

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga

Niðurstöður fyrir árið 2012

Apríl 2013



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012

Verkheiti Umhverfisvöktun í Hvalfirði	Verkkaupi Norðurál Grundartangi ehf og Elkem Ísland ehf		
Verkefnisstjóri – Efla Eva Yngvadóttir	Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa Magnús Freyr Ólafsson		
Höfundur Eva Yngvadóttir Friðrik K. Gunnarsson Gyða M. Ingólfssdóttir Páll Höskuldsson	ISBN: 978-9935-9142-1-7	Verknúmer 2795-039	Fjöldi síðna 104

Útdráttur

Skýrslan inniheldur niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2012. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu veldur. Umhverfisvöktunin 2012 fór fram samkvæmt nýrri umhverfisvöktunaráætlun sem samþykkt er af Umhverfisstofnun fyrir árin 2012 – 2021. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir: loftgæði, árvötn, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróður, hey og grasbítar.

Niðurstöður vöktunar árið 2012 fyrir loftgæði, árvötn, hey og flæðigryfjur leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt í öllum tilvikum nema einu. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór 15 sinnum yfir gróðurverndarmörk og lægri heilsuverndarmörk, en leyfilegt er að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. 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 sem áhrif flúors voru ekki greinanleg á tönnum eða liðum lifandi sauðfjár og hrossa. Styrkur flúors mældist í öllum tilvikum undir þölmörkum gróðurs.

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 2012. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Umhverfisvöktunin fór fram samkvæmt nýrri umhverfisvöktunaráætlun sem samþykkt er af Umhverfisstofnun og gildir fyrir árin 2012 – 2021. Í samræmi við vöktunaráætlunina voru andrúmsloft, árvötn, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróður, hey og grasbítar vöktuð.

Niðurstöður vöktunar árið 2012 fyrir loftgæði, árvötn, hey og flæðigryfjur leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt í öllum tilvikum nema einu. Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs fór 15 sinnum yfir gróðurverndarmörk og lægri heilsuverndarmörk, en leyfilegt er að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk í reglugerðum og starfsleyfum fyrir gróður, grasbíta né úrkomu. 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. Styrkur flúors mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs.

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf. og álver Norðuráls Grundartanga ehf. eru staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsleyfisskyld starfsemi fer einnig fram. Framleiðsla ársins 2012 hjá Elkem var 118.359 tonn af 75% kísilmálmi og 20.864 tonn af kísilryki. Ársframleiðsla Norðuráls árið 2012 var 286.400 tonn.

Veðurfar

Árið 2012 var hlýtt, sérstaklega um landið vestanvert og á tímum var mjög úrkomusamt og gengu nokkur slæm illviðri yfir landið. Líkt og undanfarin ár var ríkjandi vindátt á iðnaðarsvæðinu austlæg.

Andrúmsloft

Meðalstyrkur loftkennds flúors var á öllum þremur mælistöðvum undir viðmiðunarmörkum sem sett eru í starfsleyfi Norðuráls Grundartanga ehf. Einnig var meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs töluvert undir heilsu- og gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðvum, innan og utan þynningarsvæðis.

Sólarhringsmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs að Kríuvörðu fór 15 sinnum yfir gróðurverndarmörk, en leyfilegt er að yfirstíga þau mörk samtals sjö sinnum árlega. Í ljósi niðurstaðna síðustu tveggja ára hafa Norðurál og Elkem haft frumkvæði að því að láta endurskoða loftdreifilíkan fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

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

Úrkoma

Styrkur flúors í úrkomu mældist hærri að Kríuvörðu en Stekkjarási og Hálsnesi sem skýrist af veðurfari og ríkjandi úrkomuáttum. Sýrustig í úrkomu er svipað og mælst hefur síðastliðin ár. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu.

Árvötn

Ferskvatnssýni voru tekin úr fjórum ám norðan Hvalfjarðar og einni sunnan fjarðar. Meðalstyrkur flúors, klóríðs og súlfats var í öllum tilfellum innan þeirra marka sem skilgreind eru sem hámarksgildi í neysluvatnsreglugerð. Sýrustig í öllum ám mældist innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi Kalmansár og Urriðaár milli áráanna 1997 og 2012. Í Kalmansá er ekki marktæk breyting á flúorstyrk milli áráanna 1997 og 2012, en marktæk breyting til hækkunar varð á styrk flúors í Urriðaá milli áráanna 1997 og 2012. Sýrustig bergvatnsáanna var svipað og undanfarin ár.

Flæðigryfjur

Niðurstöður mælinga sýna að virkni flæðigryfja er eins og til er ætlast. Tekin voru sjósýni á 10 stöðum, átta utan flæðigryfja og á tveimur stöðum innan gryfja. 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. Umhverfismörk í reglugerð eiga ekki við innan flæðigryfja. Styrkur sýaníðs reyndist í öllum tilvikum undir greiningarmörkum. Flúor mældist í sýnum teknum utan flæðigryfju í öllum tilvikum undir umhverfismörkum sem gilda fyrir neysluvatn.

Gróður

Meðalstyrkur flúors í laufi og barri var í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Styrkur flúors í grasi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasa fyrir flúor og undir þolmörkum grasbíta. Vöktunarstaðir gróðurs voru ellefu talsins, sjö norðan Hvalfjarðar og fjórir sunnan fjarðar. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í plöntuvef grasa og í laufi milli áráanna 1997 og 2012. Hins vegar er ekki um að ræða marktæka breytingu í meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri samanborið við árið 1997.

Hey

Styrkur flúors í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og leyfilegu hámarksgildi flúors í fóðri. Tekin voru sex heysýni af bæjum sunnan og norðan Hvalfjarðar. Mælingar á styrk brennisteins í heyi eru sambærilegar við niðurstöður annarra rannsókna sem gerðar hafa verið á brennisteinsinnihaldi í heyi víðs vegar um landið. Dýralæknir gerði enga athugasemd við hollustu heysins með tilliti til þessarra tveggja þátta.

Grasbítar

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum sláturfjár. Ennfremur gáfu skoðanir dýralæknis á lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum) til kynna að áhrif flúors á tennur og liðamót séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðamóta var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt.

Mælingar voru gerðar á styrk flúors í kjálkabeinum, af bæði lömbum og fullorðnu fé, frá 13 bæjum í nágrenni iðnaðarsvæðisins. Tíu bæir eru staðsettir norðan Hvalfjarðar og 3 bæir sunnan Hvalfjarðar. Auk þess voru sýni tekin af lömbum og fullorðnu fé frá tveimur bæjum til viðmiðunar, Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn við Ísafjarðardjúp.

Lömb

Flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum (samkvæmt norskri rannsókn). Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarstöðum milli áráanna 1997 og 2012. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar á meðalstyrk flúors milli áráanna 2007 og 2012.

Fullorðið fé

Á átta bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeini fullorðins fjár yfir mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum. Auk þess var meðalstyrkur flúors í tveimur dýrum af 59 yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum í dádýrum. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár frá öllum vöktunarstöðum milli áráanna 1997 og 2012. Hins vegar er engin breyting á flúorstyrk milli áráanna 2007 og 2012.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	I
EFNISYFIRLIT	IV
SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR	VI
1 INNGANGUR	1
2 STAÐHÆTTIR	2
2.1 ALMENN LÝSING	2
2.2 VEÐURFAR	3
3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	5
3.1 VÖKTUNARSTAÐIR	6
3.2 TÖLFRÆÐI	6
4 VÖKTUN ANDRÚMSLOFTS	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 BRENNISTEINSTEINSTRÍOXÍÐI OG BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI	15
4.2.3 MÆLINGAR Á KÖFNUNAREFNISTVÍOXÍÐI OG KÖFNUNAREFNISOXÍÐI Í ANDRÚMSLOFTI	21
4.2.4 MÆLINGAR Á SVIFRYKI (PM ₁₀) Í ANDRÚMSLOFTI	22
4.2.5 MÆLINGAR Á FJÖLHRINGA ARÓMATÍSKUM VETNISKOLEFNUM (PAH) Í ANDRÚMSLOFTI	25
4.2.6 MÆLINGAR Á UPPLEYSTUM EFNUM OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU	26
5 VÖKTUN ÁRVATNA	31
5.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	32
5.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	35
5.2.1 MÆLINGAR Á LEIÐNI ÁRVATNS	35
5.2.2 MÆLINGAR Á SÝRUSTIGI ÁRVATNS	35
5.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í ÁRVATNI	36
5.2.4 MÆLINGAR Á SÚLFATI Í ÁRVATNI	38
6 VÖKTUN SJÁVAR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	40
6.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	41
6.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	41
6.2.1 MÆLINGAR Á MÁLMUM Í SJÓSÝNUM	41
6.2.2 MÆLINGAR Á SÝANÍÐI OG FLÚOR Í SJÓSÝNUM	43
7 VÖKTUN GRÓÐURS	44
7.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR	45
7.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA	48
7.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í GRASI	48
7.2.2 MÆLINGAR Á FLÚOR Í LAUFI	49
7.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í BARRI	50

8	VÖKTUN HEYS	52
8.1	MEGIN NIÐURSTÖÐUR	52
8.2	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIPÁTTA	53
8.2.1	MÆLINGAR Á FLÚOR Í HEYI	53
8.2.2	MÆLINGAR Á BRENNISTEINI Í HEYI	53
9	VÖKTUN GRASBÍTA	54
9.1	MEGIN NIÐURSTÖÐUR	56
9.2	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIPÁTTA	59
9.2.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í LÖMBUM	59
9.2.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚOR Í FULLORÐNU FÉ	62
9.2.3	NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM OG TÖNNUM Í SLÁTURFÉ	65
9.2.4	NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á TÖNNUM OG LIÐUM LIFANDI GRASBÍTA	66
10	HEIMILDASKRÁ	67
VIÐAUKI I: ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR		69
VIÐAUKI II: VÖKTUN ANDRÚMSLOFTS		70
VIÐAUKI III: VÖKTUN ÁRVATNS		72
III.I:	FLÚOR OG FLÚOR/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRÍÐAÁ	72
III.II:	SÚLFAT OG SÚLFAT/KLÓRÍÐ HLUTFALL Í URRÍÐAÁ	72
III.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR ÁRVATNA	74
VIÐAUKI IV: VÖKTUN GRÓÐURS		80
IV.I:	FLÚOR Í GRASI	80
IV.II:	FLÚOR Í LAUFI	84
IV.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRÓÐURS	87
VIÐAUKI V: VÖKTUN HEYS		92
VIÐAUKI VI: VÖKTUN GRASBÍTA		93
VI.I:	SÖFNUN HAUSA OG SKOÐUN DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM OG TÖNNUM	93
VI.II:	SKOÐUN TANNA OG LIÐAMÓTA Í LIFANDI GRASBÍTUM	98
VI.III:	TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRASBÍTA	99

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 til lengri tíma.
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.
mg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, milligramm í lítra.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu, milligramm á fermetra.
µg/g	Styrkur efnis, míkrógramm á gramm .
µg/L	Styrkur efnis í rúmmáli, míkrógramm í lítra.
µg/m³	Styrkur efnis í rúmmáli, míkrógramm á rúmmetra.
µS/cm	Eðlisleiðni vatns, míkrósiemens 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.
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 fódri.
796/1999	Reglugerð um varnir gegn mengun vatns.

1 INNGANGUR

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

Samkvæmt starfsleyfum Norðuráls og Elkem skal reglubundin umhverfisvöktun fara fram í grennd við iðnaðarsvæðið. Norðurál og Elkem hafa staðið sameiginlega að árlegri umhverfisvöktun frá árinu 1999. Árið 2012 var í fyrsta sinn unnið samkvæmt nýrri umhverfisvöktunaráætlun sem hefur verið samþykkt af Umhverfisstofnun fyrir árin 2012–2021. 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 2012. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við á og niðurstöður fyrri ára, auk þess sem mat er lagt á breytileika þeirra fyrir árvötn, sauðfé og gróður með tölfræðilegri 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 2012 er í kafla 3 og í köflum 4 – 9 eru mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir andrúmsloft, árvötn, flæðigryfjur, gróður, hey og grasbíta. Að auki fylgja sex viðaukar skýrslunni. Í viðauka I er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur og í viðauka II er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Í viðauka III eru niðurstöður úr vöktun á árvötnum auk tölfræðigagna. Í viðauka IV eru niðurstöður umhverfisvöktunar á gróðri auk niðurstöðna tölfræðigreiningar. Viðauki V inniheldur niðurstöður vöktunar á heyi og í viðauka VI er að finna nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum vöktunar grasbíta.

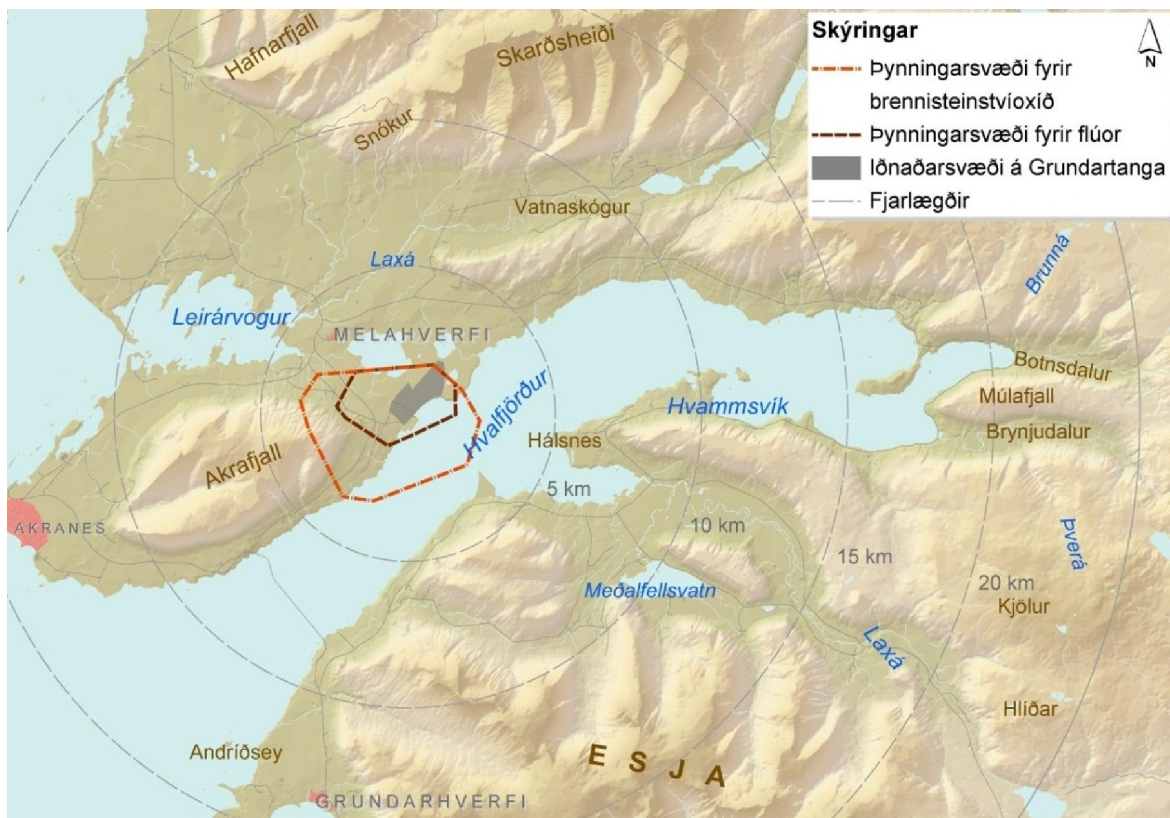
2 STAÐHÆTTIR

2.1 ALMENN LÝSING

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

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% kísilmálm (FeSi). Framleiðsla Elkem árið 2012 var 118.359 tonn af 75% kísilmálm og 20.864 tonn af kísilyki. Á starfsárinu gekk rekstur ofna eðlilega fyrir sig fyrir utan verulegar rekstrartruflanir í byrjun janúar vegna óveðurs og rafmagnsleysis. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af 75% kísilmálm og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyki.

Álver Norðuráls var gangsett árið 1998 og hefur ársframleiðslugetan aukist úr 60.000 tonnum í 260.000 tonn í fjórum áföngum. Norðurál hefur starfsleyfi fyrir 300.000 tonna ársframleiðslu. Framleiðsla álvers Norðuráls árið 2012 var 286.400 tonn. Rekstur þurrhreinsivirkja gekk almennt vel. Truflun varð á rekstri eins af fjórum þurrhreinsivirkjum mánaðarmótin maí - júní sem olli tímabundinni skerðingu á hreinsun flúors. Þurrhreinsivirkin voru í rekstri 99,6% af heildartíma ársins 2012 og er niðurstaða hreinsunar góð. Árið 2012 voru sendar tvær tilkynningar til Umhverfisstofnunnar þegar afköst þurrhreinsivirkis fór niður fyrir 80% í meira en eina klukkustund og tvær tilkynningar voru gefnar út vegna frávika í rekstri.



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

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, þrjár 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 reykheinsivirkja og heitt afgasið streymir út um mæni reykheinsivirkjanna sem er í um 32 metra hæð yfir sjávarmáli. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin. Loftborna mengun má að mestu leyti rekja til kísilyks, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂)¹.

Kerskálabyggingar Norðuráls eru fjórar og standa í 8 m.y.s. Öflugt afsog er frá öllum kerum og er því beint í gegnum 4 reykheinsivirki. Í reykheinsivirkjum er afsogið hreinsað og blásið út um skorsteina í 38 m.y.s. Um mæni kerskálanna, sem eru í 25 m.y.s., fer kæli loft frá kerunum en að frátöldu afsogi reykheinsivirkja eru náttúruleg loftskipti í kerskálunum. Þær lofttegundir sem helst myndast við álframleiðslu eru brennisteinstvíoxíð, koltvísýringur og flúorsambönd. Kolflúorsambönd myndast einnig í litlu magni en þau eru mjög stöðug efnasambönd sem eru talin til gróðurhúsalofttegunda². Losun á ryki á sér einnig stað um skorsteina og um rjáfur³.

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 túnnum“. 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.

2.2 VEÐURFAR

Líkt og undanfarin ár fóru veðurmælingar ársins 2012 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 2012.

Í heildina var árið 2012 hlýtt og reyndist vera það sjöunda hlýjasta frá upphafi mælinga í Stykkishólmi og tólfta hlýjasta í Reykjavík. Á veðurmælingastöðinni á Grundartangahöfn var ársmeðalhiti 6,3°C og vindhraði 6,0 m/s. Á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, var meðalhitinn þar 8,9°C og meðalvindhraði 5,1 m/s. Algengustu vindáttir voru austanáttir. Að

¹ Elkem Ísland ehf. (2011)

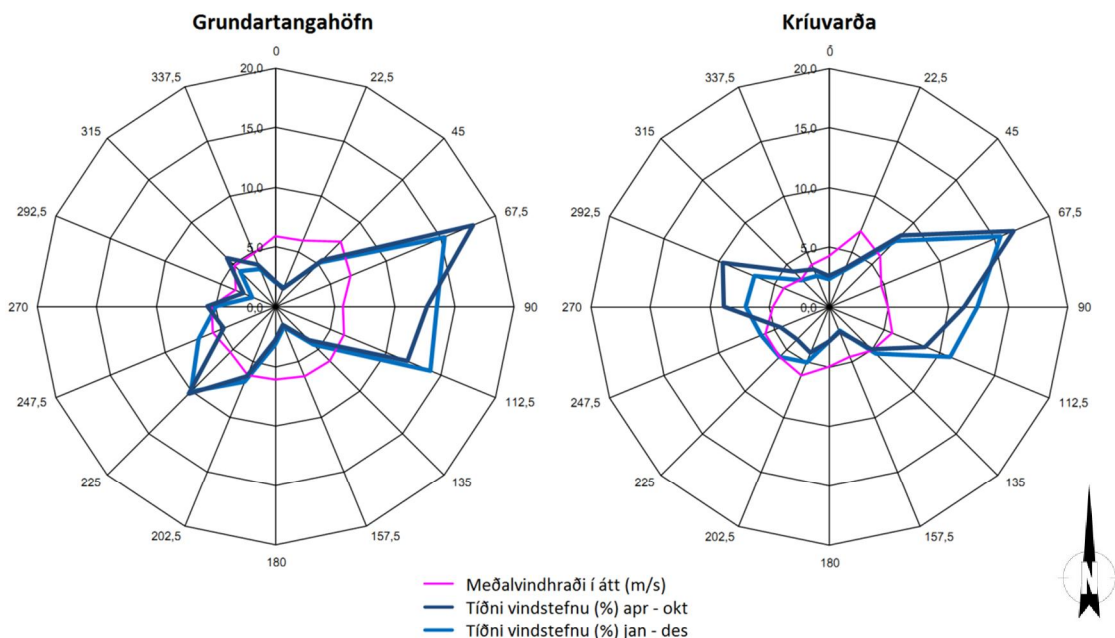
² Skipulagsstjóri ríkisins (1996)

³ Norðurál Grundartanga ehf. (2011)

Kríuvörðu var ársmeðalhiti 5,6°C og vindhraði 5,2 m/s. Frá apríl til október var meðalhiti að Kríuvörðu 8,3°C og vindhraði 4,3 m/s. Ríkjandi vindáttir voru austanáttir líkt og undanfarin ár.

Janúar var úrkomu- og illviðrasamur og hiti yfir meðallagi um landið allt. Auk þess sem snjóþungt var suðvestanlands. Mjög umhleypingasamt var í febrúar og mars, en hlýtt og var mikil úrkoma um allt sunnan- og vestanvert landið. Um mánaðarmótin mars - apríl skipti um veðurlag og við tóku norðlægar áttir sem voru ríkjandi það sem eftir lifði árs. Maímánuður var kaflaskiptur, með hlýindum í upphafi mánaðar, en síðar gerði tæplega þriggja vikna kuldakast. Þá hlýnaði á ný og var mjög hlýtt það sem eftir lifði mánaðar. Hlýtt var á landinu vestanverðu í júní og var mjög þurr á landinu öllu. Sunnan-, vestan- og norðanlands var sérstaklega sólríkt og hægviðrasamt. Í júlí var mjög hlýtt suðvestan- og vestanlands, og var hiti yfir meðallagi um landið allt. Auk þess var úrkoma undir meðallagi á nánast öllu landinu, en þó var ekki eins þurr og í júní. Hlýtt var um allt land í ágúst, hlýjast á Norður- og Vesturlandi og var mjög þurr um landið norðvestanvert. September var óvenju úrkomusamur víða um landið en hiti var nærri meðallagi. Október var fremur hægviðrasamur og var lítill snjór á láglandi, en hiti var nærri meðallagi á vestanverðu landinu. Illviðri voru með meira móti í nóvember, en hiti var nærri meðallagi. Í desember var hiti í flestum landshlutum yfir meðallagi og voru síðustu dagar ársins snjó- og illviðrasamir⁴.

Á mynd 2.2 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2012 og fyrir tímabilið frá apríl til október á Grundartangahöfn og að Kríuvörðu. Austanáttir voru ráðandi um helming tímabilsins líkt og undanfarin ár. Að Kríuvörðu virðist vera meira skjól fyrir beinni suðvestanátt en á Grundartangahöfn og er líklegasta skýringin á því að álverið skýli fyrir suðvestanvindi 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 2012 og allt árið 2012⁵

⁴ Veðurstofa Íslands (2013)

⁵ Hermann Þórðarson (2013)

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Árið 2012 var í fyrsta skipti unnið samkvæmt nýrri umhverfisvöktunaráætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt fyrir árin 2012 - 2021. Þremur þáttum hefur verið bætt við umhverfisvöktunina; styrkur PAH efna í andrúmslofti, tannskoðun og skoðun á ástandi liða lifandi grasbíta sem framkvæmd skal árlega af dýralækni og vöktun á styrk flúors og heildar brennisteins í heysýnum sem vakta skal annað hvert ár. Nýja áætlun má sjá á heimasíðu Umhverfisstofnunar. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2012.

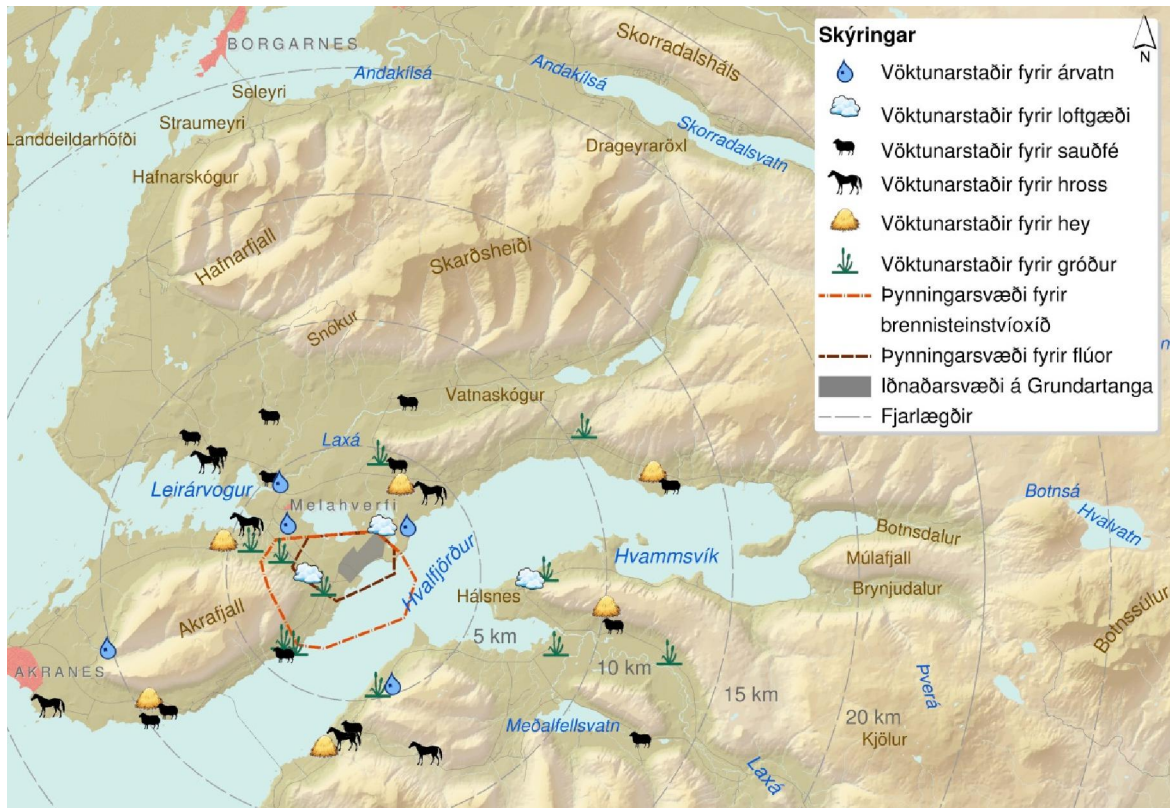
Tafla 3.1: Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2012

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Rannsókn-/mælitímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	Andrúmsloft: Svifryk, flúor, PAH efni, brennisteinstvíoxíð, brennisteinsvetni, nituroxíð Úrkoma: klóríð, sulfat, flúor, pH	Stekkjars, Kríuvarða og Hálsnes	Stekkjars og Hálsnes: apríl - október 2012 Kríuvarða: allt árið 2012	Sýnataka og efnamælingar: NMÍ*
Árvötn	Sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð, sulfat	Bergvatnsár: Berjadalsá, Fossá, Laxá Uppþök í yfirborðsvatni: Kalmansá, Urriðaá	24. apríl – 15. október 2012	Sýnataka og efnamælingar: NMÍ*
Flæðigryfjur	Málmur: arsen, blý, kadmín, kopar, króm, kvikasilfur, nikkell og sink Sýanið og flúor	Sjósýni tekin á 10 stöðum í og við flæðigryfjur	22. júní, 24. júlí og 22. ágúst 2012	Sýnataka og efnamælingar: NMÍ*
Gróður	Flúor í grasi, laufi (birki, reynir, úlfareynir) og barri (greni, bergfura, stafafura)	Norðan Hvalfjarðar: Stekkjars, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Gröf II við Þjóðveg, Gröf II við hús, Hlíð Sunnan Hvalfjarðar: Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir	Gras og lauf: 14. júní og 11. október 2012 Barr: 20. nóvember 2012	Sýnataka og efnamælingar: NMÍ*
Hey	Flúor og heildar brennisteinn í heyi	Norðan Hvalfjarðar: Hrafnabjörg, Eystra Miðfell, Litla Fellsöxl, Innri-Hólmur, Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Grímsstaðir	10. og 17. desember 2012	Sýnataka og efnamælingar: Landbúnaðarháskóli Íslands
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 Leirargarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra-Miðfell, Hrafnabjörg, Gröf II, Þaravellir Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Hjalli, Grímsstaðir Lifandi sauðfé: Norðan Hvalfjarðar: Vogatunga, Eystra-Miðfell, Hrafnabjörg, Innri-Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Grímsstaðir, Kiðafell Hross: Norðan Hvalfjarðar: Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri-Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Miðdalur	Hautslátrun 2012 4. september, 10. og 17. desember 2012 og 25. janúar 2013	Efnamælingar: NMÍ* Skoðun sauðfjár: Tilraunastöð HÍ** á Keldum. Skoðun lifandi grasbíta: LBHÍ***

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

3.1 VÖKTUNARSTAÐIR

Vöktunarstaði umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, árvötn, gróður, hey og grasbíta árið 2012 má sjá á mynd 3.1.



