í júní, $12 \mu\text{g/g}$.



Mynd 8.2 Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 8.3 Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

²⁴ Weinstein og Davison (2004)

Á fjórum af alls ellefu vöktunarstöðum, þ.e., Fellsaxlarkoti, Félagsgarði, Gröf II við veg og Gröf II við hús mældist styrkur flúors í grasi hærri í september en í júní. Á öðrum fjórum vöktunarstöðum, þ.e. Fannahlíð, Fossbrekku, Ferstiklu og Hlíð var því öfugt farið. Á tveim vöktunarstöðum, við Reynivelli og Háls í Kjós mældist sami styrkur flúors í grasi í júní og í september. Niðurstöður mælinga á hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka V.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2013 miðað við árið 1997. Hins vegar lækkar marktækt meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar miðað við árið 2007, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors sunnan fjarðar yfir sama tímabil. Breytileiki á mæligildum milli ára er umtalsvert meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki V). Meðalstyrkur flúors í grasi norðan fjarðar er marktækt hærri en sunnan árið 2013.

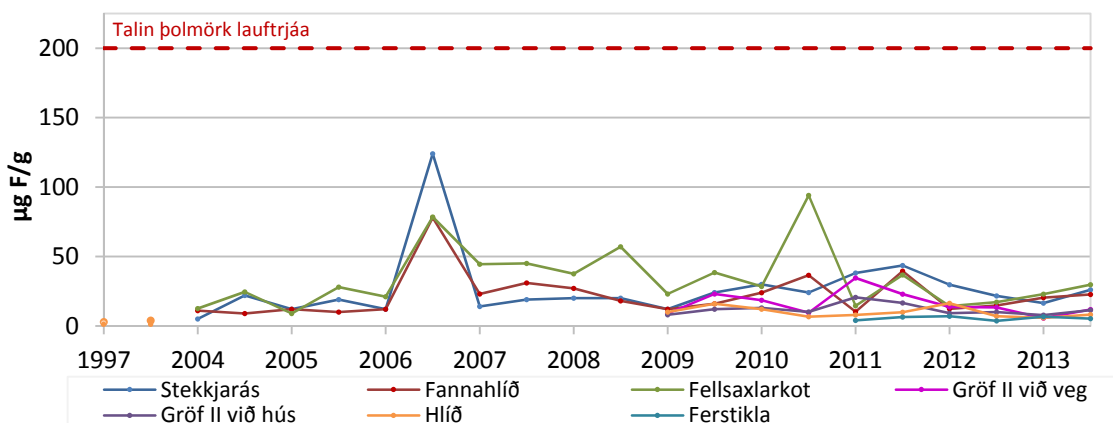
8.2.2 MÆLINGAR Á FLÚOR Í LAUFI

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa, samanber töflu 8.2 (200 µg F/g). Lægstur meðalstyrkur flúors mældist í laufsýnum frá Hálsi í Kjós í júní og Fossbrekku í júní og september, 3 µg/g, en hæsti meðalstyrkurinn mældist í sýnum frá Fellsaxlarkoti í september, 30 µg F/g. Myndir 8.4 og 8.5 sýna meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2004 til 2013 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður áranna 1998 til 2003.

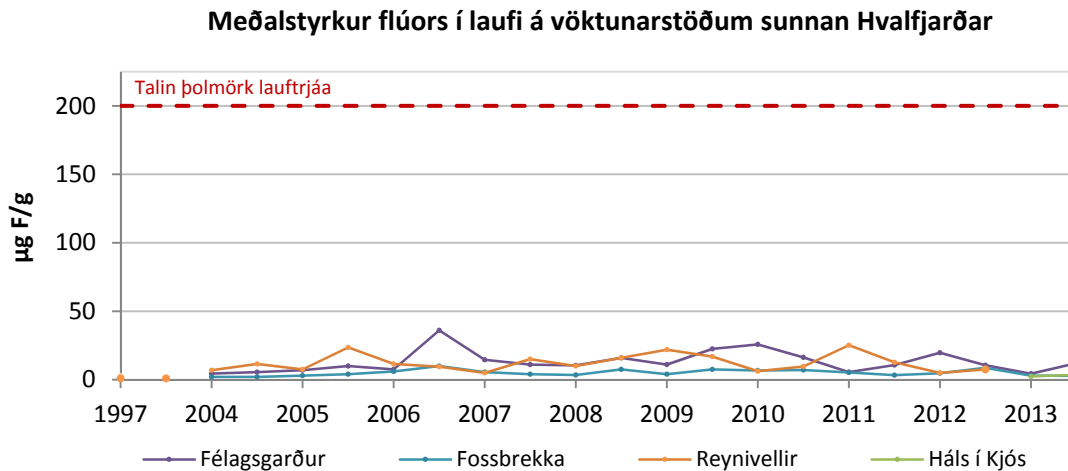
Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum hærri í september en í júní, utan mælingar í Ferstiklu þar sem mældur styrkur var lægri í september og í Fossbrekku þar sem mældur styrkur var óbreyttur milli mælinga. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka V.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum norðan fjarðar árið 2013 miðað við árið 1997 en sunnan fjarðar eru breytingar ekki marktækar. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá öllum vöktunarstöðum, bæði norðan og sunnan fjarðar, miðað við árið 2007. Breytileiki á mæligildum milli ára er meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki V). Meðalstyrkur flúors í laufsýnum teknum norðan fjarðar er marktækt hærri en í sýnum teknum sunnan fjarðar árið 2013.

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar



Mynd 8.4: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



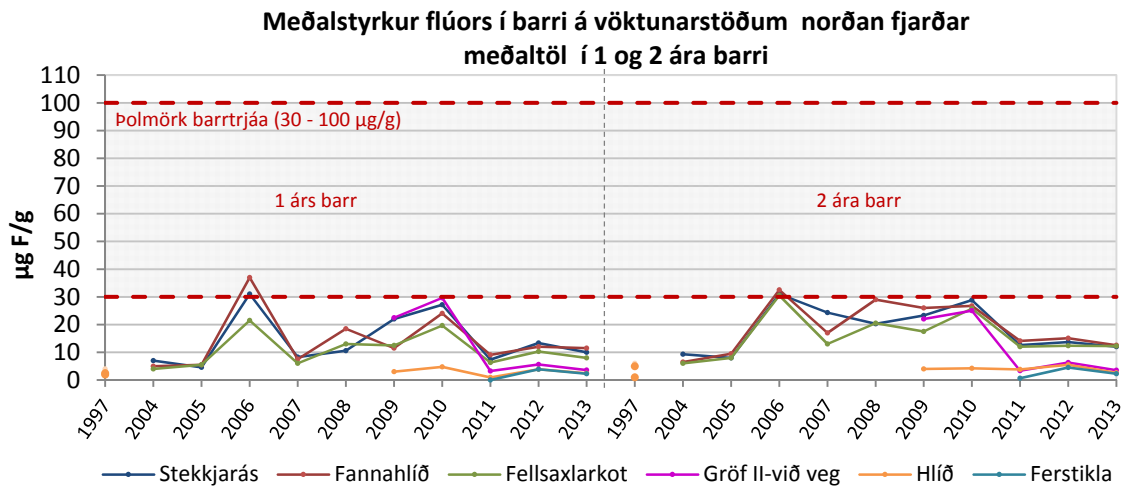
Mynd 8.5: Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

8.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í BARRI

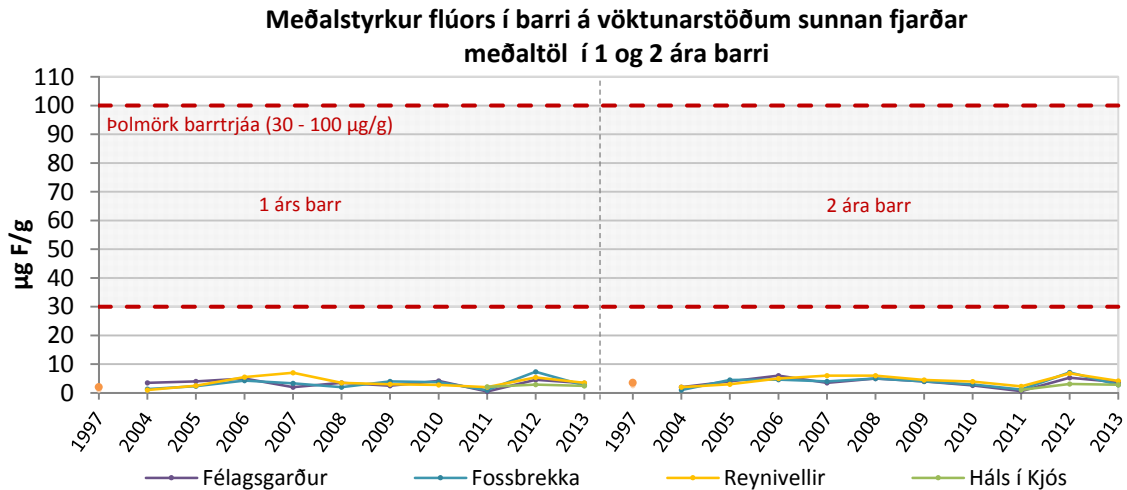
Meðalstyrkur flúors í barri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum barrtrjáa gagnvart flúor sem talin eru vera 30 -100 µg F/g.

Styrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærri, eða jafn styrk flúors í eins árs barri. Styrkur flúors í eins árs barri lækkar milli ára í sýnum frá öllum vöktunarstöðum utan sýna frá Fannahlíð þar sem styrkleiki flúors er óbreyttur milli ára. Styrkur flúors í tveggja ára barri lækkaði milli ára í sýnum frá öllum vöktunarstöðum utan sýna frá Fellaxlarkoti og frá Hálsi í Kjós þar sem styrkleiki flúors er óbreyttur. Óbreyttur styrkleiki má væntanlega rekja til lítillar úrkomu dagana fyrir sýnatöku, en engin úrkoma mældist fimm daga fyrir sýnatökuna. Lækkun í styrkleika flúors má aftur rekja til úrkomu dagana fyrir sýnatöku sem og almennt til allnokkurrar vætu sumarið 2013. Myndir 8.6 og 8.7 sýna meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 2004 til 2013 ásamt bakgrunnsgildi frá árinu 1997.

Hvorki er marktæk breyting á styrk flúors í eins né tveggja ára barri miðað við árið 1997 norðan og sunnan fjarðar. Það sama á við miðað við árið 2007 (viðauki V). Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2013.



Mynd 8.6 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



Mynd 8.7 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

9 VÖKTUN GRASBÍTA

Frá árinu 1997 hefur farið fram vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Flúor er mælt í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið. Bæirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar. Flúor safnast fyrir í beinum sauðfjár með tíma og mælist því hærri styrkur flúors hjá eldra fé. Samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun er leitast við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur kjálkabein af fullorðnu fé frá hverjum vöktunarbæ. Aldur sauðfjár hefur verið mismunandi milli ára og er því nokkur breytileiki í mælingum af þeim sökum. Óskað var eftir 6 vetra kindum eða eldri til að minnka breytileika í mælingum en það gekk ekki eftir í öllum tilvikum. Meðalaldur fullorðins fjár sem rannsakað var árið 2013 var um 6 vetra (yngst 2 vetra og elst 10 vetra). Upplýsingar um aldur dýranna fengust frá viðkomandi bónda en hægt er að segja til um aldur út frá tannskiptingum til og með 4 vetra aldurs en ekki eftir það. Kjálkabein og tennur úr sauðfénu voru ennfremur skoðaðar með tilliti til sýnilegra áhrifa á tennur og bein af völdum flúors²⁵. Skoðun á kjálkum fór fram á Tilraunastöð HÍ á Keldum og flúormælingar í beinösku kjálka voru framkvæmdar hjá NMÍ. Einnig skoðaði dýralæknir frá Landbúnaðarháskóla Íslands ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa auk þess að meta ástand liðamóta²⁶.



Mynd 9.1: Vöktunarsaðir fyrir sauðfé og hross árið 2013

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2013, bárust frá 13 bæjum (mynd 9.1). Einnig bárust viðmiðunarsýni af lömbum og fullorðnu fé frá bænum Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit. Engin viðmiðunarsýni bárust frá bænum

²⁵ Ólöf G. Sigurðardóttir (2014)

²⁶ Grétar Hrafn Harðarson (2014)

Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi eins og undanfarin ár. Alls voru 107 kjálkabein skoðuð og flúormæld (54 kjálkabein voru af lömbum og 53 af fullorðnu fé). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld og merkingar kjálkabeina og skýringar skráðar í töflu í viðauka VI.

Uppsöfnun flúors í kjálkum og tönnum grasbíta getur átt rætur sínar að rekja til útblásturs flúors frá álverum. Flúorríkur áburður sem notaður er á sumum bæjum getur auk þess haft áhrif á uppsöfnun flúors. Erfitt er að segja til um þolmörk sauðfjár gagnvart flúorneyslu því þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma. Ekki eru til rannsóknir á áhrifum flúors á tennur sauðfjár og því er stuðst við norska rannsókn á ungum dádýrum, líkt og undanfarin ár. Í töflu 9.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum^{27,28}. 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/g²⁹. Til upplýsingar þá hefur styrkur flúors í beinösku 4 – 5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni óeðlilegri flúomengun sumarlangt, mælt í kringum 180-200 µg F/g³⁰. Einnig mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellsýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g³⁰.

Tafla 9.1: Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára^{27,28})

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

Fyrri hluta árs 2014 var ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum skoðað í lifandi fé frá sex bæjum í Hvalfirði (Hrafnabjörg, Eystra-Miðfell, Vogatunga og Innri Hólmur norðan fjarðar og Kiðafell og Grímsstaðir sunnan fjarðar), 12 dýr á hverjum bæ, samtals 72 dýr. Leitast var við að skoða 8 eldri ær og 4 yngri á hverjum bæ. Meðalaldur dýranna var um 5 vetur. Einnig voru skoðaðar tennur og liðir í samtals 35 hrossum frá fimm bæjum í Hvalfirði (Litlu-Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti og Ytri-Hólmi norðan fjarðar og Miðdal sunnan fjarðar). Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var frá 3 til 30 ára. Markmiðið var að skoða hross sem eru að mestu uppalin á bæjunum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Skoðun á tönnum og liðum í lifandi fullorðnu fé og hrossum fór fram dagana 20. og 21. janúar 2014 og 14. og 16. mars 2014.

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

²⁷ Ongstad o.fl. (1994)

²⁸ Vikøren og Stuve (1996)

²⁹ Weinstein og Davison (2004)

³⁰ Páll A. Pálsson (1995)

Tafla 9.2: Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé³¹.

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

9.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Flúor í lömbum

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í beinösku kjálka lamba frá Skorholti og sá hæsti í beinösku lamba frá Eystra-Miðfelli. 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 miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í beinösku kjálka fullorðins fjár frá Eystri-Leirargörðum og sá hæsti mældist í fullorðnu fé frá Innri-Hólmi. Meðalstyrkur flúors var yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum hjá dádýrum í kjálkabeinum fullorðins fjár frá sex af þrettán bæjum. Meðalaldur fjárens var um sjö vetur. Engin kjálkasýni mældust með flúorstyrk í kjálkabeinum yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum hjá dádýrum. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum miðað við árið 1997 sem rekja má m.a. til hærri aldurs kinda seinni árin. Hins vegar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár miðað við árið 2007.

Tennur og kjálkar í sláturfé

Við skoðun dýralæknis kom í ljós að nokkuð var um slit á tönnum, upplitun og tannlos hjá fullorðnu fé. Einnig var nokkuð um beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu og þykknun í kjálkabeini (bein- og mergsbólga eða tannkýli). Rétt tæplega 60% af fullorðnu fé var með allar framtennur en önnur dýr höfðu misst eina eða fleiri framtennur. Um 10% dýranna hafði misst allar framtennur. Margt af fullorðna fénu var með ójafnt slit á jöxlum og tannlos, tannskemmdir sem sjást m.a. við flúoreitrun, en ekki virtist vera greinilegt samband á milli tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum. Einnig voru ekki sýnilegar skemmdir í glerungi framtanna sem bentu til flúoreitrunar.

Tennur og liðir í lifandi sauðfé og hrossum

Niðurstöður dýralæknis frá skoðun á tönnum og liðamótum 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.

³¹ National Research Council (1974)

Í töflu 9.3 má sjá yfirlit yfir mælingar og talin þolmörk dádýra auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu fyrir meðalstyrk frá öllum svæðum og svæðaskipt. Í töflu 9.4 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum. Í töflu 9.5 er að finna yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Í viðauka VI má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar og yfirlit dýralæknis fyrir skoðun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár. Þar er einnig yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé og niðurstöður tölfraeðigreiningar fyrir umhverfissvöktun á sauðfé frá 1997 – 2013.

Tafla 9.3: Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu

Vöktunarstaður	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g)	Niðurstöður tölfraeðireikninga Breyting 2013 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraeðireikninga Breyting 2013 m.v. 2007
Lömb			
<i>Frá öllum svæðum</i>	156 Min 36 (E-Leirárgarðar) Max 537 (E-Miðfell)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	89 Min 50 (Hrafnabjörg) Max 118 (Hrafnabjörg)	Marktæk breyting til lækkunar (frá 1999)	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	267 Min 133 (Paravellir) Max 477 (Paravellir)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	150 Min 36 (E-Leirárgarðar) Max 537 (E-Miðfell)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	97 Min 44 (Kiðafell) Max 168 (Grímsstaðir)	Ekki marktæk breyting	Marktæk breyting til lækkunar
Fullorðið fé			
<i>Frá öllum svæðum</i>	1.102 Min 470 (Hjalli) Max 1.977 (Innri-Hólmur)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.550 Min 1.335 (Hrafnabjörg) Max 1.736 (Hrafnabjörg)	Ekki marktæk breyting	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.537 Min 784 (Gröf II) Max 1.977 (Innri-Hólmur)	Ekki marktæk breyting (frá 2000)	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	942 Min 668 (E-Leirárgarðar) Max 1.654 (Vogatunga.)	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	849 Min 470 (Hjalli) Max 1.284 (Grímsstaðir)	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til hækkunar
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000-2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

Tafla 9.4: Meðal-, hæsti og lægsti styrkur flúors í kjálkabeinum lamba og fullorðins sláturfjár frá öllum bæjum

Vöktunarbærir	Aldursflokkur (meðalaldur)	Fjöldi dýra	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g)	Min-Max (µg F/g)
	Lömb			
Eystra-Miðfell	Lömb	4	449	(261-537)
Innri-Hólmur	Lömb	4	227	(239-313)
Þaravellir	Lömb	4	264	(133-477)
Gröf	Lömb	2	255	(251-260)
Vogatunga	Lömb	4	180	(104-367)
Grímsstaðir	Lömb	4	146	(120-168)
Hrafnabjörg	Lömb	4	89	(50-118)
Hjalli	Lömb	4	88	(75-98)
Skipanes	Lömb	4	77	(58-108)
Hóll	Lömb	4	76	(63-87)
Kiðafell	Lömb	4	58	(44-69)
E-Leirárgarðar	Lömb	4	58	(36-70)
Skorholt	Lömb	4	56	(42-68)
Bjarnarhöfn*	Lömb	4	29	(22-37)
	Fullorðið fé			
Innri-Hólmur	8,5 vetra	4	1.845	(1.738-1.977)
Þaravellir	7 vetra	4	1.678	(1.406-1.934)
Hrafnabjörg	7 vetra	4	1.550	(1.335-1.736)
Vogatunga	8 vetra	4	1.346	(746-1.654)
Skipanes	6 vetra	4	1.150	(974-1.292)
Grímsstaðir	6 vetra	4	1.021	(679-1.284)
Eystra-Miðfell	≥ 4 vetra	2	959	(856-1.062)
Gröf	≥ 3 vetra	3	938	(784-1.070)
Kiðafell	7 vetra	3	889	(846-976)
Skorholt	7 vetra	4	824	(679-1.014)
Hóll	9,5 vetra	4	696	(672-713)
Hjalli	5 vetra	5	687	(470-958)
E-Leirárgarðar	8 vetra	4	686	(649-730)
Bjarnarhöfn *	7 vetra	4	728	(626-804)

*Viðmiðunarsýni

Tafla 9.5: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi sauðfé og hrossum²⁶.

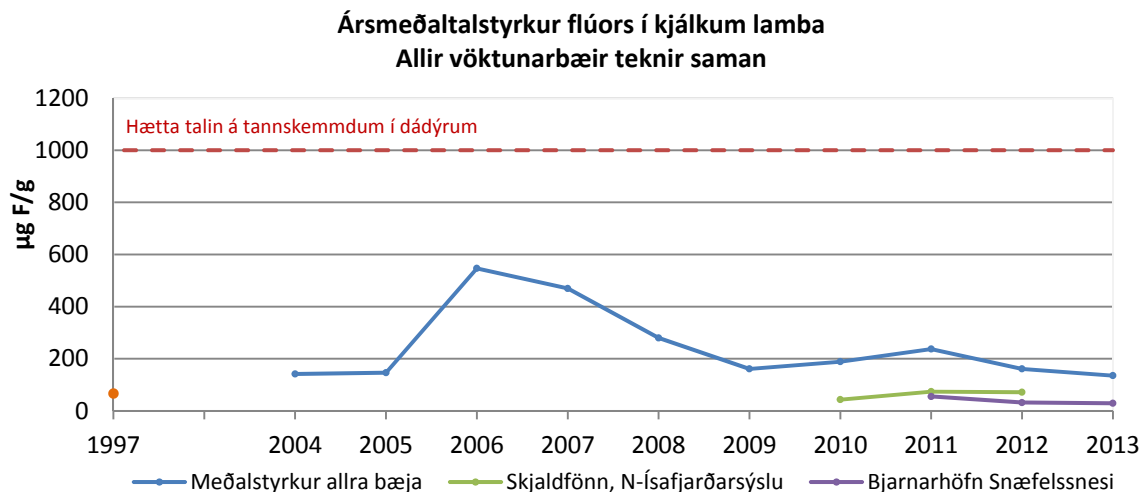
Vöktunarbærir	Tegund meðalaldur	Fjöldi dýra	Min-max gildi á mati á tönnum	Mat á liðum
	Fullorðið fé			
Grímsstaðir	4,7 vetra	12	0,00-0,75	0,00
Innri-Hólmur	5,6 vetra	12	0,00-0,25	0,00
Hrafnabjörg	5,2 vetra	12	0,08-0,25	0,08
Eystra Miðfell	4,1 vetra	12	0,08-0,50	0,00
Vogatunga	5,2 vetra	12	0,00-0,09	0,00
Kiðafell	5,3 vetra	12	0,08-1,00	0,00
	Hross			
Skipanes	10 vetra	11	0,18-0,82	0,00
Ytri Hólmur	8 vetra	6	0,17-0,67	0,00
Litla Fellsöxl	11 vetra	6	0,00-0,33	0,00
Miðdalur	13 vetra	6	0,00-0,50	0,00
Kalastaðakot	10 vetra	6	0,00-0,17	0,00

9.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

9.2.1 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í LÖMBUM

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilfellum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, töflur 9.3 og 9.4). Meðalstyrkur flúors var hæstur í kjálkabeinum lamba frá Eystra-Miðfelli (449 µg F/g) og lægstur í kjálkabeinum lamba frá Skorholti (56 µg F/g).

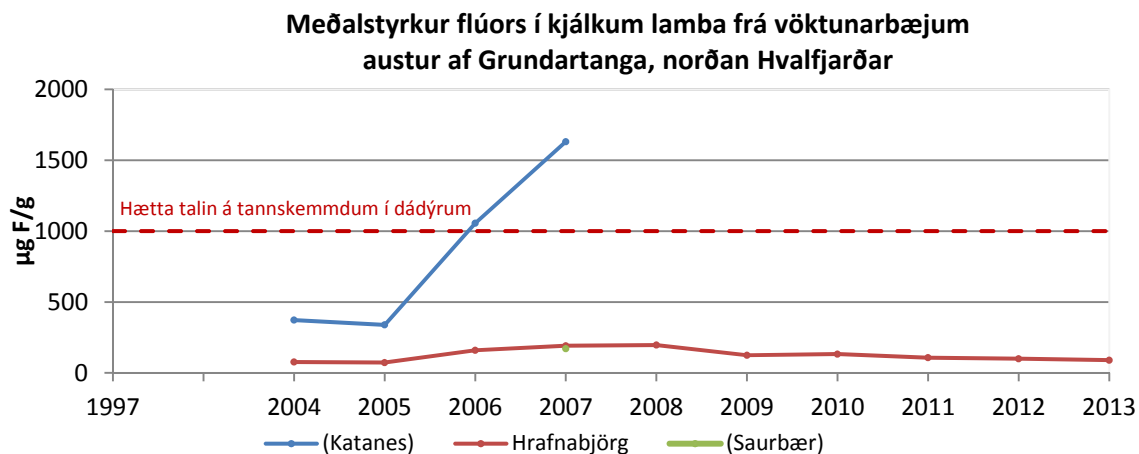
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 159 µg F/g (mynd 9.2). Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarsvæðum miðað við árið 1997. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar miðað við árið 2007 (viðauki VI). Til viðmiðunar var styrkur flúors mældur í kjálkabeinum lamba frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og mældist meðal flúorstyrkur 29 µg F/g, sem er lægri styrkur en mældist í lömbum frá vöktunarbæjum. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2003.