Mynd 3.1: Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, árvatna, gróðurs, heys og grasbíta árið 2012 við iðnaðarsvæðið á Grundartanga

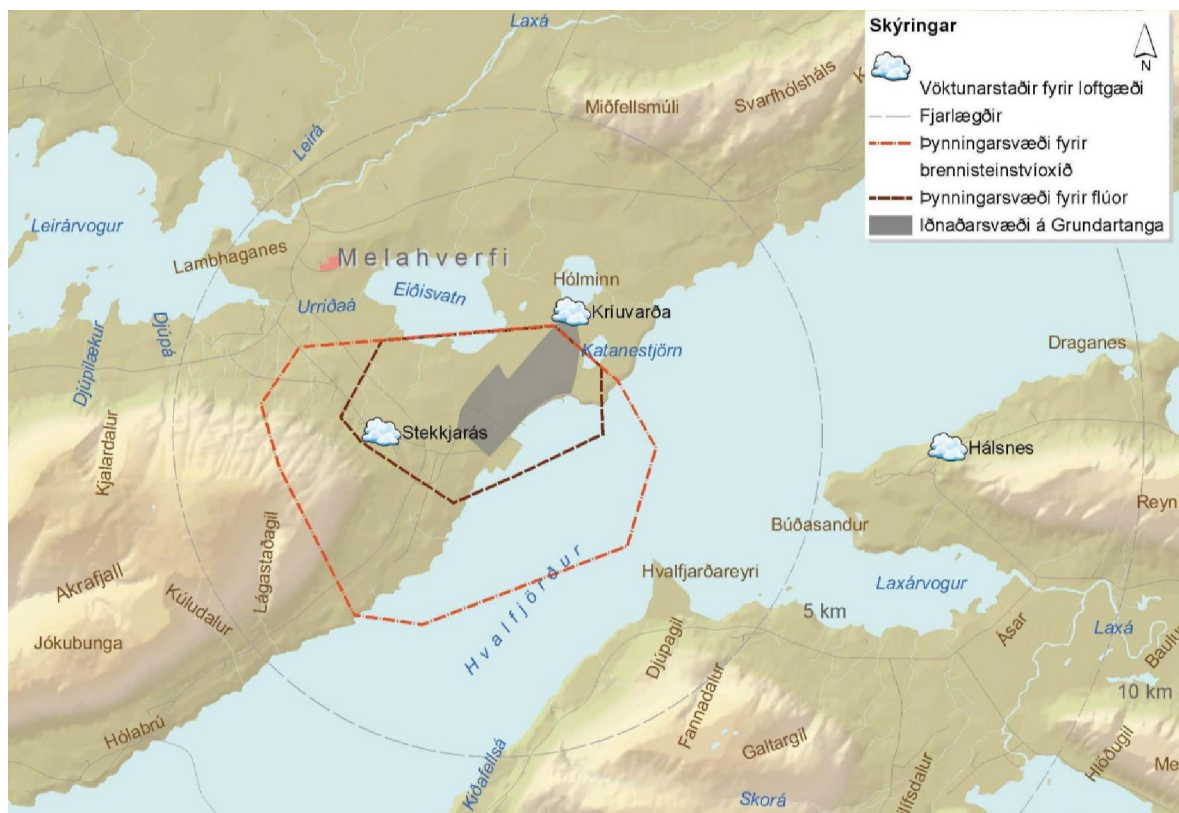
3.2 TÖLFRÆÐI

Umhverfsvöktun fyrir árvötn, 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, IV og VI.

4 VÖKTUN ANDRÚMSLOFTS

Árið 2012 voru þrjár loftgæðamælistöðvar í rekstri. Mælt var í loftgæðamælistöðvum að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi (mynd 4.1). Í mælistöðinni á Hálsnesi fara mælingar fram á þriggja ára fresti í samræmi við umhverfsvöktunaráætlunina. Loftgæðamælingar fóru fram á vaxtartímabili gróðurs, frá síðari hluta apríl til og með loka október, í mælistöðvunum á Stekkjarási og Hálsnesi þar sem sýnum var safnað á síur. Að Kríuvörðu var sýnum safnað á síur á sama tíma auk þess sem samfelldar mælingar fóru fram árið um kring fyrir ákveðna mælipætti.

Þeir þættir sem voru mældir í andrúmslofti á Stekkjarási og Hálsnesi voru svifryk (PM_{10}), flúor í ryki og loftkenndur flúor (HF), brennisteinn í ryki og loftkenndur brennisteinn (SO_2-S). Að Kríuvörðu voru sömu þættir og á hinum tveimur mælistöðvunum mældir í sýnum sem safnað var á síur auk samfelldra mælinga á svifryki (PM_{10} og $PM_{2,5}$), brennisteinstvíoxíð (SO_2), brennisteinsvetni (H_2S) og nituroxíðum (NO_2 og NO_x). Að auki var styrkur fjölhringa arómatískra vetniskolefni (PAH efni) í svifrykssýnum mældur á Stekkjarási. Styrkur klóríðs, natríum, súlfats, flúors og sýrustig (pH) var mældur í úrkomusýnum. Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ. Niðurstöður efnamælinga voru bornar saman við viðmiðunarmörk þegar við átti, en þau mörk gilda einungis utan þynningarsvæða.



Mynd 4.1: Staðsetning loftgæðamælistöðva í Hvalfirði árið 2012

4.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Flúor

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

Brennisteinstvíoxíð

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO₂) í andrúmslofti liggur töluvert undir heilsu- og gróðurverndarmörkum á öllum mælistöðum innan og utan þynningarsvæðis. Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ að Kríuvörðu fór 15 sinnum yfir gróðurverndarmörkum, en leyfilegt er að yfirstíga þau mörk sjö sinnum árlega.

Brennisteinsvetni

Styrkur brennisteinsvetnis (H₂S) í andrúmslofti mældist undir heilsuverndarmörkum.

Köfnunarefnisoxíð

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

Svifryk

Á öllum vöktunarstöðum var meðalstyrkur svifryks í andrúmslofti undir heilsuverndarmörkum. Meðalstyrkur svifryks var töluvert lægri að Kríuvörðu og Hálsnesi en á Stekkjarási. Sólarhringsmeðalstyrkur svifryks að Kríuvörðu var tvisvar sinnum yfir heilsuverndarmörkum, en leyfilegt er að styrkur svifryks fari sjö sinnum yfir þau mörk árlega.

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)

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

Úrkoma

Flúorstyrkur í úrkomu mældist hærri að Kríuvörðu en á Stekkjarási og Hálsnesi. Meginúrkomuáttir árið 2012 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 andrúmslofts má sjá í kafla 4.2. Yfirlit yfir niðurstöður mælinga og skilgreind umhverfismörk má sjá í töflum 4.1 og 4.2 fyrir Kríuvörðu og Hálsnes sem liggja utan þynningarsvæða, og í töflu 4.3 fyrir Stekkjarás sem liggur innan þynningarsvæða.

Tafla 4.1: Niðurstöður mælinga að Kríuvörðu á vöktunartímabilinu (apríl – október) ásamt skilgreindum umhverfismörkum. Mælistöðin liggur utan þýnningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi utan þýnningarsvæða ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Heimild	Athugasemd
HF í andrúmslofti				
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	0,10 ± 0,08	0,3	Starfsleyfi Norðurlands	
SO₂ í andrúmslofti				
<i>Meðalstyrkur (síur)</i>	4,9 ± 3,4	20	Reglugerð nr. 251/2002	Gróðurverndarmörk
<i>Meðalstyrkur</i>	6,2 ± 4,2	20	Reglugerð nr. 251/2002	Gróðurverndarmörk. Meðalstyrkur frá apríl – október.
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	122	50	Reglugerð nr. 251/2002	Gróðurverndarmörk. Yfir mörkum 15 x yfir árið (þar af 6x á vöktunartímabilinu), leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Hæsta gildi mælt 9. ágúst í SSV-átt.
	122	125	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk. Hæsta gildi mælt 9. ágúst í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,2			Mældist 4 x í austlægum áttum
<i>Hæsti klukkustundar meðalstyrkur ársins</i>	258	350	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk. Hæsta gildi mælt 26. febrúar í SSV átt.
H₂S				
<i>Meðalstyrkur</i>	0,6 ± 1,1	5	Reglugerð nr. 514/2010	Heilsuverndarmörk
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	6,6	50	Reglugerð nr. 514/2010	Heilsuverndarmörk. Leyfilegt að yfirstíga 5 x árlega. Hæsta gildi mælt 2. júlí í VNV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0			Mældist 66 x oftast í ANA-áttum
NO₂				
<i>Meðalstyrkur</i>	0,54 ± 0,30	30	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	13	75	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk. Leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Hæsta gildi mælt 10. janúar í VSV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0			Mældist 1 x í ANA-átt
NO_x				
<i>Meðalstyrkur</i>	0,74 ± 0,33	30	Reglugerð nr. 251/2002	Gróðurverndarmörk
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	14,4	-		Hæsta gildi mælt 10. janúar í VSV-átt.
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,0			Mældist 9 x oftast í austlægum-áttum
Svifryk (PM₁₀)				
<i>Meðalstyrkur</i>	6,5 ± 1,7	20	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk
<i>Hæsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	58,4	50	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk. Leyfilegt að yfirstíga 7 x árlega. Mældist 2 x yfir mörkum þann 9. júní breytileg vindátt og 21. maí í S-átt
<i>Lægsti sólarhrings meðalstyrkur ársins</i>	0,9			Mældist 1 x í A-átt

Tafla 4.2: Niðurstöður mælinga á Hálsnesi ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða. Mælistöðin liggur utan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða (µg/m ³)	Heimild	Athugasemd
HF				
<i>Meðalstyrkur</i>	0,01 ± 0,004	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga	
SO₂				
<i>Meðalstyrkur</i>	1,2 ± 0,7	20	Reglugerð nr. 251/2002	
Svifryk (PM₁₀)				
<i>Meðalstyrkur</i>	9,4 ± 4,9	20	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk

Tafla 4.3: Niðurstöður mælinga á Stekkjarási ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða. Mælistöðin liggur innan þynningarsvæða

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi utan þynningarsvæða (µg/m ³)	Heimild	Athugasemd
HF				
<i>Meðalstyrkur</i>	0,05 ± 0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga	Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
SO₂				
<i>Meðalstyrkur</i>	4,8 ± 2,1	20	Reglugerð nr. 251/2002	Gróðurverndarmörk. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
Svifryk (PM₁₀)				
<i>Meðalstyrkur</i>	13,9 ± 9,1	20	Reglugerð nr. 251/2002	Heilsuverndarmörk. Uppfyllir viðmiðunargildi sem gilda utan þynningarsvæða
PAH efni - Bensó(a)þýren				
<i>Meðalstyrkur</i>	2,1·10 ⁻⁶ ± 1,2·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Reglugerð nr. 410/2008	Uppfyllir umhverfismörk sem gilda utan þynningarsvæða

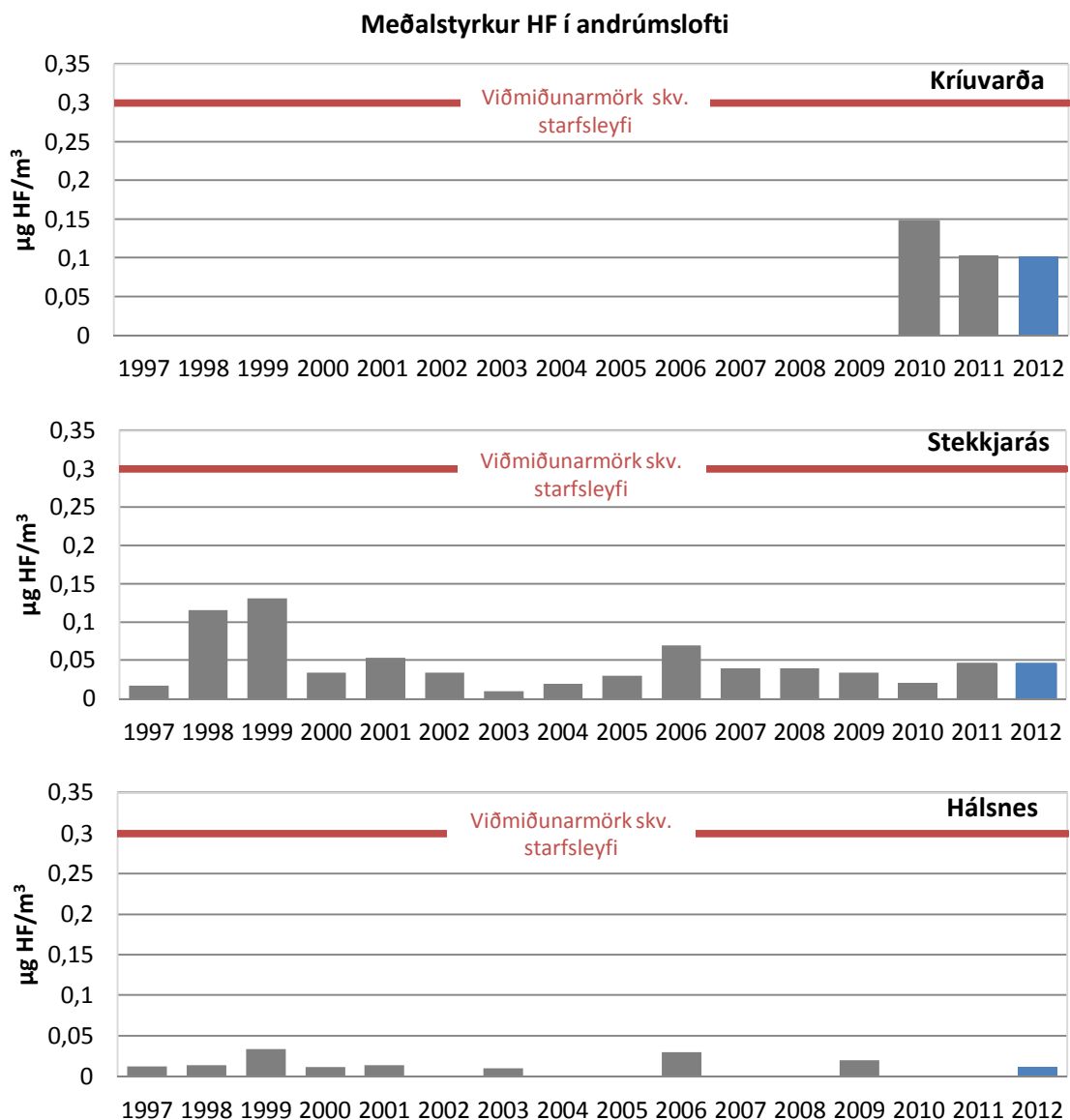
Ekki eru skilgreind umhverfismörk fyrir eftirfarandi þætti í andrúmslofti og úrkomu í íslenskum reglugerðum né í starfsleyfum iðjuveranna:

- 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 loftkenndur brennisteinn) í andrúmslofti yfir heilt ár
- Meðalstyrkur heildarbrennisteins (samanlagt brennisteinn í ryki og loftkenndur 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

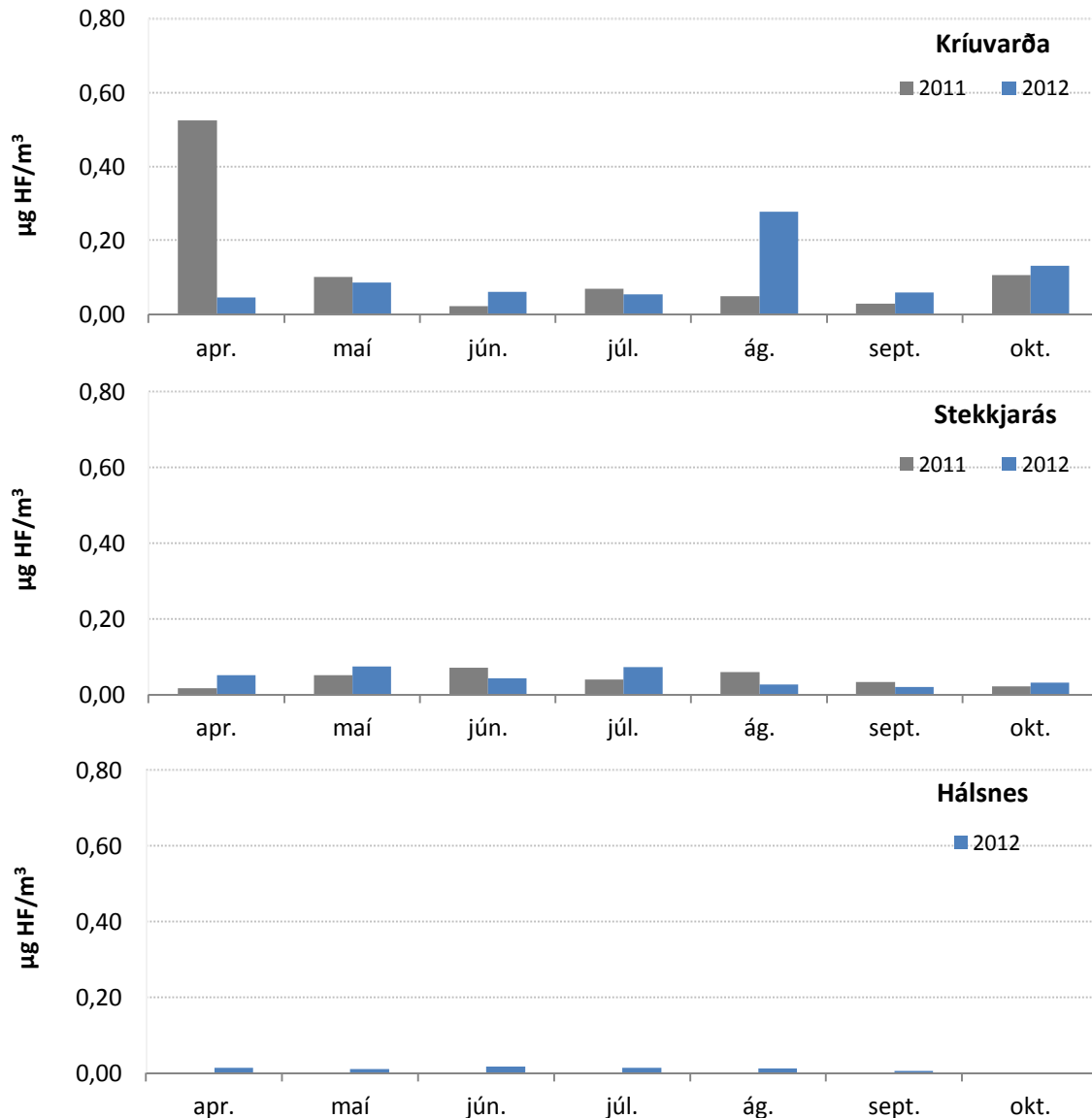
Styrkur flúors í andrúmslofti var mældur á öllum mælistöðvum frá síðari hluta apríl til og með loka október 2012. Sýnum var safnað á síur á mælistöðvunum. Meðalstyrkur flúors á öllum mælistöðum liggur undir viðmiðunarmörkum en þau eru skilgreind fyrir styrk HF í starfsleyfi Norðurláls sem $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ í andrúmslofti á gróðurtímabilinu utan þynningarsvæðis til að tryggja hefðbundnar landbúnaðarnytjar. Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) að Kríuvörðu var $0,10 \pm 0,08 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$, á Stekkjarási $0,05 \pm 0,02 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ og á Hálsnesi $0,01 \pm 0,004 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ (mynd 4.2). Stekkjarás er innan þynningarsvæðis fyrir flúor, en Kríuvarða og Hálsnes utan þess.



Mynd 4.2: Meðalstyrkur (apríl - október) HF í andrúmslofti á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði við Kríuvörðu (2010 – 2012), Stekkjarás (1997 – 2012) og Hálsnes (1997 - 2012) ásamt viðmiðunarmörkum samkvæmt starfsleyfi Norðurláls sem gilda utan þynningarsvæðis

Á mynd 4.3 má sjá meðalstyrk HF í andrúmslofti í hverjum mánuði frá apríl til október að Kríuvörðu og Stekkjarási árið 2012 og til samanburðar fyrir árið 2011, sem og hvern mánuð á Hálsnesi árið 2012 en ekki var mælt á Hálsnesi árið 2011. Töluverðar breytingar voru á meðalstyrk HF á milli ára að Kríuvörðu og einnig á Stekkjarási. Mánaðarmeðalstyrkur var ávallt lægstur á Hálsnesi.

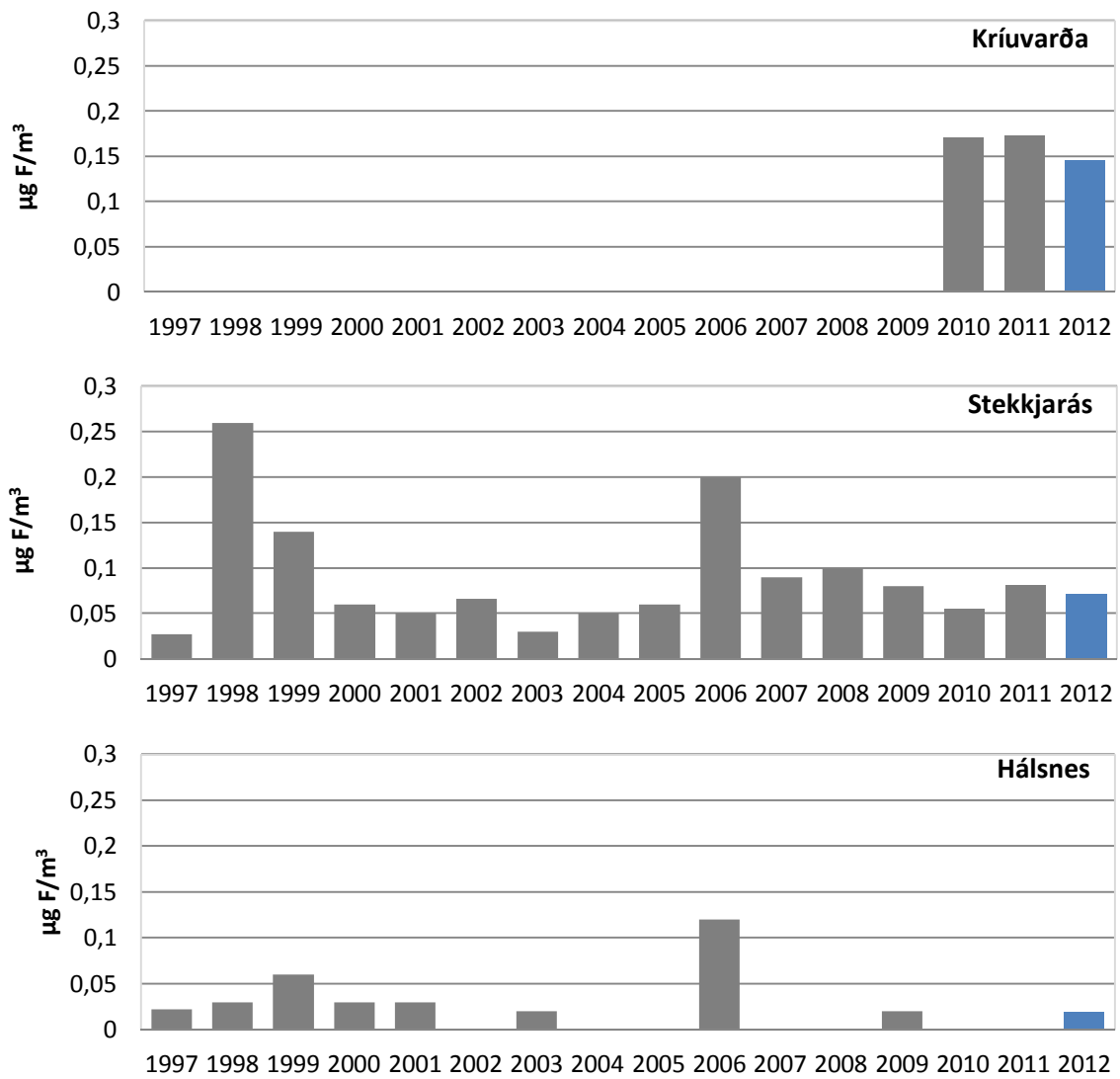
Mánaðarmeðalstyrkur HF í andrúmslofti



Mynd 4.3: Meðalstyrkur loftkennds flúors í hverjum mánuði að Kríuvörðu og Stekkjarási, apríl – október 2011 og 2012 og Hálsnesi, apríl - október 2012

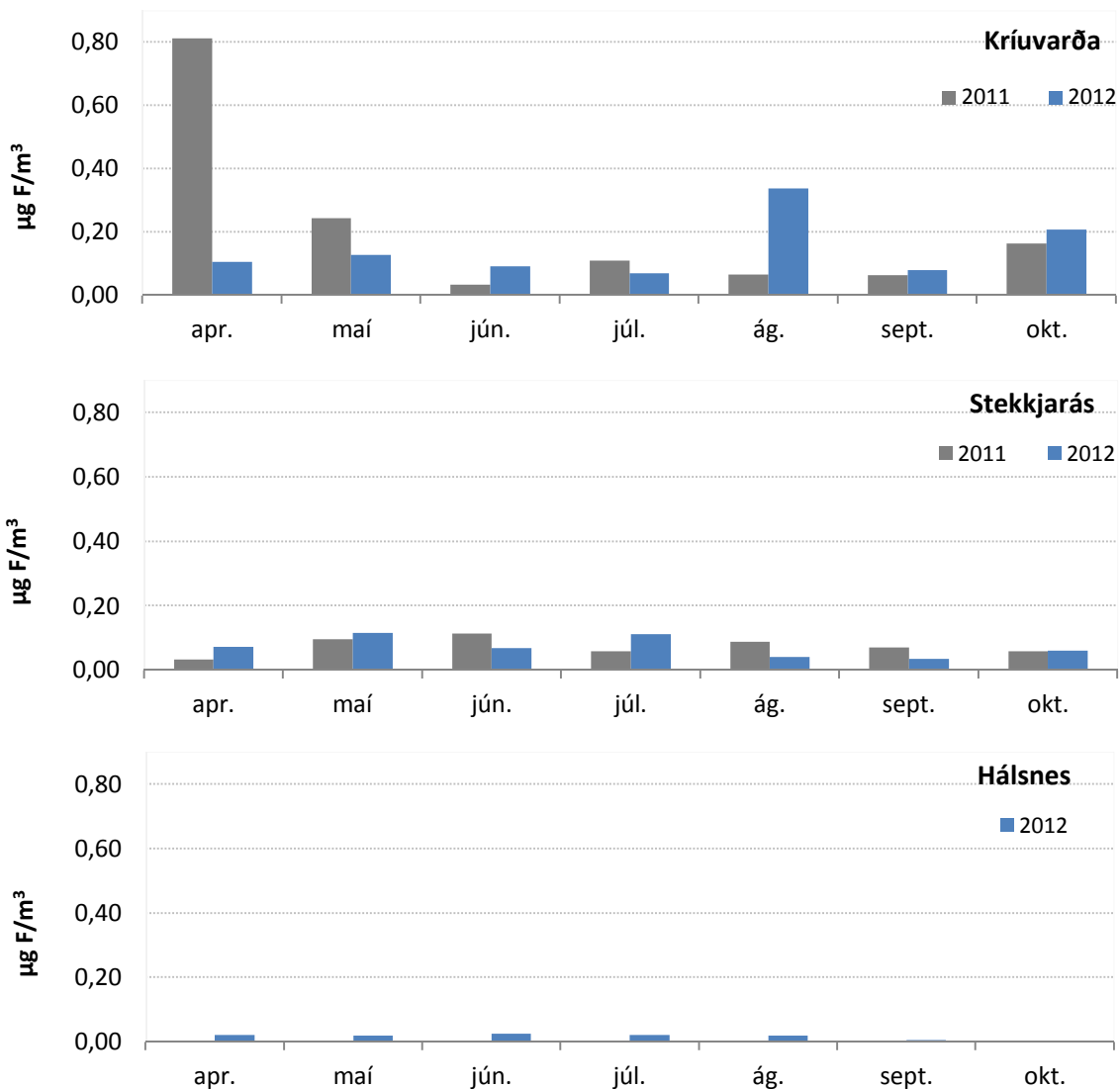
Meðalstyrkur heildarflúors, þ.e. samanlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors í ryki, á Stekkjarási var $0,07 \pm 0,03 \mu\text{g F/m}^3$, að Kríuvörðu $0,15 \pm 0,10 \mu\text{g F/m}^3$ og Hálsnesi $0,02 \pm 0,007 \mu\text{g F/m}^3$ (mynd 4.4). Meðalstyrkur heildarflúors á Stekkjarási hefur haldist nokkuð stöðugur frá árinu 2007, en meðalstyrkur heildarflúors að Kríuvörðu lækkar samanborið við fyrri ár. Á Hálsnesi mældist svipaður styrkur og árið 2009, þegar síðast var mælt í stöðinni. Meðalstyrk heildarflúors í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi má sjá á mynd 4.5.