Mynd 9.2: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2004- 2013, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

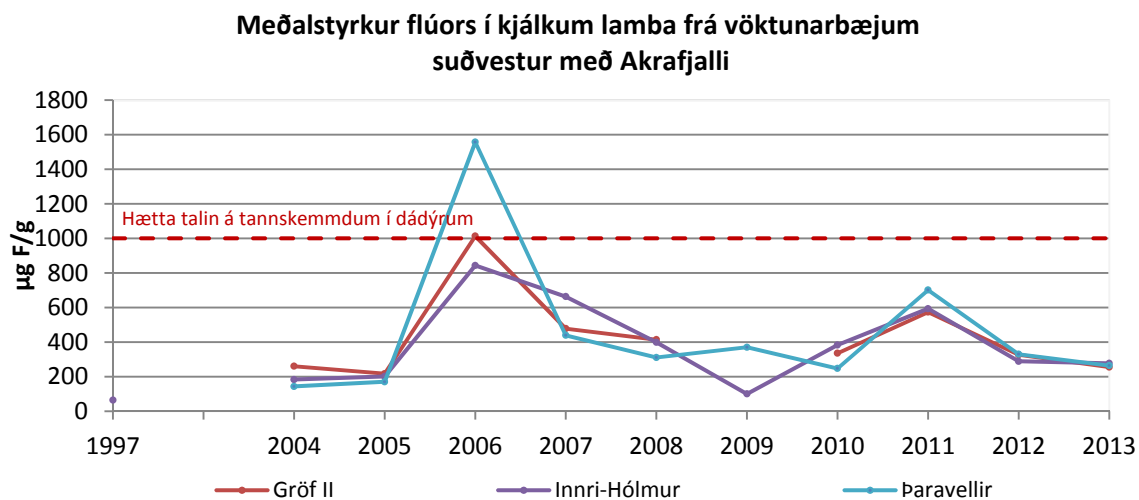
Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

Miðað við ríkjandi vindáttir verður svæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Mynd 9.3 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum af þessu svæði. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en marktæk lækkun hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba miðað við árið 1999 sem og miðað við árið 2007 (viðauki VI).



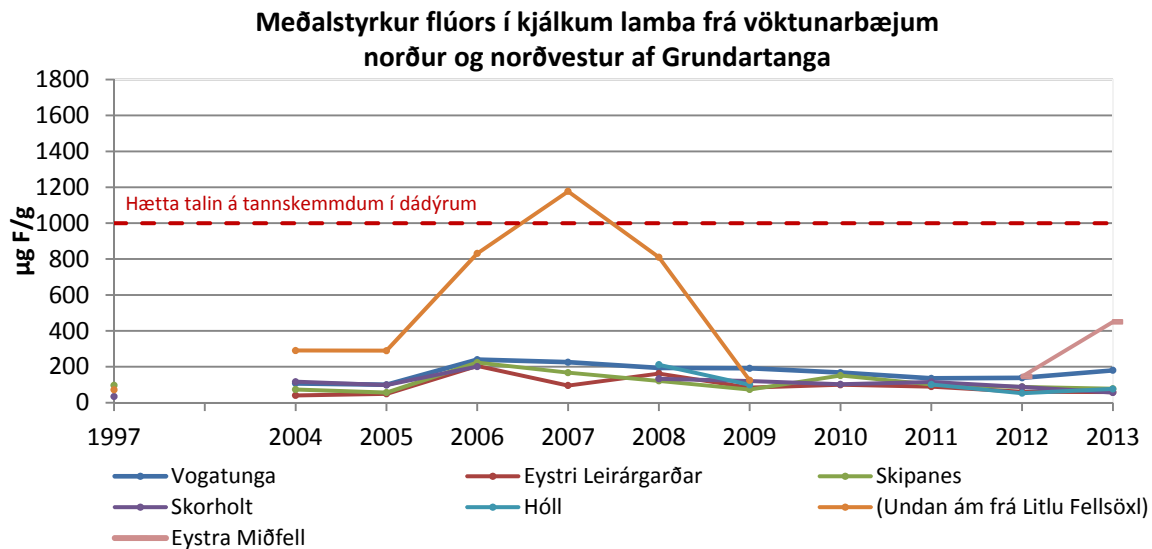
Mynd 9.3: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2004-2013 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu. Katanes liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor

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



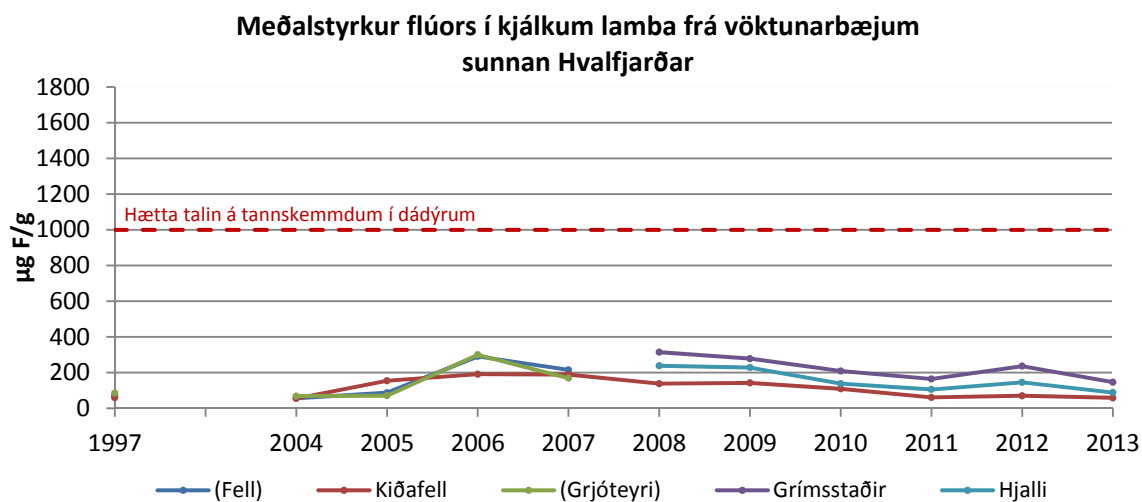
Mynd 9.4: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2004-2013 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 9.5 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki VI). Ekki hefur verið stundaður búskapur á Litlu Fellsöxl frá árinu 2008 og keypti bóndinn á Eystri Leirargörðum allt fé þaðan.



Mynd 9.5: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2004-2013 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum staðsettum sunnan Hvalfjarða, má sjá á mynd 9.6. Ekki hefur orðið marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum hjá lömbum miðað við árið 1997, hins vegar hefur orðið marktæk breyting til lækkunar samanborið við árið 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.6: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 2004-2013 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar, og viðmiðunarsýni frá 1997

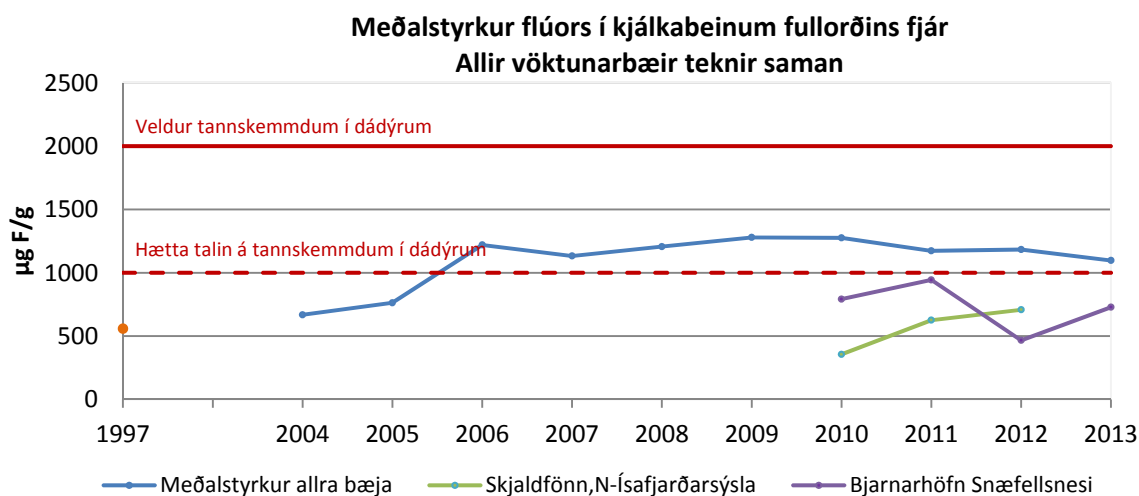
Eins og áður mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum bæjum norðan Hvalfjarðar í öllum tilvikum svipaður eða hærri árin 1997 – 2013 en meðalstyrkur flúors frá bæjum sunnan Hvalfjarðar (viðauki VI).

9.2.2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í FULLORÐNU FÉ

Flúor safnast fyrir í beinum kinda yfir tíma og því er erfitt er að bera saman meðalstyrk flúors í fullorðnu fé á milli ára. Markmiðið var að mæla flúorstyrk í fé 6 vetra og eldra. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2013 var tæplega 6 vetra (yngst 2 vetra og elst 10 vetra).

Engin kjálkasýni mældust með flúormagn yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum í ungum dádýrum ($2.000 \mu\text{g F/g}$). Meðalstyrkur flúors var yfir $1.000 \mu\text{g F/g}$ í kjálkabeinum fullorðins fjár frá sex bæjum (Þaravellir, Innri-Hólmur, Skipanes, Vogatunga, Hrafnabjörg og Grímsstaðir), sem er sá styrkur sem hætta er talin á að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var um 7 vetur.

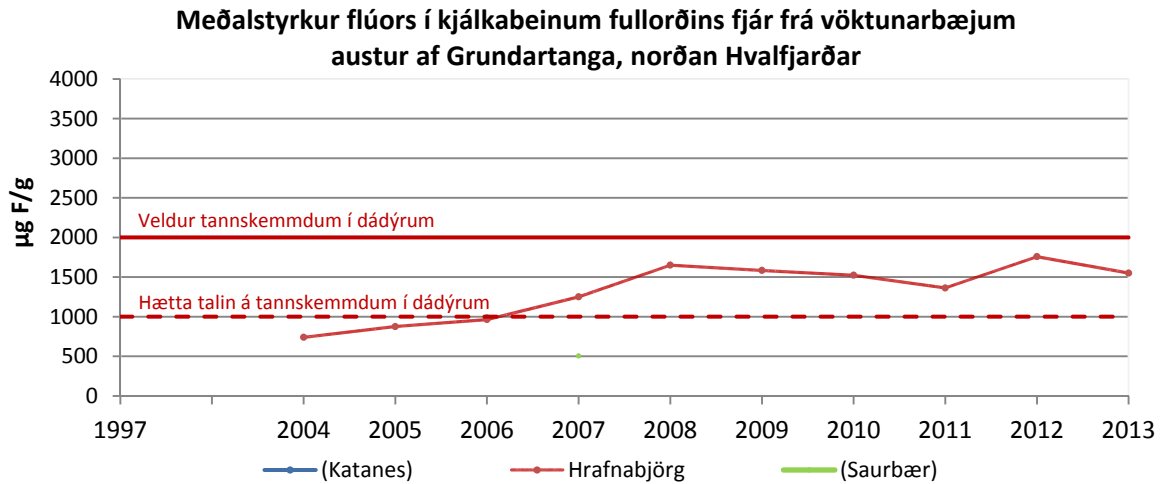
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var $1.178 \mu\text{g F/g}$ (mynd 9.7). Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2003. Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innra-Hólmi ($1.845 \mu\text{g F/g}$) og lægstur í fullorðnu fé frá Eystri-Leirárgarði ($686 \mu\text{g F/g}$). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé $728 \mu\text{g F/g}$ frá Bjarnarhöfn (6-8 vetra gömul dýr), sem er hærri meðalstyrkur en mældist á þrem vöktunarbæjum þ.e. frá Hóli, Hjalla og Eystri-Leirárgörðum. Meðalaldur fjárins frá þessum bæjum var svipaður og frá Bjarnarhöfn, nema féð frá Hóli sem var eldra. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum samanborið við árið 1997, hins vegar er ekki marktæk breyting samanborið við árið 2007.



Mynd 9.7: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2004 - 2013, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýni frá 1997

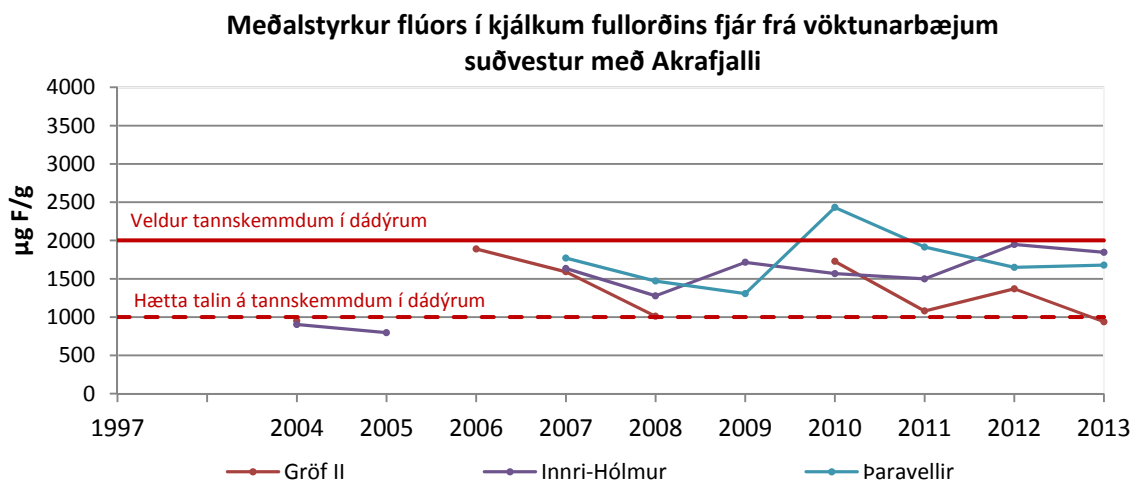
Flúor í kjálkum fullorðins fés eftir svæðum

Mynd 9.8 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu austur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæðið miðað við árin 1997 og 2007 (viðauki VI).



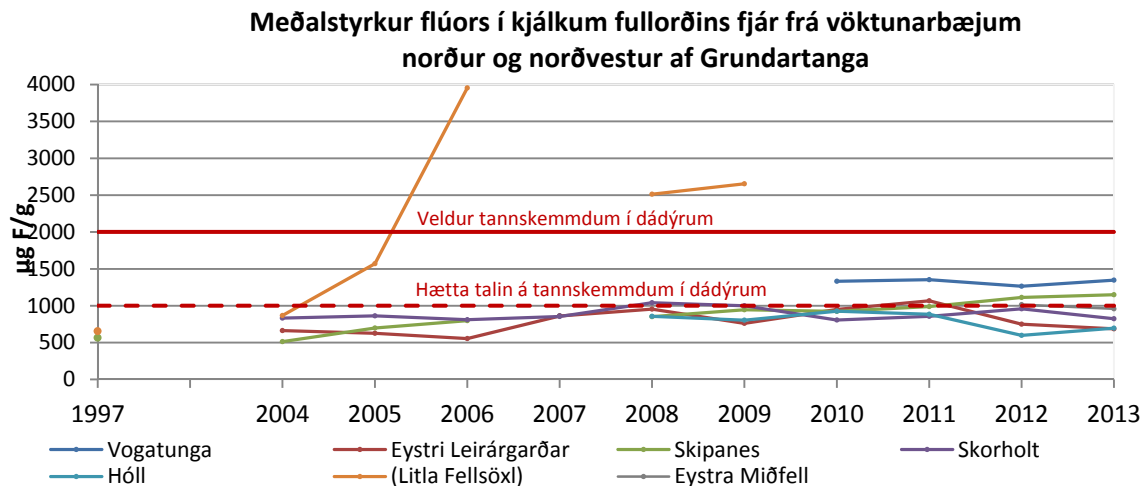
Mynd 9.8: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2004 - 2013 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Mynd 9.9 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár á svæðinu suðvestur með Akrafjalli miðað við árin 2000 og 2007 (viðauki VI).



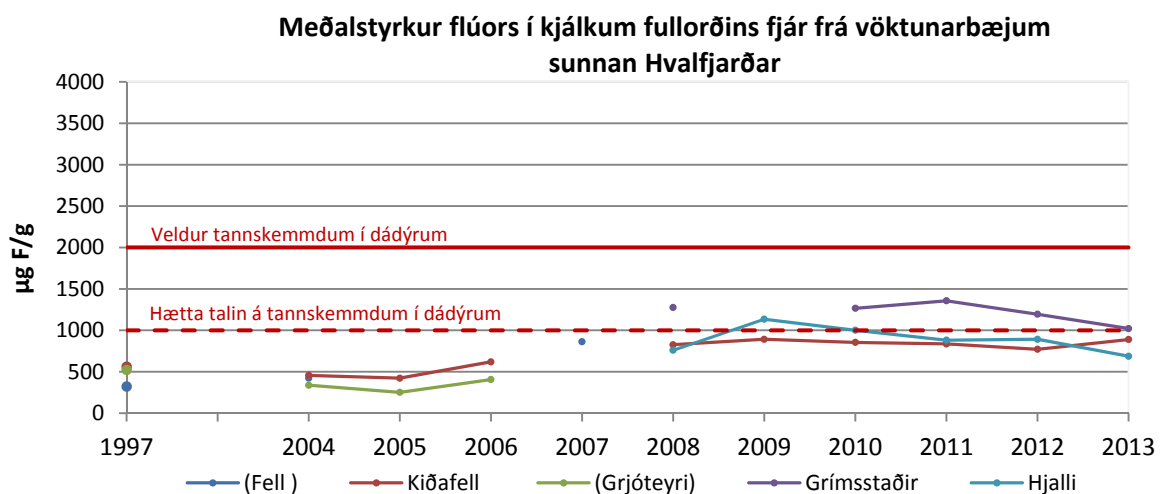
Mynd 9.9: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2004 - 2013 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, má sjá á mynd 9.10. Marktæk breyting til hækkunar er á styrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði samanborið við árið 1997 en ekki er marktæk breyting miðað við árið 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.10: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2004 - 2013 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997

Á mynd 9.11 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árin 1997 og 2007 (viðauki VI).



Mynd 9.11: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 2004 - 2013 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar, og viðmiðunarsýni frá 1997

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum norðan Hvalfjarðar var ávallt hærri en meðalstyrkur flúors frá vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar árin 1997 – 2013. Ekki er alltaf um marktækan mun að ræða (viðauki VI).

9.2.3 SKOÐUN Á KJÁLKUM OG TÖNNUM Í SLÁTURFÉ

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sauðfé með tilliti til sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðið fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir áður en hausarnir fóru í flúormælingu. Dýralæknir tók síðan mið af mæligildum flúors við túlkun skoðunar²⁵. Yfirlit frá skoðun dýralæknis má sjá í viðauka VI.

Við skoðun kom í ljós að nokkuð var um slit á tönnum, upplitun og tannlos hjá fullorðnu fé. Einnig var nokkuð um beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu og þykkun í kjálkabeini (bein- og mergsbólga eða tannkýli). Ekki virtist vera greinilegt samband á milli flúorsmagns og tannheilsu, en léleg tannheilsa var algengari í eldra fé, en var þó breytilegt milli bæja.

Rétt tæplega 60% af fullorðnu fé var með allar framtennur en hinar kindurnar höfðu misst eina eða fleiri framtennur. 10% fjárins hafði misst allar framtennur og kom það í veg fyrir mat á glerungi. Margar kindur voru með tannlos og ójafnt slit á jöxlum, tannskemmdir sem sjást m.a. við flúoreitrun, en ekki virtist vera greinilegt samband á milli tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum. Að auki voru ekki sýnilegar skemmdir í glerungi framtanna sem bentu til flúoreitrunar²⁵.

9.2.4 SKOÐUN Á TÖNNUM OG LIÐUM Í LIFANDI SAUÐFÉ OG HROSSUM

Niðurstöður skoðana dýralæknis á tönnum og liðamótum 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 9.5 og í viðauka VI. Almennt er matið á tönnum og liðum mjög lágt bæði hjá sauðfé og hrossum (sjá viðauka VI). Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á framtönnum var í sauðfé frá Kiðafelli 0,69 (meðalaldur dýra 5,3 vetra) og lægst frá Vogatungu 0,04 (meðalaldur dýra 5,2 vetra). Hæsta mat var 2 og fengu sjö tennur það mat. Mat á ástandi jaxla í sauðfé var með hæsta gildi á Eystra Miðfelli 0,21 og lægst á Innri Hólmi 0,00.

Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna í hrossum var í hrossum frá Ytri Hólmi, 0,46 (meðalaldur hrossa 8 vetra) og lægst í hrossum frá Kalastaðakoti, 0,10 (meðalaldur hrossa 10 vetur). Brotið var upp úr glerungi einnar tannar og fékk hún matið 2. Að öðru leyti fengu tennur matið 0 eða 1.

HEIMILDASKRÁ

- ECM (2007) Environment Canada and Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 2007. Criteria for the Assessment of Sediment Quality in Quebec and Application Frameworks: Prevention, Dredging and Remediation. 39p.
- E. Sturludóttir, H. Gunnlaugsdóttir, H.O. Jorundsdóttir, E.V. Magnúsdóttir, K. Olafsdóttir, Gunnar Stefánsson (2013) *Spatial and temporal trends of contaminants in mussel sampled around the Icelandic coastline*. Sci. Tot. Environ., vol. 454-455, pp. 500-509, 2013.
- Elkem Ísland ehf. (2013) *Grænt bókhald 2012. Skýrsla um grænt bókhald fyrir árið 2012*. Sótt 24. mars 2014: http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2012/Elkem_Grb_2012.pdf
- Foulkes R.G. og Anderson A.C. (1994) Impact of Artificial Fluoridation on Salmon Species in the Northwest USA and British Columbia, Canada. *Fluoride* Vol. 27 No. 4 220 – 226.
- Friðrik Pálmason og Skye (1999) *An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminum smelter on vegetation in Reyðarfjörður*. A report to invest in Iceland-Energy marketing, RALA-012/UM-006
- Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson, & Jóhannes Sigvaldason (1985) *Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfænað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfænað*. Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík.
- Grétar Hrafn Harðarson (2014) *Pátttaka Lbhí í umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012 - 2021. Skýrsla fyrir árið 2013*. Landbúnaðarháskóli Íslands.
- Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson, & Páll A. Pálsson (1981) *Flúoreitrun í búfé*. Ráðunautafundur, 178-187.
- Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. (2001) *Rannsóknir á straumum, umhverfispáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000*. Hafrannsóknarstofnun Fjölnir nr. 85, 1-136.
- Halldór P. Halldórsson og Óskar S. Gíslason (2014a) *Mengunarálag í vistkerfi sjávar utan við Grundartanga og Katanes í Hvalfirði vaktað með hjálp kræklinga. Undirbúningur búra, meðhöndlun og ræktun kræklinga í búrum*. Rannsóknarsetur Háskóla Íslands á Suðurnesjum.
- Halldór P. Halldórsson og Óskar S. Gíslason (2014b) *Mengunarálag í botnseti utan við Grundartanga í Hvalfirði. Undirbúningur og sýnatökur með botngreip*. Rannsóknarsetur Háskóla Íslands á Suðurnesjum.
- Helga Dögg Flosadóttir (2014) *Umhverfissvöktun í Hvalfirði. Ferksvatnsmælingar 2013*. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Hermann Þórðarson (2014) *Umhverfissvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Janúar – desember 2013*. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Horntvedt og Øyen (1994) *Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk*. Kafli 6 í Norsk aluminiumsindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primaæraluminiumsverk i Norge. Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat (AMS) Oslo.
- Hrönn Ólína Jörundsdóttir, Natasa Desnica, Púriður Ragnarsdóttir og Helga Gunnlaugsdóttir (2014). *Könnun á ólífrænum snefilefnum og arómatískum fjölhringjum (PAH) í kræklingi og seti við Grundartanga, Hvalfirði, 2013*. Skýrsla Matís 06-14.
- Kristín Ólafsdóttir og Aðalheiður Dóra Albertsdóttir (2014) *PAH-efni (Fjölarómatísk kolvatnsefni) í kræklingi og seti frá Hvalfirði 2013*. Rannsóknarstofa í lyfja- og eiturefnafræði.

- Liteplo, R., Gomes, R., Hower, P., Malcolm, H. (2002) *Fluorides. Environmental Health Criteria* 227. World Health Organization.
- 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.
- National Research Council (1974) *Effects of Fluorides in Animals*. National Academy of Science, National Academies Press, bls. 22-26.
- Norðurál Grundartanga ehf. (2013) *Grænt bókhald 2012*. Sótt 24. mars 2014:
http://ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2012/Nordural_gr_bokh_2012.pdf
- Ongstad, Stoll og Aasland (1994) *The Norwegian aluminium industry and the local environment. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway*. Summary report.
- Ólöf G. Sigurðardóttir (2014) *Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga*. Tilraunastöð Háskóla Íslands, Keldum.
- Páll A. Pálsson (1995) *Flúormengun og álver, flúormagn í dýrabeinum í grennd við álverið í Straumsvík árin 1967-1991*. Búnaðarrit (108), bls 245-257.
- Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard, & R Sulzberger (1970) *Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna*. Iðnaðarnáðuneytið, Reykjavík.
- Sigurður H. Magnússon (2013) Þungmálmar og brennisteinn í mosa á Íslandi 1990-2010: áhrif iðjuvera. Unnið fyrir Rio Tinto Alcan á Íslandi hf., Norðurál ehf., Elkem Ísland ehf. og Alcoa Fjarðarál. NÍ-13003
- Skipulagsstjóri ríkisins (1996) *Mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 63/1993. Álver á Grundartanga. Bygging álvers, lagning háspennulínu og stækkun Grundartangahafnar. Niðurstöður frumathugunar og úrskurður Skipulagsstjóra ríkisins*. Sótt 10. mars 2011:
[http://www.skipulagsstofnun.is/focal/webguard.nsf/key2/sasn6l6kmf.html/\\$File/MAT151.PDF](http://www.skipulagsstofnun.is/focal/webguard.nsf/key2/sasn6l6kmf.html/$File/MAT151.PDF)
- Starri Heiðmarsson (2012) *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2006-2011*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-12003
- SFT, Statens forurensningstilsyn (Norwegian Pollution Control Authority) (2007) Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter*. 2229/2007, 12p.
- Umhverfissvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012-2021. Sótt í febrúar 2013:
<http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Maelingar/alver/Grundartangi%20V%C3%B6ktunar%C3%A1%C3%A6tlun%202012-2021.pdf>
- Veðurstofa Íslands (2014) *Tíðarfar árið 2013*. Sótt 13. mars 2014 af: <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/nr/2816>
- Vikøren, Turid og Stuve, Gudbrand (1996) Fluoride exposure in cervids inhabiting areas adjacent to aluminum smelters in Norway. II. Fluorosis. *Journal of Wildlife Diseases* 32(2), bls. 181-189.
- Weinstein L.H og Davison A.W (2004) *Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

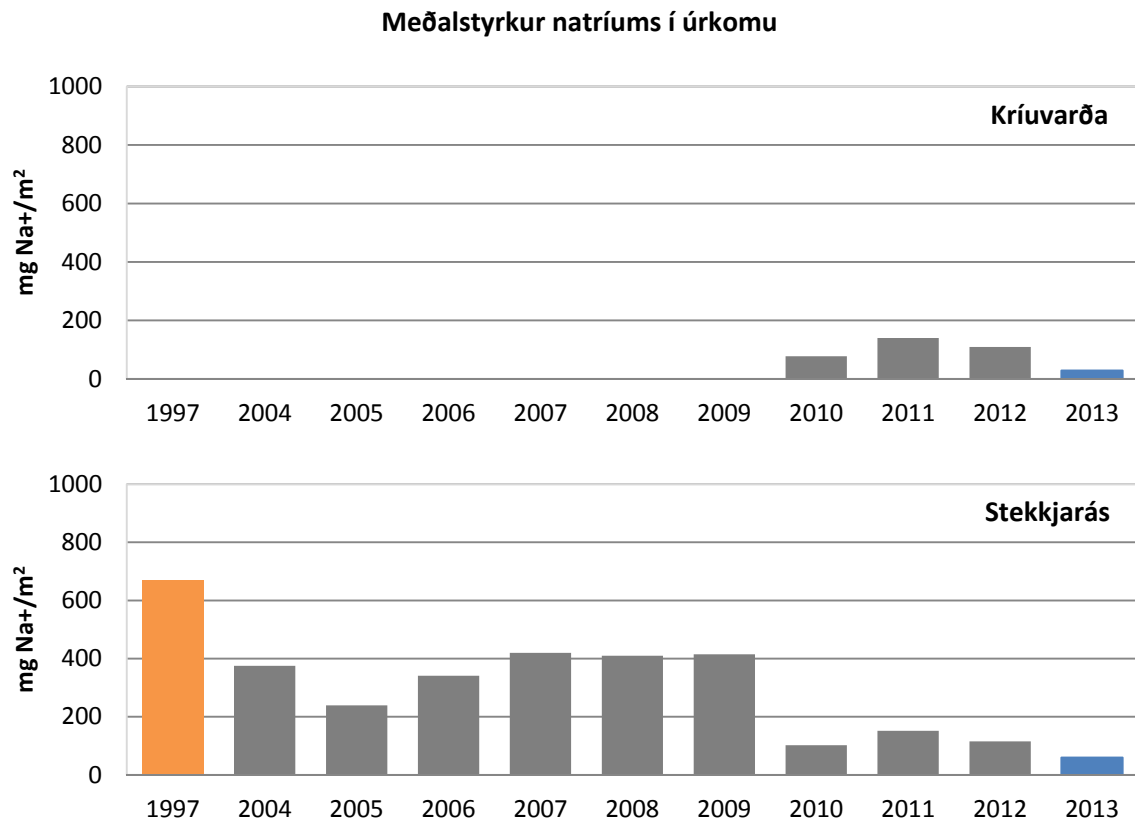
VIÐAUKI I: ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR

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

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

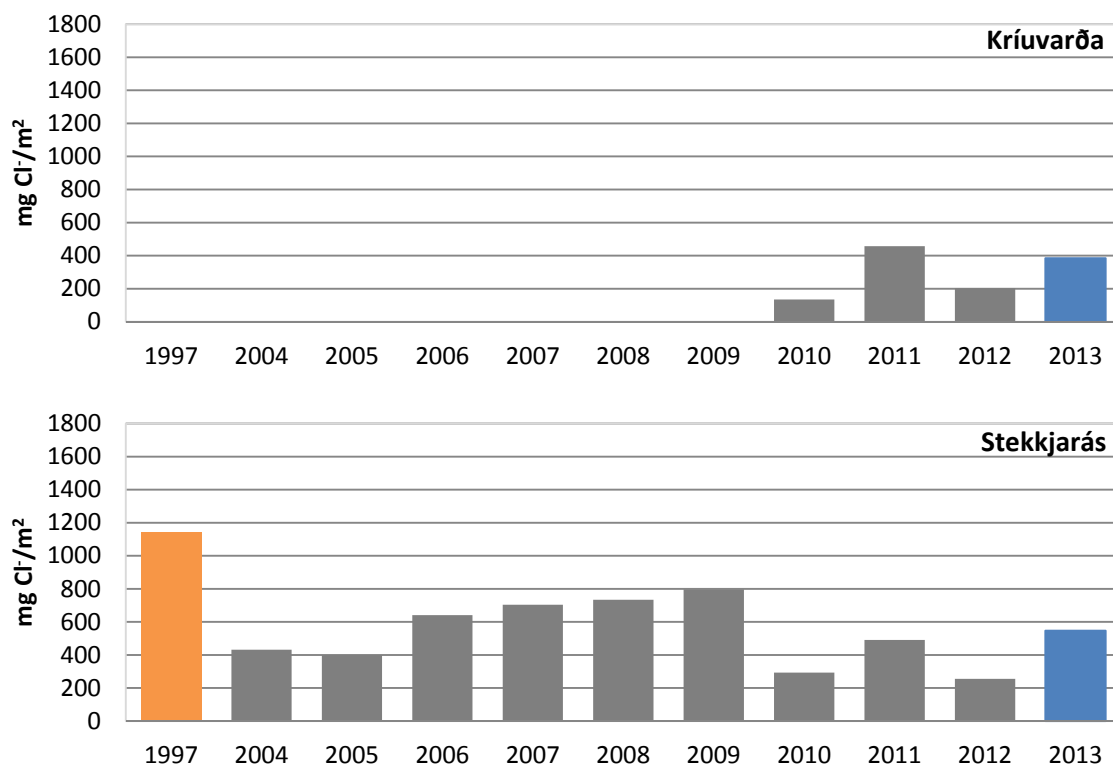
VIÐAUKI II: VÖKTUN LOFTGÆÐA

Meðalstyrkur natríums og klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu 2010 – 2013 og á Stekkjarási 1997 og 2004 – 2013 er birtur hér að neðan. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2003.



Mynd II. 1: Meðalstyrkur natríums í úrkomu að Kríuvörðu 2010 – 2013 og á Stekkjarási 1997 og 2004 - 2013

Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu



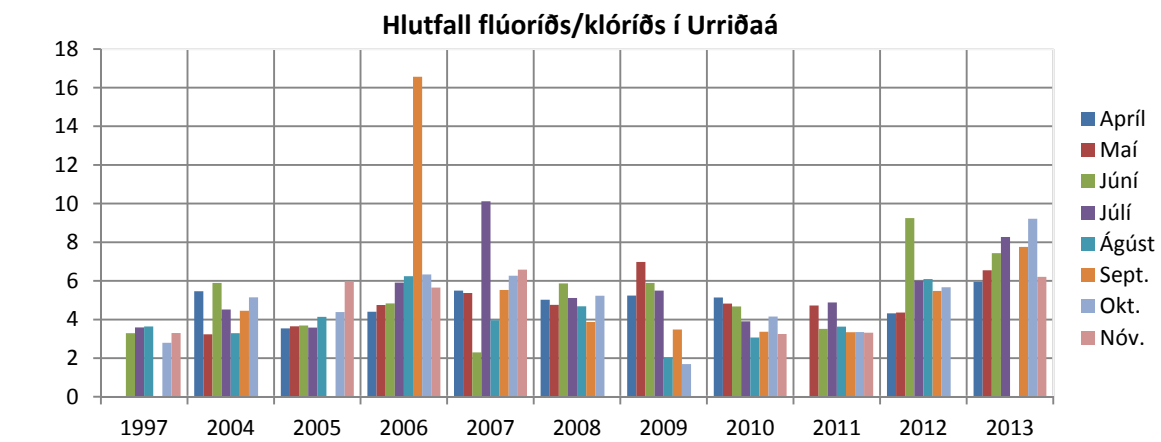
Mynd II. 2: Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu 2010 – 2013 og á Stekkjarási 1997 og 2004 - 2013

VIÐAUKI III: VÖKTUN FERSKVATNS

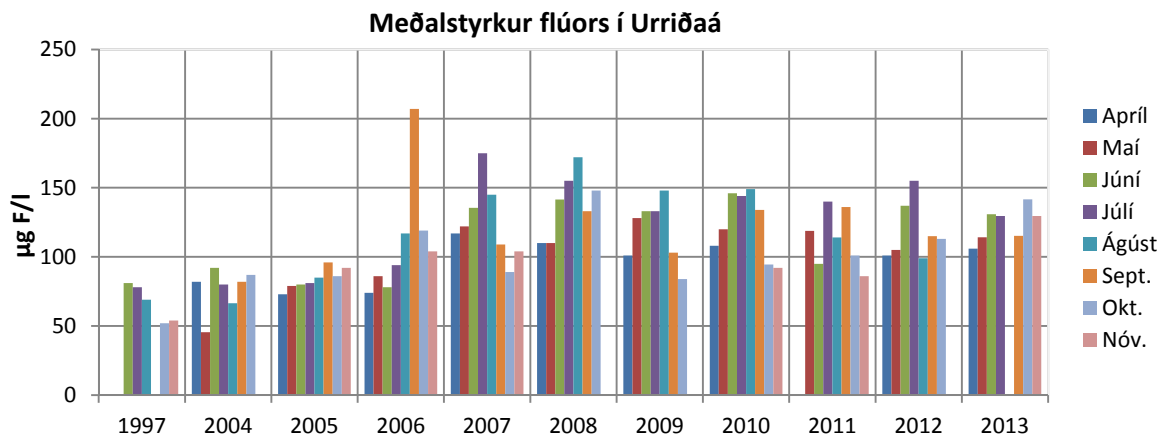
Áhrifa frá sjó getur gætt í mælingum á magni flúors og súlfats í vöktunaránum. Það byggir á því að klóríð, súlfat og flúor berst í grunnrennsli áa nálægt sjó. Styrkur klóríðs er mældur til þess að meta þessi áhrif og hlutfall flúors og klóríðs auk hlutfalls súlfats og klóríðs reiknuð. Í viðauka III.I má sjá niðurstöður vegna flúormælinga fyrir árin 1997 og 2004-2013, í viðauka III.II má sjá niðurstöður súlfatmælinga fyrir árin 1997 og 2004-2013 og í viðauka III.III eru tölfræðiniðurstöður fyrir ferskvatn. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2003.

III.I: FLÚOR OG FLÚOR/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRIÐAÁ

Á myndum III.1 og III.2 má sjá að mestu áhrifa frá sjó árið 2013 gætti í apríl, en minnst í október.



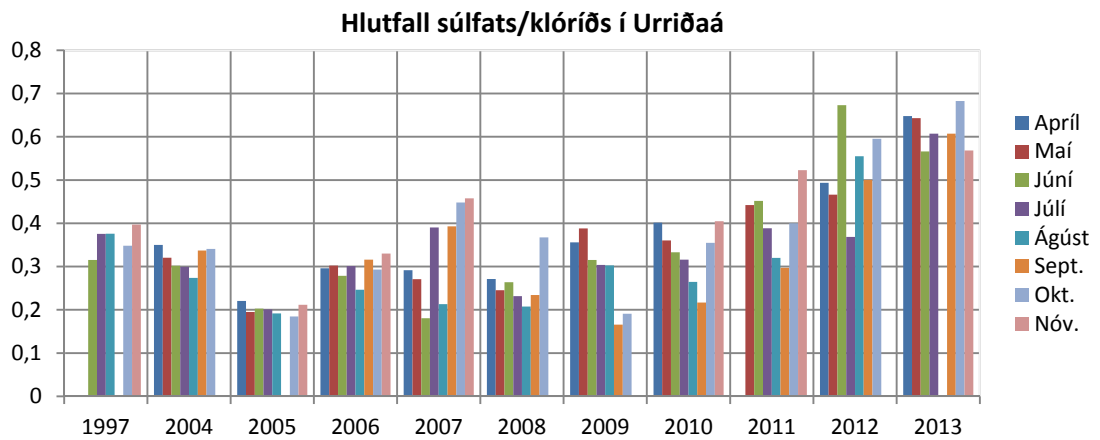
Mynd III. 1: Hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar



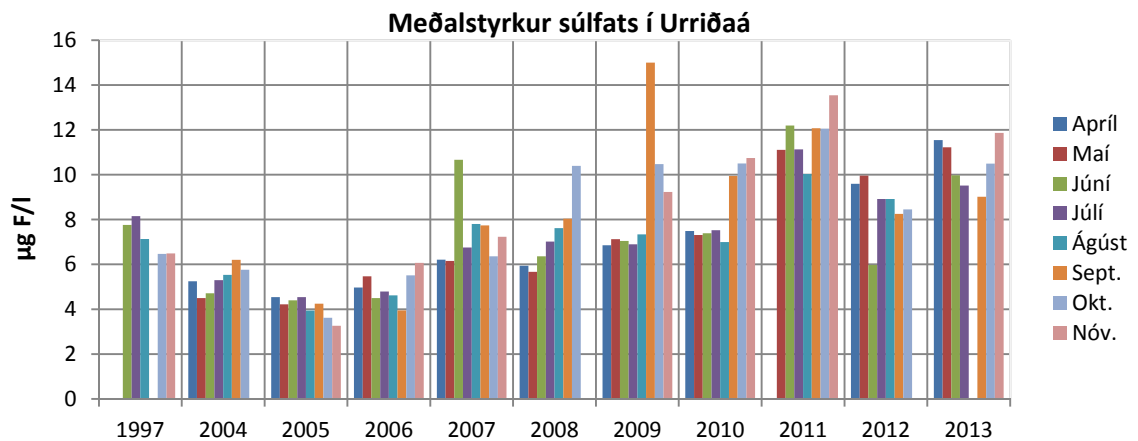
Mynd III. 2: Meðalstyrkur flúors í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

III.II: SÚLFAT OG SÚLFAT/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRIÐAÁ

Á myndum III.3 og III.4 má sjá að mestu áhrifa frá sjó gætti í júní, en minnst í október árið 2013.



Mynd III. 3: hlutfall súlfats/klóríðs í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

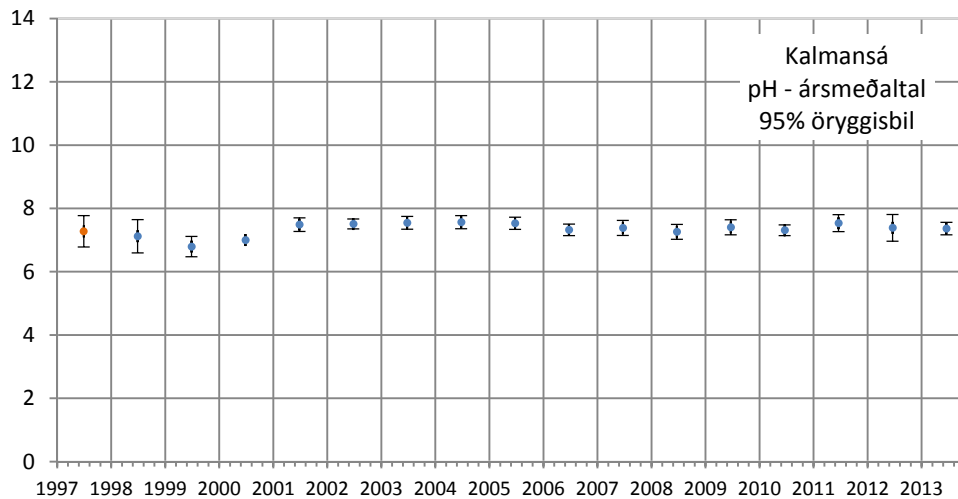


Mynd III. 4: Meðalstyrkur súlfats í hverjum mánuði í Urriðaá árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

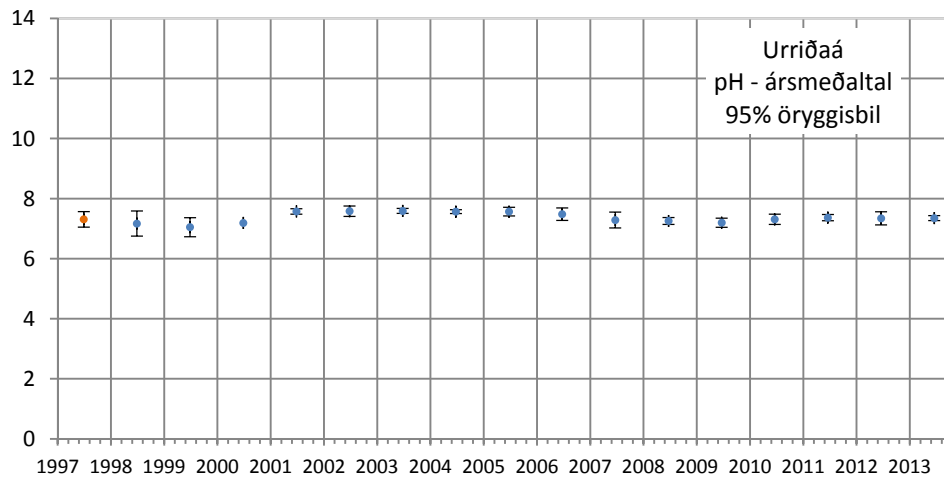
III.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR FERSKVATNS

Umhverfissvöktun fyrir ferskvatn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2013 var gerð tölfræðigreining á mælaniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk.

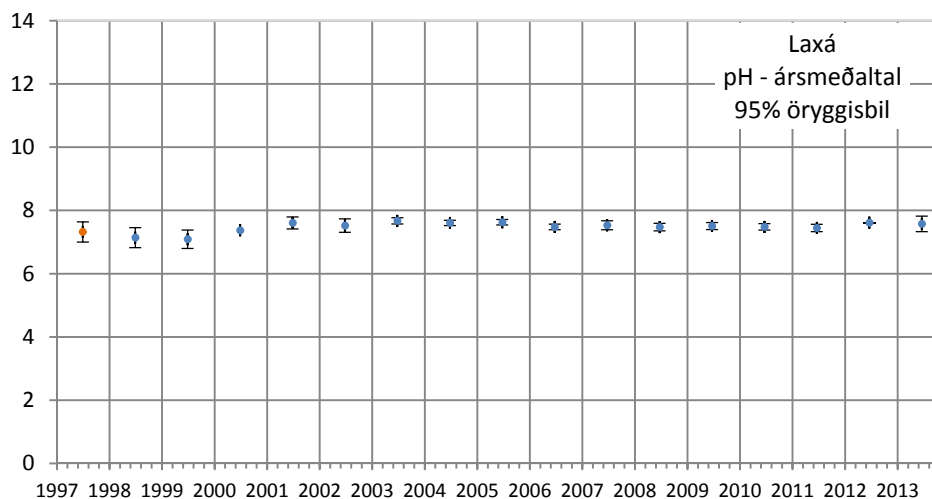
Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir ferskvatn árin 1997 – 2013 eru birt hér að neðan. Myndir III.5 – III.9 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi vöktunaránna frá árunum 1997 – 2013.