Meðalstyrkur heildarflúors í andrúmslofti



Mynd 4.4: Meðalstyrkur (apríl - október) heildarflúors á Kríuvörðu (2010 – 2012), Stekkjarási (1997 – 2012) og Hálsnesi (1997 - 2012)

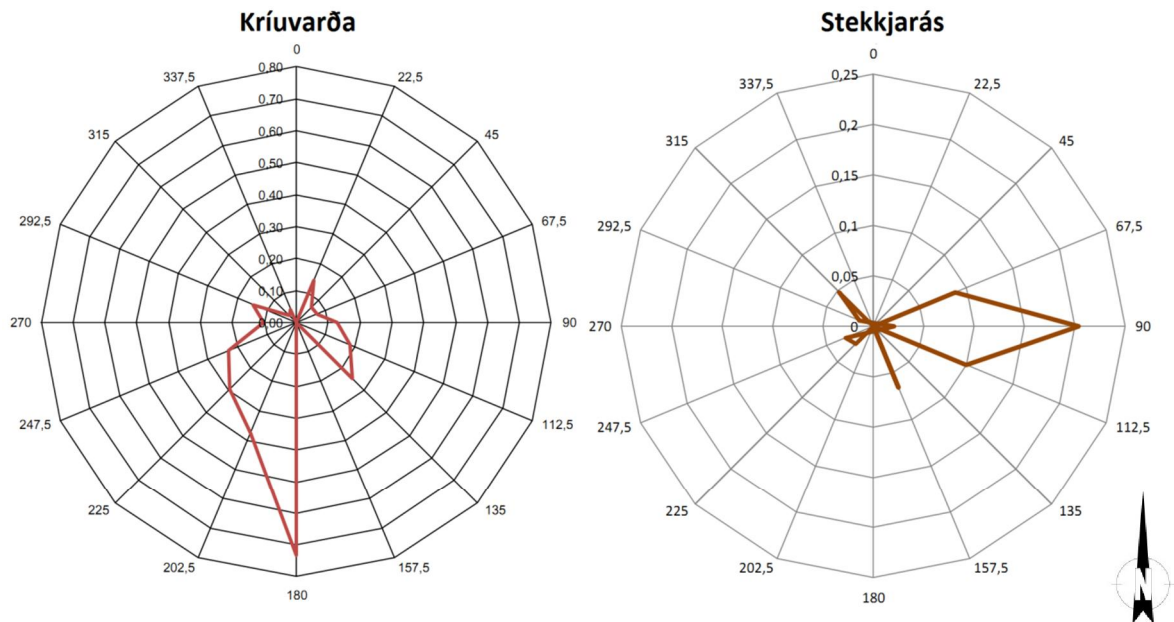
Mánaðarmeðalstyrkur heildarflúors í andrúmslofti



Mynd 4.5: Meðalstyrkur heildarflúors í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Stekkjarási apríl – október 2011 og 2012 og Hálsnesi í apríl - október árið 2012

Styrkur heildarflúors í andrúmslofti mældist hærri að Kríuvörðu en á mælistöðvunum á Stekkjarási og Hálsnesi. Þetta er í samræmi við niðurstöður undanfarinna ára og munar mestu um styrk HF í andrúmslofti sem mældist hærri að Kríuvörðu. Það fór eftir vindáttum hvenær flúor mældist á stöðvunum, en flúor mældist hærri á Stekkjarási í austanáttum. Kríuvörða liggur hins vegar beint við suðvestanátt frá álverinu, og mældist flúorstyrkur hæstur í sunnanáttum (mynd 4.6)⁶.

⁶ Hermann Þórðarson (2013)



Mynd 4.6: Mælingar á styrk flúors ($\mu\text{g F/m}^3$) að Kríuvörðu (vindmælingar að Kríuvörðu) og Stekkjarási (vindmælingar á Grundartangahöfn) frá apríl – október 2012.

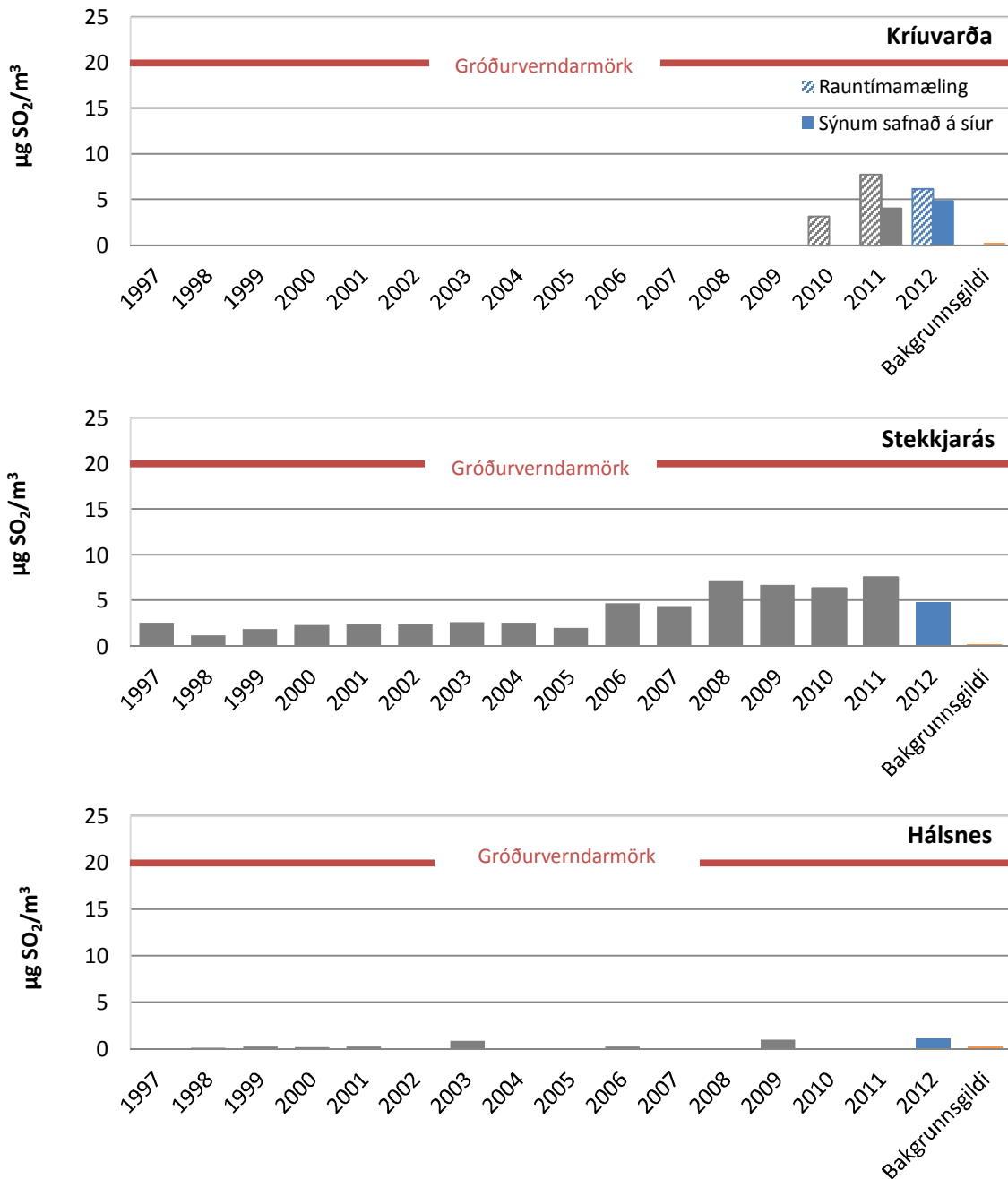
4.2.2 MÆLINGAR Á BRENNISTEINSVÍOXÍÐI OG BRENNISTEINSVETNI Í ANDRÚMSLOFTI

Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO_2) í andrúmslofti árið 2012 var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) sem gildir utan þynningarsvæðis.

Losun SO_2 frá iðjuverunum hefur haldist að mestu leyti óbreytt síðastliðin ár⁷. Árið 2012 var meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti á Stekkjarási $4,8 \pm 2,1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ sem er lægra en undanfarin ár (mynd 4.7). Að Kríuvörðu var líkt og árið 2011 styrkur SO_2 mældur með tveimur mismunandi aðferðum, annars vegar með rauntímamælingu og hins vegar í sýnum sem safnað var á síur. Meðalstyrkur SO_2 að Kríuvörðu var $6,2 \pm 4,2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ mælt með rauntímamælingu yfir vöktunartímabilið frá apríl til október, en $4,9 \pm 3,4 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ mælt í sýnum af síum. Meðalstyrkur SO_2 á Hálsnesi var $1,2 \pm 0,7 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, mælt í sýnum af síum.

⁷ Hermann Þórðarson (2013)

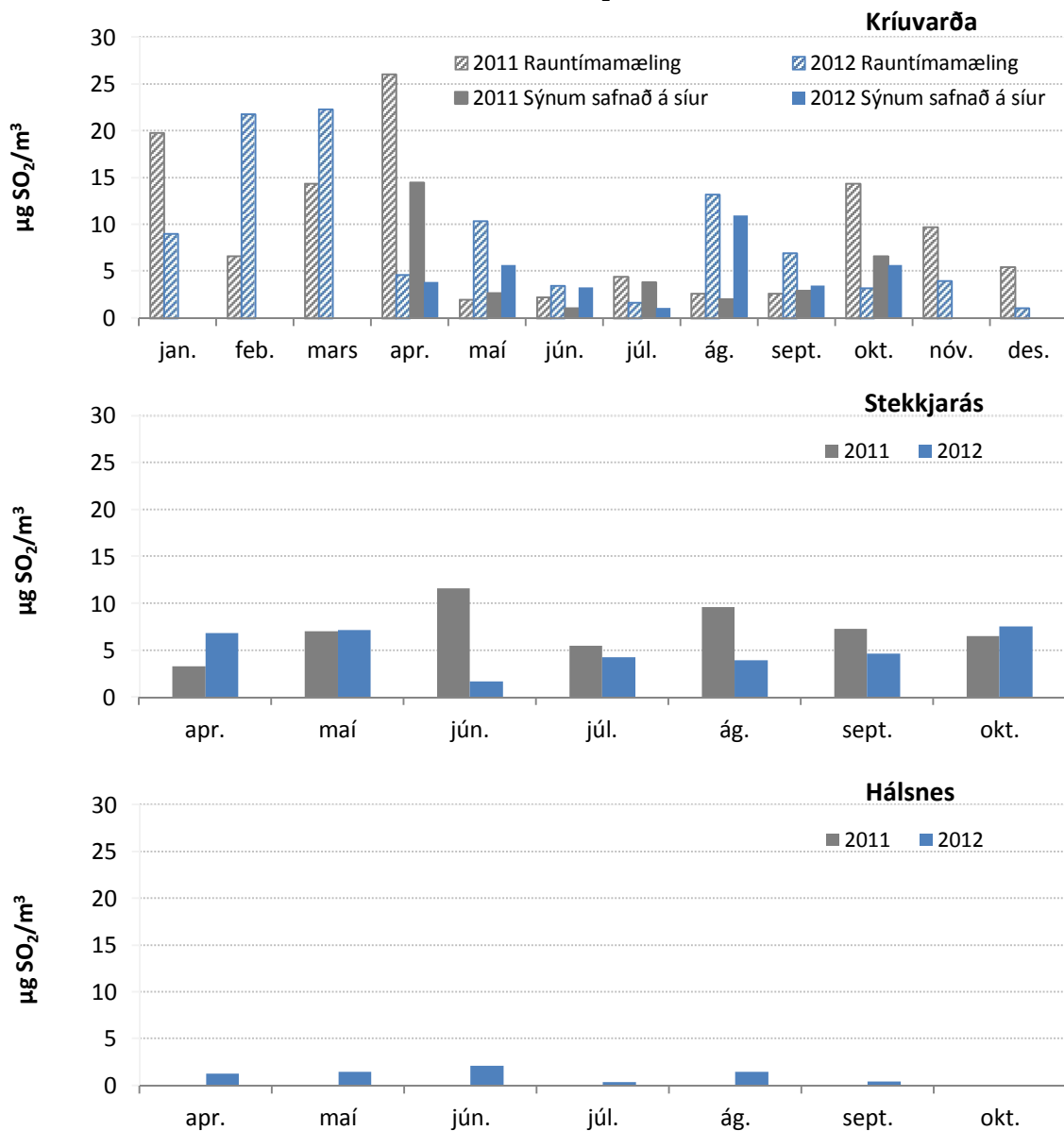
Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti



Mynd 4.7: Meðalstyrkur (apríl - október) SO₂ á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði að Kríuvörðu (rauntímamæling 2010 – 2012 og sýnum safnað á síur 2011 - 2012), Stekkjarási og Hálsnesi (sýnum safnað á síur 1997 – 2012) ásamt gróðurverndarmörkum sem gilda utan þýnningarsvæðis. Bakgrunnsgildi mæld við Írafoss árið 2003

Á mynd 4.8 má sjá meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu og Stekkjarási árið 2012 og til samanburðar fyrir árið 2011 sem og meðalstyrk í hverjum mánuði á Hálsnesi, en þar var ekki mælt árið 2011. Að Kríuvörðu voru gerðar rauntímamælingar auk þess sem sýnum var safnað á síur.

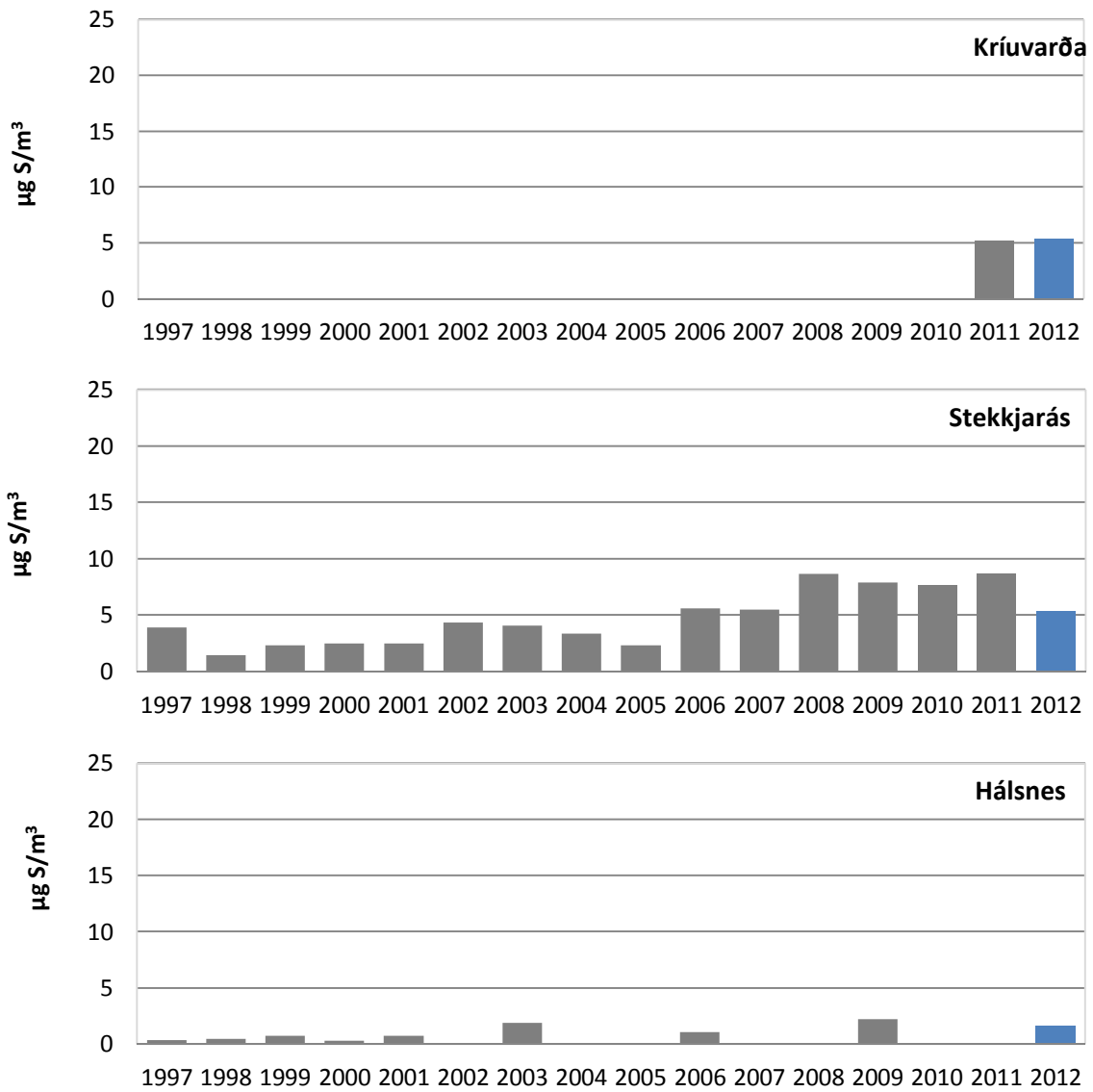
Mánaðarmeðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti



Mynd 4.8: Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði að Kríuvörðu (rauntímamæling og sýnum safnað á síur) og á Stekkjarási (sýnum safnað á síur) árið 2012 og 2011 til samanburðar sem og meðalstyrkur hvers mánaðar á Hálsnesi árið 2012

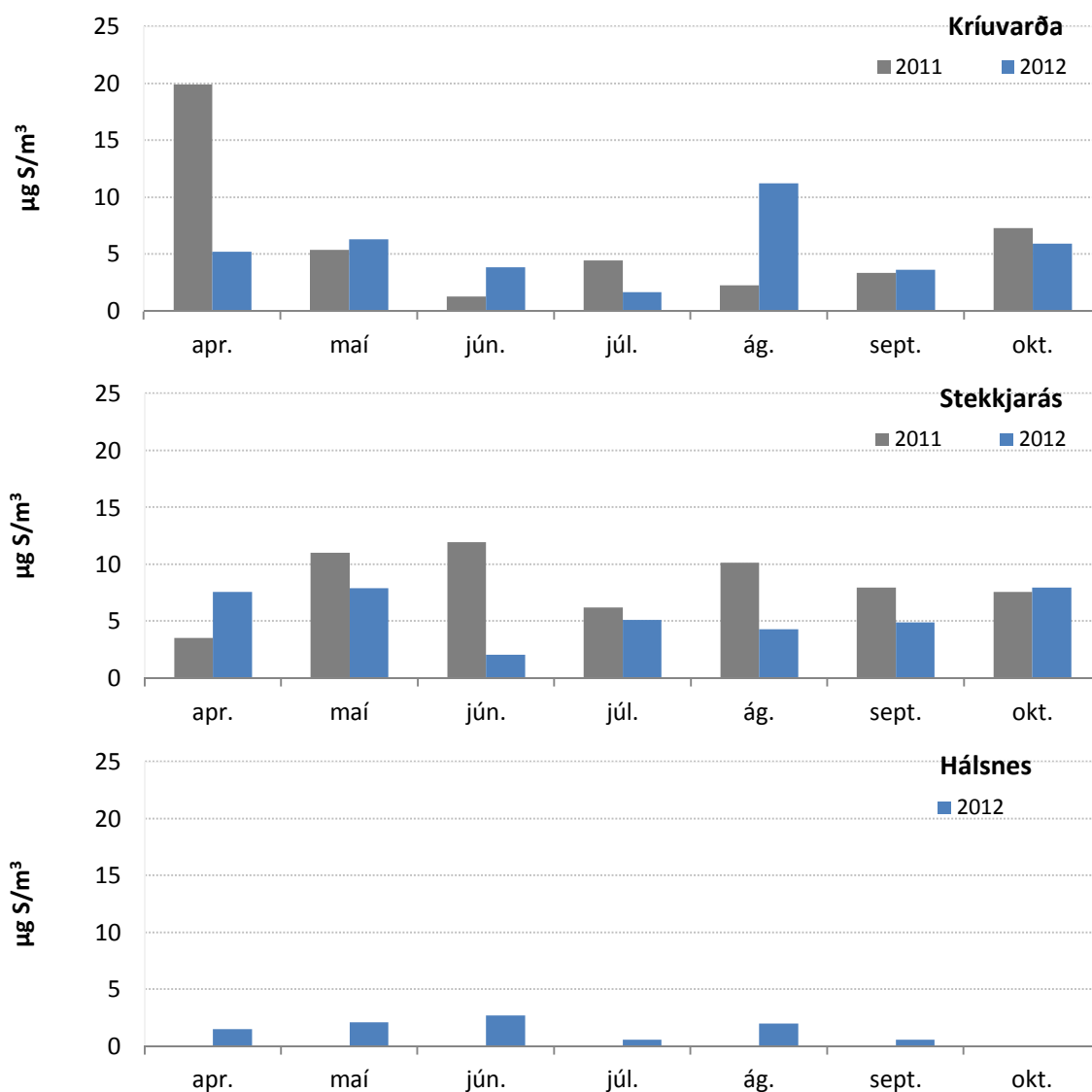
Meðalstyrkur heildarbrennisteins, þ.e. samanlagður styrkur loftkennds brennisteins (SO₂-S) og brennisteins í ryki, að Kríuvörðu var $5,4 \pm 3,3 \mu\text{g S/m}^3$, á Stekkjarási $5,4 \pm 2,2 \mu\text{g S/m}^3$ og Hálsnesi $1,6 \pm 0,9 \mu\text{g S/m}^3$ (mynd 4.9). Meðalstyrk heildarbrennisteins í hverjum vöktunarmánuði að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi má sjá á mynd 4.10.

Meðalstyrkur heildarbrennisteins í andrúmslofti



Mynd 4.9: Meðalstyrkur (apríl - október) heildarbrennisteins á Kríuvörðu (2011 - 2012), Stekkjarási og Hálsnesi (1997 – 2012)

Mánaðarmeðalstyrkur heildarbrennisteins í andrúmslofti



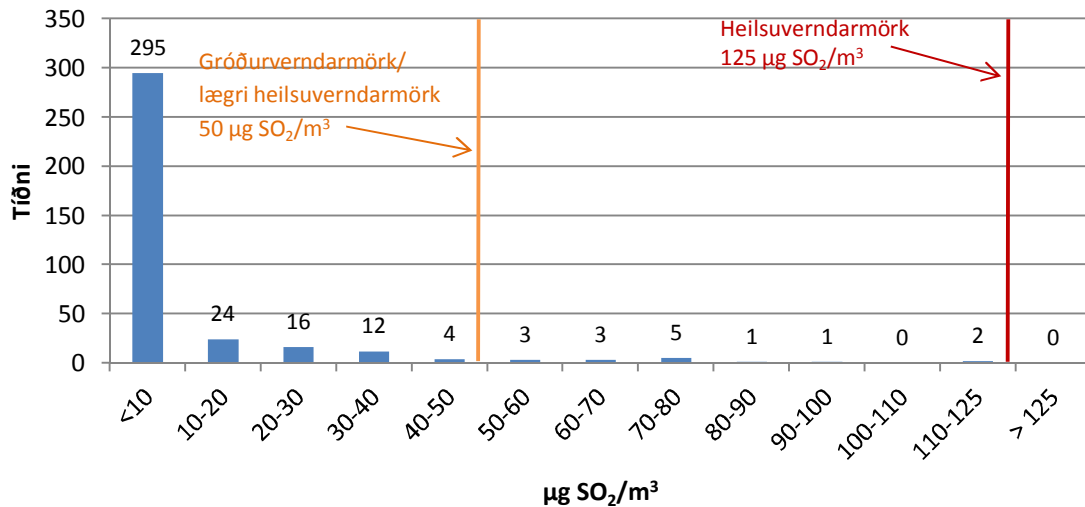
Mynd 4.10: Meðalstyrkur heildarbrennisteins í andrúmslofti í hverjum mánuði (apríl - október) að Kríuvörðu og Stekkjarási 2012 og árið 2011 til samanburðar og meðalstyrkur í hverjum mánuði á Hálsnesi árið 2012

Fram hafa farið samfelldar mælingar á styrk SO₂ í andrúmslofti að Kríuvörðu síðastliðin tvö ár (2011 og 2012) og var meðalstyrkur SO₂ þar allt árið 2012, frá janúar til desember $8,5 \pm 7,3$ µg SO₂/m³. Þar var hæsti klukkustundar meðalstyrkur SO₂ 258 µg SO₂/m³, sem er undir klukkustundar heilsuverndarmörkum sem skilgreind eru í reglugerð nr. 251/2002 sem 350 µg SO₂/m³.

Hæsti meðalstyrkur sólarhrings var 122 µg SO₂/m³ þann 9. ágúst 2012, en sólarhrings heilsuverndarmörk eru 125 µg SO₂/m³ samkvæmt reglugerð nr. 251/2002. Sólarhrings meðalstyrkurinn fór því aldrei yfir heilsuverndarmörk á árinu 2012.

Á árinu fór sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ 15 sinnum yfir gróðurverndarmörk og lægri heilsuverndarmörk (50 µg SO₂/m³), en leyfilegt er samkvæmt reglugerð nr. 251/2002 að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Sex af þessum 15 skiptum voru á vaxtartímabili gróðurs. Á mynd 4.11 má sjá að 351 sinni var sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ undir gróðurverndar- og lægri

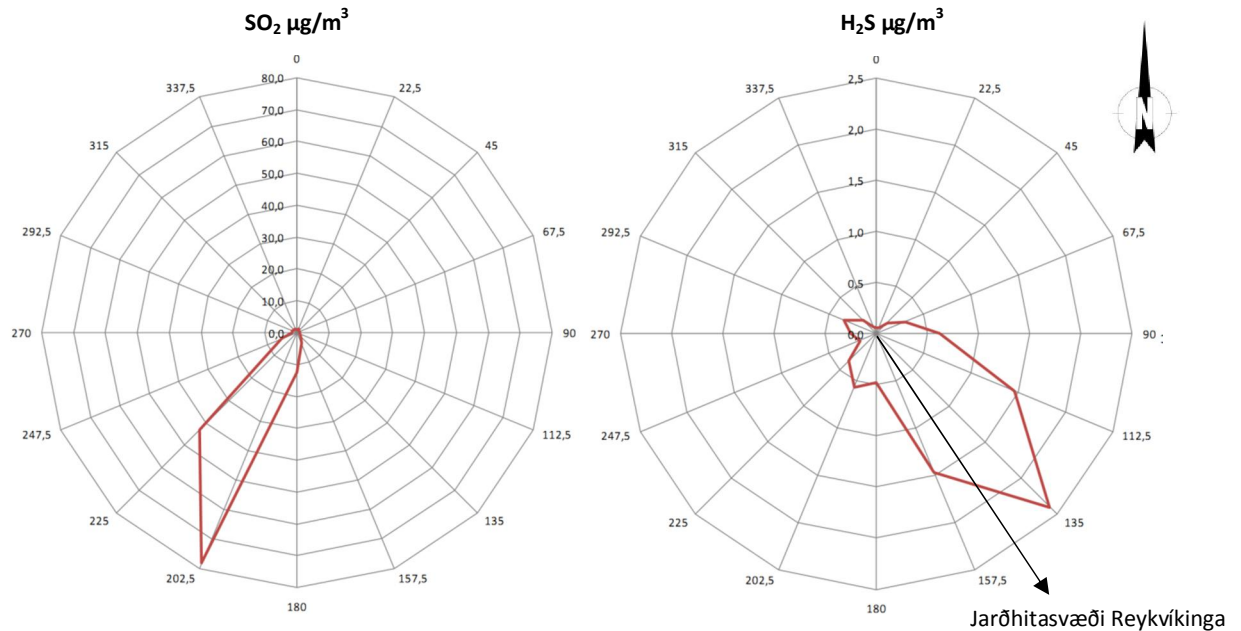
heilsuverndarmörkum ($<50 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) og 15 sinnum yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ($50 - 125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$). Í ljósi niðurstaðna mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO_2 árin 2011 og 2012 hafa Norðurál og Elkem haft frumkvæði að því að loftdreifilíkan fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga verði endurskoðað. Vinna við endurskoðun líkansins er hafin sem og greining á hugsanlegum mótvægisáðgerðum og úrbótum, verði þeirra þörf.



Mynd 4.11: Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO_2 sem mældust undir gróðurverndar – og lægri heilsuverndarmörkum (351) og sem mældust milli gróður- og heilsuverndarmarkna (15) árið 2012

Meðalstyrkur loftkennds H_2S á Kríuvörðu var $0,6 \pm 1,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er undir árs heilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$) samkvæmt reglugerð 514/2010. Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur var $6,6 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þann 2. júlí 2012 sem er töluvert langt undir sólarhringsheilsuverndarmörkum 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 aðvörnumörkum skv. reglugerð 514/2010 ($150 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$).

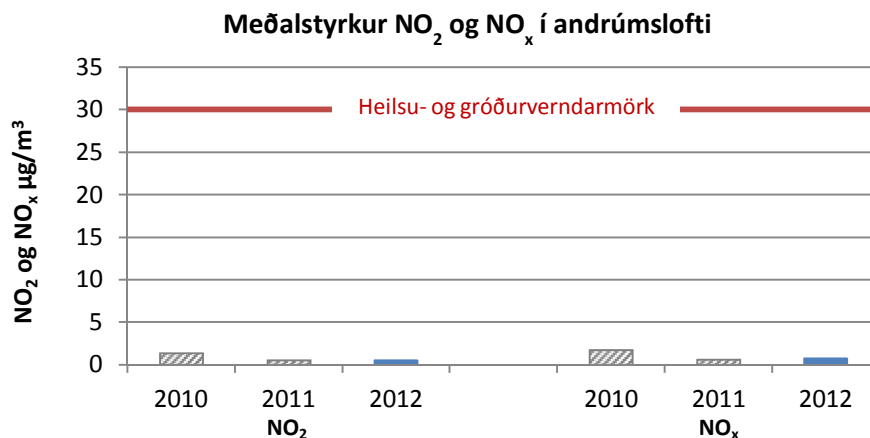
Á mynd 4.12 má sjá uppsprettuáttir SO_2 og brennisteinsvetnis í rauntímamælingum að Kríuvörðu árið 2012. Myndin sýnir að SO_2 mældist í suðsuðvestanáttum frá iðnaðarsvæðinu en brennisteinsvetnið kom að mestu leyti að suðaustan frá jarðhitasvæðum Reykvíkinga.



Mynd 4.12: Uppsprettuáttir SO₂ og H₂S að Krúuvörðu. Myndirnar sýna meðalstyrki SO₂ og H₂S (µg/m³) í mældum vindáttum við Krúuvörðu frá janúar - desember árið 2012

4.2.3 MÆLINGAR Á KÖFNUNAREFNISTVÍOXÍÐI OG KÖFNUNAREFNISOXÍÐI Í ANDRÚMSLOFTI

Samfelldar mælingar á styrk köfnunarefnistvíoxíðs (NO₂) og köfnunarefnisoxíða (NO_x) í andrúmslofti hafa farið fram að Krúuvörðu í tvö heil ár (2011 - 2012), auk hluta ársins 2010. Sólarhringsmeðalstyrkur NO₂ fór aldrei yfir sólarhrings heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 251/2002 (75 µg NO₂/m³), það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk. Meðalstyrkur NO₂ árið 2012 mældist 0,54 ± 0,30 µg NO₂/m³ og NO_x 0,74 ± 0,33 µg NO_x/m³ (mynd 4.13) sem er langt undir heilsuverndarmörkum fyrir NO₂ og gróðurverndarmörkum fyrir NO_x (30 µg/m³).



Mynd 4.13: Meðalstyrkur NO₂ og NO_x að Krúuvörðu (rauntímamæling) 2010 - 2012 ásamt heilsu- og gróðurverndarmörkum

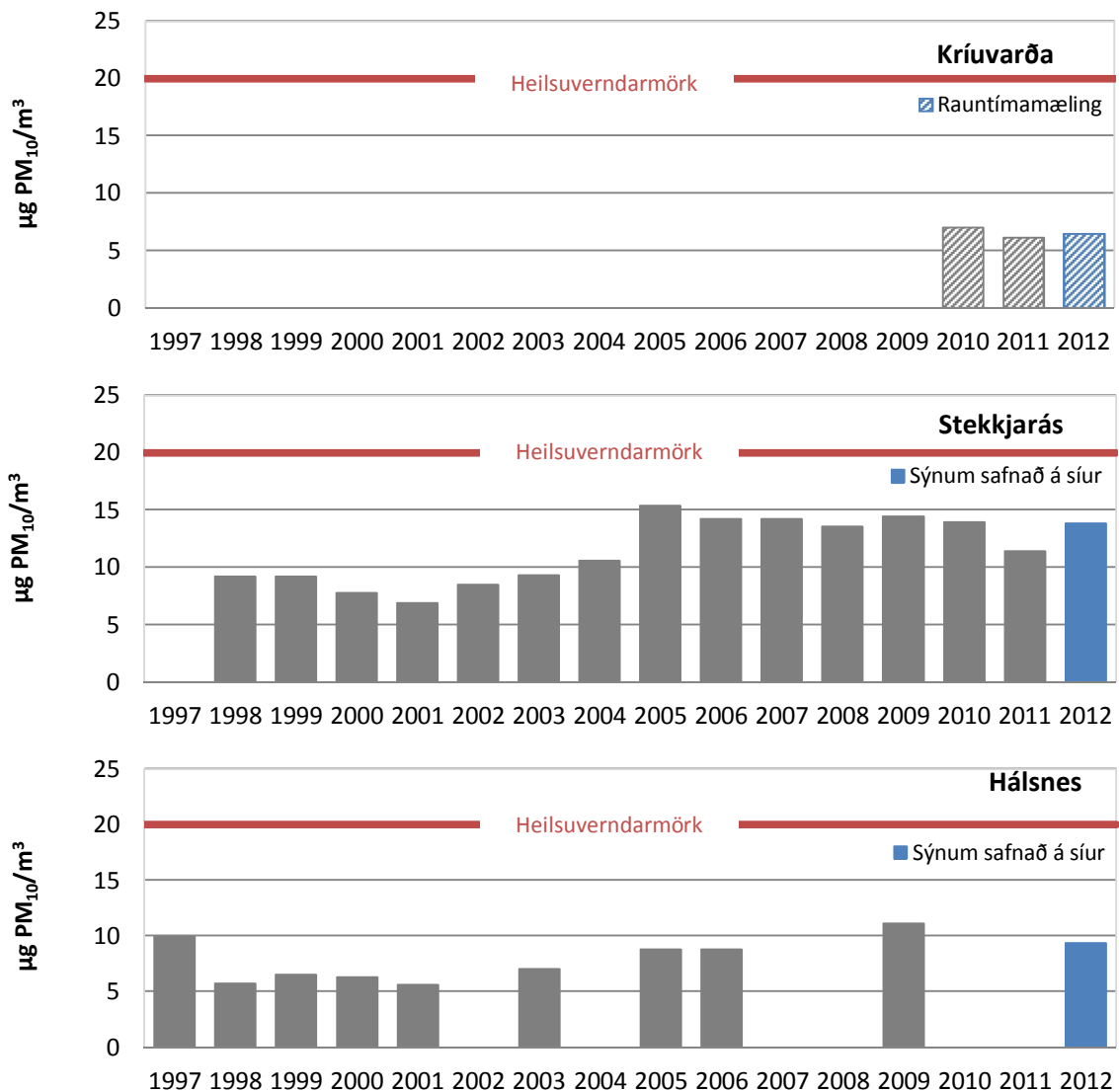
4.2.4 MÆLINGAR Á SVIFRYKI (PM_{10}) Í ANDRÚMSLOFTI

Samfelldar mælingar á magni svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram að Kríuvörðu árið 2012 en söfnun sýna á síur fóru fram á Stekkjarási og Hálsnesi fyrir PM_{10} . Tekið skal fram að um mjög ólíkar mæliaðferðir er að ræða. Meðalstyrkur PM_{10} við Stekkjarás var $13,6 \pm 9,1 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ sem er svipað og mælt hefur á undanförunum árum (mynd 4.14). Á Hálsnesi var meðalstyrkur svifryks $9,4 \pm 4,9 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$. Að Kríuvörðu var meðalstyrkur ársins $6,5 \pm 1,7 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$ sem er svipað og síðustu 2 ár sem mælingar hafa farið fram á mælistöðinni.

Tvisvar sinnum á árinu mældist styrkur PM_{10} að Kríuvörðu yfir sólarhrings heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en leyfilegt er skv. reglugerð nr. 251/2002 að fara yfir þau mörk sjö sinnum árlega. Hæsti sólarhrings meðalstyrkur mældist þann 9. júní 2012 sem $58,4 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$. Mældist styrkurinn hærrí framan af nóttu en þá var hæg breytileg átt sem breyttist í ákveðna vestanátt þegar líða tók á daginn með lækandi mældum styrk. Styrkur PM_{10} fór einnig yfir heilsuverndarmörk þann 21. maí 2012 og mældist þá $56,4 \mu\text{g } PM_{10}/\text{m}^3$, en þá var einnig hæg breytileg átt framan af nóttu sem snérist í sunnan og suðvestanátt undir kvöld þegar hæsti styrkur svifryks mældist⁸.

⁸ Hermann Þórðarson (2013)

Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í andrúmslofti



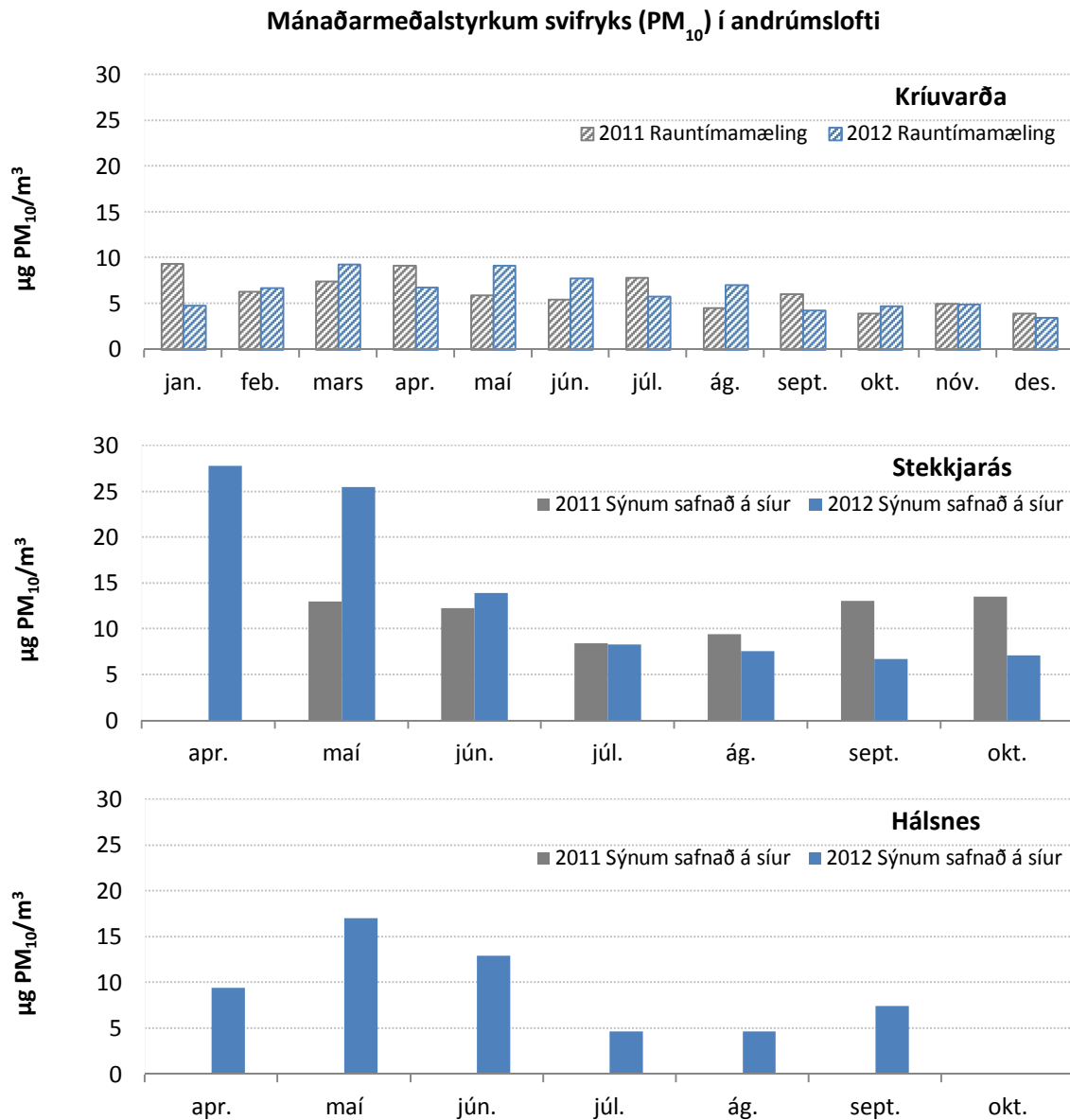
Mynd 4.14: Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í andrúmslofti að Kríuvörðu (rauntímamæling, 2010 – 2012), Stekkjarási og Hálsnesi (sýnum safnað á síur, 1997 – 2012) ásamt heilsuverndarmörkum svifryks sem gilda utan þynningarsvæðis

Við Stekkjarás mældist styrkur svifryks PM₁₀ óvenju hár í apríl og maí (mynd 4.15) og einnig mældist styrkur svifryks mjög hár á Hálsnesi í maí. Ástæður þessa má að öllum líkindum rekja til þess að mánuðirnir voru mjög þurrir og umferðarrik vegna aksturs á malarvegum í grennd við þessar stöðvar er umtalsvert, en síur frá þessu tímabili báru það með sér⁹.

Líkt og árið 2011 mældust hæstu styrkir svifryks á Kríuvörðu í suðvestanáttum, frá verksmiðjusvæðinu (mynd 4.16). Styrkurinn er ekki mjög hár með tilliti til heilsuverndarmarka, en þó er styrkurinn tvöfalt hærri í suðvestanáttum en þegar vindur berst úr norðaustanáttum.

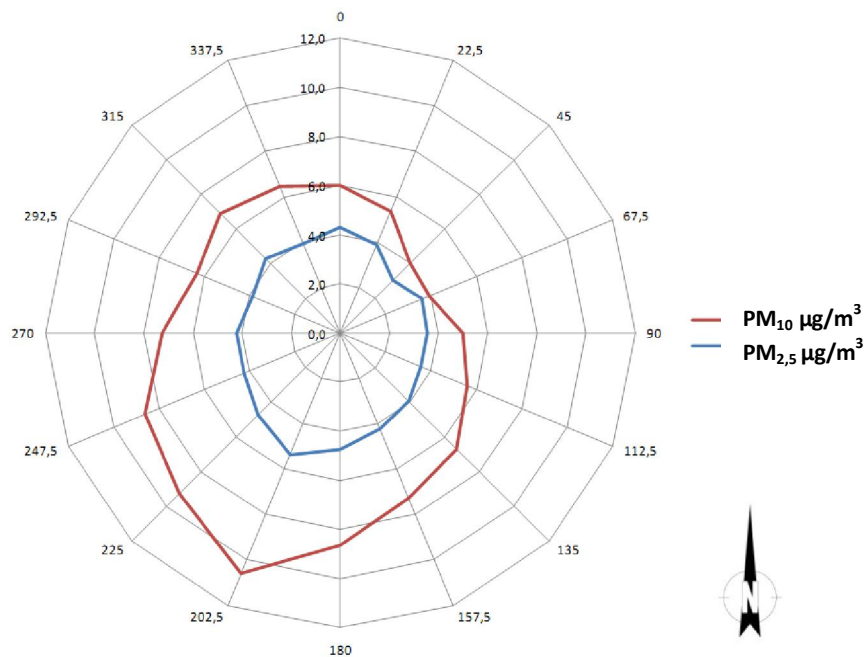
⁹ Hermann Þórðarson (2013)

Svifryk hefur tengst starfsemi á iðnaðarsvæðinu en það hefur einungis verið áberandi þau ár sem sérstakar framkvæmdir, sem hafa falið í sér röskun jarðvegs, hafa átt sér stað¹⁰.



Mynd 4.15: Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í hverjum mánuði á Krúuvörðu (rauntímamæling) og Stekkjarási (sýnum safnað á síur) frá apríl – október árin 2011 og 2012

¹⁰ Hermann Þórðarson (2013)



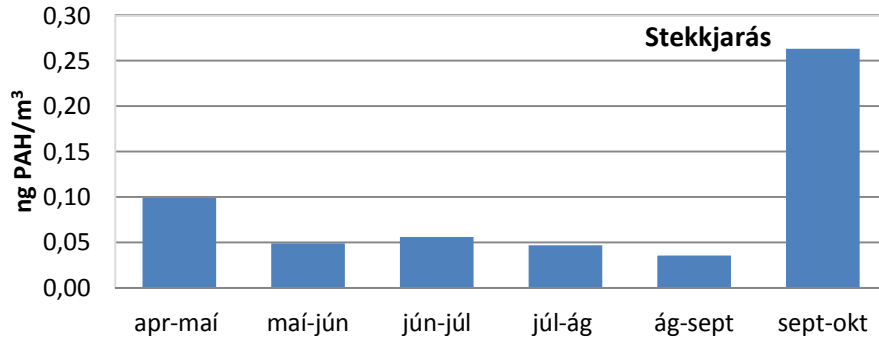
Mynd 4.16: Rykrós fyrir svifryksmengun á Kríuvörðu árið 2012

4.2.5 MÆLINGAR Á FJÖLHRINGA ARÓMATÍSKUM VETNISKOLEFNUM (PAH) Í ANDRÚMSLOFTI

Árið 2012 fóru fram mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í svifryki. Styrkur PAH-18 og coronene var mældur í sex svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur á Stekkjarási á tímabilinu frá apríl til október.

Styrkur PAH efnanna mældist lágur, en meðalstyrkur allra PAH efnanna var $0,092 \pm 0,087$ ng PAH/ m^3 . Styrk allra PAH efna í svifrykssýnum má sjá á mynd 4.17, en ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH efna í andrúmslofti. Meðalstyrkur bensó(a)pýren (BaP) var $0,0021 \pm 0,0012$ ng BaP/ m^3 , en umhverfismörk fyrir BaP eru skilgreind sem 1 ng/ m^3 samkvæmt reglugerð nr. 410/2008 um arsen, kadmíum, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti. Hins vegar greindist styrkur BaP undir magngreiningarmörk ($0,0024$ ng BaP/ m^3) í fjórum sýnum af sex, en mældist hæstur í sýni frá september $0,0038$ ng BaP/ m^3 . Niðurstöður mælinga og umhverfismörk fyrir BaP má sjá í töflu 4.4. Niðurstöður mælinga á styrk PAH efna í svifryki hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti þar komið til hærra hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri¹¹. Nánari upplýsingar um niðurstöður mælinga má sjá í viðauka II.

¹¹ Hermann Þórðarson (2013)



Mynd 4.17: Heildarstyrkur allra PAH efna í svifryki á Stekkjarási

Tafla 4.4: Styrkur bensó(a)pýrens í svifryki á Stekkjarási í hverju vöktunarmánuði ásamt umhverfis- og magngreiningarmörkum

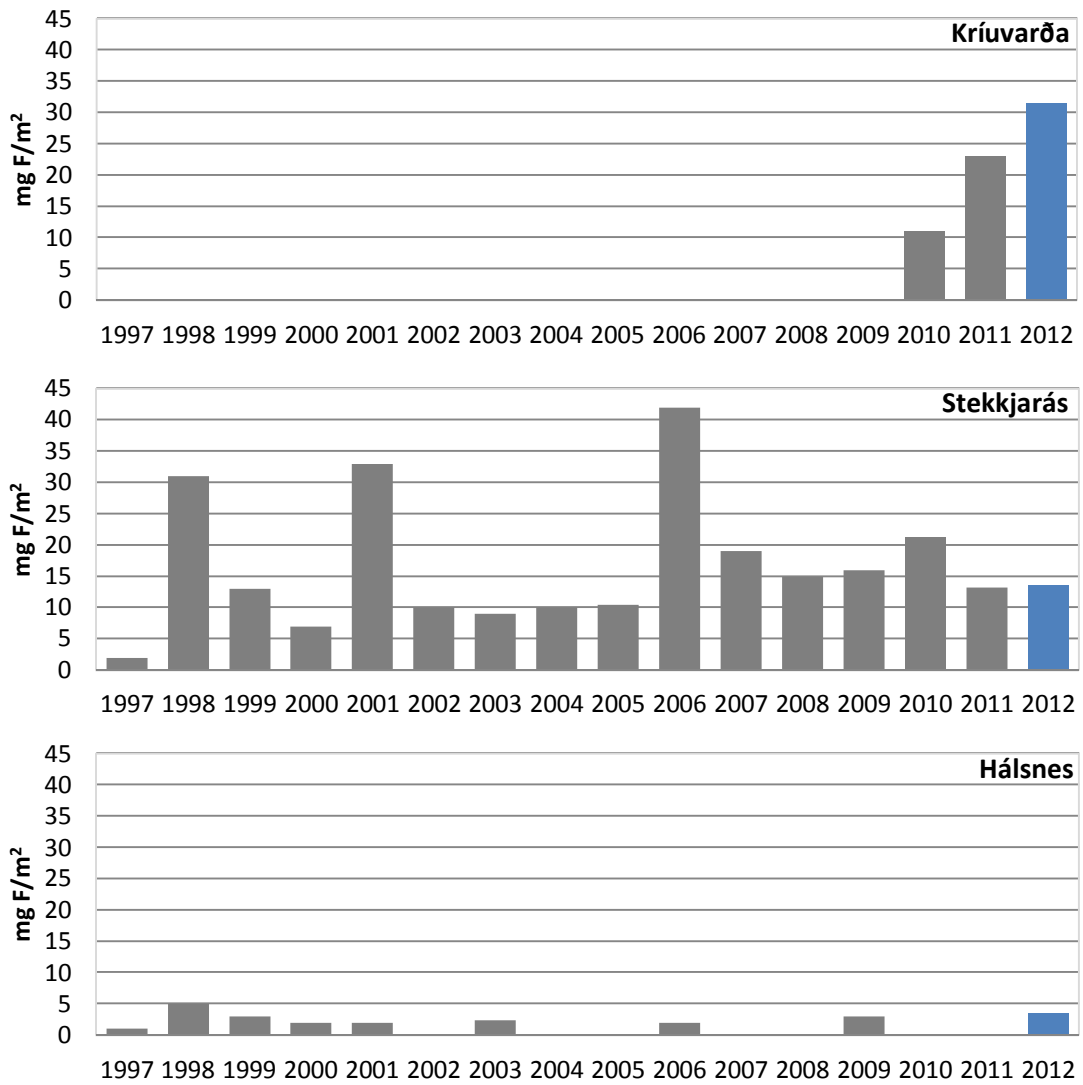
	Styrkur BaP (ng/ m ³)	Umhverfismörk (ng/ m ³)	Magngreiningarmörk (ng/ m ³)
apríl/ maí	0,0033	1,0	0,0024
maí/ júní	<0,0024		
júní/ júlí	<0,0024		
júlí/ ágúst	<0,0024		
ágúst/ september	<0,0024		
september/ október	0,0038		

4.2.6 MÆLINGAR Á UPPLÝSTUM EFNUM OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU

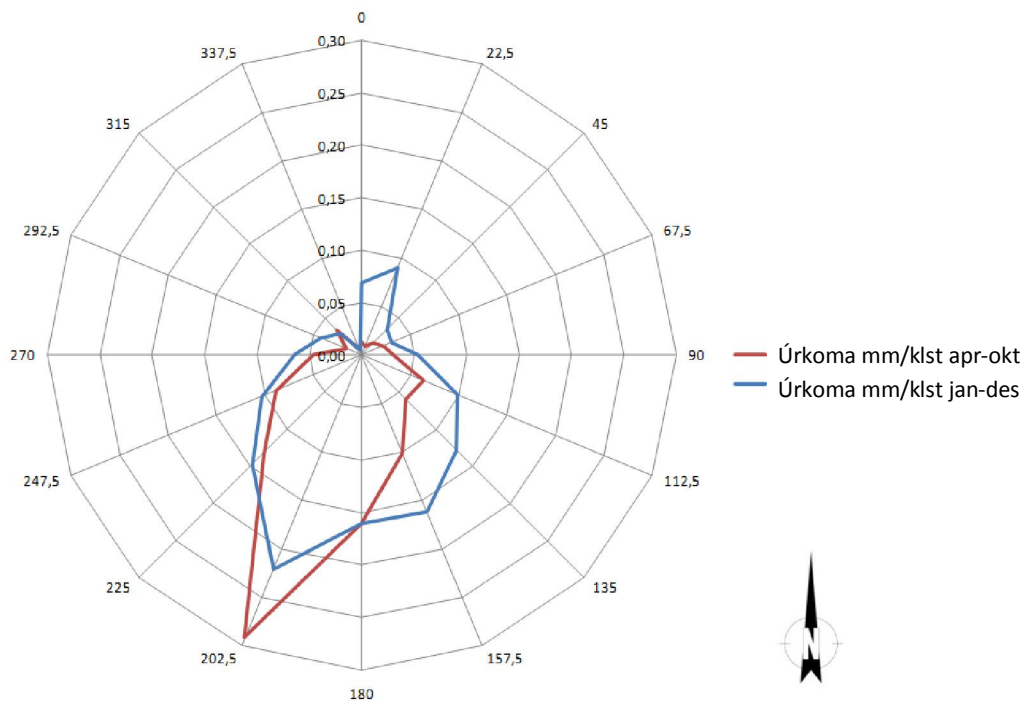
Flúor

Styrkur flúors mældist að meðaltali hærra að Kríuvörðu ($31 \pm 23 \text{ mg/m}^2$) en á Stekkjarási ($14 \pm 11 \text{ mg/m}^2$) og Hálsnesi ($3,4 \pm 3,0 \text{ mg/m}^2$) (mynd 4.18). Mælistöðin að Kríuvörðu er þannig staðsett að í sunnan- og suðvestanáttum berst úrkoma frá iðnaðarsvæðinu í átt að stöðinni. Árið 2012 féll um helmingur úrkomu í þeim vindáttum (mynd 4.19) en um 25% úrkomunnar féll í austan- eða suðaustanáttum, en þá berst úrkoma yfir iðnaðarsvæðið í átt að mælistöðinni á Stekkjarási. Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk flúors í úrkomu.