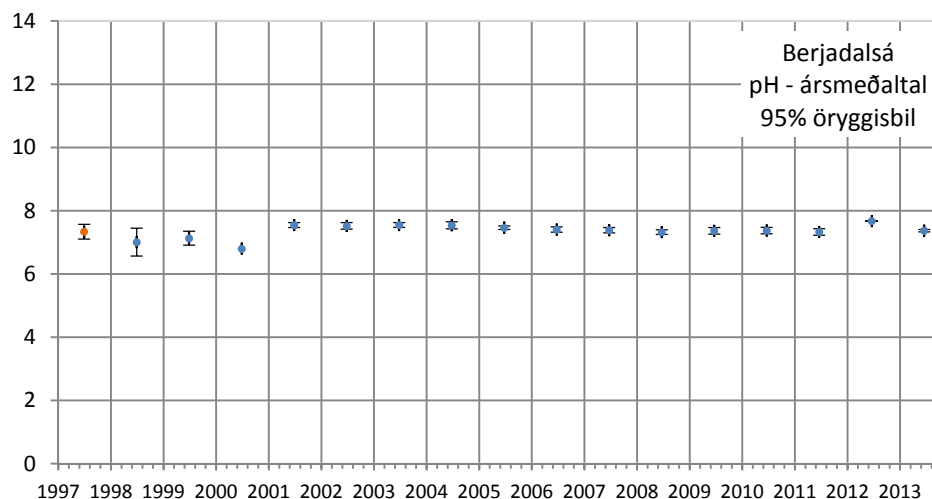
Mynd III. 5: Meðaltal sýrustigs í Kalmansá mælt 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum



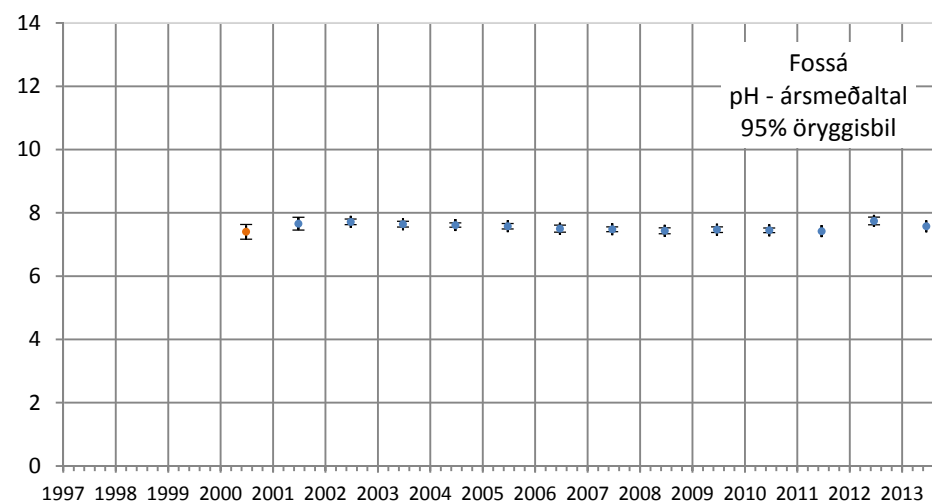
Mynd III. 6: Meðaltal sýrustigs í Urriðaa mælt 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd III. 7: Meðaltal sýrustigs í Laxá mælt 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum

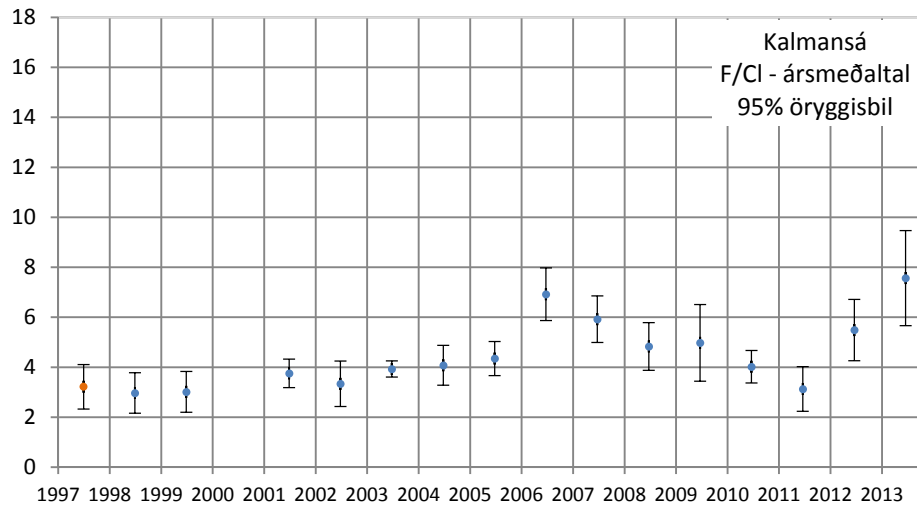


Mynd III. 8: Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá mælt 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum

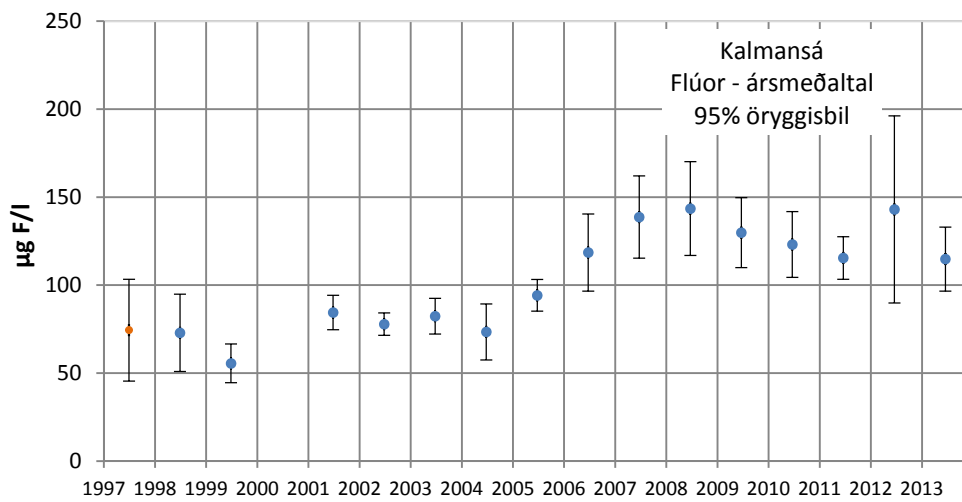


Mynd III. 9: Meðaltal sýrustigs í Fossá mælt 2000 - 2013 ásamt 95% öryggisbilum

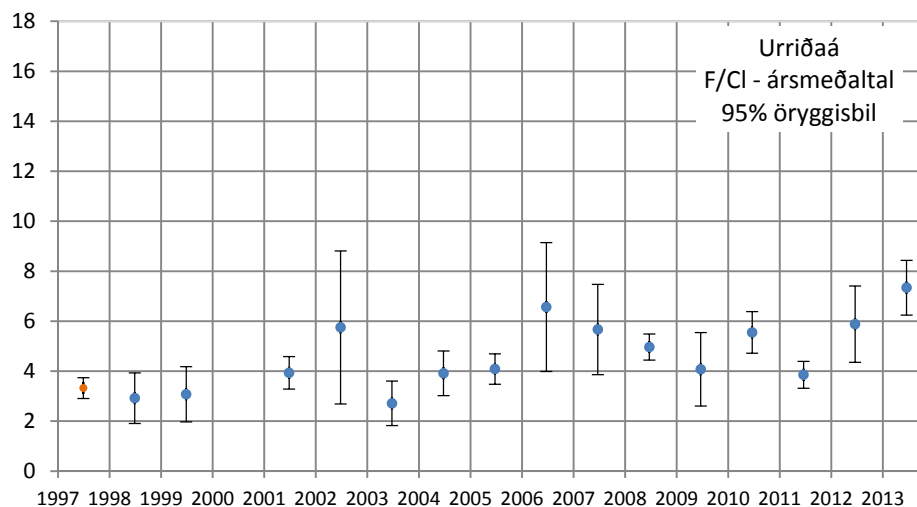
Á myndum III.10 – III.19 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð-hlutfalli og mældum flúorstyrk í vöktunaránum.



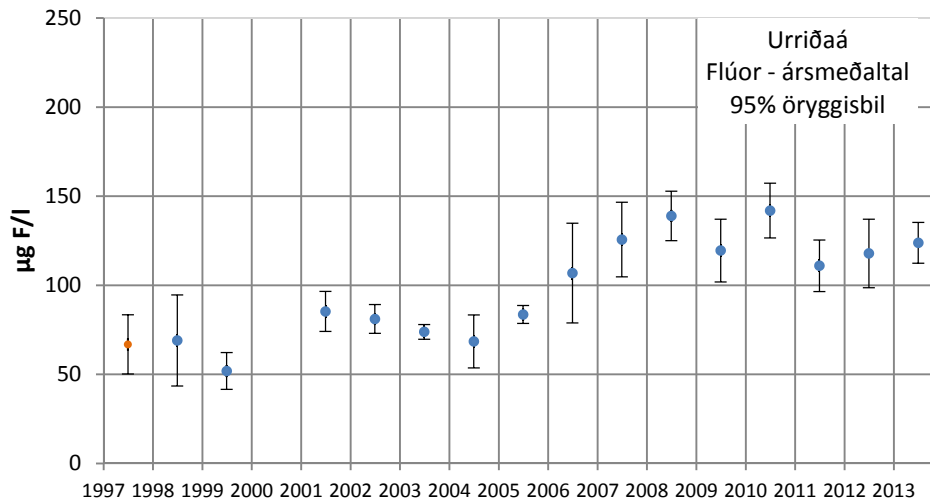
Mynd III. 10: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



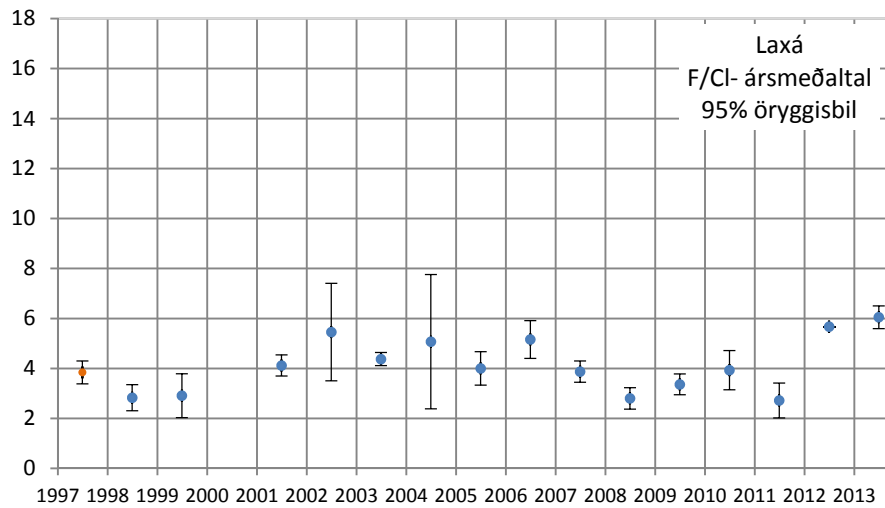
Mynd III. 11: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum



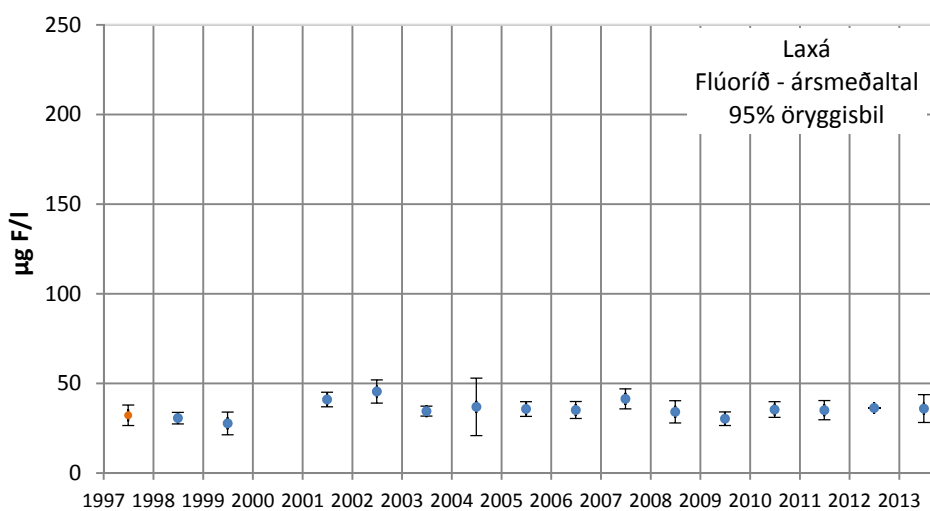
Mynd III. 12: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum



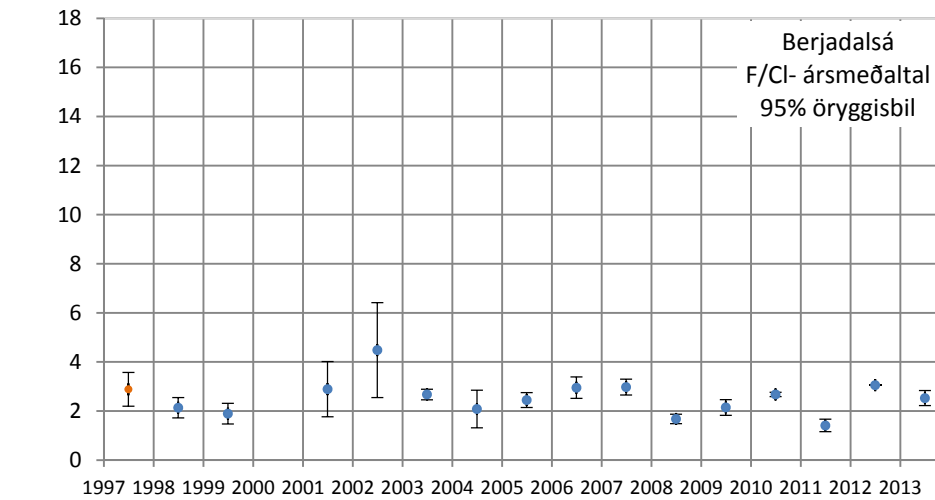
Mynd III. 13: Meðalstyrkur flúors í Urriðaa ásamt 95% öryggisbilum



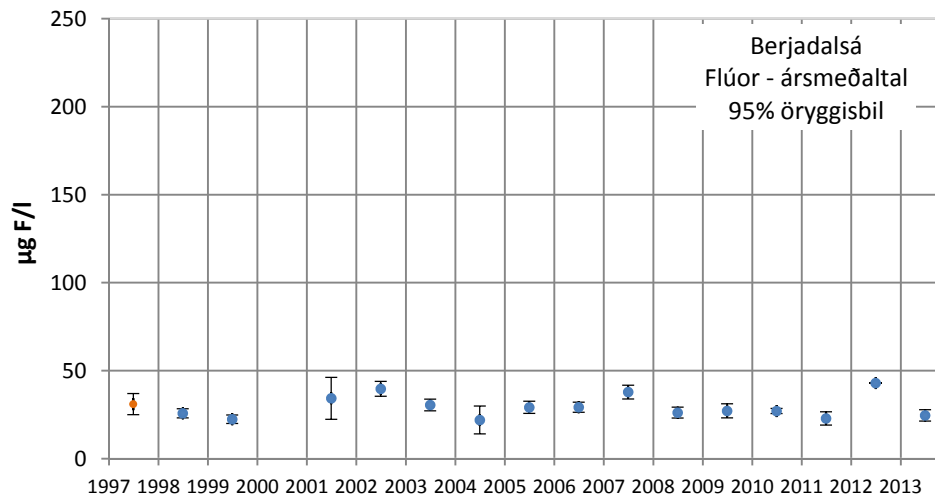
Mynd III. 14: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Laxá ásamt 95% öryggisbilum



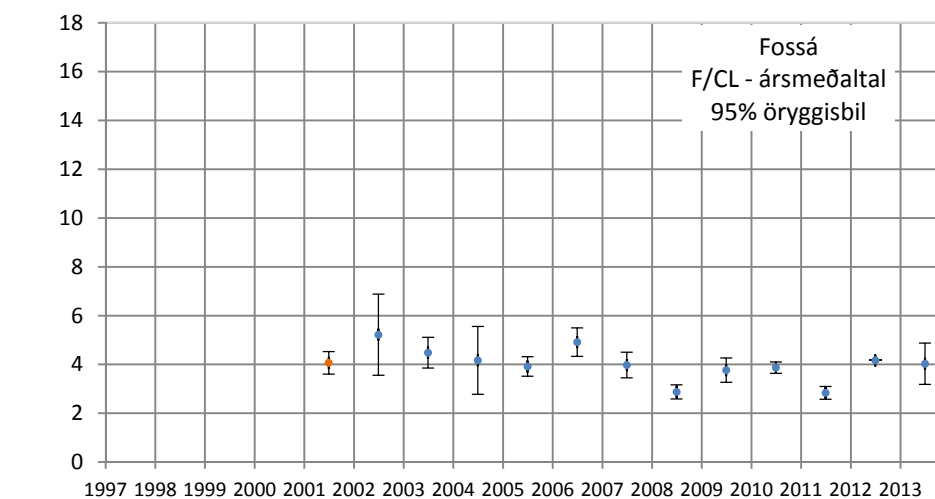
Mynd III. 15: Meðalstyrkur flúors í Laxá ásamt 95% öryggisbilum



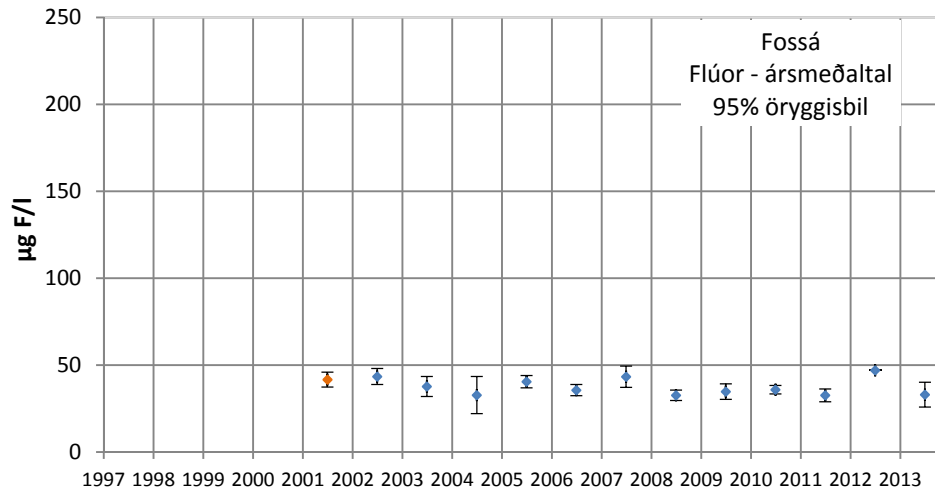
Mynd III. 16: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum



Mynd III. 17: Meðalstyrkur flúors í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum



Mynd III. 18: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Fossá ásamt 95% öryggisbilum



Mynd III. 19: Meðalstyrkur flúors í Fossá ásamt 95% öryggisbilum

VIÐAUKI IV: VÖKTUN LÍFRÍKIS SJÁVAR OG SJÁVARSETS

IV.I: DÁNARTÍÐNI

Í töflu IV. 1 má sjá samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra einstaklinga (kræklingar) í búrum á hverjum vöktunarstað.

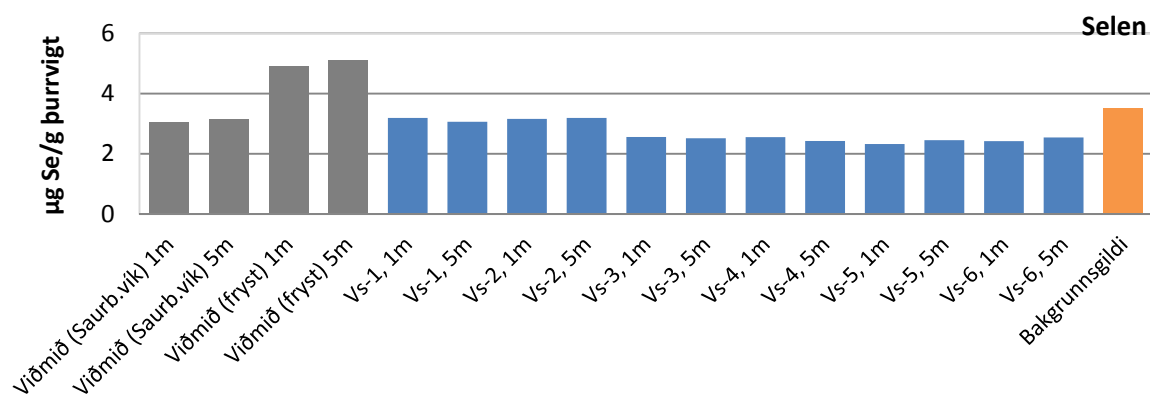
Tafla IV. 1: Samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra einstaklinga í búrum

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

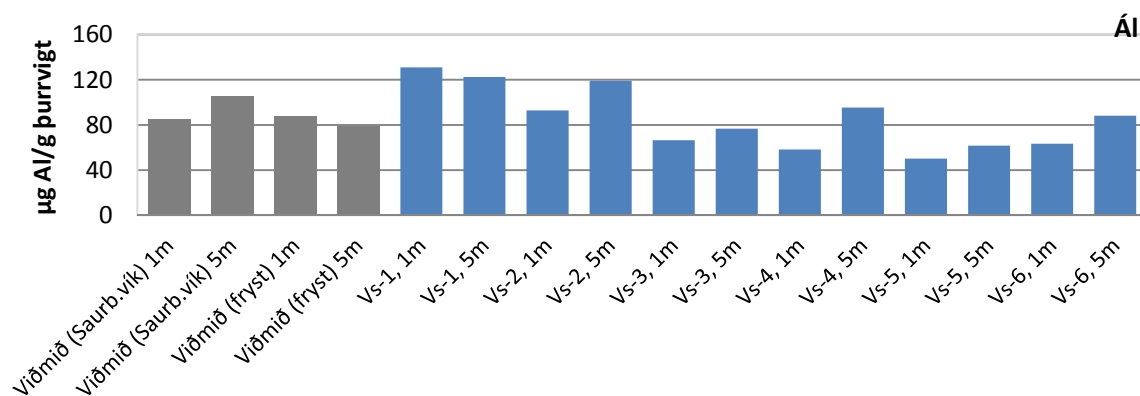
* Miðað við 120 kræklinga í byrjun

IV.II: MÆLINGAR Á STYRK ÓLÍFRÆNNA SNEFILEFNA Í KRÆKLINGI

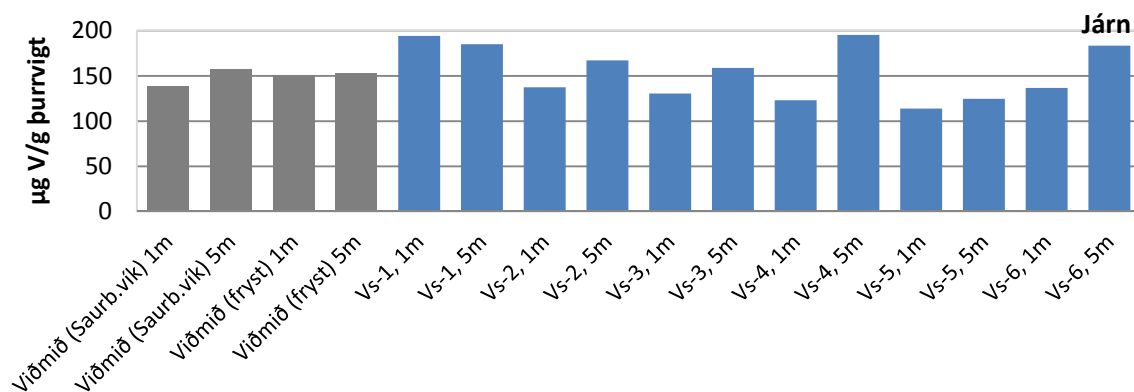
Niðurstöður mælinga á styrk selens, áls, járns og vanadíns í mjúkvæf kræklinga frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá á myndum IV. 1 – IV.4.



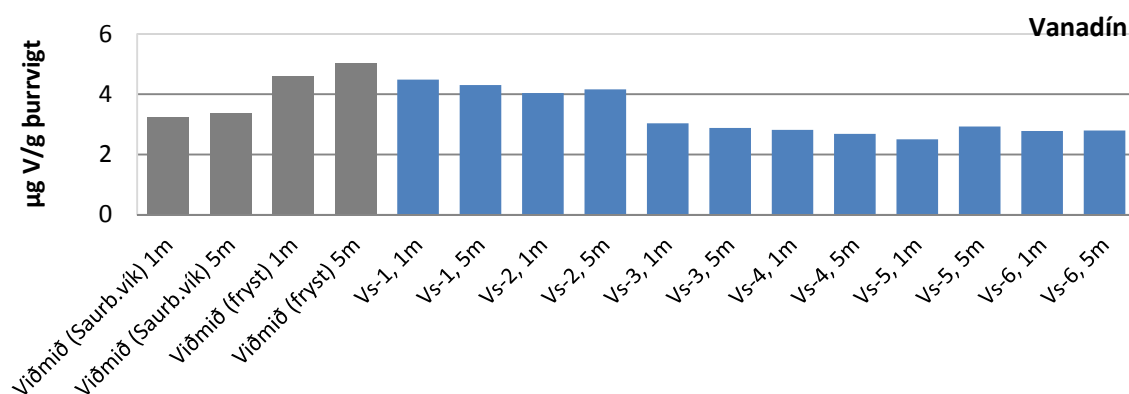
Mynd IV.1: Styrkur selens í mjúkvæf kræklinga 2013



Mynd IV.2: Styrkur áls í mjúkvæf kræklinga 2013



Mynd IV.3: Styrkur járnna í mjúkvæf kræklinga 2013



Mynd IV.4: Styrkur vanadíns í mjúkvæf kræklinga 2013

IV.III: MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA (PAH) Í KRÆKLINGI

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

Tafla IV. 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
naftalene	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
acenaftylene	< 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
acenaftene	< 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
fluorene	< 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
phenanthrene	0,98	0,55	0,79	0,73	0,74	0,69	0,89	0,60	0,70	0,63	0,65	0,76	0,65	0,63	0,98	1,0
anthracene	< 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
fluoranthene	1,3	1,0	1,2	1,5	1,1	1,1	1,7	1,1	0,97	1,1	1,0	1,2	1,1	0,81	1,3	1,7
pyrene	2,1	1,4	1,7	2,2	1,4	1,6	2,8	2,0	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,3	2,1	2,7
benz(a)anthracene	< 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
chrysene	< 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
benzo(b)fluoranthene	< 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
benzo(k)fluoranthene	< 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
benzo(e)pyrene	< 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
benzo(a)pyrene	< 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
perylene	1,6	1,2	1,4	1,6	1,0	1,7	2,6	1,8	1,6	1,7	2,3	2,4	2,4	1,7	1,6	2,0
indeno(1,2,3-cd)pyrene	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
dibenz(a,h)anthracene	< 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
benzo(ghi)perylene	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Summa 18 PAH efna**	4,8	4,2	5,1	6,0	4,2	5,1	7,9	5,4	5,0	5,2	5,6	6,2	5,9	4,4	6,0	7,4
% þurrvigt	16	15	19	18	19	18	18	18	19	18	21	21	17	17	20	19

*Blámerkt gildi eru gildi yfir magngreiningarmörkum

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

IV.IV: MÆLINGAR Á STYRK FJÖLHRINGJA KOLVATNSEFNA (PAH) Í SETI

Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í sjávarseti á öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá í töflu IV.3 og á myndum IV. 5 – IV.16, auk þess sem norsk viðmiðunargildi fyrir PAH mengun í seti eru sýnd í töflu IV.4.