Meðalstyrkur flúors í úrkomu



Mynd 4.18: Meðalstyrkur (apríl – október) flúors í úrkomu að Krúuvörðu (2010 – 2012) og við Stekkjarás og Hálsnes (1997 – 2012)



Mynd 4.19: Megin úrkomuáttir að Kríuvörðu eru sunnan- og suðvestanáttir, tímabilin apríl – október og janúar – desember 2012

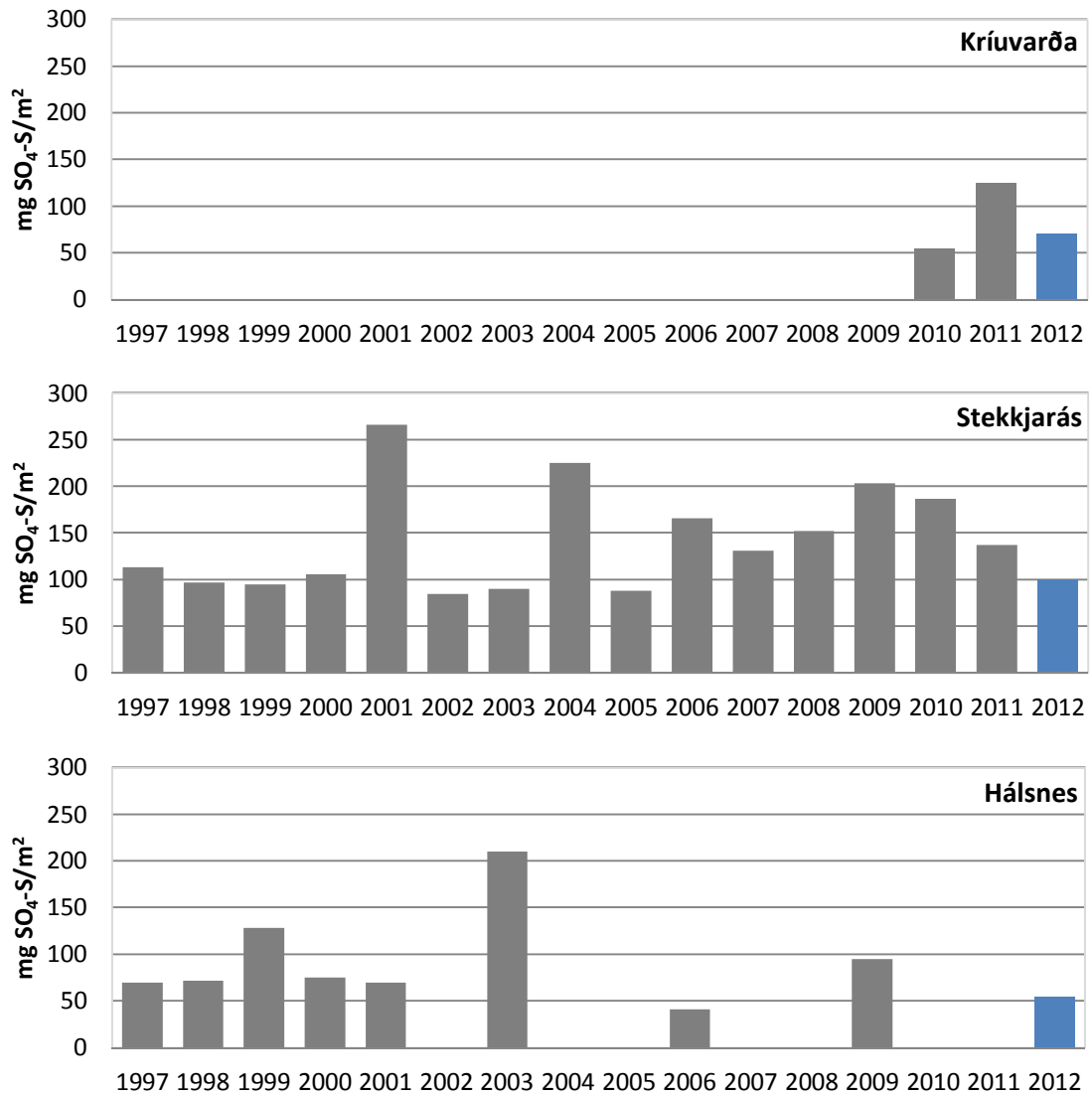
Súlfat

Meðalstyrkur brennisteins í úrkomu (mælt sem súlfat, $\text{SO}_4\text{-S}$) var $100 \pm 81 \text{ mg/m}^2$ á Stekkjarási, $71 \pm 46 \text{ mg/m}^2$ að Kríuvörðu og á Hálsnesi mældist styrkurinn $54 \pm 49 \text{ mg/m}^2$ (mynd 4.20). 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.

Sýrustig

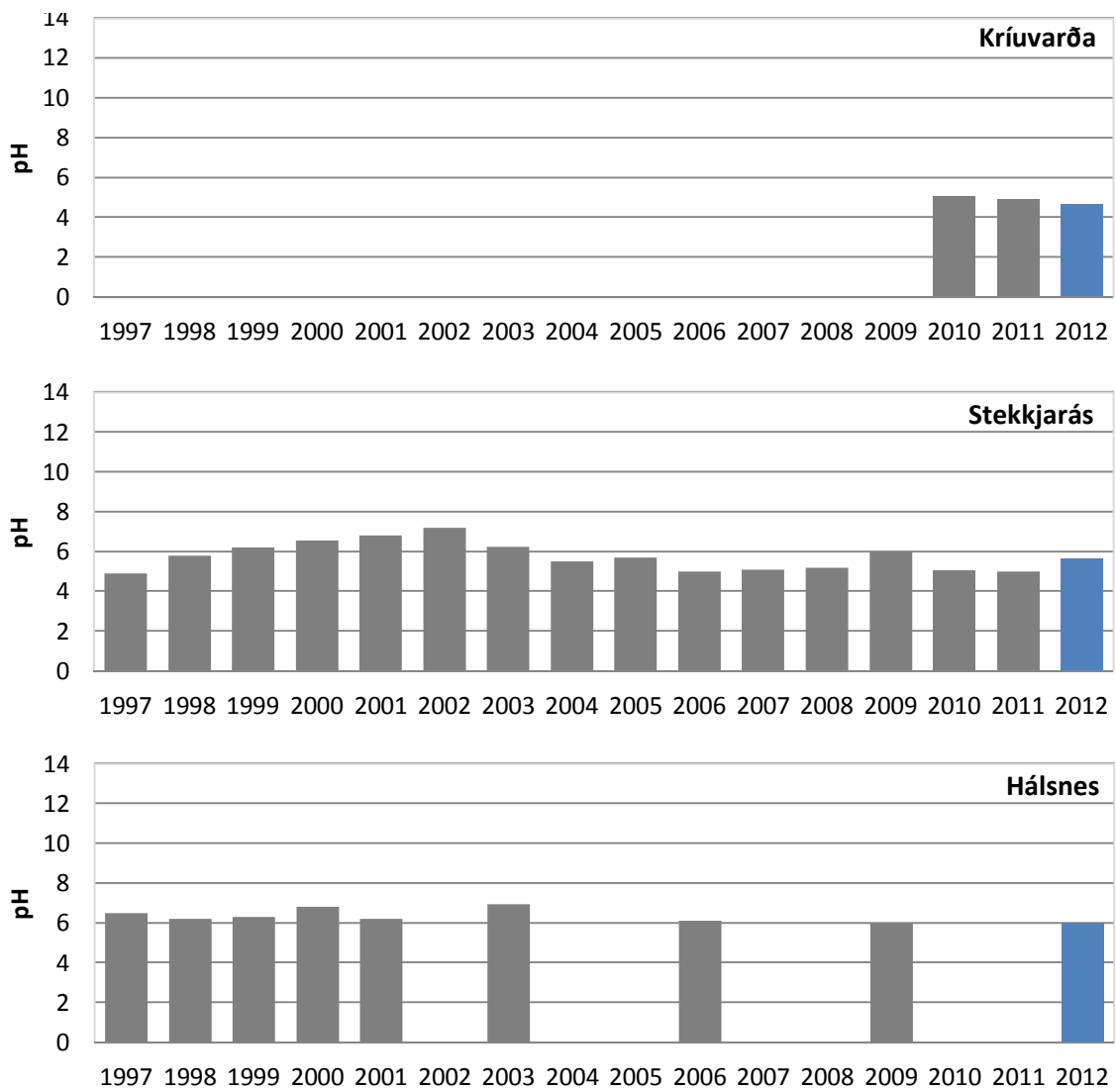
Mælt sýrustig í úrkomu árið 2012 er svipað og mælst hefur undanfarin ár. Á Stekkjarási mældist sýrustig í úrkomu pH 5,7, að Kríuvörðu pH 4,6 og á Hálsnesi 5,8 (mynd 4.21). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir sýrustig úrkomu. Niðurstöður mælinga á klóríð og natríum í úrkomu má sjá í viðauka II.

Meðalstyrkur brennisteins (SO₄-S) í úrkomu



Mynd 4.20: Meðalstyrkur (apríl - október) brennisteins í úrkomu að Kríuvörðu (2010 – 2012) og við Stekkjarás og Hálsnes (1997 – 2012)

Meðal sýrustig (pH) í úrkomu



Mynd 4.21: Meðal sýrustig (apríl – október) í úrkomu að Kríuvörðu (2010 – 2012) og við Stekkjarás og Hálsnes (1997 – 2012)

5 VÖKTUN ÁRVATNA

Ferskvatnssýnum var safnað norðan Hvalfjarðar úr Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá og Berjadalsá ofan Akraness og sunnan Hvalfjarðar úr Fossá undir Eyrarfjalli (mynd 5.1). Sýnum var safnað á tímabilinu frá 24. apríl til 15. október 2012. Fjöldi sýna var fækkað talsvert samanborið við fyrri ár, en sú fækkun er í samræmi við nýja umhverfsvöktunaráætlum. Sýnum var safnað á um mánaðar fresti úr Urriðaá (samtals sex sýni) og Kalmansá (samtals sjö sýni), en sýni voru tekin einu sinni á tímabilinu úr Laxá og Fossá og tvisvar úr Berjadalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig (pH), leiðni, flúor, klóríð og sulfat. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ. Bakgrunnsmælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000.

Kalmansá og Urriðaá renna úr annars vegar Hólmatvatni og hins vegar Eiðisvatni. Rennsli þeirra er því fyrst og fremst yfirborðsvatn. Laxá, Berjadalsá og Fossá eru allar bergvatnsár. Gerð hefur verið tölfraeðigreining á mælingum á efnainnihaldi vöktunaráa frá 1997 - 2012 (viðauki III) 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 2012

5.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Leiðni

Kalmansá og Urriðaá hafa töluvert hærra og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar (Fossá, Berjadalsá og Laxá). Meðalleiðni bergvatnsánna var $80 \pm 14 \mu\text{S}/\text{cm}$ en $195 \pm 70 \mu\text{S}/\text{cm}$ fyrir hinar tvær árnar. Meðalleiðni allra vöktunaránna var $126 \pm 79 \mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og undanfarin ár en mikils breytileika hefur gætt frá upphafi mælinga.

Sýrustig

Mælt sýrustig í Kalmansá og Urriðaá lækkaði árið 2012 eftir að hafa hækkað síðustu þrjú ár á undan. Sýrustig bergvatnsánna hækkaði aftur á móti talsvert samanborið við síðastliðin ár og mældist svipað og á árunum 2001 - 2003, en hækkunin skýrist af fækkun sýna. Sýrustig í öllum ám mældist árið 2012 innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir sýrustig neysluvatns. Ekki hefur orðið marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá og Urriðaá milli árána 1997 og 2012.

Flúor

Meðalstyrkur flúors var í öllum vöktunarám langt 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, en í Urriðaá hefur hins vegar orðið marktæk hækkun á styrk flúors miðað við árið 1997, þó marktæk aukning hafi ekki orðið milli árána 2007 - 2012. Áhrif frá flúor í bergvatnsánnum 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 stöðugt frá upphafi mælinga.

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

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

Mælipáttur	Meðalstyrkur	Hámarksgildi	Heimild	Niðurstöður tölfræðireikninga Breyting 2012 m.v. 1997
Flúor	(µg/L)	(µg/L)		
<i>Kalmansá</i>	143 ± 51 Min 97 Max 221	1.500	Reglugerð nr. 536/2001	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðasá</i>	118 ± 21 Min 99 Max 155			Marktæk breyting til hækkunar
<i>Fossá</i>	47 Ein mæling 16. júlí 2012			Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Berjadalsá</i>	37 ± 8 Min 31 Max 43			
<i>Laxá</i>	37 Ein mæling 15. júní 2012			
Klóríð	(mg/L)	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	26 ± 7 mg/L Min 19 Max 35	250	Reglugerð nr. 536/2001	Engin tölfræði úrvinnsla
<i>Urriðasá</i>	21 ± 4 Min 15 Max 26			
<i>Fossá</i>	11 Ein mæling 16. júlí 2012			
<i>Berjadalsá</i>	13 ± 2 Min 11 Max 14			
<i>Laxá</i>	11 Ein mæling 15. júní 2012			

Tafla 5.1 framhald: Niðurstöður mælinga í vöktunaránum ásamt skilgreindum hámarksgildum fyrir neysluvatn auk niðurstaðna frá tölfraði úrvinnslu

Mælipáttur	Meðalstyrkur	Hámarksgildi	Heimild	Niðurstöður tölfraðireikninga Breyting 2012 m.v. 1997
Súlfat	(mg/L)	(mg/L)		
<i>Kalmansá</i>	11 ± 3 Min 5 Max 13	250	Reglugerð nr. 536/2001	Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Urriðasá</i>	8,4 ± 1 Min 6 Max 10			
<i>Fossá</i>	1,9 Ein mæling 16. júlí 2012			
<i>Berjadalsá</i>	2,9 ± 0,3 Min 2,7 Max 3,1			
<i>Laxá</i>	1,8 Ein mæling 15. júní 2012			
Sýrustig (pH)	pH	pH		
<i>Kalmansá</i>	7,4 ± 0,4 Min 7,1 Max 8,2	6,5 - 9,5	Reglugerð nr. 536/2001	Ekki marktæk breyting
<i>Urriðasá</i>	7,3 ± 0,2 Min 7,1 Max 7,7			Ekki marktæk breyting
<i>Fossá</i>	7,7 Ein mæling 16. júlí 2012			Engin tölfraði úrvinnsla
<i>Berjadalsá</i>	7,5 ± 0,2 Min 7,4 Max 7,7			
<i>Laxá</i>	7,7 Ein mæling 15. júní 2012			

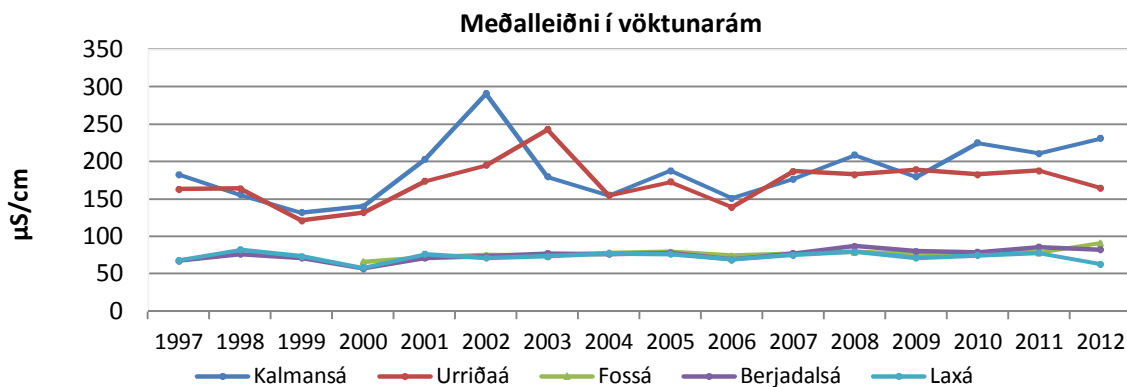
5.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

5.2.1 MÆLINGAR Á LEIÐNI ÁRVATNS

Leiðni vatns er háð efnainnihaldi þess en við aukið efnainnihald eykst leiðni vatnsins. Leiðnimælingarnar gefa því vísbendingu um heildarstyrk jóna í árvatni. Rétt er að taka fram að á sýnatökusvæðum Laxár, Urriðaár og Kalmansár er mjög láglent. Í stórstraumi hefur sjór því á stundum flotið 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 meðaltalið¹².

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2012 mældist á bilinu 145 – 357 $\mu\text{S}/\text{cm}$ með meðalleiðni $195 \pm 70 \mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni árið 2012 á bilinu 63 – 92 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var $80 \pm 14 \mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var $126 \pm 79 \mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og undanfarin ár en breytileikinn hefur verið mikill í gegnum árin.

Mynd 5.2 sýnir meðaltöl fyrir leiðni í vöktunarám frá 1997 – 2012 (frá 2000 fyrir Fossá).



Mynd 5.2: Meðalleiðni í vöktunarám árin 1997 – 2012 (frá 2000 í Fossá)

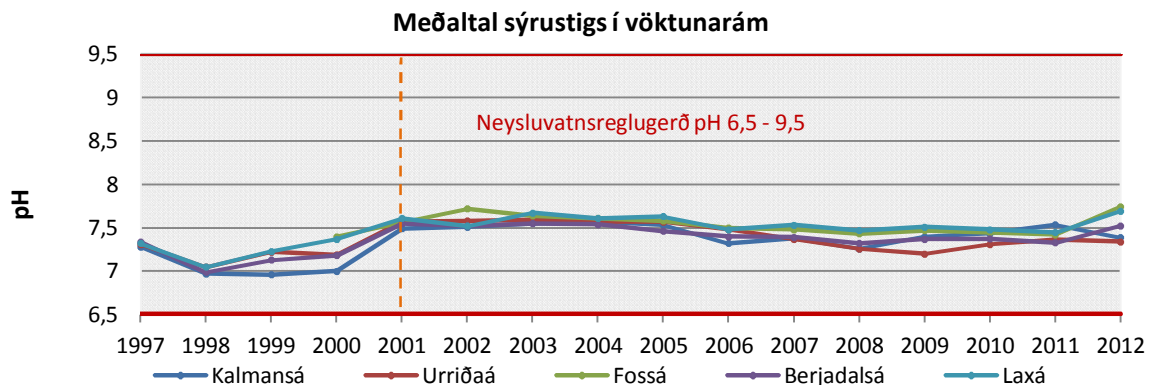
5.2.2 MÆLINGAR Á SÝRUSTIGI ÁRVATNS

Allar mælingar á sýrustigi árið 2012 voru innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð númer 536/2001. Meðal sýrustig í Kalmansá og Urriðaá var $\text{pH } 7,36 \pm 0,31$ og mældist á bilinu $\text{pH } 7,07 - 8,18$ árið 2012. Sýrustig bergvatnsánna mældist að meðaltali $\text{pH } 7,62 \pm 0,17$ á bilinu $\text{pH } 7,37 - 7,75$. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var $\text{pH } 7,42 \pm 0,30$ sem er svipað og síðustu ár, en nokkrar breytingar hafa verið á sýrustigi undanfarin ár¹².

Meðal sýrustig Kalmansár og Urriðaár lækkaði árið 2012 eftir þriggja ára hækkun frá lágmarki árið 2008. Sýrustig bergvatnsánna hækkaði aftur á móti talsvert samanborið við síðastliðin ár og mældist svipað og á árunum 2001 - 2003. Hækkun á sýrustigi í bergvatnsánum skýrist af fækkun sýna, en árið 2012 voru flest sýni tekin yfir sumarið þegar pH í ám mælist venjulega hærra en vor og haust¹².

¹² Kristmann Gíslason (2013)

Á mynd 5.3 eru sýnd meðaltöl sýrustigs í vöktunarám. Ekki hefur orðið marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á sýrustigi í Kalmansá og Urriðaá milli árana 1997 -2012 (viðauki III). Árið 2012 var eitt sýni tekið úr Laxá og Fossá og tvö úr Berjadalsá og því er ekki hægt að segja til um hvort marktæk breyting hafi átt sér stað í þeim.



Mynd 5.3: Meðaltal sýrustigs í vöktunarám frá 1997 – 2012 (frá 2000 í Fossá). NMÍ tók við mælingum árið 2001, fyrir þann tíma (1997 – 2000) sáu aðrir aðilar um mælingarnar

5.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í ÁRVATNI

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 árvatni hærri en 200 µg/L er talinn geta haft skaðleg áhrif á lax¹³ en ekki hefur verið skilgreindur hámarksstyrkur flúors í íslenskum ám og vötnum. Árs meðalstyrkur flúors hefur aldrei farið yfir 200 µg F/L á vöktunartímanum í vöktunaránum.

Meðalstyrkur flúors í Kalmansá árið 2012 var 143 ± 51 µg F/L og í Urriðaá 118 ± 21 µg F/L. Í bergvatnsánum var meðalstyrkur flúors 39 ± 7 µg F/L, á bilinu 31 – 47 µg/L, sem er hærra en undanfarin fjögur ár.

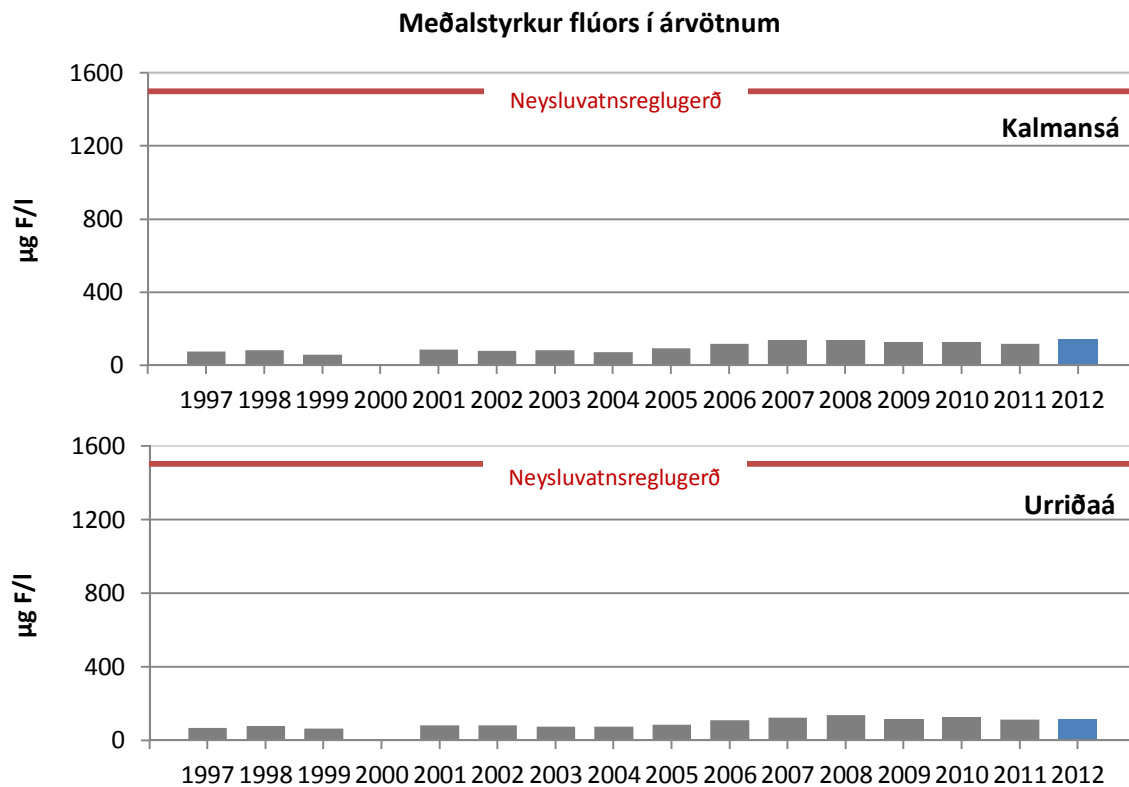
Flúorstyrkur í Kalmansá og Urriðaá hefur á síðastliðnum árum að jafnaði mælst þrisvar til fjórum sinnum hærri en í bergvatnsánum. Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötn, Eiðisvatn og Hólmavatn, sem staðsett eru afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og liggur syðsti hluti Eiðisvatns að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Þessar ár eru því næmar fyrir flúorslosun, en styrkur flúors er einnig tengdur vatnsmagni ána og vatnanna sem þær renna úr og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu. Meðalstyrkur flúors í þessum ám hækkaði nokkuð á árununum 2004 - 2008 í takt við aukin umsvif á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Frá árinu 2008 hefur meðalstyrkur flúors verið nokkuð breytilegur milli ára, þó hann hafi ekki náð hámarkinu sem mældist á árinu 2008. Í Kalmansá og Urriðaá hefur orðið aukning í styrk flúors í takt við aukna framleiðslu Norðuráls. Áhrif frá flúor í bergvatnsánum eru óveruleg. Meðal styrkur

¹³ Richard G. Foulkes og Anne C. Anderson (1994)

flúors í bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika.¹⁴

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

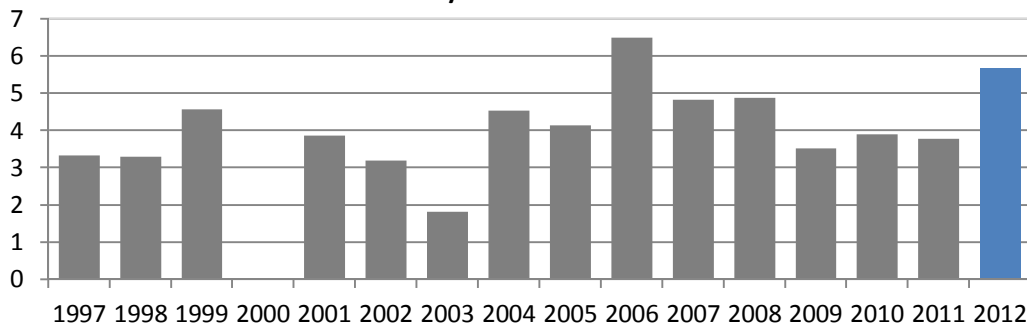
Mánaðarmeðalstyrkur fyrir hlutfall flúors/klóríðs og mánaðar meðalstyrk hvern mælímánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 1997 – 2012.



Mynd 5.4: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá og Urriðaá 1997 – 2012 og hámarksstyrkur flúors samkvæmt neysluvatnsreglugerð

¹⁴ Kristmann Gíslason (2013)

Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá



Mynd 5.5: Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 1997 – 2012

Í Kalmansá hefur engin marktæk breyting átt sér stað á flúorstyrk milli árana 1997 og 2012, né milli árana 2007 og 2012. Í Urriðaá hefur hins vegar orðið marktæk breyting til hækkunar milli árana 1997 og 2012, en ekki hefur orðið marktæk breyting milli árana 2007 – 2012 (viðauki III). Árið 2012 var tekið eitt sýni úr Laxá og Fossá og tvö úr Berjadalsá og því er ekki hægt að segja til um hvort marktæk breyting hafi átt sér stað í þeim.

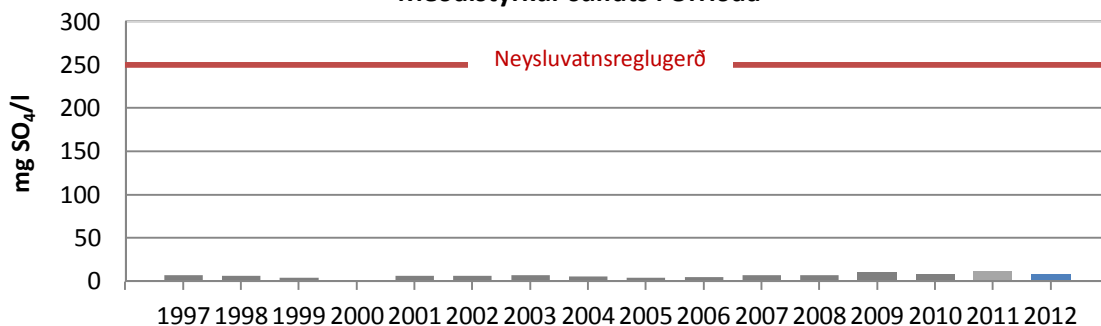
5.2.4 MÆLINGAR Á SÚLFATI Í ÁRVATNI

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 2,4 ± 0,6 mg SO₄/L en 9,5 ± 2,5 mg SO₄/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.6 fyrir Urriðaá).

Styrkur súlfats í árvatni bergvatnsánna hefur haldist nokkuð stöðugur frá upphafi en meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá hefur verið breytilegur og fór hækkandi frá árinu 2005 til 2011, en lækkar árið 2012.

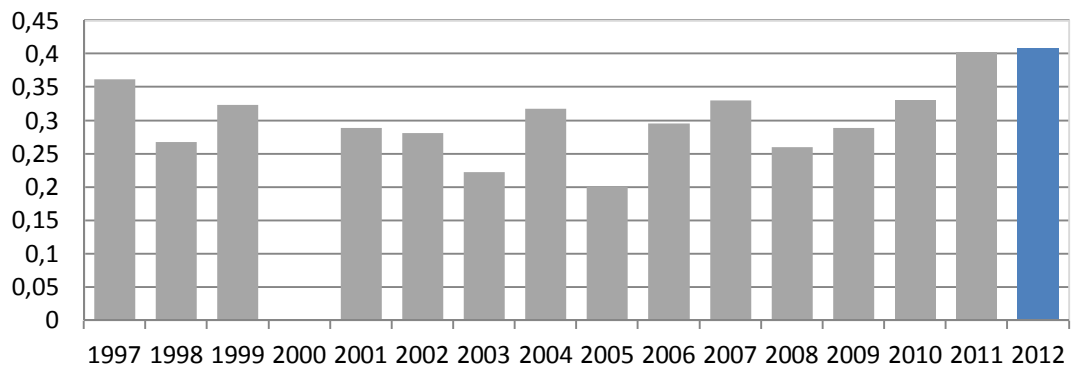
Til að sjá áhrif sjávar er reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd 5.7 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs er svipað og á síðasta ári og gætti því svipaðra áhrifa frá sjó árið 2012 og árið á undan. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins. Mánaðarmeðaltal fyrir hlutfall súlfats/klóríðs og mældan mánaðar meðalstyrk hvern mælímánuð má sjá í viðauka III fyrir árin 1997 – 2012.

Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá



Mynd 5.6: Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá 1997 – 2012, ekki var mælt árið 2000 og hámarksstyrkur súlfats samkvæmt neysluvatnsreglugerð

Meðaltal súlfats/klóríðs hlutfalls í Urriðaá



Mynd 5.7: Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 1997 – 2012, ekki var mælt árið 2000

6 VÖKTUN SJÁVAR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Föstum ónýtanlegum úrgangi er komið fyrir, samkvæmt starfsleyfum iðjuveranna, í flæðigryfjum sem staðsettar eru á hafnarsvæði í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Slíkur úrgangur 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. Umsóknarferli fyrir notkun nýrrar flæðigryfju hefur verið í gangi í nokkurn tíma og bíður nú samþykktar á deiliskipulagi vestursvæðis Grundartanga, en hún er staðsett vestan við þá eldri (mynd 6.1).



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

Samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun voru tekin sjósýni á 10 stöðum í og við flæðigryfjurnar og styrkur átta málma í sjó mældur auk styrks sýaniðs og flúors. Sjá má staðsetningu vöktunarstaða á mynd 6.1. Auk sýnanna 10 var eitt viðmiðunarsýni tekið við Kalastaði innar í firðinum. Þar gætir ekki 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 22. júní, 24. júlí og 22. ágúst. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ.

6.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Málmur

Öll mæligildi málmanna í sýnum sem tekin voru utan flæðigryfjanna, liggja innan við umhverfismörk II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 og fyrir kvikasilfur innan umhverfismarkna 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 teknum utan flæðigryfja svipaður og í viðmiðunarsýni.

6.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

6.2.1 MÆLINGAR Á MÁLMUM Í SJÓSÝNUM

Reglulega er fylgst með styrk átta málma (arsens, kadmíns, kvikasilfurs, blýs, króms, kopars, nikkels og sinks) sem taldir eru vera óæskilegir í lífríki hafsins í miklum mæli. 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 (tekið við Kalastaði), sem bendir til þess að lítil útskolun eigi sér stað á þessum málmum úr flæðigryfju. Styrkur kadmíns (Cd) mældist undir greiningarmörkum í öllum tilfellum fyrir utan tvö sýni sem tekin voru innan nýju gryfjunnar. Ljóst er að einhver losun á sér stað en samt það lítil að hún mælst ekki í sýnum fyrir utan gryfjuna. Styrkur króms (Cr) er nokkuð breytilegur en þrjú sýni mældust hærrí en viðmiðunarsýnið en þau sýni voru öll tekinn í eða fast við gryfjunnar. Þar virðis því einhver útskolun á krómi eiga sér stað en samt það lítil að hún er ekki merkjanleg í sýnum fjær gryfjunum. Styrkur kopars (Cu) var einnig nokkuð breytilegur en flest sýnanna mældust svipuð og viðmiðunarsýnið. Í tveimur sýnum sem tekin voru innan nýju flæðigryfjunnar mældist styrku kopars hærrí en í viðmiðunarsýni. Þarna er greinilega einhver losun á kopar en samt í það litlu mæli að hún kemur ekki fram í sýnum fyrir utan gryfjuna. Styrkur kvikasilfurs (Hg) mældist undir umhverfismörkum í öllum tilfellum. Styrkur nikkels (Ni) mældist undir greiningarmörkum nema inni í nýju gryfjunni en þar er um nokkra hækkun að ræða miðað við viðmiðunarsýnið svo einhver losun á nikkeli á sér stað þar. Magnið er samt það lítið að það er ekki merkjanlegt í sýnum fyrir utan gryfjuna. Styrkur blýs (Pb) greindist rétt um eða undir greiningarmörkum fyrir utan eitt sýni sem tekið var úr nýju gryfjunni sem mældist nokkuð hærrí en viðmiðunarsýnið. Styrkur sinks (Zn) var nokkuð breytilegur og mældust nokkur sýni hærrí en viðmiðunarsýnið sem sýnir að einhver útskolun á sér stað.

Mældur styrkur málma í sýnum teknum fyrir utan flæðigryfju er í öllum tilvikum innan umhverfismarkna 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. Styrkur kadmíns, kopars og nikkels mældist hæstur á sýnatökustað 7, innan flæðigryfja, en þar eiga umhverfismörk sem tilgreind eru í reglugerðum ekki við. Meðalstyrkur og staðalfrávik málma er að finna í töflum 6.1 og 6.2. Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni skv. reglugerð nr. 796/1999 og reglugerð nr. 955/2011 (sjá töflu 6.3).

Tafla 6.1: 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	1,8 ±0,3	<0,05	0,2 ±0,2	2,4 ±2,2	<0,002	<0,5	0,4 ±0,4	2,9 ±1,7
2 - Garður suðurendi	4m frá landi 1m dýpi	1,8 ±0,4	<0,05	0,3 ±0,2	1,0 ±0,9	<0,002	<0,5	<0,3	3,1 ±1,9
3 - Garður miðja	Yfirborð næst landi	1,9 ±0,3	<0,05	1,5 ±2,0	1,4 ±2,0	<0,002	<0,5	<0,3	5,2 ±3,0
4 - Garður miðja	4m frá landi 1m dýpi	1,8 ±0,1	<0,05	0,2 ±0,2	1,7 ±2,4	<0,002	<0,5	<0,3	2,6 ±1,7
5 - Garður norðurendi	Yfirborð næst landi	1,8 ±0,4	<0,05	1,7 ±2,6	0,8 ±0,7	0,040 ±0,07	<0,5	<0,3	2,1 ±1,8
6 - Garður norðurendi	4m frá landi 1m dýpi	2,0 ±0,5	<0,05	0,2 ±0,2	2,4 ±3,4	0,029 ±0,05	<0,5	<0,3	3,5 ±2,2
9 - Ný gryfja utan gryfju A	Yfirborð næst landi	2,0 ±0,3	<0,05	0,3 ±0,0	0,5 ±0,2	<0,002	<0,5	<0,3	2,4 ±1,3
10 - Ný gryfja utan gryfju V	Yfirborð næst landi	1,8 ±0,5	<0,05	0,2 ±0,2	2,5 ±3,8	<0,002	<0,5	<0,3	9,8 ±15,3
Kalastaðir (viðmiðunargildi)	Yfirborð næst landi	2,0 ±0,8	<0,05	0,6 ±0,8	2,2 ±1,4	<0,002	0,9 ±0,8	<0,3	6,3 ±1,0

Tafla 6.2: 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)
7 - Ný gryfja innan gryfju A	Yfirborð næst landi	2,4 ±0,3	0,32 ±0,39	1,0 ±0,8	6,6 ±4,7	<0,002	5,6 ±5,4	0,8 ±0,8	9,0 ±7,0
8 - Ný gryfja innan gryfju V	Yfirborð næst landi	2,2 ±0,3	0,09 ±0,07	0,4 ±0,3	3,7 ±3,6	<0,002	2,4 ±2,0	0,3 ±0,3	6,9 ±3,8

Tafla 6.3: Umhverfismörk fyrir málma í yfirborðsvatni. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarkna I-V

Umhverfismörk málma	I	II	III	IV	V
skv. rg. nr. 796 1999	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Kopar	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Sink	<5	5-20	20-60	60-300	>300
Kadmín	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	>1,5
Blý	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Króm	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Nikkel	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Arsenik	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75

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

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

6.2.2 MÆLINGAR Á SÝANIÐI OG FLÚOR Í SJÓSÝNUM

Meðaltal og staðalfrávik mælinga á styrk sýaniðs og flúors er að finna í töflum 6.4 og 6.5. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir sýanið og flúor í sjó en sýnið tekið við Kalastaði er notað til viðmiðunar. Styrkur frís sýaniðs og heildar sýaniðs mældist undir greiningarmörkum (<0,005 mg/L) í öllum tilfellum. Flúor mældist í svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýni (0,74 mg/L) fyrir utan tvö sýni sem voru tekin innan nýju gryfjunnar.

Tafla 6.4: Meðalstyrkur sýaniðs og flúors, sýni tekin utan gryfja

Vöktunarstaður	Sýnataka	Sýanið	Sýanið	Flúor*
		Frítt	Heild	
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1 - Garður suðurendi	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,77 ±0,03
2 - Garður suðurendi	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	0,78 ±0,05
3 - Garður miðja	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,79 ±0,04
4 - Garður miðja	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	0,79 ±0,05
5 - Garður norðurendi	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,76 ±0,02
6 - Garður norðurendi	4m frá landi 1m dýpi	<0,005	<0,005	0,77 ±0,03
9 - Ný gryfja utan gryfju A	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,75 ±0,02
10 - Ný gryfja utan gryfju V	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,75 ±0,01
Kalastaðir (viðmiðunarsýni)	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	0,74 ±0,02

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

Tafla 6.5: Meðalstyrkur sýaniðs og flúors, sýni tekin innan gryfja

Vöktunarstaður	Sýnataka	Sýanið	Sýanið	Flúor*
		Frítt	Heild	
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
7 - Ný gryfja austur	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	2,05 ±1,53
8 - Ný gryfja vestur	Yfirborð næst landi	<0,005	<0,005	2,13 ±1,86

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

7 VÖKTUN GRÓÐURS

Við vöktun gróðurs er mældur styrkur flúors í plöntuvef. Gróðurtegundir eru misþolnar gagnvart flúorinnihaldi og eru því mælingar gerðar á þremur mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki, reyni, úlfareyni) og barri (bergfuru, greni, stafafuru). Árið 2012 var gróðursýnum safnað þrisvar sinnum á vöktunartímanum; þann 14. júní og 11. október var grasi og laufi safnað og þann 20. nóvember var barri safnað. Söfnun sýna var í höndum NMÍ. Tímasetningar fyrir söfnun gróðursýna eru miðaðar út frá vaxtartímabili gróðurs. 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. Engin úrkoma mældist vikuna fyrir sýnatökudag í júní, en einhver úrkoma vikuna fyrir sýnatöku í október, þó mældist úrkoma aldrei meiri en 1 mm.

Vöktunarstaðir gróðurs voru ellefu talsins (mynd 7.1), 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. Til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára var gerð tölfræðigreining á flúorstyrk í grasi, laufi og barri (viðauki IV).



Mynd 7.1: Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2012

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. Sá styrkur í andrúmslofti getur leitt til uppsöfnunar á um 30 $\mu\text{g F/g}$ af flúor í plöntuvef¹⁵. Þolnar tegundir gagnvart flúor í andrúmslofti eru t.d. krækilyng og birki á meðan grös eru miðlungspolnar tegundir¹⁶. Talin þolmörk gagnvart flúor í vef og andrúmslofti er að finna í töflu 7.1.

Tafla 7.1: 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 þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs

7.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Gras

Allar mælingar á styrk flúors í plöntuvef grasa eru undir töldum þolmörkum grasa og grasbíta. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar milli áráanna 1997 og 2012. Hins vegar lækkar nú í fyrsta skiptið marktækt meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðvum norðan fjarðar milli áráanna 2012 og 2007, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í grasi frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar yfir sama tímabil. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í grasi norðan fjarðar og sunnan árið 2012.

Lauf

Allar mælingar á styrk flúors í plöntuvef lauftrjáa voru undir töldum þolmörkum lauftrjáa. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í laufi bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar árið 2012 miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá vöktunarstöðum norðan fjarðar né sunnan fjarðar milli áráanna 2007 og 2012. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í laufsýnum teknum norðan fjarðar og sunnan árið 2012.

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 2012 miðað við 1997, hvorki norðan né sunnan fjarðar. Það sama á við um styrk flúors í 1 og 2 ára barri milli áráanna 2007 og 2012. Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2012.

Ítarlegri niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í kafla 7.2. Að auki er yfirlit yfir meðalstyrk flúors í grasi, laufi og barri ásamt töldum þolmörkum og niðurstöðum tölfraði úrvinnslu í töflu 7.2.

¹⁵ R. Liteplo o.fl. (2002)

¹⁶ Friðrik Pálmason og Skye (1999); Horntvedt og Øyen (1994); Ongstad o.fl. (1994); Weinstein og Davison (2004)

Tafla 7.2: Niðurstöður flúormælinga í grasi, laufi og barri á öllum vöktunarstöðum árið 2012 ásamt þölmörkum

	Vöktunarstaður	Styrkur í júní ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Styrkur í október ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Talin þölmörk gróðurs/grasbíta	Athugasemd	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 2007
Flúor í grasi							
Norðan fjarðar	<i>Stekkjars</i>	12	8	30 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	Talin þölmörk grasbíta	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
	<i>Fannahlíð</i>	7	5				
	<i>Fellsaxlarkot</i>	5	4				
	<i>Ferstikla</i>	4	2				
	<i>Gröf II við veg*</i>	9	11				
	<i>Gröf II við hús*</i>	6	3				
	<i>Hlíð*</i>	3	2				
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	7	7	100-200 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	Talin þölmörk grasa	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
	<i>Fossbrekka</i>	2	6				
	<i>Háls í Kjós</i>	4	1				
	<i>Reynivellir</i>	6	1				

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Meðalstyrkur í október ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Talin þölmörk gróðurs	Athugasemd	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 2007
Flúor í laufi							
Norðan fjarðar	<i>Stekkjars</i>	30	22	200 $\mu\text{g/g}$ í plöntuvef	Talin þölmörk lauftrjáa	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
	<i>Fannahlíð</i>	12	15				
	<i>Fellsaxlarkot</i>	14	17				
	<i>Ferstikla*</i>	7	4				
	<i>Gröf II við veg*</i>	14	13				
	<i>Gröf II við hús*</i>	9	10				
	<i>Hlíð*</i>	16	7				
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	20	11				
	<i>Fossbrekka</i>	5	9				
	<i>Háls í Kjós</i>	12	10				
	<i>Reynivellir</i>	25	13				

Tafla 7.2 framhald: Niðurstöður flúormælinga í grasi, laufi og barri á öllum vöktunarstöðum árið 2012 ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Meðalstyrkur ($\mu\text{g F/g þ.e.}$)	Talin þolmörk gróðurs	Athugasemd	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 1997	Niðurstöður tölfræðireikninga. Breyting 2012 m.v. 2007
Flúor í barri		1 árs barr	2 ára barr				
Norðan fjórðar	<i>Stekkjarás</i>	13	14	30 - 100 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	Talin þolmörk barrtrjáa	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri	Ekki marktæk breyting í 1 og 2 ára barri
	<i>Fannahlíð</i>	12	15				
	<i>Fellsaxlarkot</i>	10	12				
	<i>Ferstikla*</i>	4	5				
	<i>Gröf II við veg*</i>	6	6				
	<i>Hlíð*</i>	4	6				
Sunnan fjórðar	<i>Félagsgarður</i>	5	5				
	<i>Fossbrekka</i>	7	7				
	<i>Háls í Kjós*</i>	3	3				
	<i>Reynivellir</i>	5	7				

*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.

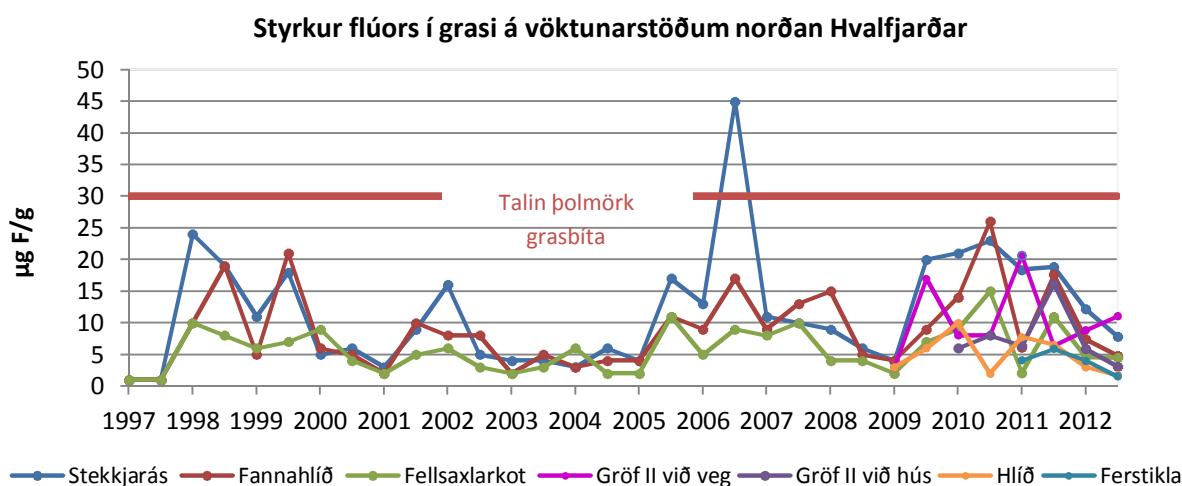
7.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIPÁTTA

7.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í GRASI

Styrkur flúors á árinu 2012 mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri ($30 \mu\text{g F/g}$)¹⁷ og innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef ($100 - 200 \mu\text{g F/g}$), sbr. töflu 7.1 (mynd 7.2 og mynd 7.3). Lægstur styrkur flúors mældist í grasi frá Hálsi í Kjós og frá Reynivöllum í september, $1 \mu\text{g F/g}$, en hæsti styrkur mældist í grassýnum frá Stekkjarási í júní, $12 \mu\text{g/g}$.

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

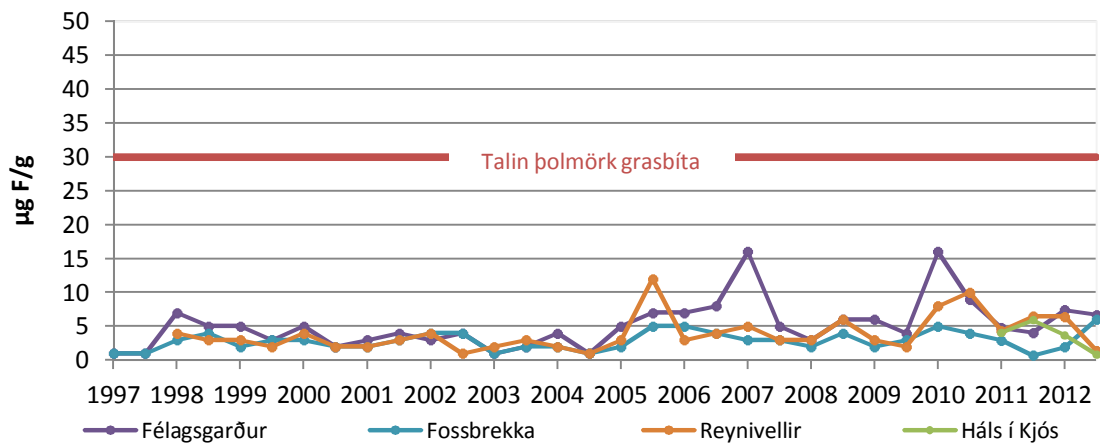
Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar milli árana 1997 og 2012. Hins vegar lækkar marktækt meðalstyrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðvum norðan fjarðar milli árana 2007 og 2012, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors sunnan fjarðar yfir sama tímabil. Breytileiki á mæligildum milli ára er umtalsvert meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki IV). Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í grasi norðan fjarðar og sunnan árið 2012.



Mynd 7.2: Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 1997 til 2012

¹⁷ Weinstein og Davison (2004)

Styrkur flúors í grasi á vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar



Mynd 7.3: Styrkur flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 1997 til 2012

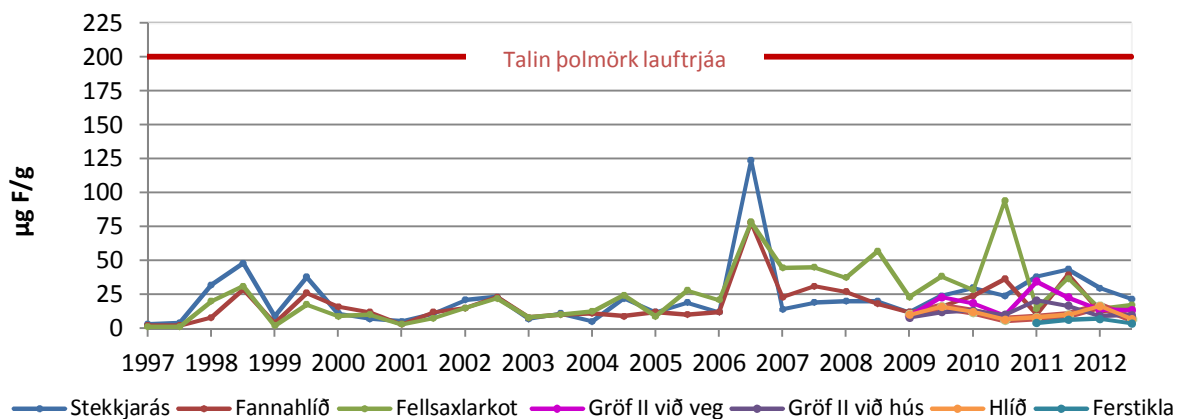
7.2.2 MÆLINGAR Á FLÚOR Í LAUFI

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa, samanber töflu 5.1 (200 µg F/g). Lægstur meðalstyrkur flúors mældist í laufsýnum frá Ferstiklu í september, 4 µg/g, en hæsti meðalstyrkurinn í laufsýnum frá Stekkjarási í júní, 30 µg F/g. Myndir 5.4 og 5.5 sýna meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum frá árinu 1997.

Á fjórum vöktunarstöðum mældist styrkur flúors í laufi hærri í september en í júní, þ.e í Fannahlíð, Fellsaxlarkoti, Gröf II við hús og Fossbrekku. Á sjö vöktunarstöðum, þ.e. Stekkjarási, Ferstiklu, Gröf II við veg, Hlíð, Félagsgarð, Háls í Kjós og Reynivelli mældist styrkur flúors hærri í júní en í september. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka IV.

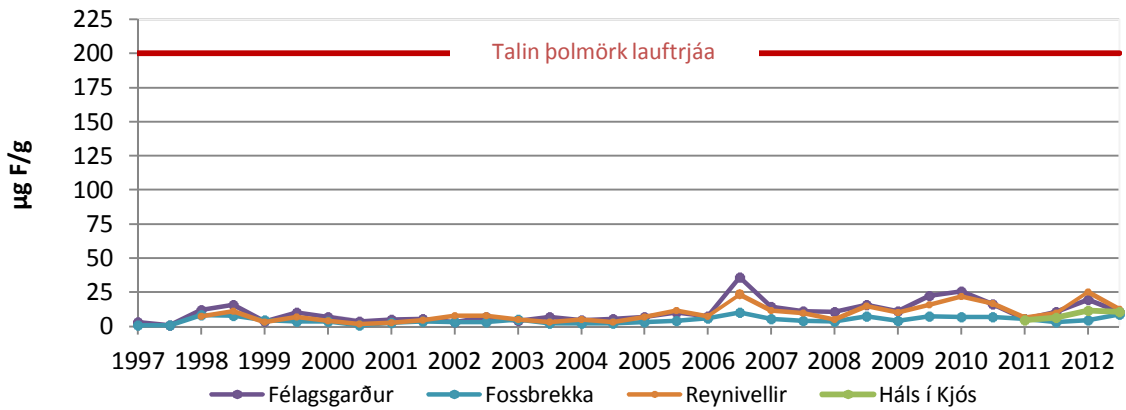
Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar milli árana 1997 og 2012. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum frá öllum vöktunarstöðum, norðan og sunnan fjarðar, milli árana 2007 og 2012. Breytileiki á mæligildum milli ára er meiri norðan fjarðar en sunnan (viðauki IV). Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í laufsýnum teknum norðan fjarðar og sunnan árið 2012.

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar



Mynd 7.4: Meðaltalsstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust árin 1997-2012

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar



Mynd 7.5: Meðaltalsstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum sunnan Hvalfjarðar, vor og haust árin 1997-2012

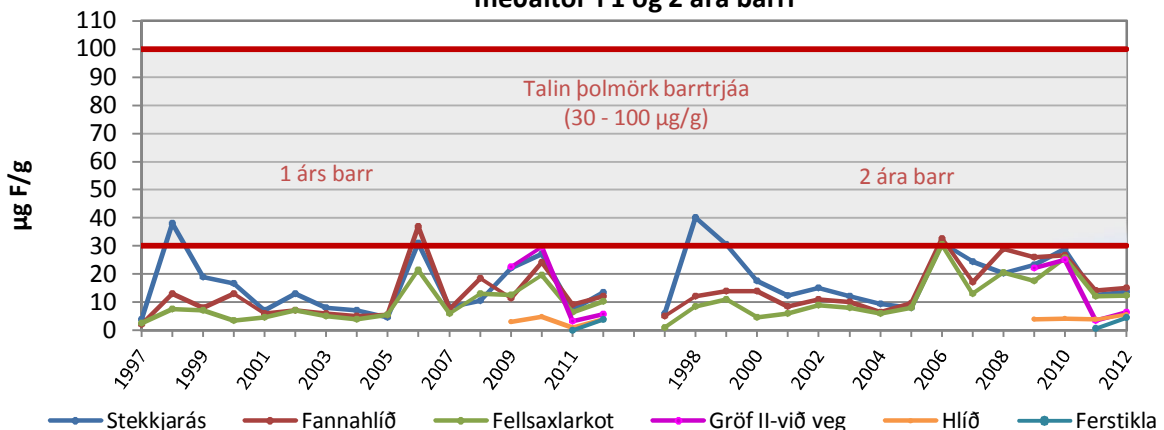
7.2.3 MÆLINGAR Á FLÚOR Í BARRI

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 hærrí, eða jafn styrk flúors í eins árs barri og mældist hærrí en undanfarin ár. Það má væntanlega rekja til lítillar úrkomu dagana fyrir sýnatöku, en engin úrkoma mældist fimm daga fyrir sýnatökuna.

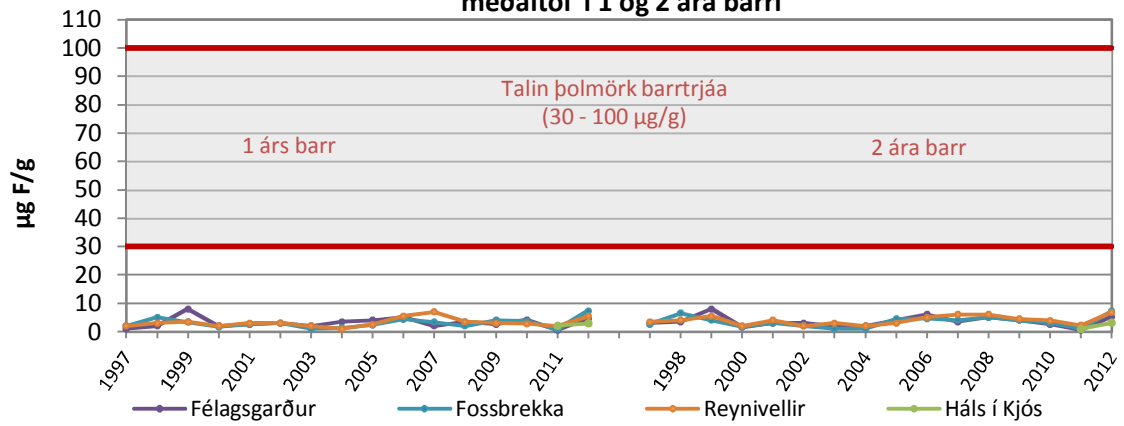
Hvorki er marktæk breyting á styrk flúors milli árunna 1997 og 2012 í eins né tveggja ára barri norðan né sunnan fjarðar. Það sama á við milli árunna 2007 og 2012 (viðauki IV). Ekki er marktækur munur á meðalstyrk flúors í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar árið 2012.