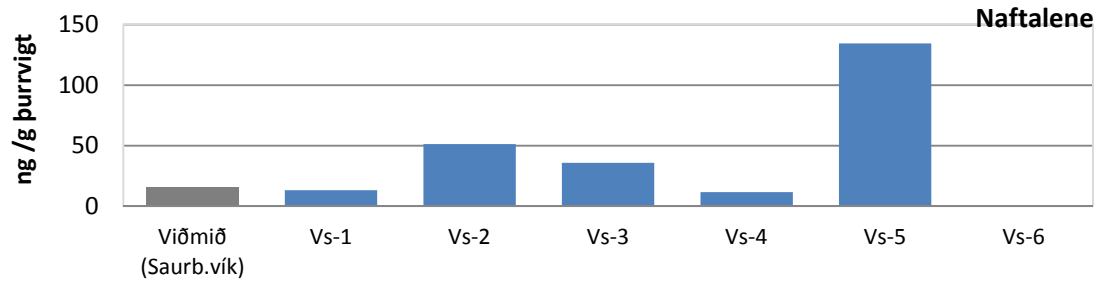
Tafla IV. 3: Styrkur PAH efna í ng/g (þurrvigt) í seti eftir vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum

Efni	Vs-1,	Vs-2,	Vs-3,	Vs-4,	Vs-5,	Vs-6,	Saurbæjarvík
naftalene	13,2	51,4	35,9	11,7	134	<6	16,1
acenaftylene	1,5	2,5	1,5	<1	28,9	<1	1,6
acenaftene	4,3	12,8	27,3	3,1	28,0	<1	2,1
fluorene	4,5	14,6	19,2	1,2	77,4	<1	2,2
phenanthrene	21,0	74,0	99,2	1,5	414	<1	9,5
anthracene	6,0	23,1	28,4	<1	140	<1	3,0
fluoranthene	34,6	102	143	2,1	529	<1	20,5
pyrene	34,9	102	125	2,6	490	<1	21,9
benz(a)anthracene	25,2	64,8	82,8	1,4	284	<1	12,3
chrysene	19,9	51,6	64,2	1,2	201	<1	10,6
benzo(b)fluoranthene	21,2	52,2	61,0	2,0	153	<1	12,5
benzo(k)fluoranthene	9,3	24,1	28,9	1,1	85,7	<1	6,1
benzo(e)pyrene	16,9	41,5	45,6	1,8	120	<1	11,0
benzo(a)pyrene	22,1	45,6	60,4	1,5	191	<1	10,2
perylene	17,7	28,7	28,1	1,7	65,7	<1	33,0
indeno(1,2,3-cd)pyrene	19,2	44,6	56,4	2,1	152	<1	13,3
dibenz(a,h)anthracene	3,2	8,3	10,6	<1	25,8	<1	1,9
benzo(ghi)perylene	24,6	54,5	65,1	2,8	151	<1	16,9
Summa 18 PAH efna **	299	799	983	37,7	3271		205

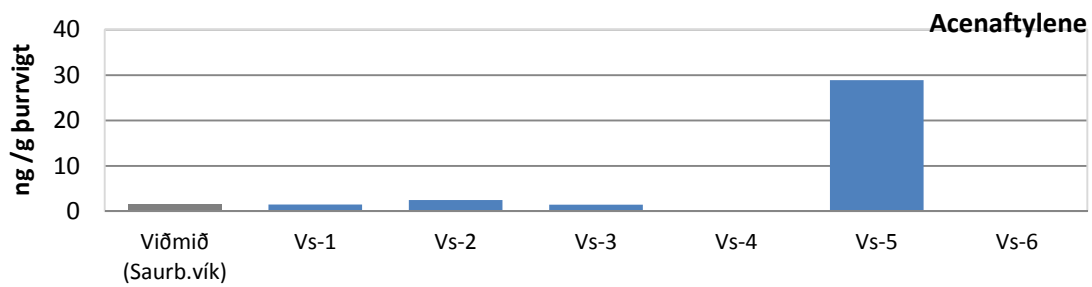
**Gildi undir greiningarmörkum eru sett jöfn og núlli í summu

Tafla IV. 4: Ástandsflokkun með tilliti til norskra viðmiða um áhrif á lífríki sjávarsets

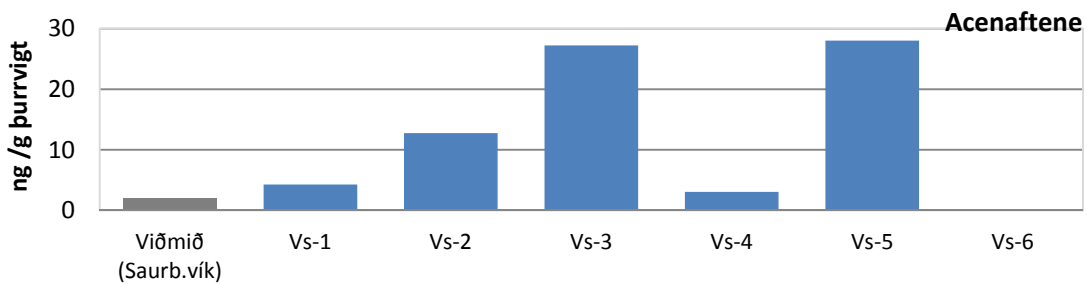
	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dárlig	Svært dárlig
PAH					
Naftalen (µg/kg)	<2	2 - 290	290 - 1000	1000 - 2000	>2000
Acenaftylene (µg/kg)	<1.6	1.6 - 33	33 - 85	85 - 850	>850
Acenaften (µg/kg)	<4.8	2.4 - 160	160 - 360	360 - 3600	>3600
Fluoren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 260	260 - 510	510 - 5100	>5100
Fenantren (µg/kg)	<6.8	6.8 - 500	500 - 1200	1200 - 2300	>2300
Antracen (µg/kg)	<1.2	1.2 - 31	31 - 100	100 - 1000	>1000
Fluoranthén (µg/kg)	<8	8 - 170	170 - 1300	1300 - 2600	>2600
Pyren (µg/kg)	<5.2	5.2 - 280	280 - 2800	2800 - 5600	>5600
Benzo[a]antracen (µg/kg)	<3.6	3.6 - 60	60 - 90	90 - 900	>900
Chrysen (µg/kg)	<4.4	4.4 - 280	280 - 280	280 - 560	>560
Benzo[b]fluoranten (µg/kg)	<46	46 - 240	240 - 490	490 - 4900	>4900
Benzo[k]fluoranten (µg/kg)		<210	210 - 480	480 - 4800	>4800
Benzo(a)pyren (µg/kg)	<6	6 - 420	420 - 830	830 - 4200	>4200
Indeno[123cd]pyren (µg/kg)	<20	20 - 47	47 - 70	70 - 700	>700
Dibenzo[ah]antracen (µg/kg)	<12	12 - 590	590 - 1200	1200 - 12000	>12000
Benzo[ghi]perylene (µg/kg)	<18	18 - 21	21 - 31	31 - 310	>310
PAH16 1) (µg/kg)	<300	300 - 2000	2000 - 6000	6000 - 20000	> 20000



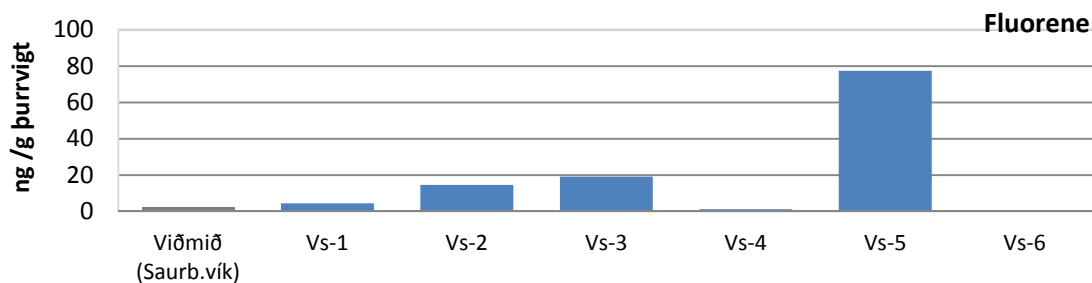
Mynd IV.5 Naftalene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



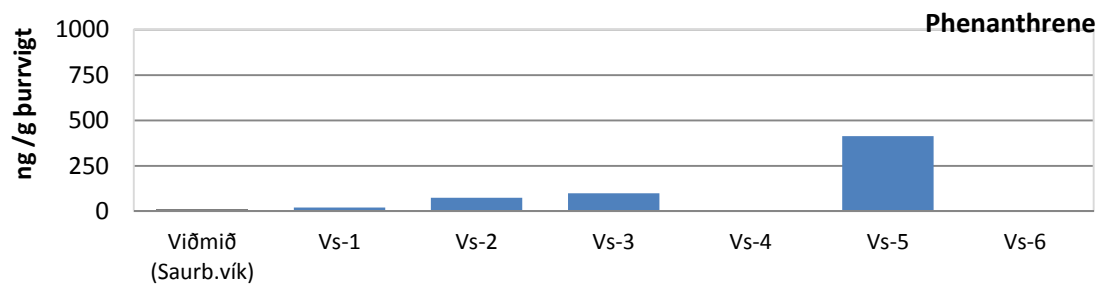
Mynd IV.6 Acenaftylene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



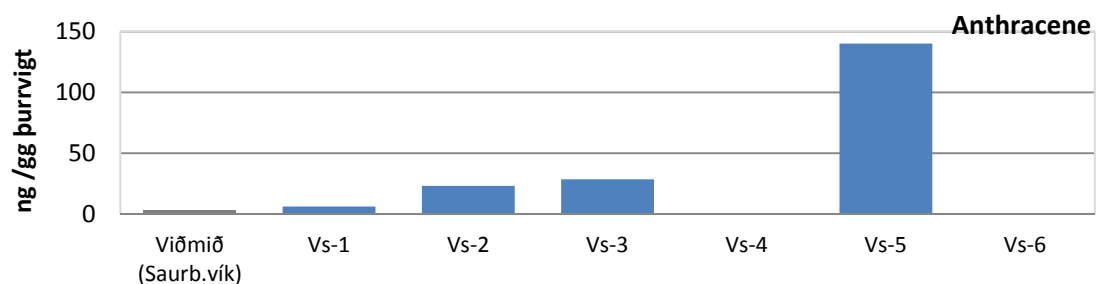
Mynd IV.7 Acenaftene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



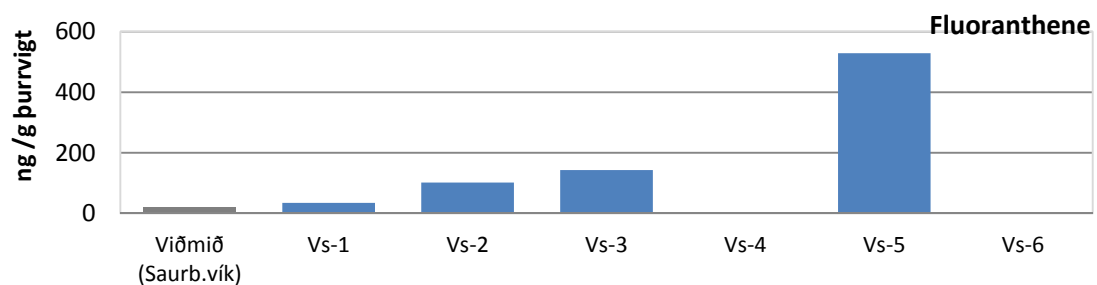
Mynd IV.8 Fluorene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



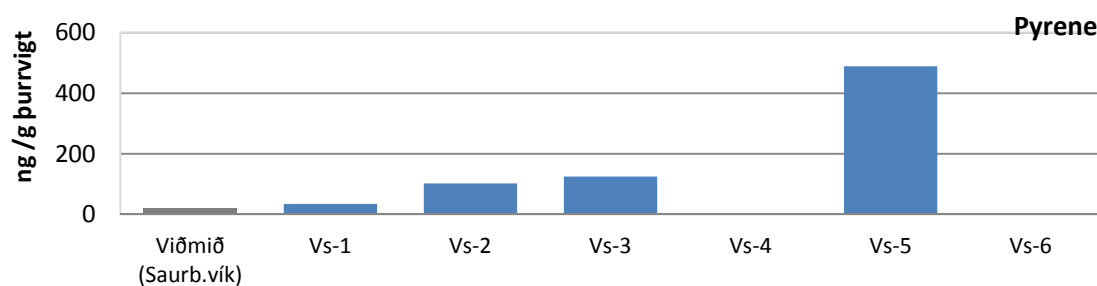
Mynd IV.9 Phenanthrene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



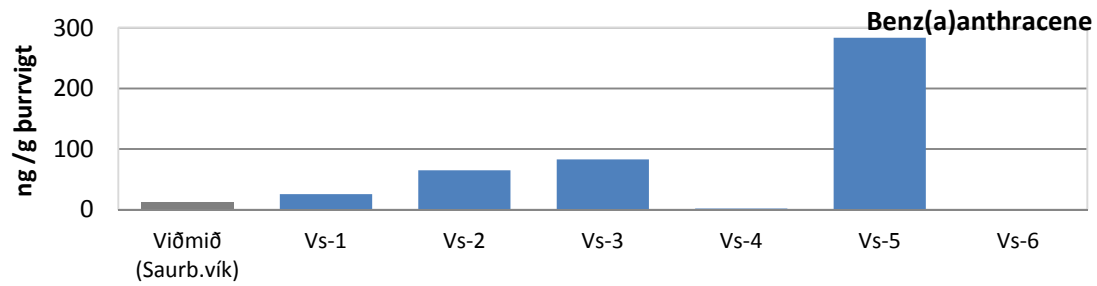
Mynd IV.10 Anthracene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



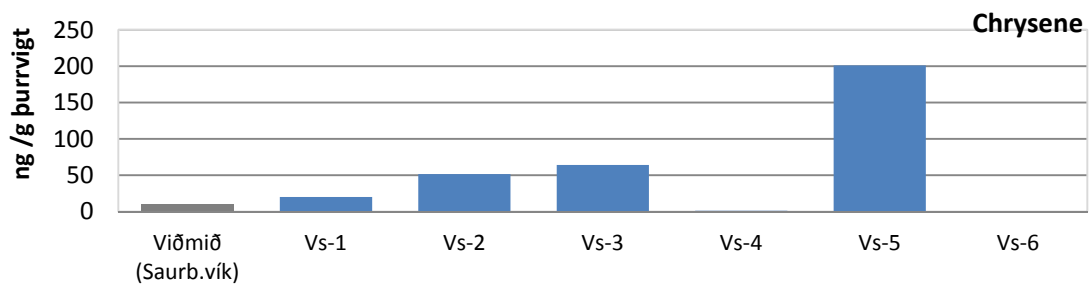
Mynd IV.11 Fluoranthene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



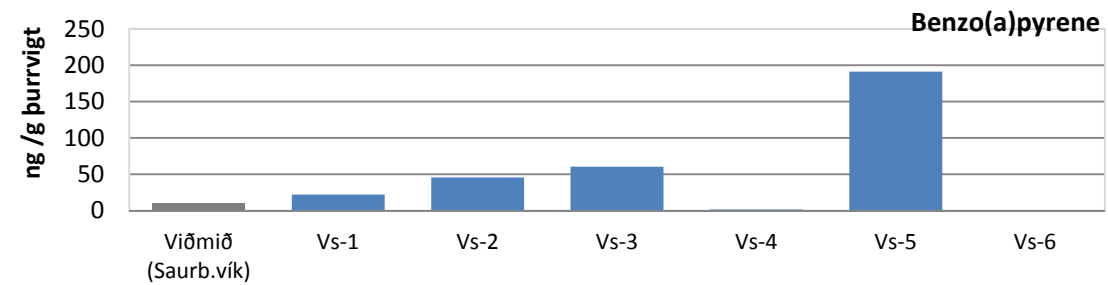
Mynd IV.12 Pyrene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



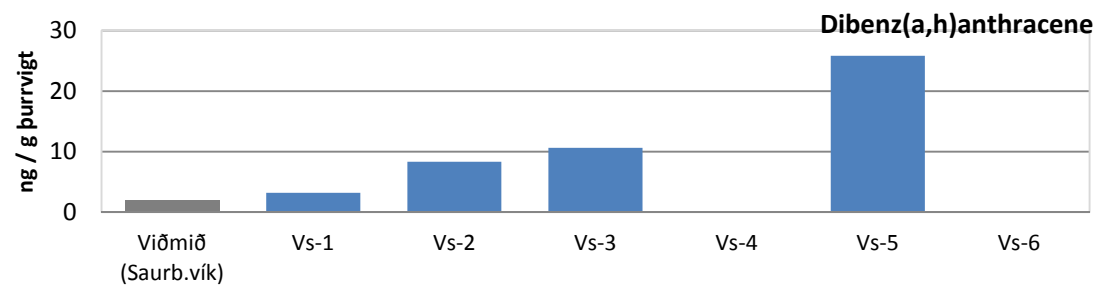
Mynd IV.13 Benz(a)anthracene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



Mynd IV.14 Chrysene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



Mynd IV.15 Benzo(a)pyrene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013



Mynd IV.16 Dibenzo(a,h)anthracene í sjávarseti á vöktunarstöðum 2013

IV.V: STAÐSETningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnsets

Númer stöðva, GPS staðsetningar botngreipastöðva við Grundartanga og viðmiðunarstaðar í Saurbæjarvík, dýpi og lýsingu á stöðvum og setsýnum má sjá í töflu IV.4.

Tafla IV.4 Staðsetningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnsets við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

Stöð	N-breidd	V-breidd	Lýsing á stöðvum	Dýpi árið 2013 faðmar / metrar	Lýsing á seti
1	64°21,631'	21°45,376'	Utan við grynningar út af Katanesi	7,9 / 14,2	Nokkuð fínt set. Öðuskeljar, slöngustjörnur ofl. Tvær greipar teknar
2	64°21,551'	21°46,350'	Um 200 m austan við bryggjukant Grundartangahafnar	5,6 / 10,1	Fínt set, gott sýni
3	64°20,998'	21°47,203'	Um 650 m vestan við grjótagarð kerbrotagryfju	8,0 / 14,4	Fínt set en töluvert af kóralþörungum (Lithothamnium) Tvær greipar teknar
4	64°20,029'	21°49,030'	Um 3 km vestan við verksmiðjussvæðið á Grundartanga, við Galtarvíkurhöfða	7,5 / 13,5	Sandur/gróft set
5	64°21,690'	21°44,842'	Utan við Katanes, um 450 m austan við stöð 1	8,1 / 14,6	Fínt set + skeljabrot og kóralþörungar Tvær greipar teknar
6	64°21,178'	21°47,005'	Um 200 m vestan við grjótagarð kerbrotagryfju	7,0 / 12,6	Sandur/gróft set. Prófað utar en ekki finna set þar (dýpi 18m: 64°21,186'; 21°46,943' og 35m: 64°21,165'; 21°46,782')
Viðmið	64°24,044'	21°35,800'	Í Saurbæjarvík, um 8 km austan við Katanes	12-13 / 21,6-23,4	Fínt set, gott sýni

VIÐAUKI V: VÖKTUN GRÓÐURS

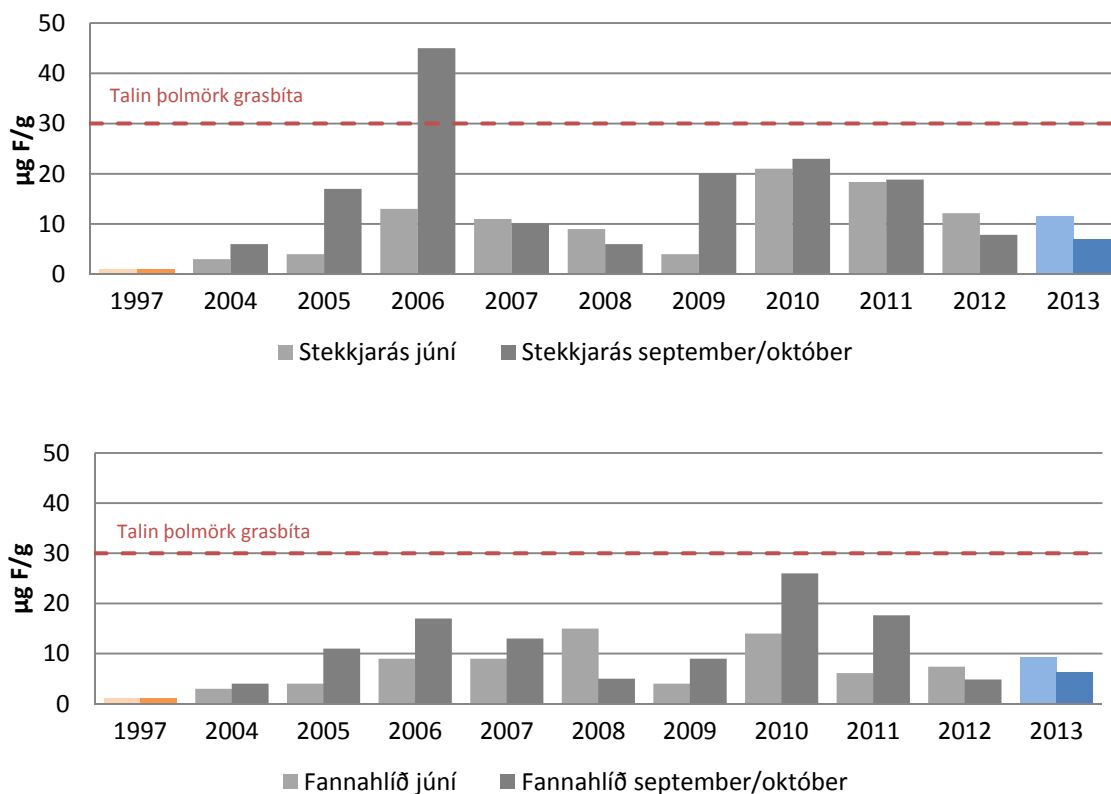
Niðurstöður frá umhverfismælingum gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum V.I og V.II. Niðurstöður tölfraðigreiningar fyrir umhverfismælingu á gróðri frá árunum 1997 til 2013 má sjá í kafla V.III.

Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 64 sýnum af grasi og laufi (32 í hvorri sýnatökuferð) og 44 sýnum af barri. Heildarúrkoma fyrir sýnatökudag í júní var 1,3 mm, en ekkert rigndi daginn fyrir sýnatöku eða meðan á sýnatökunni stóð og vestlægir vindáttir voru ríkjandi. Vikuna fyrir sýnatöku í september mældist úrkoma samtals 43,1 mm en 10 mínútna mæling á úrkomu var þó alltaf innan við 10 mm. Tvo dagar fyrir sýnatöku var úrkoma lítil eða um 0,2 mm. Lítilsháttar úrkoma mældist daganna fyrir sýnatöku í nóvember.