Meðalstyrkur flúors í barri á vöktunarstöðum norðan fjarðar meðaltöl í 1 og 2 ára barri



Mynd 7.6 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar árin 1997-2012

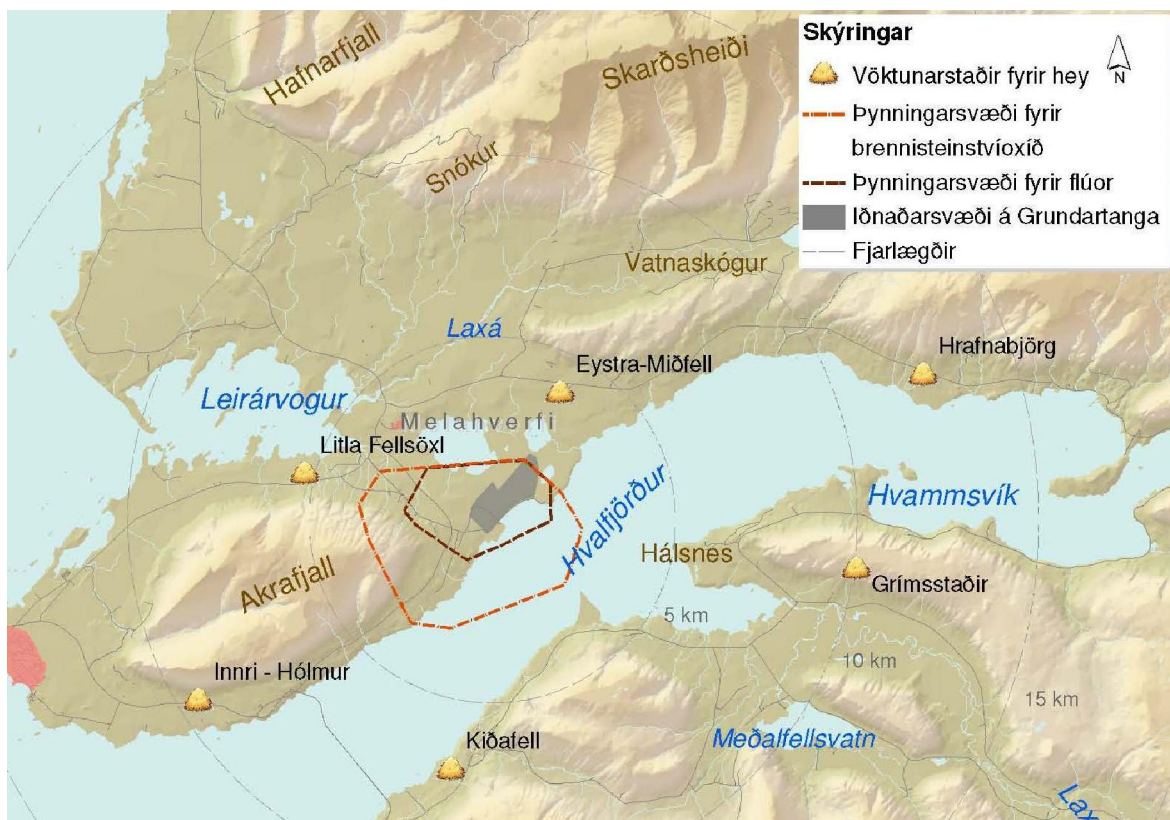
Meðalstyrkur flúors í barri á vöktunarstöðum sunnan fjarðar
meðaltöl í 1 og 2 ára barri



Mynd 7.7 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri (samanlagt í þurrefni og skoli) frá vöktunarstöðum sunnan fjarðar árin 1997-2012

8 VÖKTUN HEYS

Árið 2012 var flúor og heildarbrennisteinn mældur í fyrsta skipti í heyi sem liður í vöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Samkvæmt vöktunaráætlun fyrir árin 2012-2021 skulu mælingar á heysýnum framkvæmdar annað hvert ár. Sýni af heyi voru tekin 10. og 17. desember 2012. Ekki reyndist framkvæmanlegt að fara í sýnatöku á heyi rétt fyrir slátt þar sem ekki var unnt að vakta slátt hjá hverjum bónda fyrir sig. Sérfræðingar Landbúnaðarháskóla Íslands telja að styrkur flúors og brennisteins í heyi breytist ekki við geymslu og því hefur tímasetning sýnatöku ekki áhrif á mæliniðurstöður. Sýnataka af heyi í böggum eða rúllum var framkvæmd um leið og skoðun fór fram á tönnum lifandi grasbíta (sauðfé og hross) og endurspeglar því það heyr sem gefið er í vetrargjöf. Söfnun sýna var í höndum Landbúnaðarháskóla Íslands sem einnig sá um efnamælingar. Alls voru 13 sýni tekin af heyi frá sex bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. Hrafnabjörg, Eystra-Miðfell, Litla Fellsöxl, Innri Hólmur, Kiðafell og Grímsstaðir (mynd 8.1)¹⁸. Nánari upplýsingar um vöktunarstaði og niðurstöður má sjá í viðauka V.



Mynd 8.1: Vöktunarstaðir fyrir heyr í Hvalfirði árið 2012

8.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

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

¹⁸ Grétar Hrafn Harðarson (2013)

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun heys má sjá í kafla 8.2. Að auki eru nánari lýsingar á sýnatökustöðum í viðauka V.

8.2 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

8.2.1 MÆLINGAR Á FLÚOR Í HEYI

Mældur styrkur flúors í heyi á árinu 2012 var í öllum tilfellum innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g¹⁹) og innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fóðri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30 µg F/g) sbr. reglugerð nr. 340/2001 með síðari breytingum, um eftirlit með fóðri. Tafla 8.1 sýnir niðurstöður á mælingum flúors og brennisteins í heysýnum og aðrar upplýsingar um sýningatökustaðina.

Tafla 8.1: Niðurstöður mælinga flúors og heildar brennisteins í heyi á öllum vöktunarstöðum ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Flúor µg/g þurrefni	Brennisteinn mg/g þurrefni	Áburður	Þolmörk grasbíta Hámarksgildi fóðurs
Norðan fjarðar	Hrafnabjörg	4,5	2,0	Já	30 µg F/g í plöntuvef 50 µg F/g í fóðri fyrir sauðfé
		3,3	2,4	Já	
	Eystra Miðfell	2,1	2,3	Já	
		4,5	2,3	Já	
	Litla Fellsöxl	5,0	2,7	Já	
		12,3	2,2	Nei	
Innri Hólmur	5,5	2,6	Já		
	7,0	2,5	Já		
Sunnan fjarðar	Kiðafell	2,8	1,4	Nei	
		1,8	1,9	Nei	
		1,3	1,6	Nei	
	Grímsstaðir	5,2	2,6	Já	
		6,2	2,6	Já	

Styrkurinn mældist hæstur í heysýni teknu á óáborið tún á Litlu Fellsöxl (12,3 µg F/g þ.e.) og lægstur í heysýni teknu á óáborið tún á Kiðafelli (1,3 µg F/g þ.e.). Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g²⁰ og 4,2 µg F/g í grasi og heyi²¹. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi mældist um 4300 µg F/g í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var styrkurinn kominn niður fyrir 30 µg F/g²².

8.2.2 MÆLINGAR Á BRENNISTEINI Í HEYI

Niðurstöður mælinga á heildarbrennisteini í heyi má sjá í töflu 8.1. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Litlu Fellsöxl (2,7 mg S/g þ.e.) og lægstur í sýni frá Kiðafelli (1,4 mg S/g þ.e.). Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið árið 2006²³, þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g og lægsta gildi, 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g.

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

¹⁹ Weinstein og Davison (2004)

²⁰ Pétur Sigurjónsson o.fl. (1970)

²¹ Friðrik Pálmason o.fl. (1985)

²² Guðmundur Georgsson o.fl. (1981)

²³ Grétar Hrafn Harðarson o.fl. (2006)

9 VÖKTUN GRASBÍTA

Mælingar á flúor í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga, hafa farið fram frá árinu 1997. 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. Í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins er gert ráð fyrir 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 2012 var rúmlega 6 vetra (yngst 1 vetra og elst 11 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 skoðaðar með tilliti til sýnilegra ábendinga um áreitni af völdum flúors á tennur og bein²⁴. 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 liðamóta²⁵.

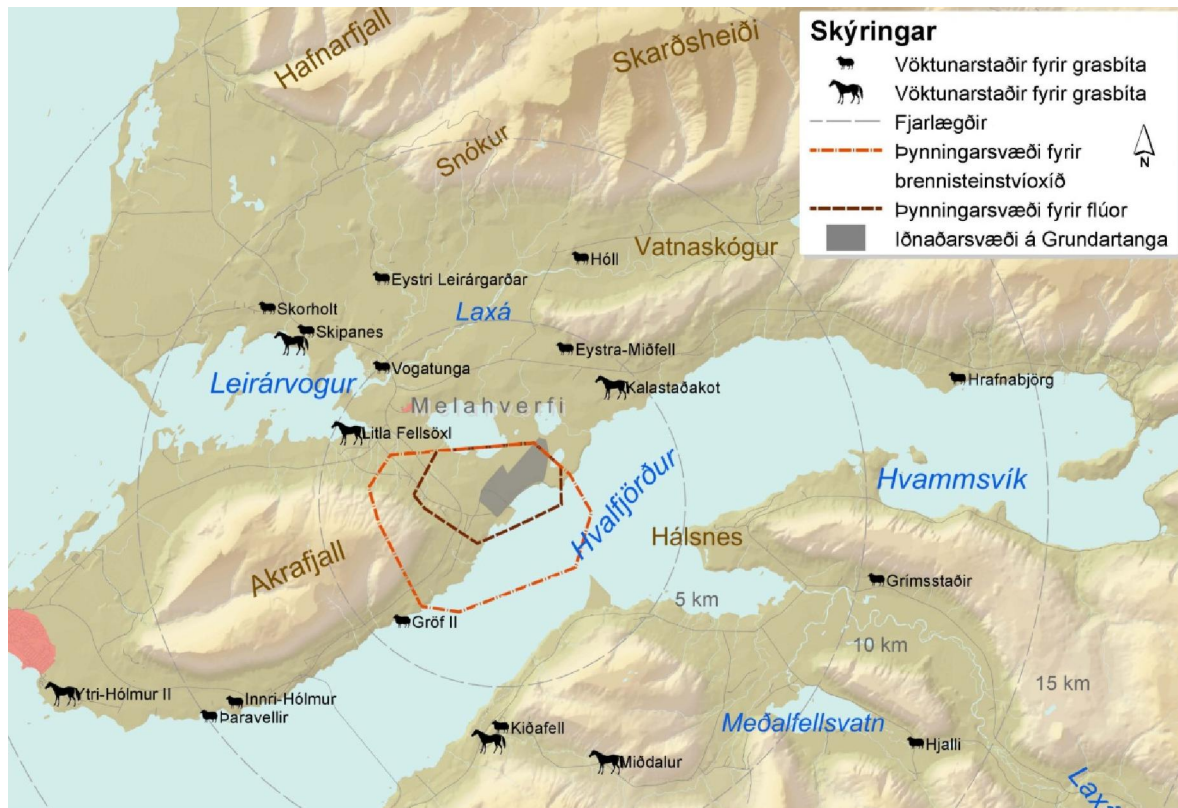
Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2012, bárust frá 13 bæjum (mynd 9.1). Árið 2012 var í fyrsta sinn fengin sýni af kjálkabeinum lamba og fullorðnu fé frá Eystra-Miðfelli auk þess sem skoðun fór fram á lifandi fé frá þeim bæ. Einnig bárust viðmiðunarsýni af lömbum og fullorðnu fé frá bænum Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi og frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit. Alls voru 116 kjálkabein skoðuð og flúormæld (57 kjálkabein voru af lömbum og 59 af fullorðnu fé). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld og merkingar kjálkabeina og skýringar skráðar í töflu í viðauka VI.

Síðari hluta árs 2012 var ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi fjár skoðuð í dýrum frá sex bæjum í Hvalfirði (Hrafnabjörg, Eystra-Miðfell, Vogatunga og Innri Hólmur norðan fjarðar og Kiðafell og Grímsstaðir sunnan fjarðar, mynd 9.1), 12 dýr á hverjum bæ, samtals 72 dýr. Leitast var við að skoða 8 eldri ær og 4 yngri á hverjum bæ. Aldursbil sauðfjárins var frá 2 ára til 9 ára, en óvissa var um aldur sauðfjár frá Vogatungu. Einnig voru skoðaðar tennur og liðir í samtals 39 hrossum frá sex bæjum í Hvalfirði (á Litlu-Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti og Ytri-Hólmi norðan fjarðar og á Kiðafelli og Miðdal sunnan fjarðar (mynd 9.1). Aldur hrossanna var frá 3 til 30 ára. Leitast var við að velja hross sem væru að mestu uppalin á bæjunum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Tennur voru metnar eftir ákveðnu matsskerfi sem má sjá í töflu 9.5.

Skoðun á tönnum og liðum í lifandi fullorðnu fé og hrossum fór fram dagana 4. september, 10. og 17. desember 2012 og 25. Janúar 2013.

²⁴ Ólöf G. Sigurðardóttir (2013)

²⁵ Grétar Hrafn Harðarson (2013)



Mynd 9.1: Vöktunarbærir fyrir grasbíta árið 2012

Uppsöfnun flúors í kjálkum og tönnum grasbíta getur átt rætur sínar að rekja til útblástur 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 þörmörk 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^{26, 27}. Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár er talin geta átt sér stað ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 $\mu\text{g F/g}$ ²⁸. Til upplýsinga þá hefur styrkur flúors í beinösku íslenskra sláturlamba, 4-5 mánaða gamla sem ekki hafa orðið fyrir neinni óeðlilegri flúomengun sumarlangt mælst í kringum 180-200 $\mu\text{g F/g}$ ²⁹. Einnig mældist á árunum 1968-1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringusýslu, Árnessýslu, Borgarfjarðar- og Snæflessýslu) að meðaltali 1.150 $\mu\text{g F/g}$ þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 $\mu\text{g F/g}$ og sá hæsti 2.400 $\mu\text{g F/g}$ ²⁹.

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

Styrkur flúors í kjálka ($\mu\text{g/g}$)	Áhrif
< 1.000	Engin áhrif
1.000 – 2.000	Hætta talin á tannskemmdum í dádýrum
> 2.000	Veldur tannskemmdum í dádýrum

²⁶ Ongstad o.fl. (1994)

²⁷ Vikøren og Stuve (1996)

²⁸ Weinstein og Davison (2004)

²⁹ Páll A. Pálsson (1995)

9.1 MEGIN NIÐURSTÖÐUR

Lömb

Lægsti meðalstyrkur flúors var í beinösku lamba frá Hóli og sá hæsti í beinösku lamba frá Paravöllum. Í öllum tilfellum mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba langt 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 milli árana 1997 og 2012. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar milli árana 2007 og 2012.

Fullorðið fé

Hæsti meðalstyrkur flúors mældist í beinösku kjálka af 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 átta af 13 bæjum. Meðalaldur fjárins var yfir fimm ár. Í einu fullorðnu sláturdýri frá Innri-Hólmi og einu dýri frá Hrafnabjörg, mældist meðalstyrkur flúors 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 milli árana 1997 og 2012 sem rekja má m.a. til hærri aldurs kinda seinni árin. Hins vegar er ekki marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár milli árana 2007 og 2012.

Skoðun dýralæknis á tönnum og kjálkum sláturfjár

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), stundum með beinhnjóska. Rúmlega 60% af fullorðna fénu var með allar framtennur en önnur dýr höfðu misst eina eða fleiri 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.

Skoðun dýralæknis á tönnum lifandi sauðfjár og hrossa.

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

Í töflu 9.2 má sjá yfirlit yfir mælingar og talin þolmörk dádýra auk niðurstaðna tölfræðiúrvinnslu fyrir meðalstyrk frá öllum svæðum og svæðaskipt. Í töflu 9.3 má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum. 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 ítarefni fyrir niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á sauðfé frá 1997 – 2012 .

Tafla 9.2: Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna frá tölfraði úrvinnslu

Vöktunarstaður	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g)	Hætta á tannskemmdum í dádýrum (µg F/g)	Veldur tannskemmdum í dádýrum (µg F/g)	Niðurstöður tölfraðireikninga Breyting 2012 m.v. 1997	Niðurstöður tölfraðireikninga Breyting 2012 m.v. 2007
Lömb					
<i>Frá öllum svæðum</i>	160 Min 33 (Hóll) Max 525 (Paravellir)	1.000 – 2.000	> 2.000	Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	99 Min 63 (Hrafnabjörg) Max 144 (Hrafnabjörg)			Marktæk breyting til lækkunar (frá 1999)	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	315 Min 218 (Paravellir) Max 525 (Paravellir)			Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	88 Min 33 (Hóll) Max 155 (Vogatunga)			Ekki marktæk breyting	Marktæk breyting til lækkunar
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	150 Min 48 (Kiðafell) Max 279 (Grímsstaðir)			Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
Fullorðið fé					
<i>Frá öllum svæðum</i>	1.178 Min 527 (Hóll) Max 2.169 (Innri-Hólmur)	1.000 – 2.000	> 2.000	Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.757 Min 1.474 (Hrafnabjörg) Max 2.103 (Hrafnabjörg)			Ekki marktæk breyting	Marktæk breyting til hækkunar
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.655 Min 753 (Gróf II) Max 2.169 (Innri-Hólmur)			Ekki marktæk breyting (frá 2000)	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	946 Min 527(Hóll) Max 1.693 (Vogatunga.)			Marktæk breyting til hækkunar	Ekki marktæk breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	952 Min 598 (Kiðafell) Max 1.330 (Grímsstaðir)			Marktæk breyting til hækkunar	Marktæk breyting til hækkunar

Tafla 9.3: Meðal-, hæsti- og lægsti styrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins sláturfjár og lamba frá öllum bæjum

Vöktunarbæir	Aldursflokkur Meðalaldur	Fjöldi dýra	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g)	min-max (µg F/g)
Paravellir	Lömb	4	330	(218-525)
Innri-Hólmur	Lömb	4	288	(246-382)
Gröf II	Lömb	4	326	(286-363)
Grímsstaðir	Lömb	4	236	(212-279)
Vogatunga	Lömb	4	138	(116-155)
Skorholt	Lömb	4	87	(69-98)
Hrafnabjörg	Lömb	4	99	(63-144)
Hjalli	Lömb	4	145	(93-194)
Hóll	Lömb	4	53	(33-72)
Skipanes	Lömb	4	87	(76-109)
Eystri-Leirárgarður	Lömb	4	60	(45-80)
Kiðafell	Lömb	4	70	(48-83)
Eystra Miðfell	Lömb	1	145	(145)
Skjaldfönn*	Lömb	4	71	(42-138)
Bjarnarhöfn*	Lömb	4	32	(17-42)
	Fullorðið fé			
Paravellir	>5,25v	4	1.649	(1.479-1.859)
Innri-Hólmur	≥8v	4	1.948	(1.739-2.169)
Hrafnabjörg	6,5v	4	1.757	(1.474-2.103)
Grímsstaðir	>5,5v	4	1.194	(933-1.330)
Vogatunga	≥ 6v	4	1.263	(849-1.693)
Gröf II	3v	4	1.369	(753-1.814)
Eystri-Leirárgarður	> 4v	4	749	(680-817)
Skipanes	6,25v	4	1.111	(941-1.395)
Hóll	10,5v	4	598	(527-699)
Hjalli	7v	4	892	(871-931)
Skorholt	7v	4	958	(868-1.136)
Kiðafell	6,5v	4	771	(598-971)
Eystra Miðfell	3,7v	3	1.104	(534-1.437)
Bjarnarhöfn*	>4v	4	466	(382-534)
Skjaldfönn*	6,5v	4	708	(530-1.099)

*Viðmiðunarsýni

Tafla 9.4: Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta í lifandi sauðfé og hrossum.

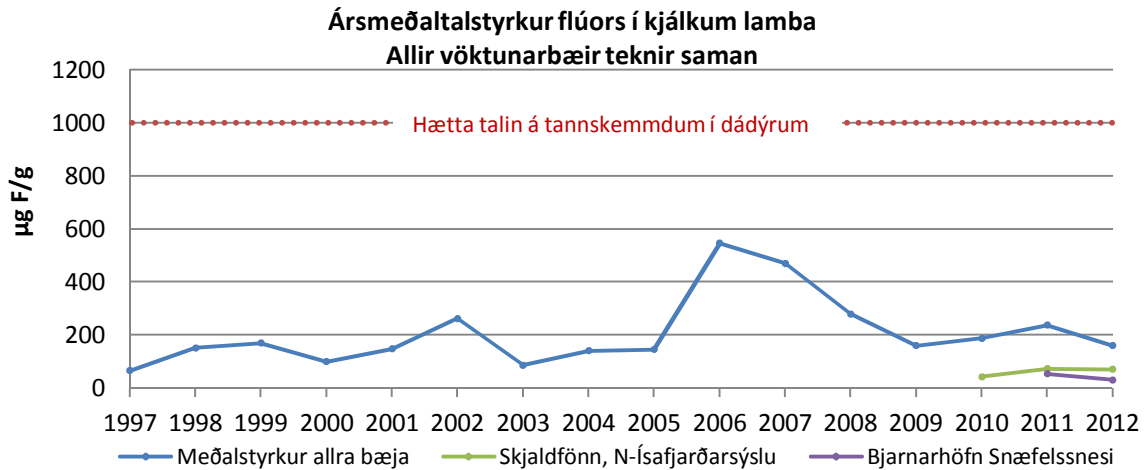
Vöktunarbærir	Tegund Meðalaldur	Fjöldi dýra	Max-min gildi á mati á tönnum	Mat á liðum
	Fullorðið fé			
Grímsstaðir	4,58v	12	0,00-0,25	0,00
Innri-Hólmur	4,75v	12	0,00-0,33	0,00
Hrafnabjörg	4,67v	12	0,00-0,33	0,00
Eystra Miðfell	3,75v	12	0,17-0,36	0,00
Vogatunga	Óþekkt	12	0,00-0,17	0,08
Kiðafell	4,67v	12	0,25-0,58	0,09
	Hross			
Kiðafell	13v	7	0,00-0,86	0,00
Skipanes	13v	9	0,00-0,44	0,33
Ytri Hólmur	7v	6	0,17-0,50	0,00
Litla Fellsöxl	8v	6	0,00-0,33	0,00
Miðdalur	12v	6	0,00-0,17	0,00
Kalastaðakot	10v	5	0,00-0,00	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 9.2 og 9.3). Meðalstyrkur flúors var hæstur í beinsöксу lamba frá Þaravöllum (330 µg F/g) og lægstur í beinösku lamba frá Hóli (53 µg F/g).

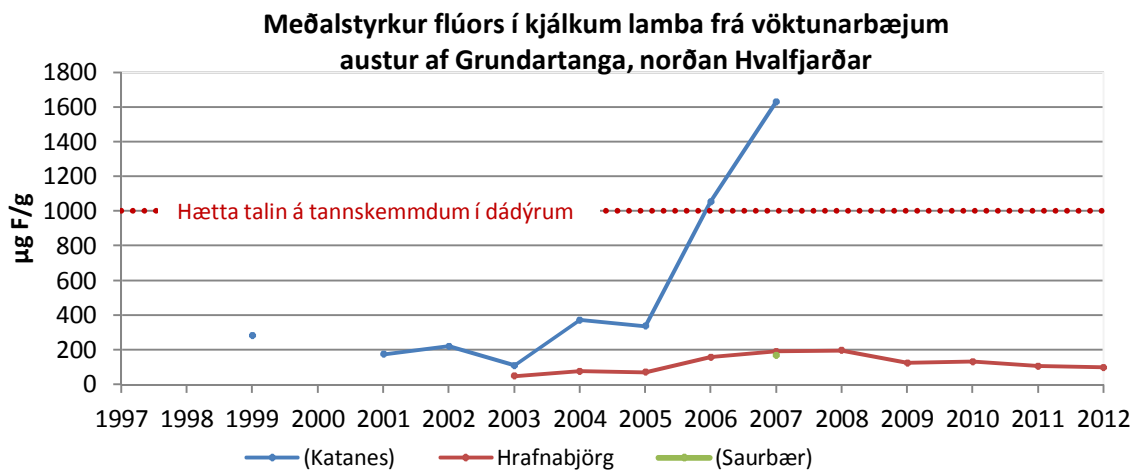
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 160 µg F/g (mynd 9.2). Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarsvæðum milli árána 1997 og 2012. Hins vegar er marktæk breyting til lækkunar milli árána 2007 og 2012 (viðauki VI). Til viðmiðunar var styrkur flúors mældur í kjálkabeinum frá Skjaldfönn í Norður Ísafjarðarsýslu og Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og mældist meðal flúorstyrkur 71 µg F/g í sýnum frá Skjaldfönn og 33 µg F/g í sýnum frá Bjarnarhöfn. Meðalstyrkur flúors í lömbum frá Skjaldfönn var hærri en í lömbum frá þremur bæjum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



Mynd 9.2: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 1997 – 2012, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýnum

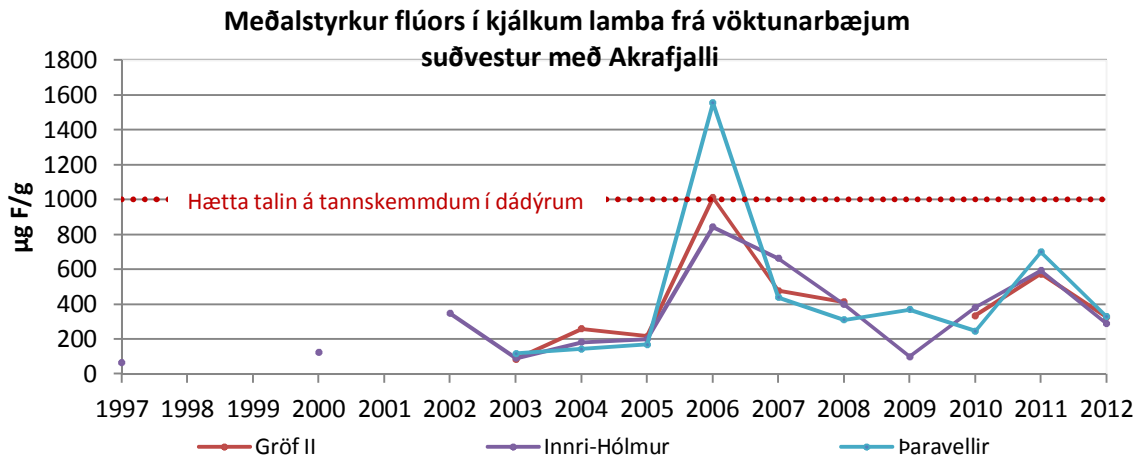
Flúor í lömbum eftir svæðum

Svæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga verður fyrir hvað minnstum áhrifum flúorlosunar frá álverinu, miðað við ríkjandi vindáttir. 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 milli árána 1999 og 2012 sem og milli árána 2007 og 2012 (viðauki VI).



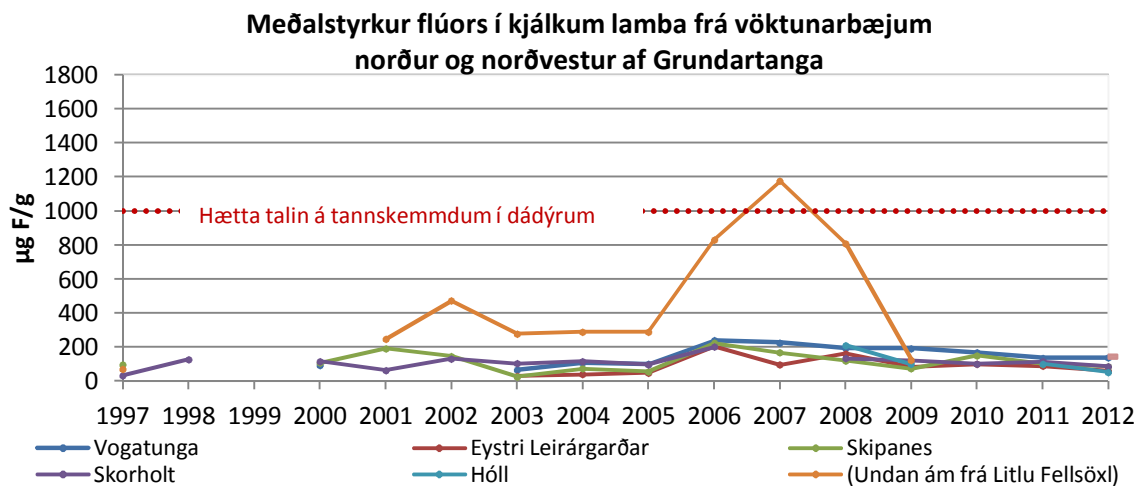
Mynd 9.3: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 1997-2012 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu. Katanes liggur innan þynningarsvæðis fyrir flúor

Miðað við ríkjandi vindáttir verður svæðið til suðvesturs með Akrafjalli fyrir áhrifum flúorlosunar frá álverinu. Mynd 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 milli árána 1997 og 2012, hins vegar er marktæk breyting á styrk flúors til lækkunar milli árána 2007 og 2012 (Viðauki VI).