V.I: FLÚOR Í GRASI

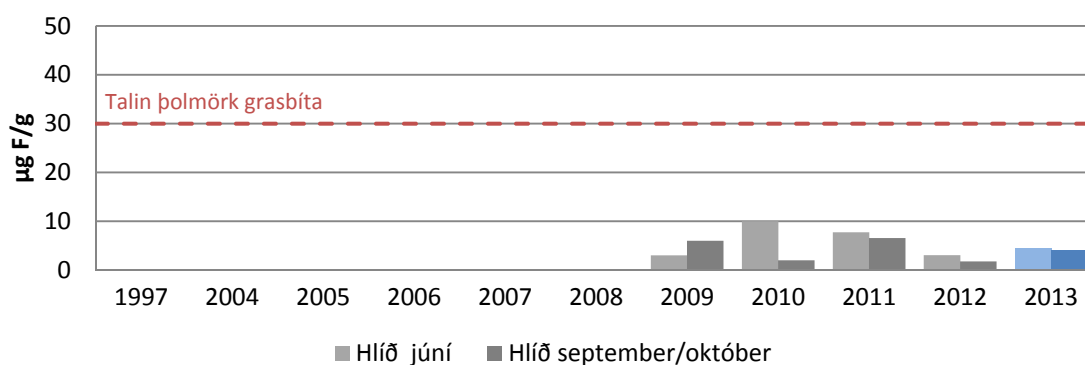
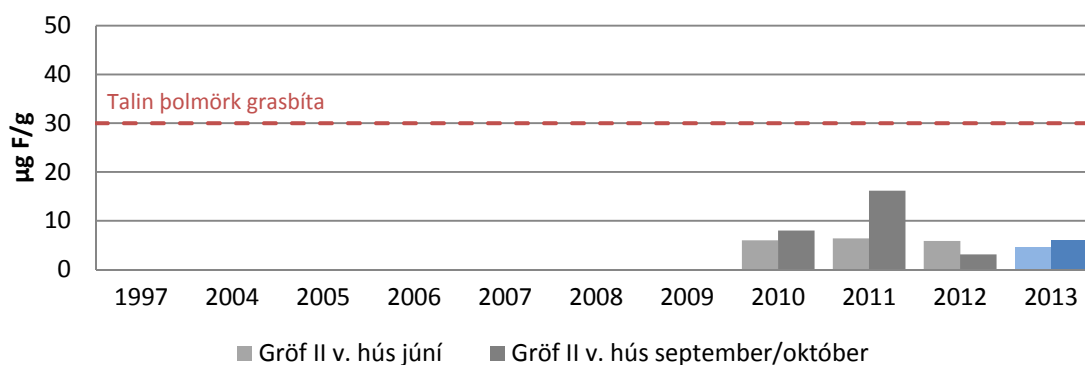
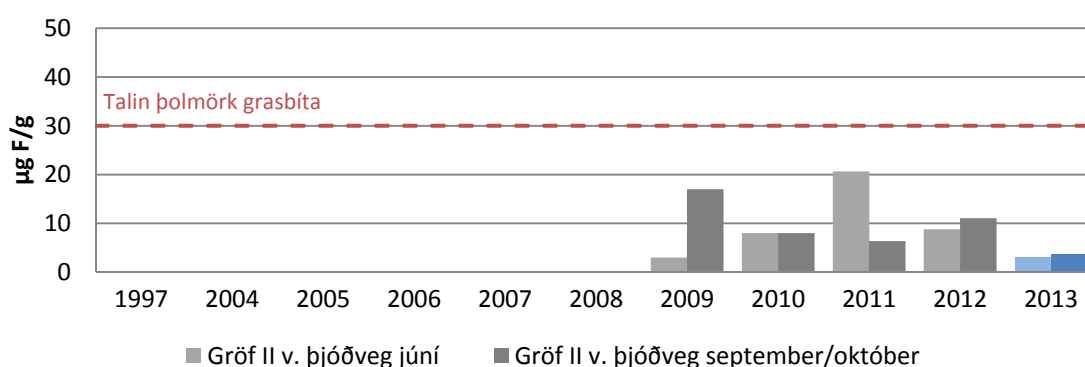
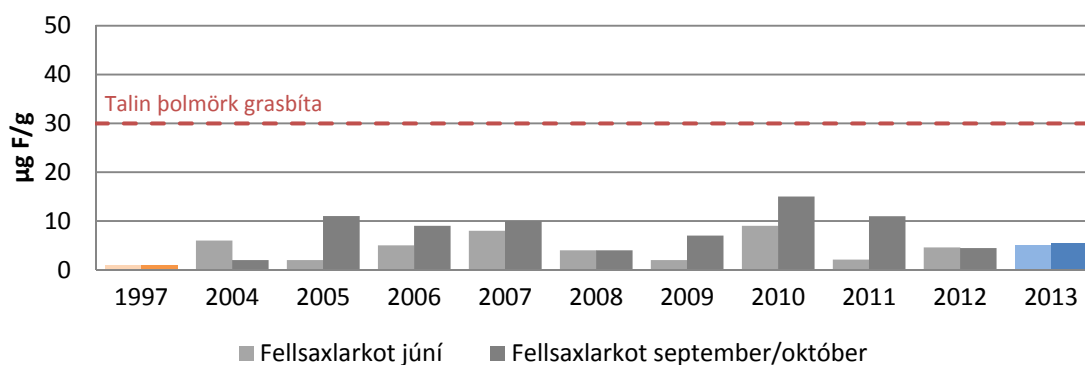
Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.1, fyrir árin 2004 – 2013 auk bakgrunnsgildis fyrir árið 1997 til viðmiðunar. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árána 1998 til 2003. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hefur verið mælt frá 2009, Gröf II við hús frá 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g.

Styrkur flúors í grasi



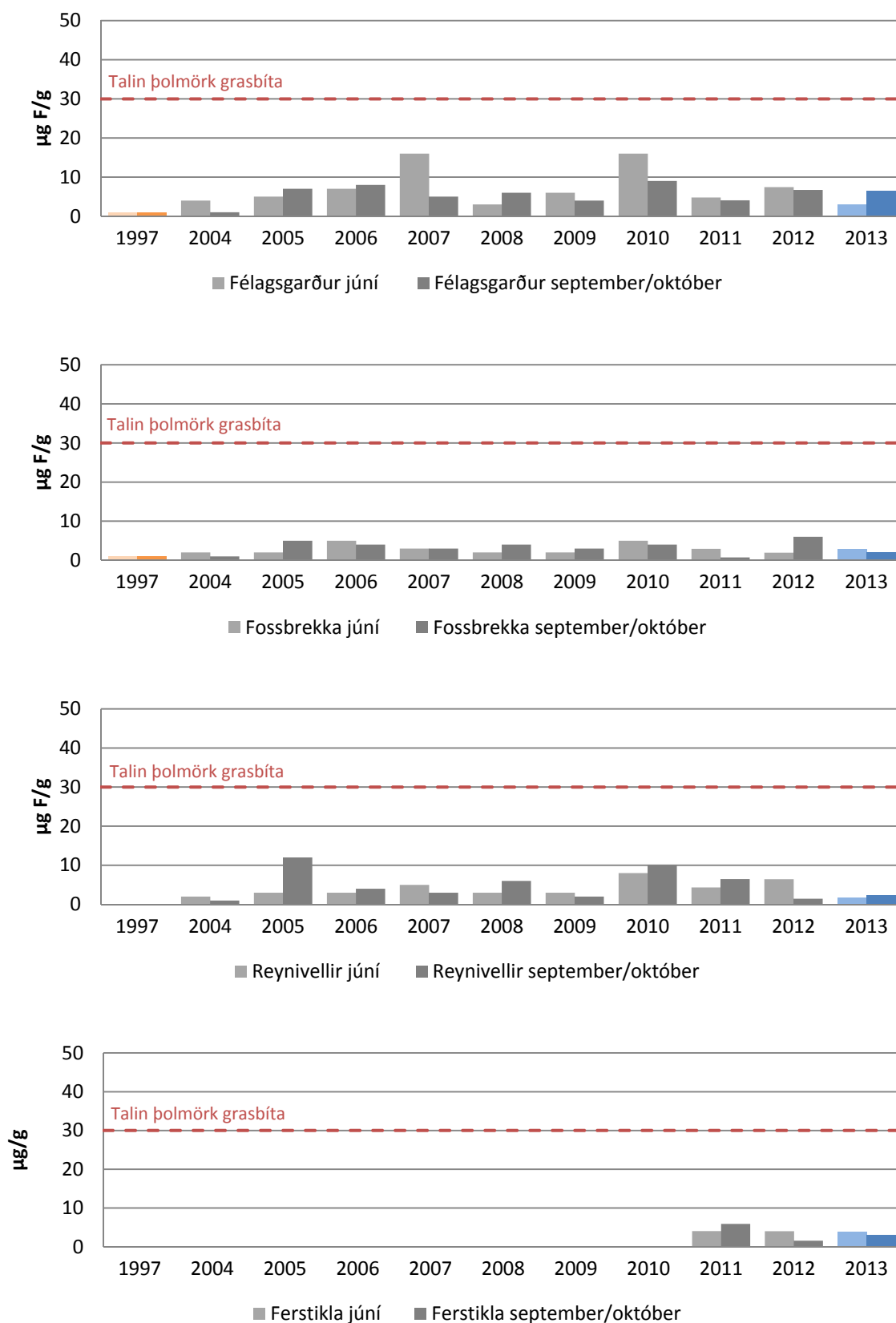
Mynd V.1: Styrkur flúors í grasi , vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Styrkur flúors í grasi (framhald)



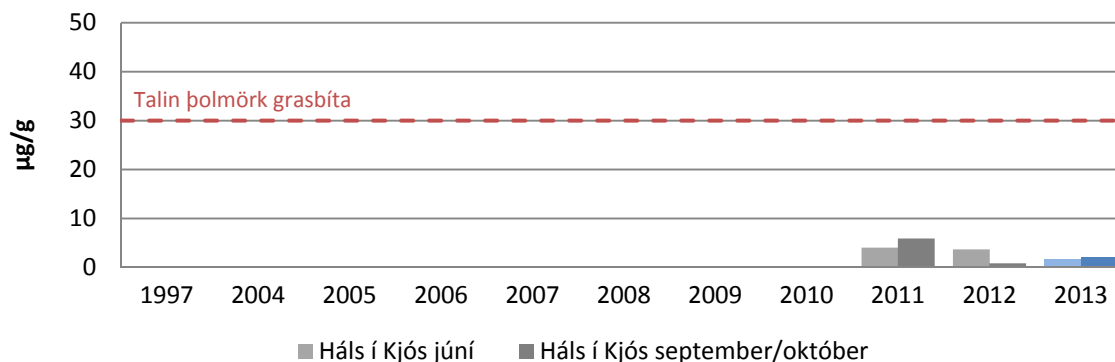
Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Styrkur flúors í grasi (framhald)



Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Styrkur flúors í grasi (framhald)

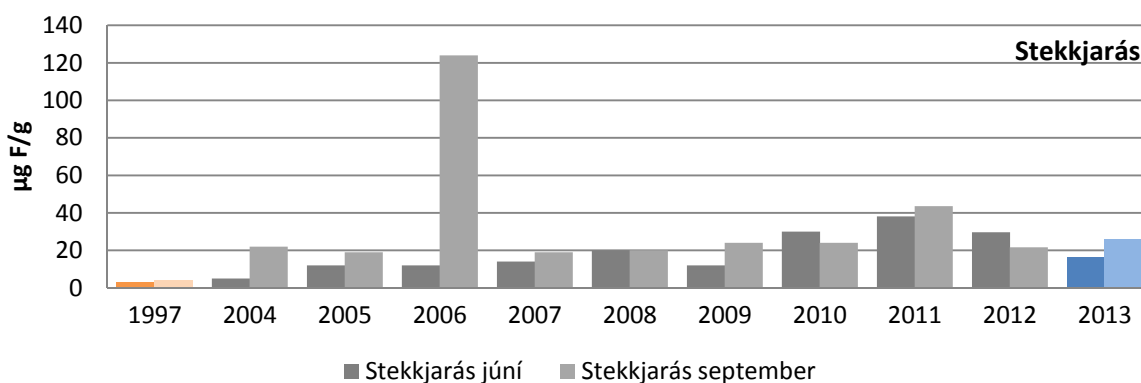


Mynd V.1 (framhald): Styrkur flúors í grasi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

V.II: FLÚOR Í LAUFI

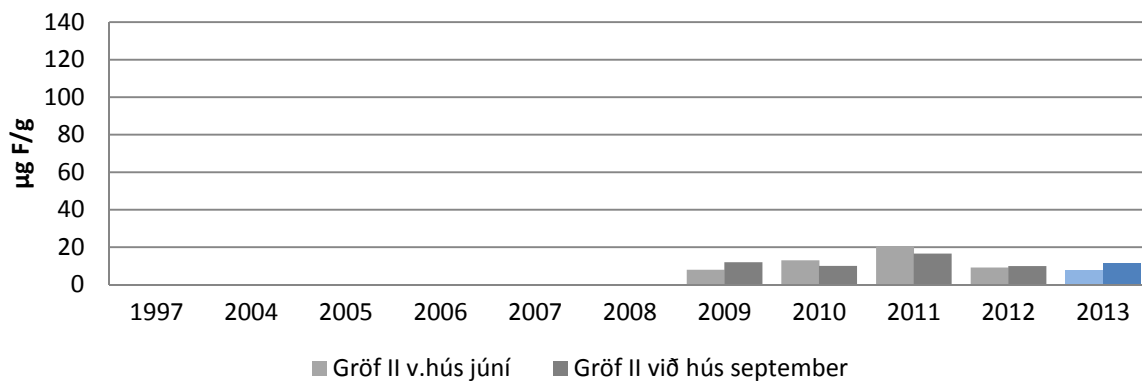
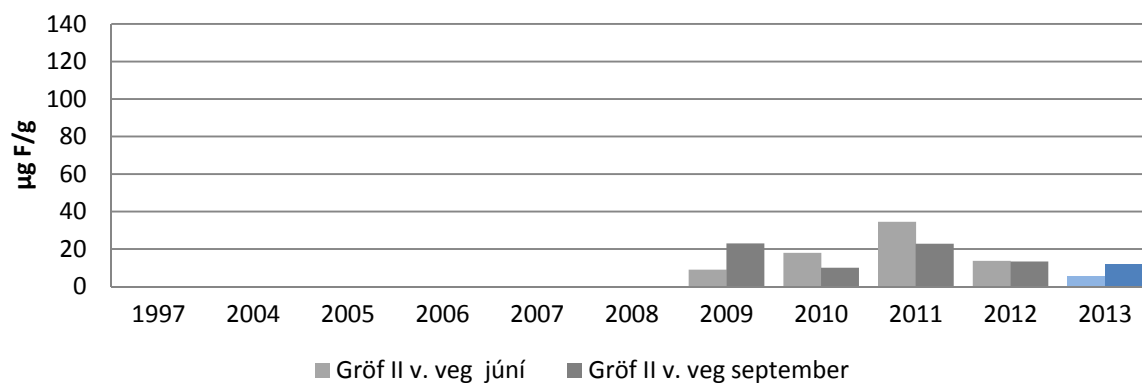
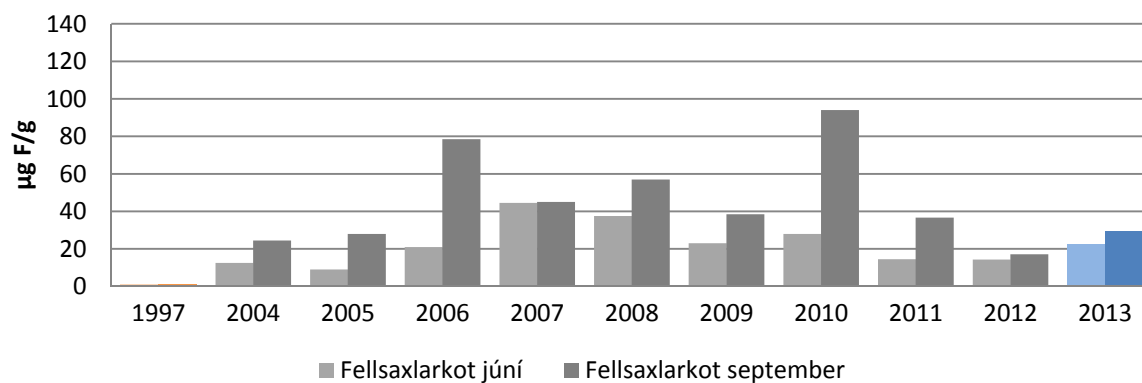
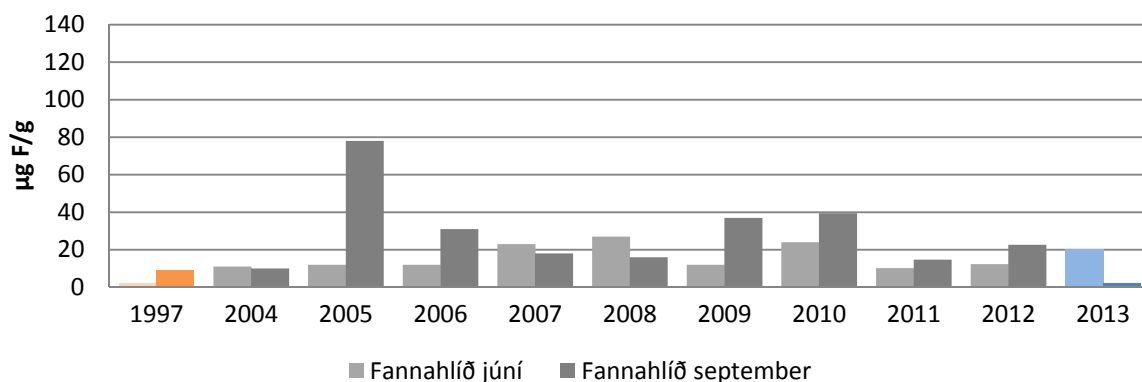
Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd V.2. fyrir árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. Vísað er til fyrri vöktunarskýrsla fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2003. Að Gröf II við Þjóðveg og hús og við Hlíð hefur flúor í laufi verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Háls í Kjós. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g.

Meðalstyrkur flúors í laufi



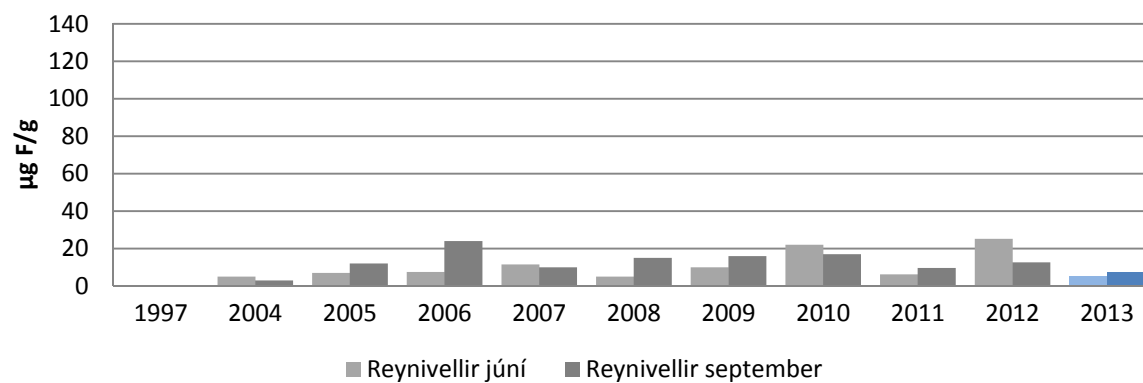
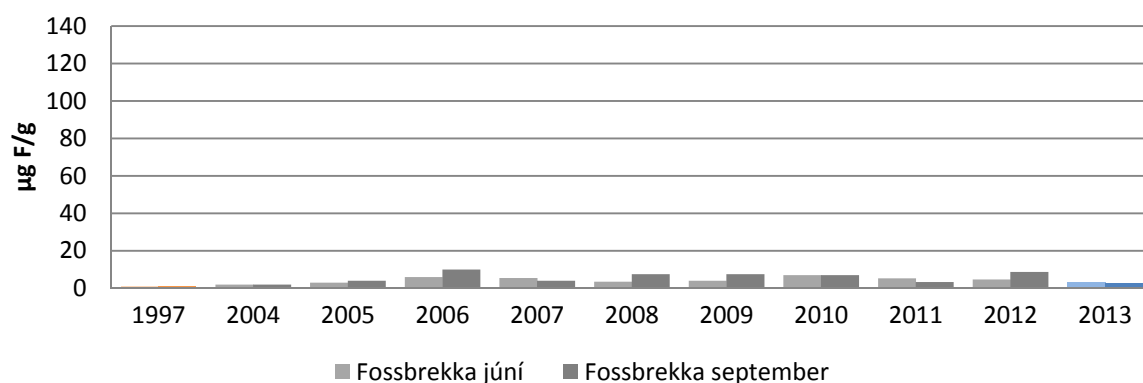
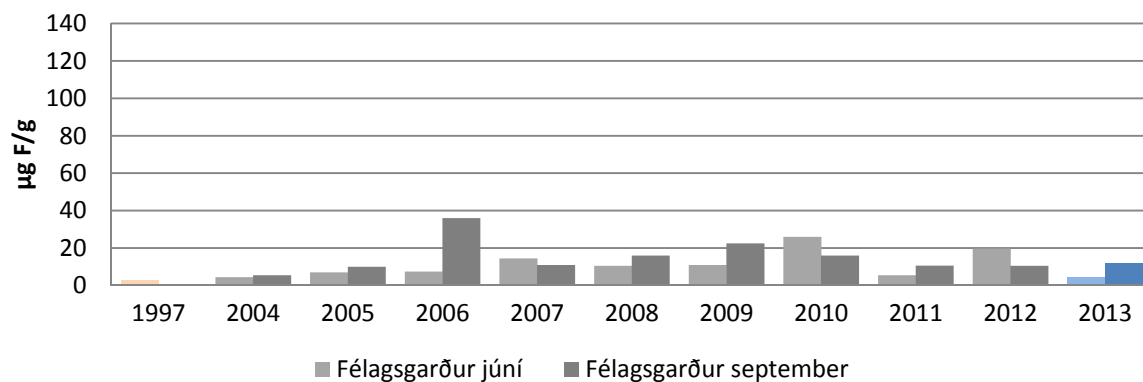
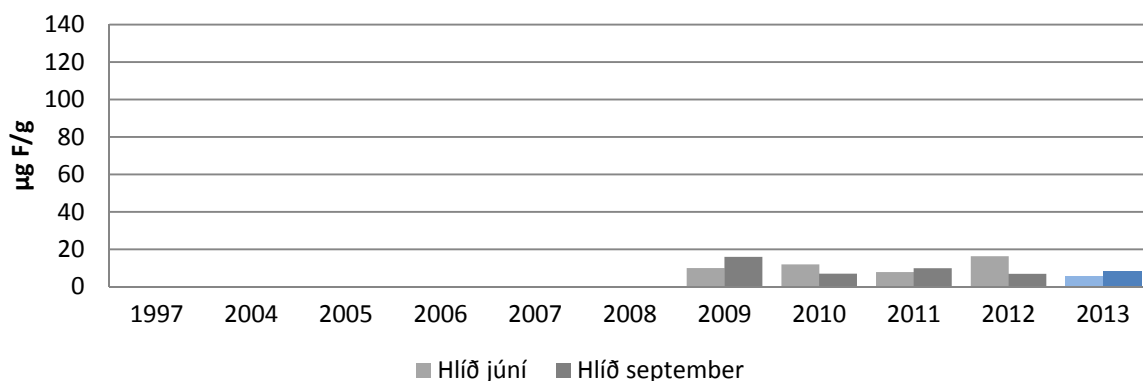
Mynd V.2: Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Meðalstyrkur flúors í laufi (framhald)



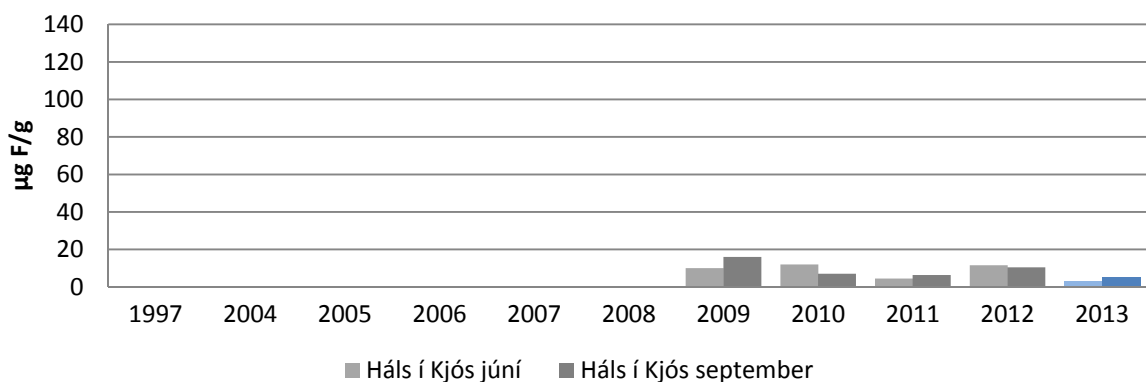
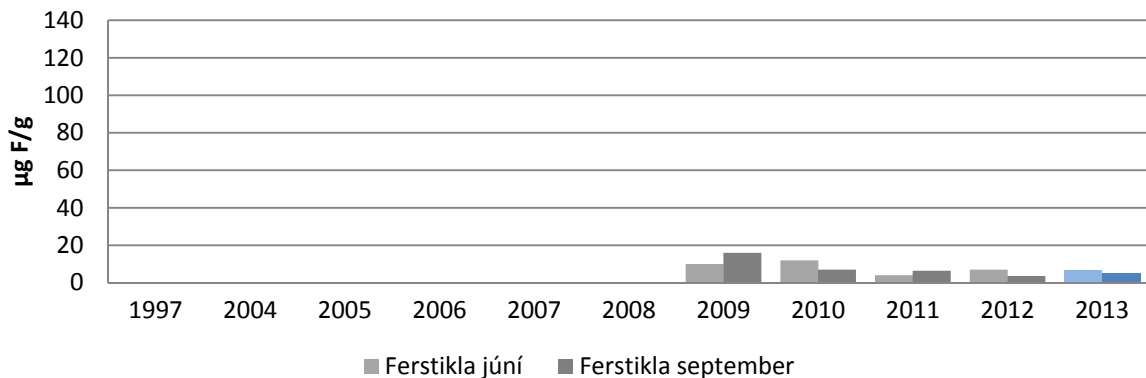
Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

Meðalstyrkur flúors í laufi (framhald)



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

Meðalstyrkur flúors í laufi (framhald)

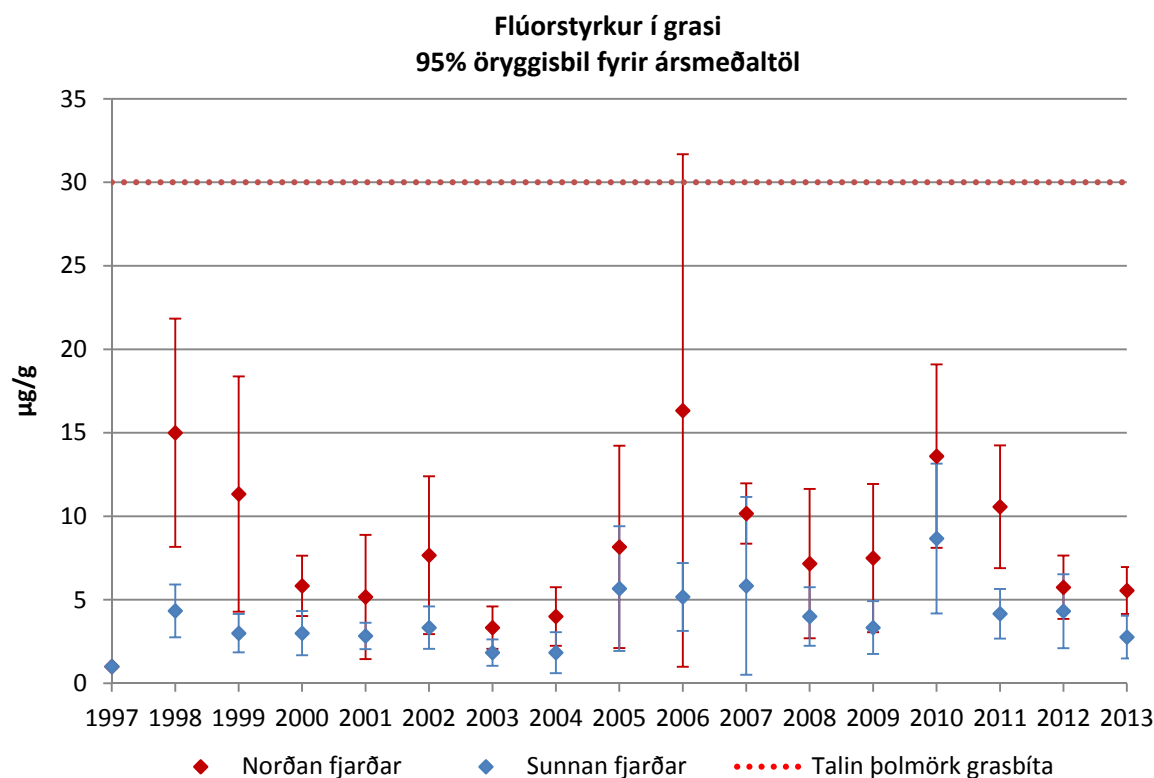


Mynd V.2 (framhald): Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust árin 2004 – 2013 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar

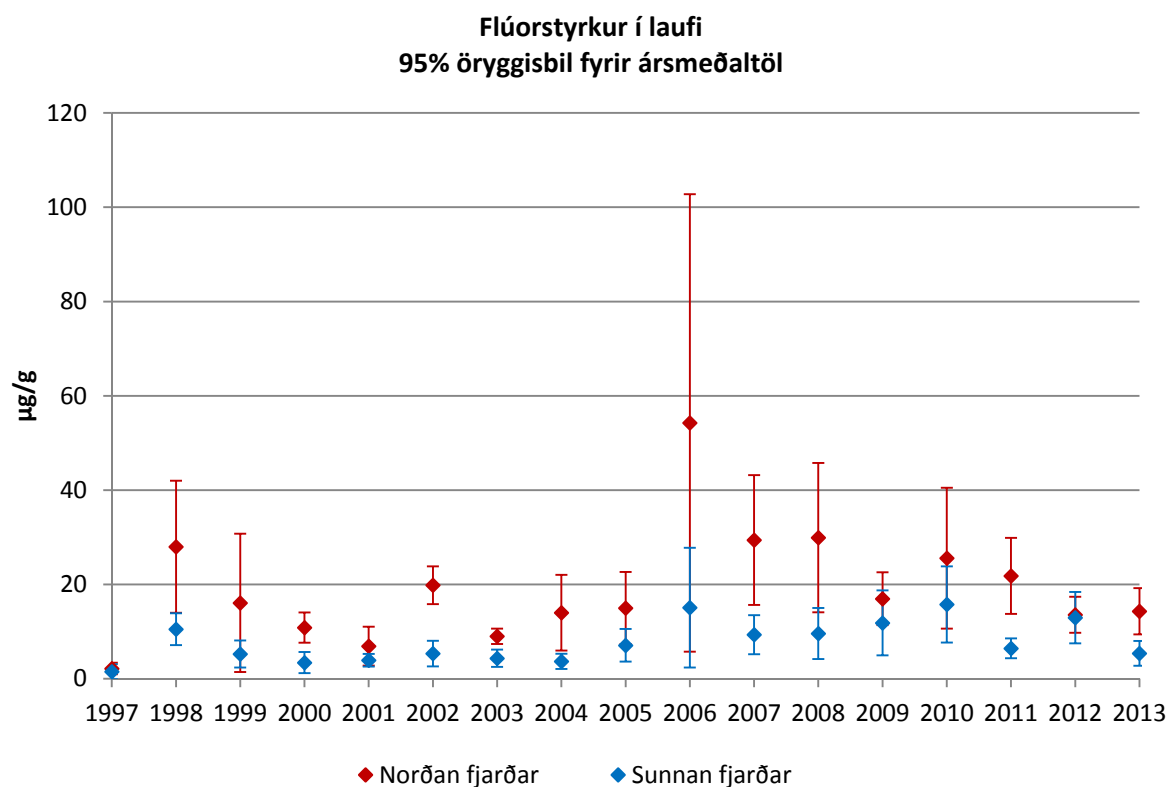
V.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRÓÐURS

Umhverfissvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2013 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 – 2013 eru birt á eftirfarandi myndum V.3 – V.6.

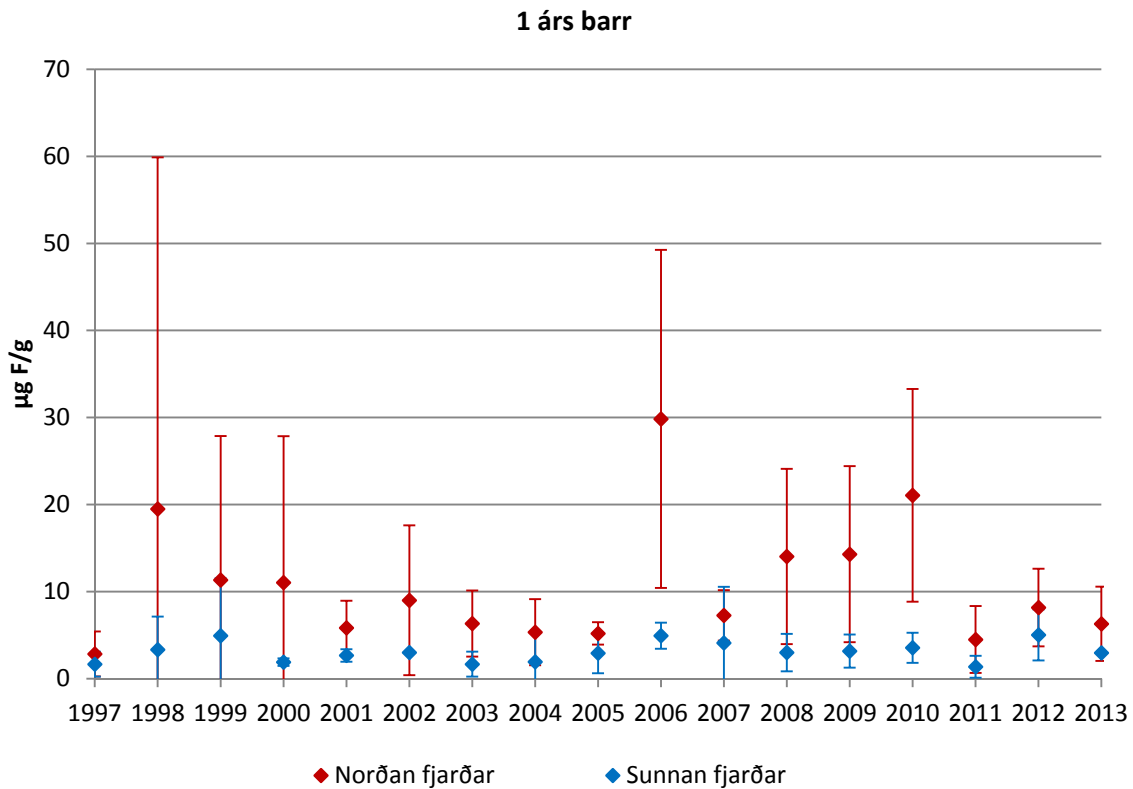
Myndir V.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd V.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir V.5 - V.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan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



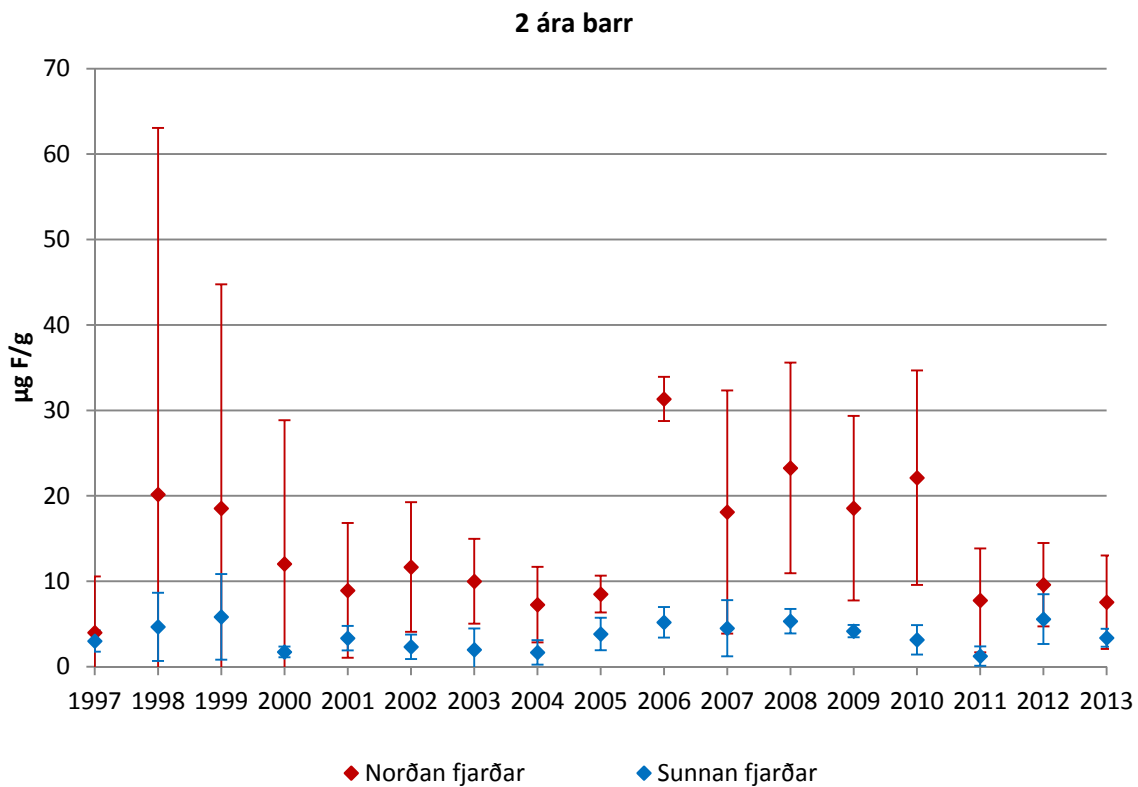
Mynd V.3: Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.4: Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.5: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum



Mynd V.6: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2013 ásamt 95% öryggisbilum

VIÐAUKI VI: VÖKTUN GRASBÍTA

Við vöktun sauðfjár voru 107 hausar lamba og fullorðins fjár skoðaðir og styrkur flúors í beinösku mældur auk þess sem hausar voru merktir og skýringar skráðar. Í viðauka VI.I má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla VI.1). Í töflu VI.2 er yfirlit dýralæknis fyrir skoðun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár. Þau gildi sem eru hærra en viðmiðunarmörk skv. niðurstöðum norskra rannsókna, þar sem hættu er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum ($>1.000 \mu\text{g/g}$ flúor), eru í bláu letri. Í viðauka VI.II má sjá yfirlit dýralæknis yfir skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé (töflur VI.3 og VI.4). Ítarefni fyrir niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2013 er að finna í viðauka VI.III.

VI.I: SÖFNUN HAUSA OG SKOÐUN DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM OG TÖNNUM

Tafla VI.1: Yfirlit yfir bæi

Áætlað úrtak		Móttækin sýni	Fjöldi til rannsóknar / Fjöldi móttækinn			
			Lömb		Kindur	
Kjós	Grímsstaðir	Grímsstaðir	4	4	4	4
	Hjalli	Hjalli	4	4	4	5
	Kiðafell	Kiðafell	4	4	4	3
Borgarfjarðarsýsla	Eystri-Leirargarðar	E-Leirargarðar	4	4	4	4
	Eystra-Miðfell	Eystra-Miðfell	4	4	4	2
	Gröf II	Gröf II	4	2	4	3
	Hóll	Hóll	4	4	4	4
	Hrafnabjörg	Hrafnabjörg	4	4	4	4
	Innri-Hólmur	Innri-Hólmur	4	4	4	4
	Skipanes	Skipanes	4	4	4	4
	Skorholt	Skorholt	4	4	4	4
	Vogatunga	Vogatunga	4	4	4	4
	Þaravellir	Þaravellir	4	4	4	4
<i>Viðmiðunarsýni – sauðfé</i>						
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	Bjarnarhöfn	4	4	4	4
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	Skjaldfönn	4	0	4	0
SAMTALS			60	54	60	53

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

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Hrafnabjörg	F 001	Lamb	99					
Hrafnabjörg	F 002	Lamb	50					
Hrafnabjörg	F 003	Lamb	88					
Hrafnabjörg	F 004	Lamb	118					
Grímsstaðir	F 005	Lamb	120					
Grímsstaðir	F 006	Lamb	131					
Grímsstaðir	F 007	Lamb	168					
Grímsstaðir	F 008	Lamb	164					
Hjalli	F 009	Lamb	94					
Hjalli	F 010	Lamb	83					
Hjalli	F 011	Lamb	98					
Hjalli	F 012	Lamb	75					
Hjalli	F 013	9 v	958		+++			
Hjalli	F 014	5 v	760					
Hjalli	F 015	5 v	632	+		+		
Hjalli	F 016	4 v	613	+	++			
Hjalli	F 017	3 v	470		+	+		
E-Leirárgarðar	F 018	Lamb	70					
E-Leirárgarðar	F 019	Lamb	36					
E-Leirárgarðar	F 020	Lamb	73					
E-Leirárgarðar	F 021	Lamb	55					
Skorholt	F 022	Lamb	52					
Skorholt	F 023	Lamb	68					
Skorholt	F 024	Lamb	42					
Skorholt	F 025	Lamb	63					
Skorholt	F 026	8 v	1014	+	++	+		
Skorholt	F 027	8 v	679	+		+		
Skorholt	F 028	8 v	902		+	+	+	
Skorholt	F 029	3 v	701		+		+	
Kiðafell	F 030	8 v	846	+	+	+		
Kiðafell	F 031	7 v	844	+				
Kiðafell	F 032	6 v	976	+				
Skipanes	F 033	Lamb	82					
Skipanes	F 034	Lamb	58					
Skipanes	F 035	Lamb	108					
Skipanes	F 036	Lamb	62					
Hóll	F 037	Lamb	70					
Hóll	F 038	Lamb	63					
Hóll	F 039	Lamb	87					
Hóll	F 040	Lamb	86					

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Kiðafell	F 041	Lamb	44					
Kiðafell	F 042	Lamb	61					
Kiðafell	F 043	Lamb	69					
Kiðafell	F 044	Lamb	57					
Bjarnarhöfn	F 045	Lamb	22					
Bjarnarhöfn	F 046	Lamb	29					
Bjarnarhöfn	F 047	Lamb	30					
Bjarnarhöfn	F 048	Lamb	37					
Vogatunga	F 049	Lamb	139					
Vogatunga	F 050	Lamb	111					
Vogatunga	F 051	Lamb	104					
Vogatunga	F 052	Lamb	367					
Þaravellir	F 053	Lamb	193					
Þaravellir	F 054	Lamb	252					1)
Þaravellir	F 055	Lamb	477					
Þaravellir	F 056	Lamb	133					
Eystra-Miðfell	F 057	5 v ?	1062					
Eystra-Miðfell	F 058	≥ 4v	856			+	+	
Eystra-Miðfell	F 059	Lamb	513					
Eystra-Miðfell	F 060	Lamb	537					2)
Eystra-Miðfell	F 061	Lamb	261					
Eystra-Miðfell	F 062	Lamb	487					
Gröf	F 063	≥ 4v ?	1070	++	+		+	
Gröf	F 064	2 v	784					
Gröf	F 065	3-4 v	960	+		+	++	
Gröf	F 066	Lamb	260					
Gröf	F 067	Lamb	251					
Innri-Hólmur	F 068	9 v	1738		+	++		
Innri-Hólmur	F 069	9 v	1895	++		++		
Innri-Hólmur	F 070	8 v	1977	+	+	++		
Innri-Hólmur	F 071	8 v	1769	+	+	++		
Hrafnabjörg	F 072	8 v	1335			++		
Hrafnabjörg	F 073	7 v	1722	+		+		
Hrafnabjörg	F 074	7 v	1736		+	+	+	
Hrafnabjörg	F 075	7 v	1406	++	+			
Hóll	F 076	10 v	706	++	+++	+++	++	
Hóll	F 077	10 v	713		+++	+++	++	
Hóll	F 078	9 v	692	+	+++	+++		
Hóll	F 079	9 v	672	+++	+++	++		
Innri-Hólmur	F 080	Lamb	313					
Innri-Hólmur	F 081	Lamb	284					
Innri-Hólmur	F 082	Lamb	239					
Innri-Hólmur	F 083	Lamb	271					

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Grímsstaðir	F 084	7 v	1284	++				
Grímsstaðir	F 085	5 v	1069	+				
Grímsstaðir	F 086	6 v	679					
Grímsstaðir	F 087	7 v	1051					
Þaravellir	F 088	8 v	1885	+	+++	++		
Þaravellir	F 089	7 v	1485	++		+		
Þaravellir	F 090	7 v	1934	++		+		
Þaravellir	F 091	5 v	1406	++		+		
E-Leirárgarðar	F 092	8 v	695	++	+	+++		
E-Leirárgarðar	F 093	8 v	668	++	++	++		
E-Leirárgarðar	F 094	8 v	730	+++	+	++		
E-Leirárgarðar	F 095	7 v	649	++	+	++	+	
Bjarnarhöfn	F 096	8 v	626	+	+	+++	++	
Bjarnarhöfn	F 097	7 v	804	+++	+	+++	++	
Bjarnarhöfn	F 098	6 v	734		+	+		
Bjarnarhöfn	F 099	6 v	747	+	+	+		
Vogatunga	F 100	8 v	1595	Vantar lýsingu á tönnum				
Vogatunga	F 101	8 v	1654					
Vogatunga	F 102	10 v	1389					
Vogatunga	F 103	7 v	746					
Skipanes	F 104	6 v	974	++	++	+++		
Skipanes	F 105	6 v	1292	+++	++	+	+	
Skipanes	F 106	6 v	1070	++	+	+++	+++	
Skipanes	F 107	6 v	1264	++	+++	+++	++	

+ = vægar breytingar

++ = miðlungs breytingar

+++ = miklar breytingar

‡ Beinrýrnun sökum tannholds og tannslíðursbólgu

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

¹⁾ F 054, lamb, Þaravellir. Brotinn jaxl hægra megi

²⁾ F 060, lamb, Eystra-Miðfell. Vantaði miðlægan hluta af tveimur jöxlum (M1); meðfæddur galli

VI.II: SKOÐUN TANNA OG LIÐAMÓTA Í LIFANDI GRASBÍTUM (SAUÐFÉ OG HROSSUM)

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

Tafla VI.3: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta 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	m.tal	liðir
Skipanes	21.1.2014	11	10	0,18	0,36	0,73	0,82	0,57	0,18	0,36	0,18	0,36	0,36	0,27	0,27	0,39	0,00
Ytri-Hólmur	20.1.2014	6	8	0,17	0,67	0,67	0,67	0,67	0,17	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33	0,50	0,46	0,00
Litla Fellsöxl	21.1.2014	6	11	0,00	0,17	0,33	0,33	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,17	0,00
Miðdalur	14.3.2014	6	13	0,00	0,17	0,50	0,50	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,17	0,18	0,00
Kalastaðakot	16.3.2014	6	10	0,00	0,17	0,33	0,33	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00

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

Tafla VI.4: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í sauðfé.

Bær	dags	n	aldur	ilr_4	ilr_3	ilr_2	ilr_1	ill_1	ill_2	ill_3	ill_4	m.tal	mr	ml	liðir
Grímsstaðir	20.1.2014	12	4,67	0,55	0,60	0,58	0,75	0,67	0,58	0,60	0,60	0,62	0,08	0,00	0,00
Innri Hólmur	20.1.2014	12	5,58	0,11	0,25	0,25	0,17	0,17	0,25	0,25	0,10	0,19	0,00	0,00	0,00
Hrafnabjörg	21.1.2014	12	5,17	0,11	0,20	0,17	0,25	0,25	0,17	0,18	0,11	0,18	0,08	0,08	0,08
Eystra Miðfell	20.1.2014	12	4,08	0,33	0,33	0,50	0,50	0,45	0,42	0,33	0,40	0,41	0,33	0,08	0,00
Vogatunga	20.1.2014	12	5,17	0,00	0,00	0,09	0,08	0,08	0,08	0,00	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00
Kiðafell	20.1.2014	12	5,25	0,29	0,82	0,73	1,00	0,78	0,80	0,70	0,43	0,69	0,17	0,08	0,00

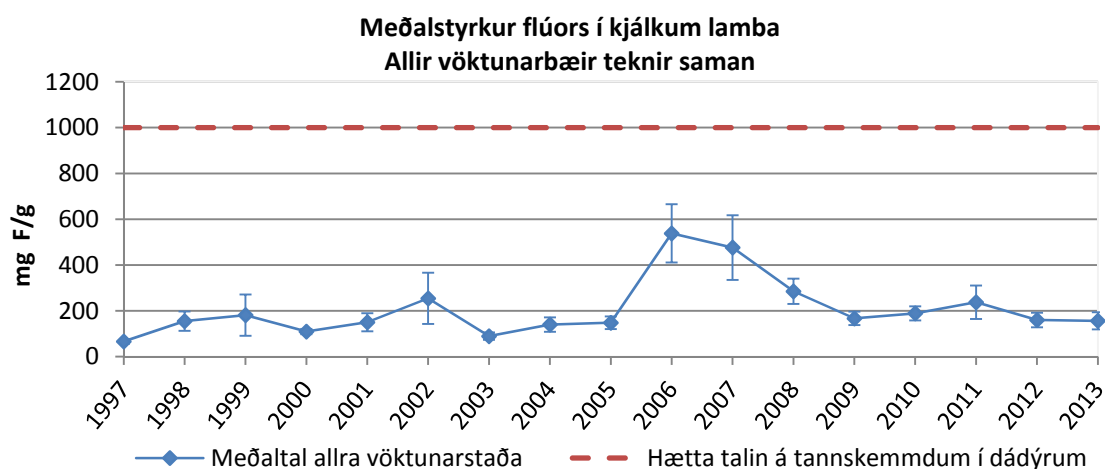
Skýring: mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

VI.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRASBÍTA

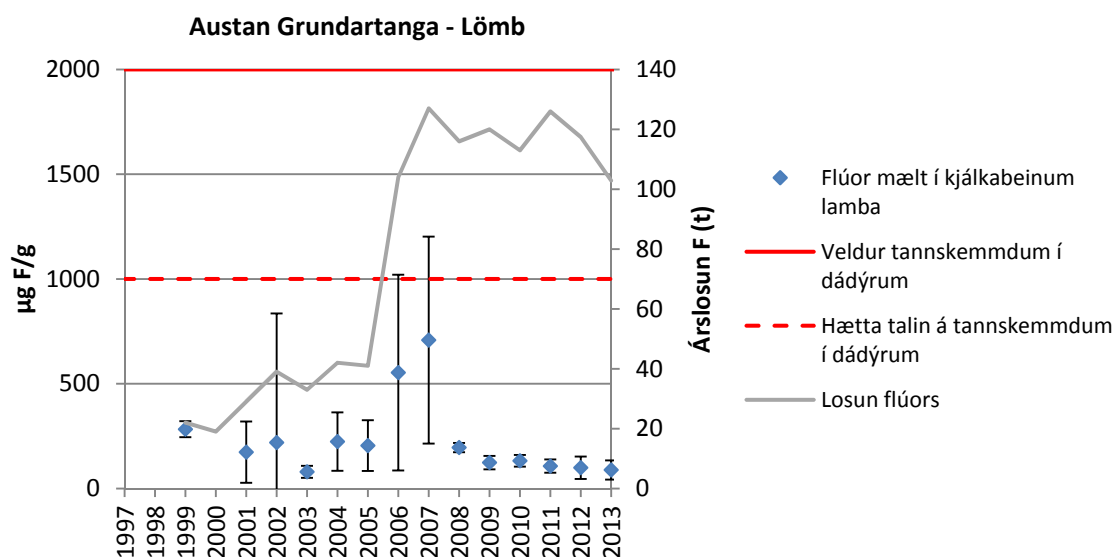
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2013 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

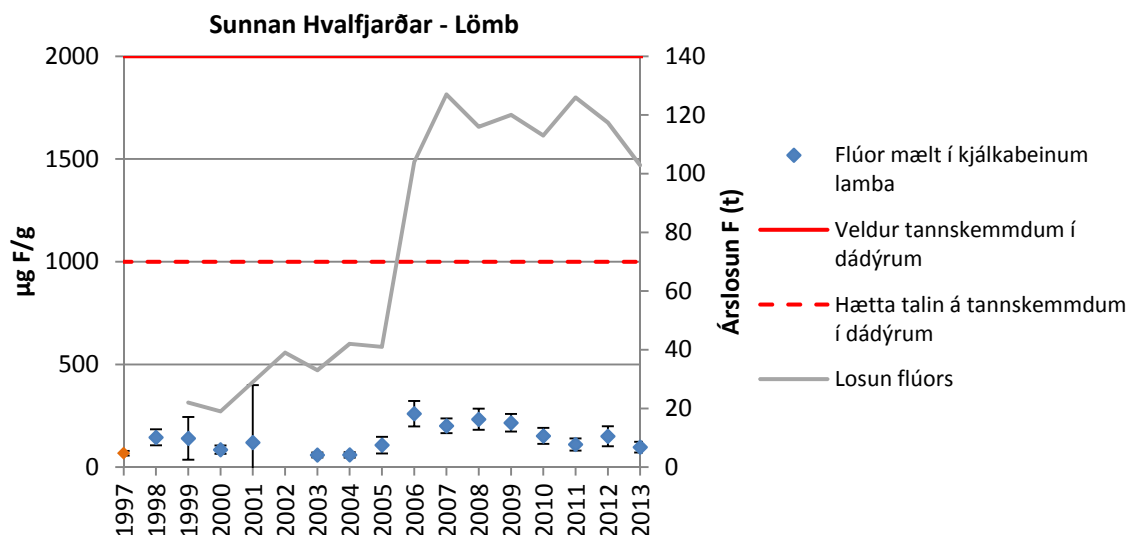
Lömb



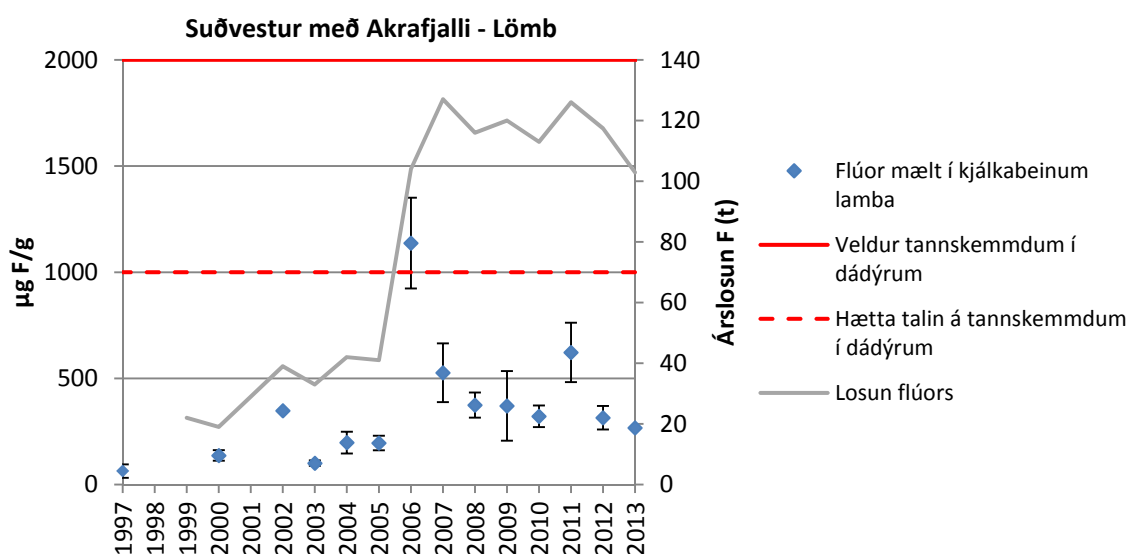
Mynd VI. 1: Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2013



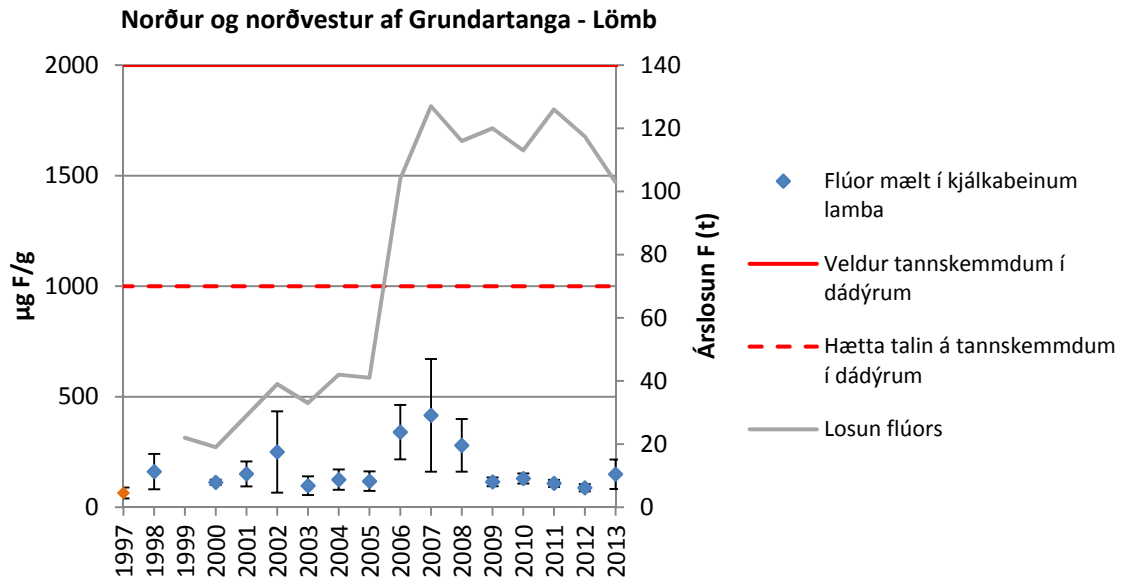
Mynd VI. 2: Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu 1997 – 2013



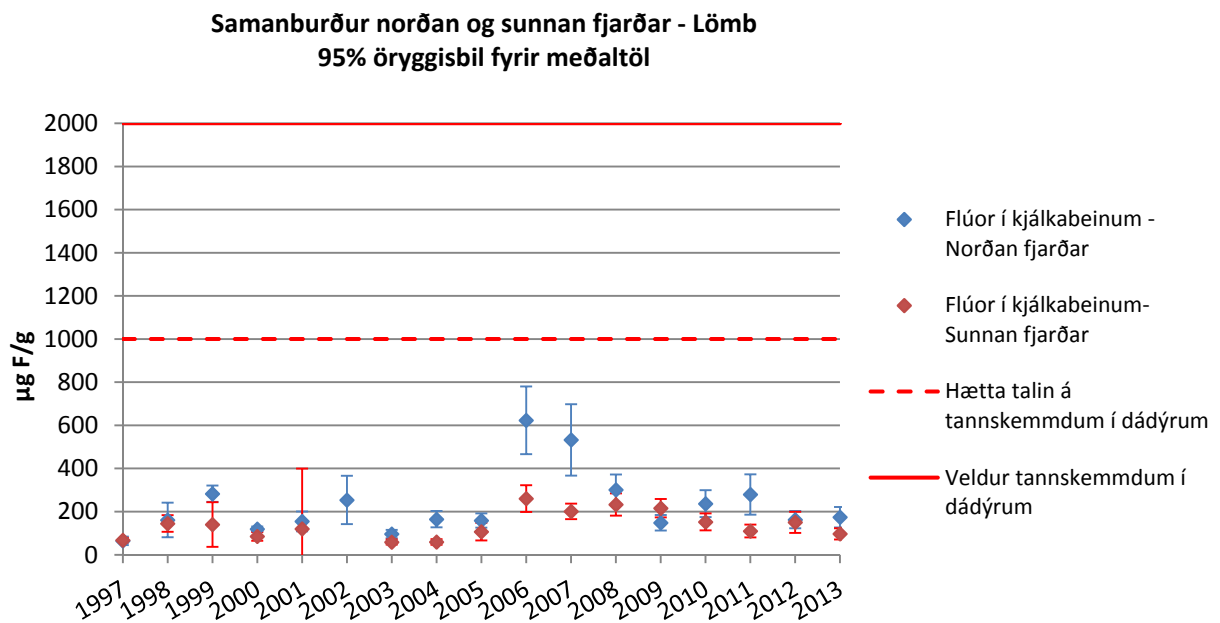
Mynd VI. 3: Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013



Mynd VI. 4: Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013

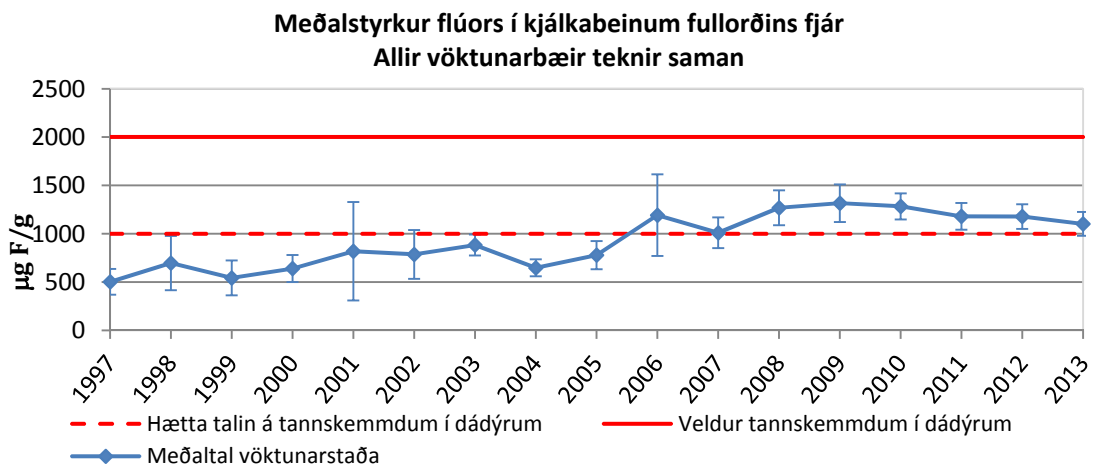


Mynd VI. 5: Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013

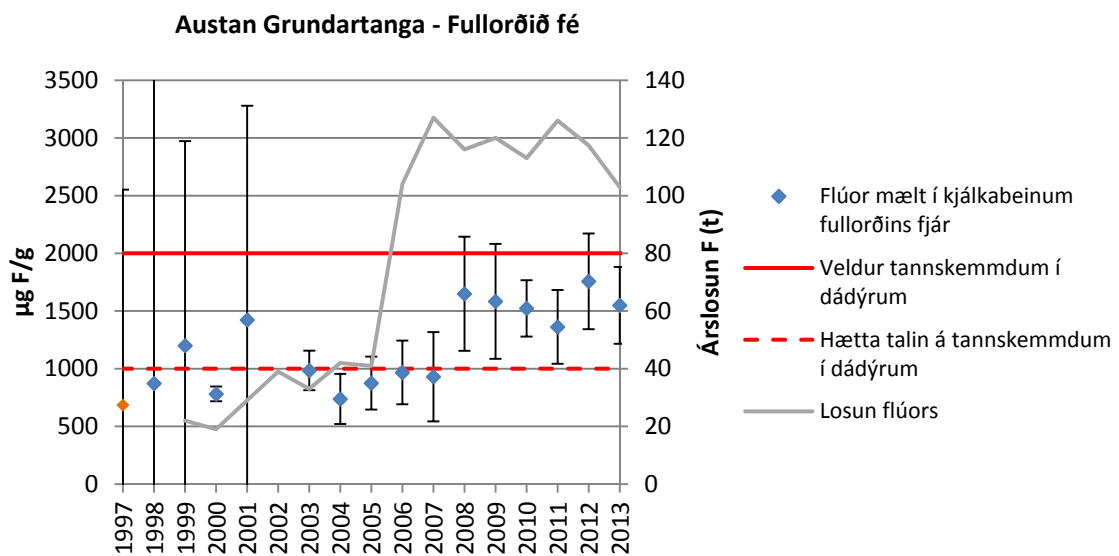


Mynd VI. 6: Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2013

Fullorðið fé

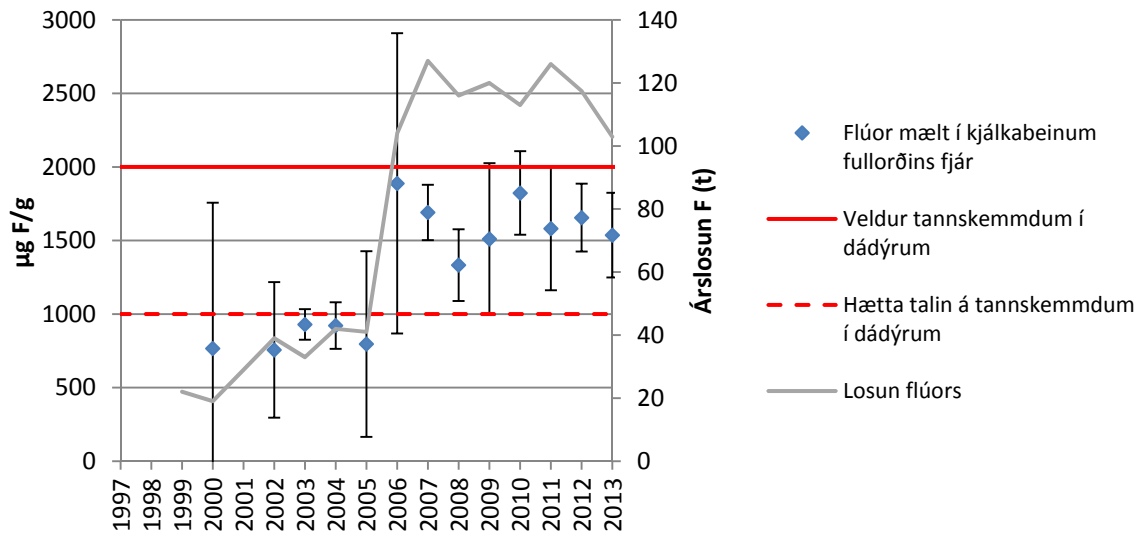


Mynd VI. 7: Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2013



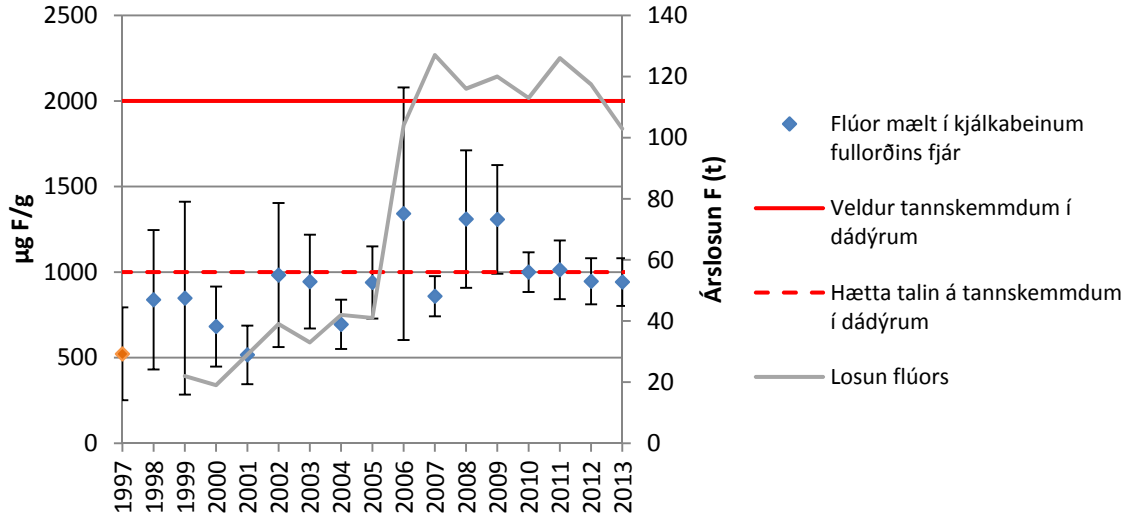
Mynd VI. 8: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013

Suðvestur með Akrafjalli - Fullorðið fé

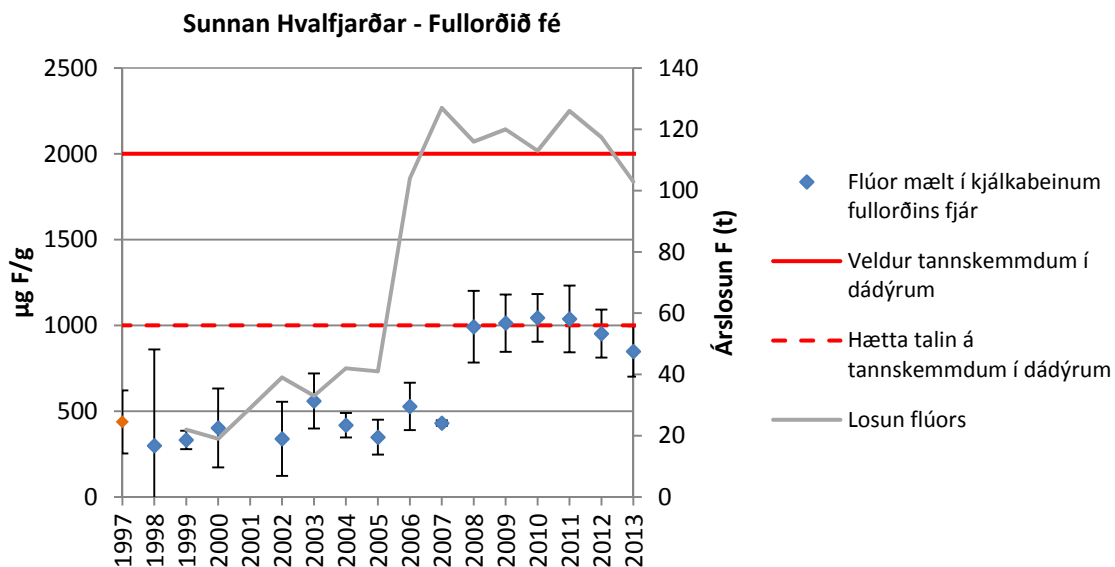


Mynd VI. 9: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013

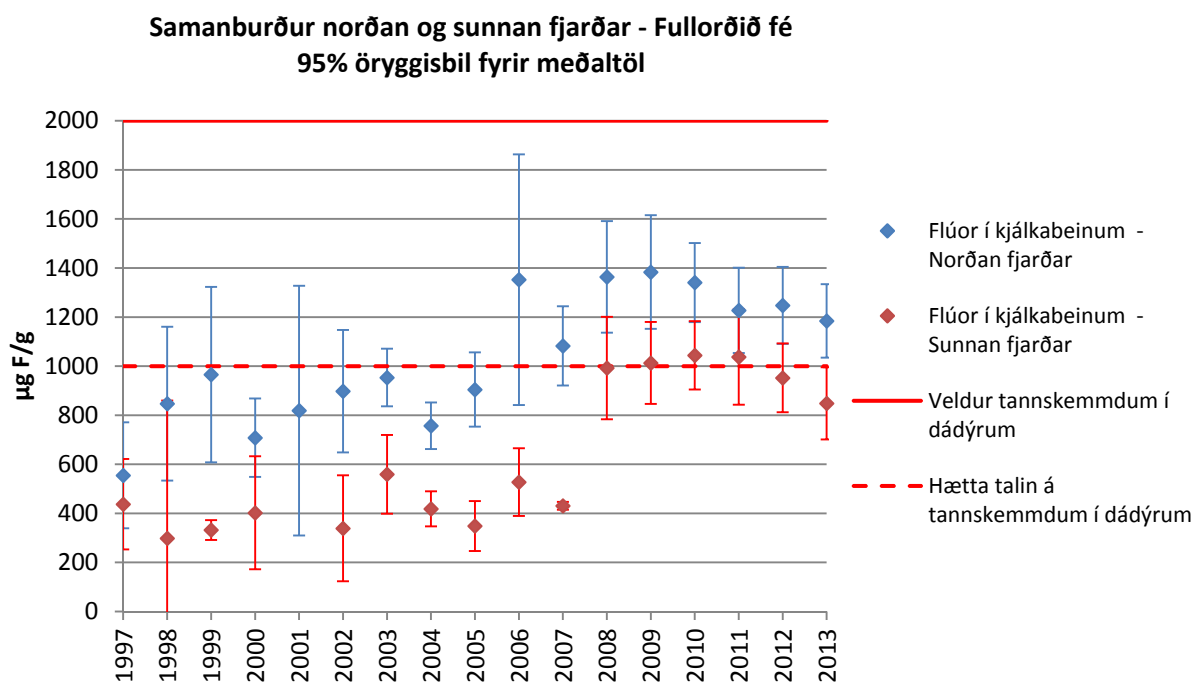
Norður og norðvestur af Grundartanga - Fullorðið fé



Mynd VI. 10: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013



Mynd VI. 11: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2013



Mynd VI. 12: Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2013