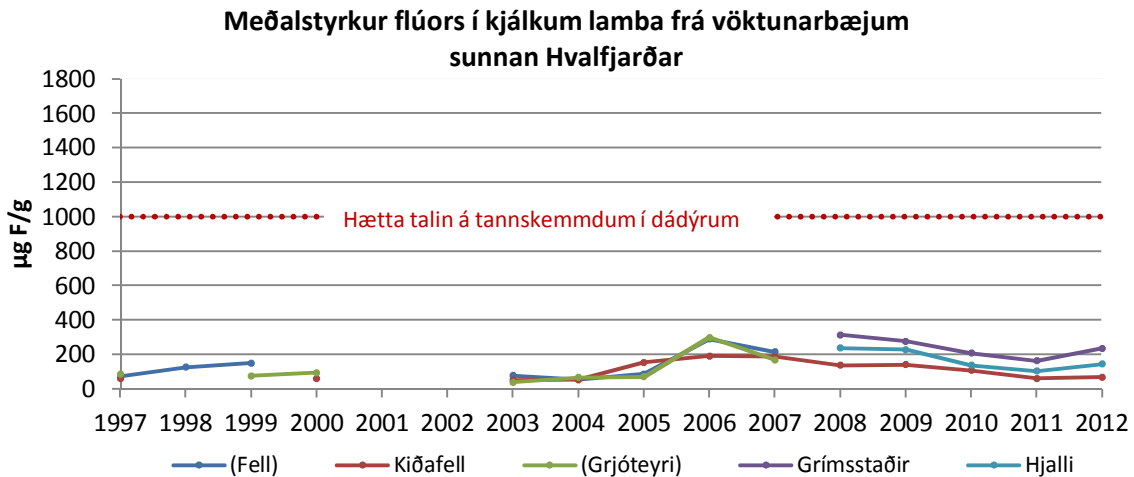
Mynd 9.4: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 1997 – 2012 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu

Á mynd 9.5 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæðið milli árunna 1997 og 2012 en marktæk breyting til lækkunar er milli árunna 2007 og 2012 (viðauki VI). Ekki hefur verið stundaður búskapur á Litlu Fellsöxl frá árinu 2008 og keypti bóndinn á Eystri Leirárgörðum allt fé þaðan.



Mynd 9.5: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 1997-2012 frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum staðsettum sunnan Hvalfjarða, má sjá á mynd 9.6. Marktæk breyting til hækkunar hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum hjá lömbum milli árunna 1997 og 2012, hins vegar er engin breyting til hækkunar eða lækkunar milli árunna 2007 og 2012 (Viðauki VI).



Mynd 9.6: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba árin 1997-2012 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar

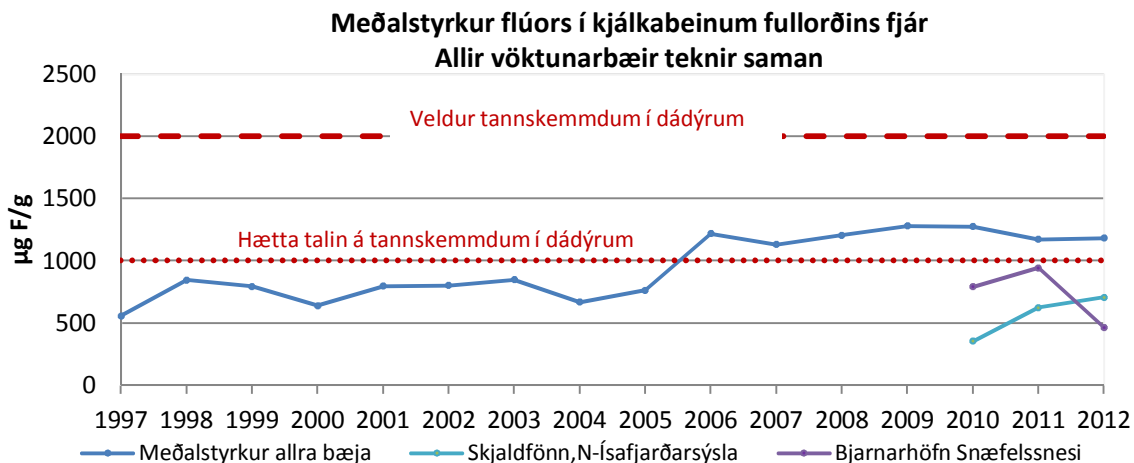
Eins og áður mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum bæjum norðan Hvalfjarðar í öllum tilvikum svipaður eða hærri árin 1997-2012 en frá bæjum sunnan Hvalfjarðar (viðauki VI).

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 6 vetra og eldra fé. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2012 var rúmlega 6 vetra (yngst 1 vetra og elst 11 vetra).

Tvö dýr mældust með flúorstyrk í kjálkabeinum yfir þeim styrk sem veldur tannskemmdum í ungum dádýrum (2.000 µg F/g), þ.e. einu fullorðnu dýri, eldri en 8 vetra, frá Innri-Hólmi (2.169 µg F/g) og einu fullorðnu dýri, 6 vetra, frá Hrafnabjörguym (2.103 µg F/g). Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá átta bæjum (Skipanes, Þaravellir, Gröf II, Innri-Hólmur, Hrafnabjörg, Vogatunga, Grímsstaðir og Eystra-Miðfell) sem er sá styrkur sem hætta er talin á að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalaldur þessa fjár var um 5 ár.

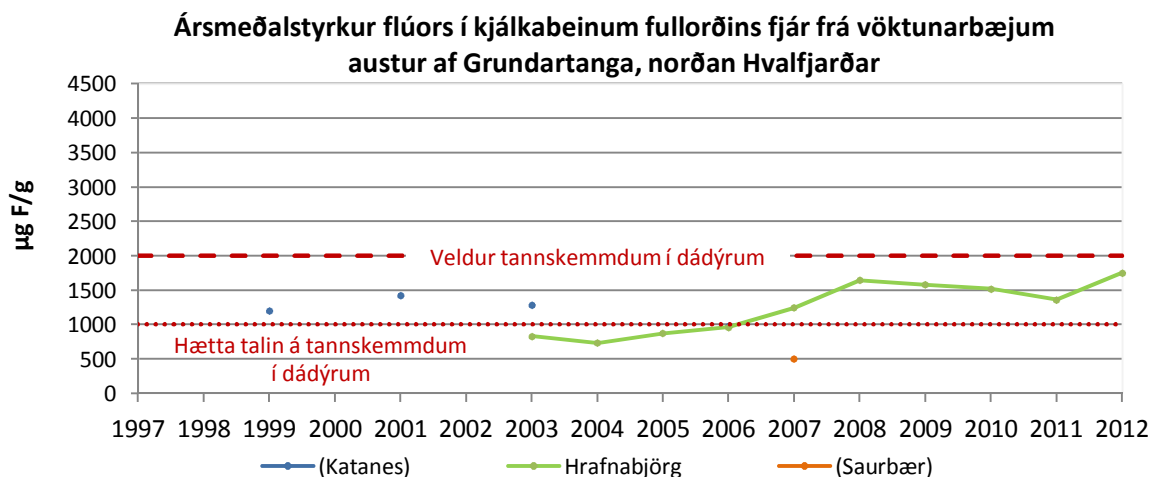
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var (1.178 µg F/g), sjá mynd 9.7. Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innra-Hólmi (1.948 µg F/g) og lægst í fullorðnu fé frá Hóli (598 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé 708 µg F/g frá Skjaldfönn (5-8 vetra gömul dýr), þarf af mældist flúor hæst 1.099 µg F/g og 466 µg F/g í fullorðnu fé frá Bjarnarhöfn (>4 vetra gömul dýr). Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum milli árána 1997 og 2012, hins vegar er ekki marktæk breyting milli árána 2007 – 2012.



Mynd 9.7: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 1997-2012, allir vöktunarbærir í Hvalfirði teknir saman, og viðmiðunarsýnum

Flúor í fullorðnu fé eftir svæðum

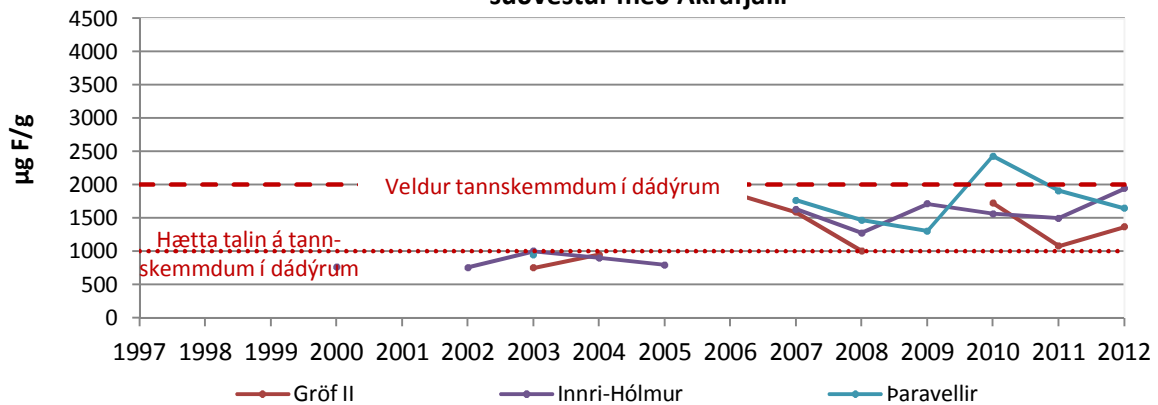
Mynd 9.8 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu austur af iðjuverunum. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæðið milli árunna 1997 og 2012 en hins vegar er marktæk breyting til hækkunar milli árunna 2007 og 2012 (viðauki VI).



Mynd 9.8: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 1997-2012 frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu

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 milli árunna 2000 og 2012, né milli árunna 2007 og 2012 (viðauki VI). Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé frá Innri-Hólmi mældist rétt undir þeim mörkum sem talin eru valda tannskemmdum í dádýrum.

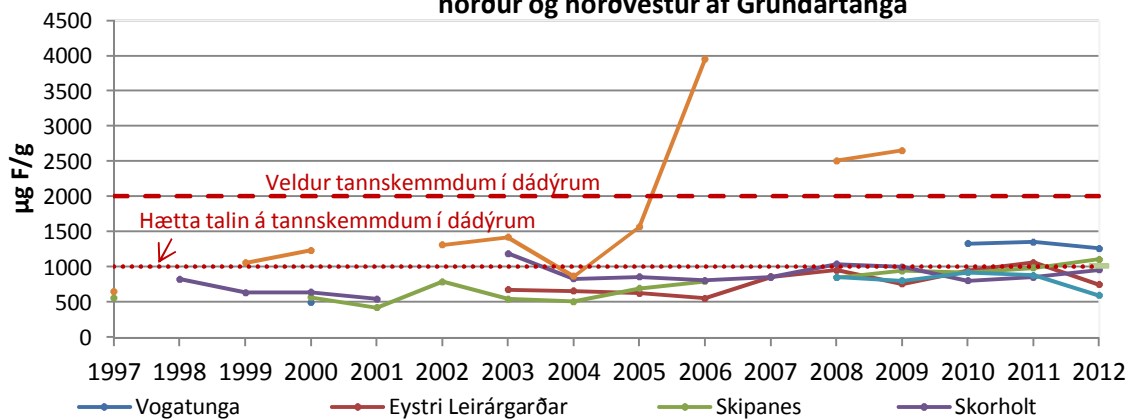
Ársmeðalstyrkur flúors í kjálkum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli



Mynd 9.9: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 1997-2012 frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu

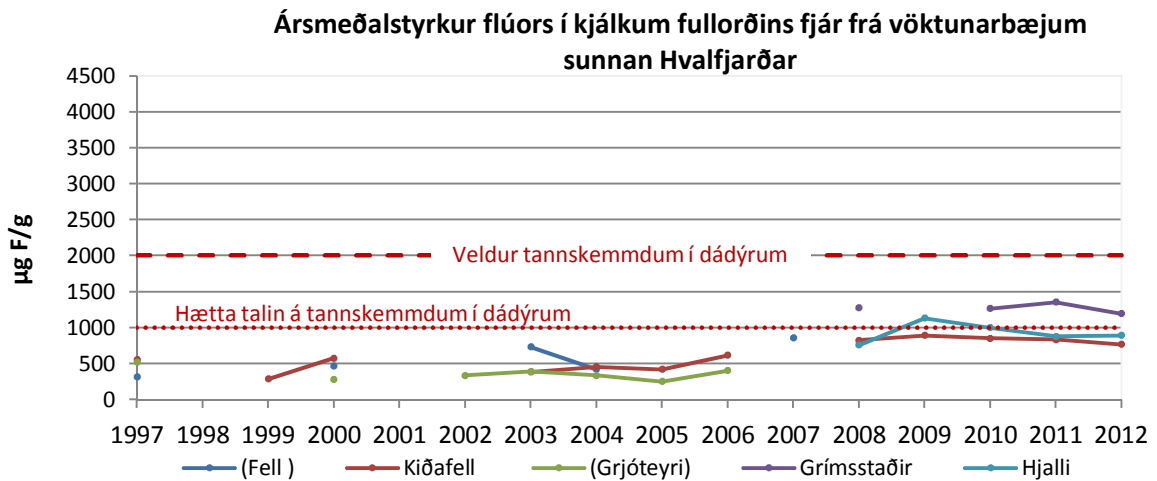
Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðjuverunum, má sjá á mynd 9.10. Marktæk breyting til hækkunar er á styrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði á milli árána 1997 og 2012 en ekki er marktæk breyting milli árána 2007 og 2012 (viðauki VI).

Ársmeðalstyrkur flúors í kjálkum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum norður og norðvestur af Grundartanga



Mynd 9.10: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 1997-2012 frá bæjum norður og norðvestur af iðjuverum

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 milli árána 1997 og 2012 og milli árána 2007 og 2012 (viðauka VI).



Mynd 9.11: Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár árin 1997-2012 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár mældist í öllum tilvikum hærra frá bæjum norðan Hvalfjarðar árin 1997-2012 en frá bæjum sunnan Hvalfjarðar. Ekki er alltaf um marktækan mun að ræða (viðauki VI).

9.2.3 NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM OG TÖNNUM Í SLÁTURFÉ

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sauðfé með tilliti til sýnilegra ábendinga um áreitni 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 skoðunar³⁰. 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 þykknun í kjálkabeini (bein- og mergsbólga eða tannkýli), stundum með beinhnjóska. Ekki var áberandi meira um tannslit og/eða tannlos í kindum með flúormagn > 1000 µg F/g beinaska samanborið við kindur með flúormagn < 1000 µg F/g beinaska. Tannslit/tannlos var almennt algengara í eldra fé.

Rúmlega 60% af fullorðnu fé var með allar framtennur en hinar kindurnar höfðu misst eina eða fleiri framtennur. Glerungur var eðlilegur í framtönnunum nema í einu sex vetra dýri frá Hrafnabjörgum. Í það vantaði fjórar framtennur, auk þess sem litlar, brúnleitar dældir voru í einni framtönn. Ekki er hægt að útiloki að þessar vægu skemmdir séu vegna flúoreitrunar (flúormagn 1688 µg F/g beinaska), en það er ólíklegt. Margt fé 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 kjálkabeinum³⁰.

³⁰ Ólöf G. Sigurðardóttir (2012)

9.2.4 NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á TÖNNUM OG LIÐUM LIFANDI GRASBÍTA

Til að meta áhrif flúors á tennur í lifandi grasbítum (hrossum og sauðfé) var stuðst við matskerfi sem sjá má í töflu 9.5.

Tafla 9.5: 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.

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 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 0,48 (3-6 vetra) og lægst á Grímsstöðum 0,00 (3-6 vetra). Mat á ástandi jaxla í sauðfé var með hæsta gildi á Kiðafelli 0,38 og lægst á Hrafnabjörgum 0,04 (3-6 vetra).

Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna í hrossum var í hrossum frá Ytri Hólmi, 0,44 (5-10 vetra) og lægst í hrossum frá Kalastaðakoti, 0,00 (3-23 vetra). Eitt hross var með óeðlilega framkjúkur og jákvætt beygjupróf. Var það 16 vetra hryssa á Skipanesi.

³¹ National Research Council (1974)

10 HEIMILDASKRÁ

Elkem Ísland ehf (2011) *Skýrsla um grænt bókhald 2010*. Sótt 29. mars 2012:

http://www.ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2010/Elkem_graent_bokhald_2010.pdf

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

Friðrik Pálmason og Skye (1999) *An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminum smelter on vegetation in Reyðarfjörður*. A report to invest in Iceland-Energy marketing, RALA-012/UM-006

Grétar Hrafn Harðarson (2013) *Þátttaka Lbhí í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2012 - 2021. Skýrsla fyrir árið 2012*. Landbúnaðarháskóli Íslands.

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

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

Hermann Þórðarson (2013) *Umhverfisvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Janúar – desember 2012*. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

Kristmann Gíslason (2013) *Umhverfisvöktun í Hvalfirði. Ferskvatnsmælingar 2012*. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

Hornvedt og Øyen (1994) *Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk*. Kafli 6 í Norsk aluminiumsindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primaæraluminiumverk i Norge. Aluminiumsindustriens Miljøsekretariat (AMS) Oslo.

National Research Council (1974) *Effects of Fluoridies in Animals*. National Academi of Science, National Academies Press, bls. 22-26.

Norðurál Grundartanga ehf. (2011) *Grænt bókhald 2010. Norðurál á Grundartanga ehf*. Sótt 29. mars 2012: http://www.ust.is/library/Skrar/Graent-bokhald/2010/Nor%C3%B0ural_Graent_bokhald_2010.pdf

Ongstad, Stoll og Aasland (1994) *The Norwegian aluminium industry and the local enviornment. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway*. Summary report.

Ólöf G. Sigurðardóttir (2013) *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.

R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower, H. Malcolm (2002) *Fluorides. Environmental Health Criteria 227*. World Health Organization.

Richard G Foulkes og Anne C. Anderson (1994) Impact of Artificial Fluoridation on Salmon Species in the Northwest USA and British Columbia, Canada. *Fluoride* Vol. 27 No. 4 220 – 226.

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)

Umhverfisvöktunaráætlun 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 (2013) *Tíðarfar árið 2012*. Sótt 15. mars 2013 af: <http://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/2613>

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.

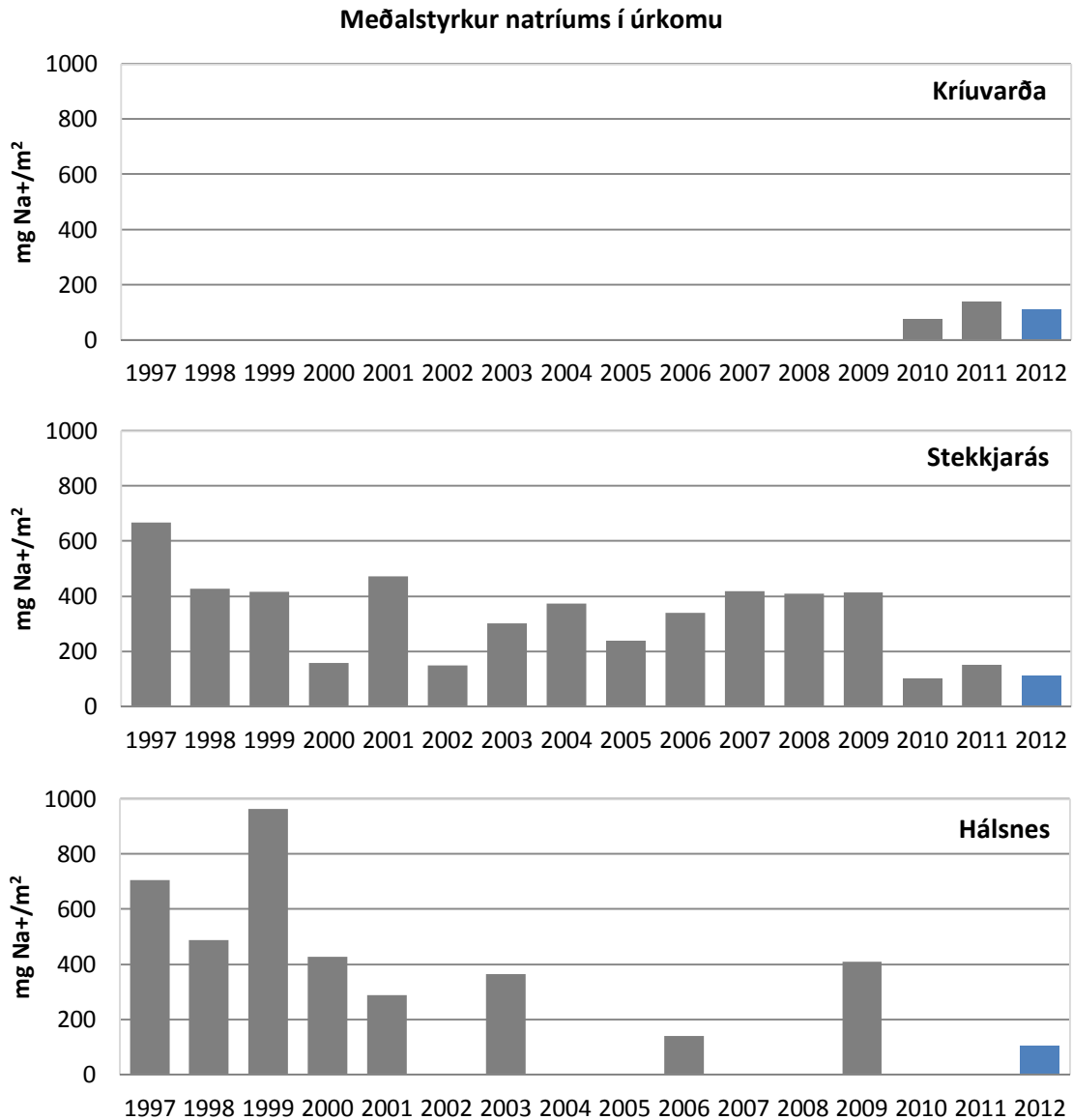
VIÐAUKI I: ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR

Sameiginleg umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga hefur farið fram frá árinu 1999. Áður út komnar ársskýrslur umhverfisvöktunar eru eftirfarandi:

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

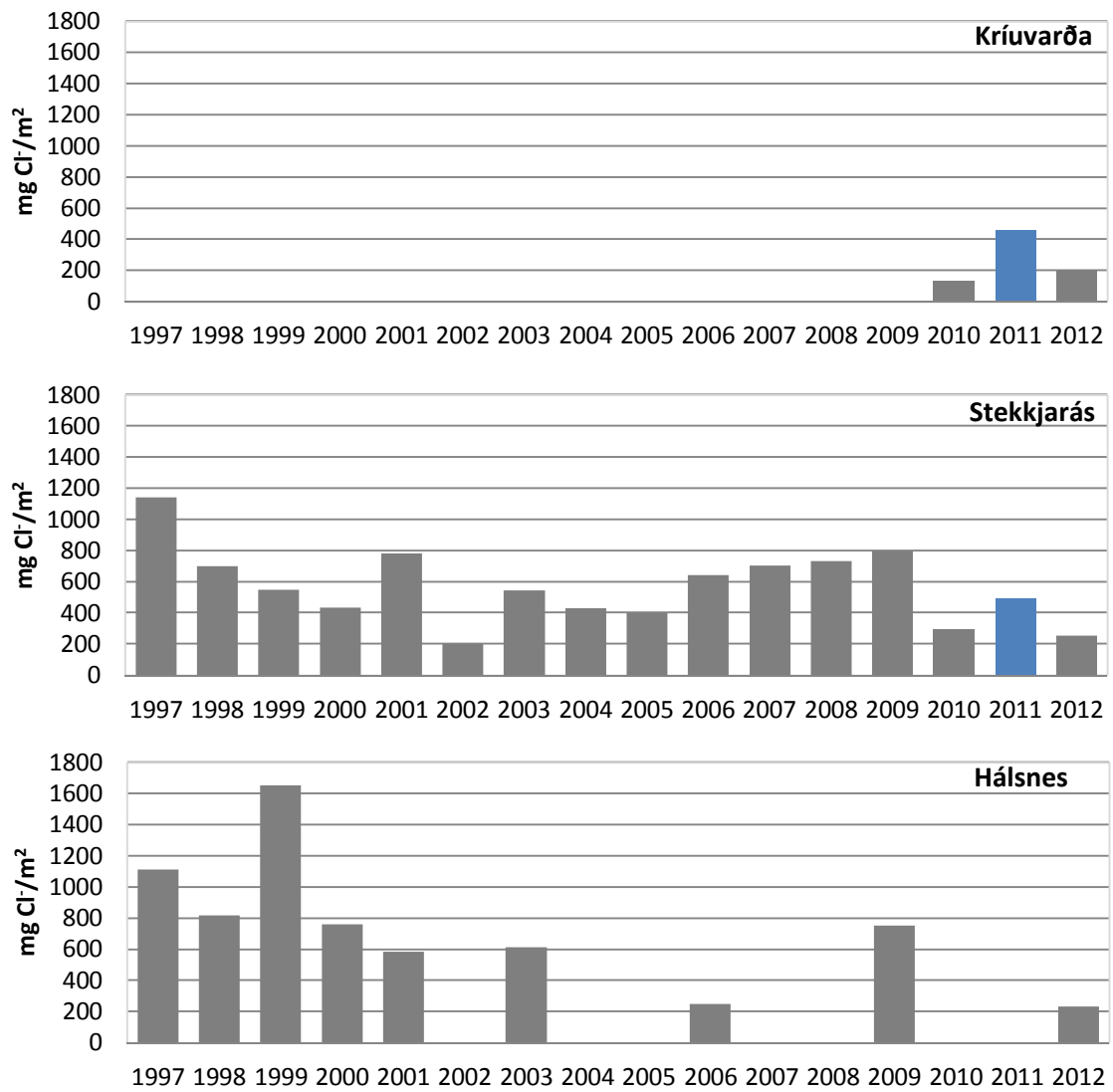
VIÐAUKI II: VÖKTUN ANDRÚMSLOFTS

Meðalstyrkur natríums og klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi frá 1997 – 2012 er birtur hér að neðan.



Mynd II. 1: Meðalstyrkur natríums í úrkomu að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi 1997 - 2012

Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu



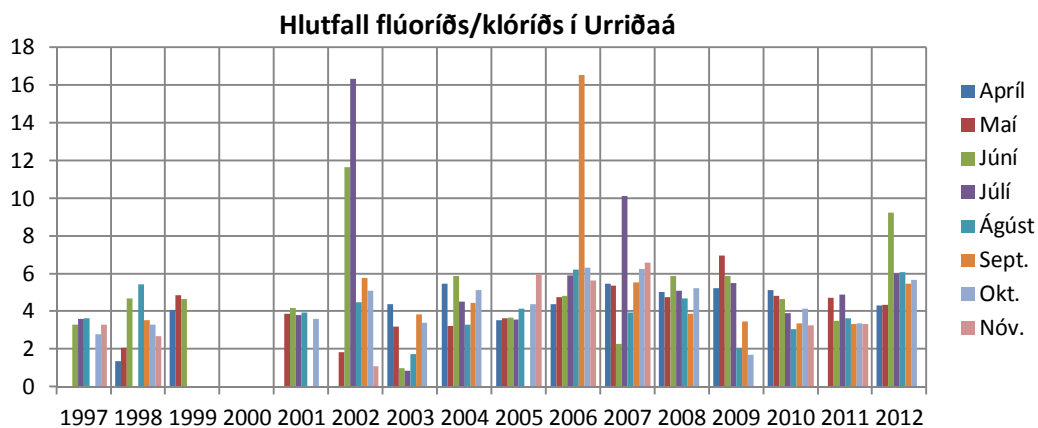
Mynd II. 2: Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu að Kríuvörðu, Stekkjarási og Hálsnesi 1997 - 2012

VIÐAUKI III: VÖKTUN ÁRVATNS

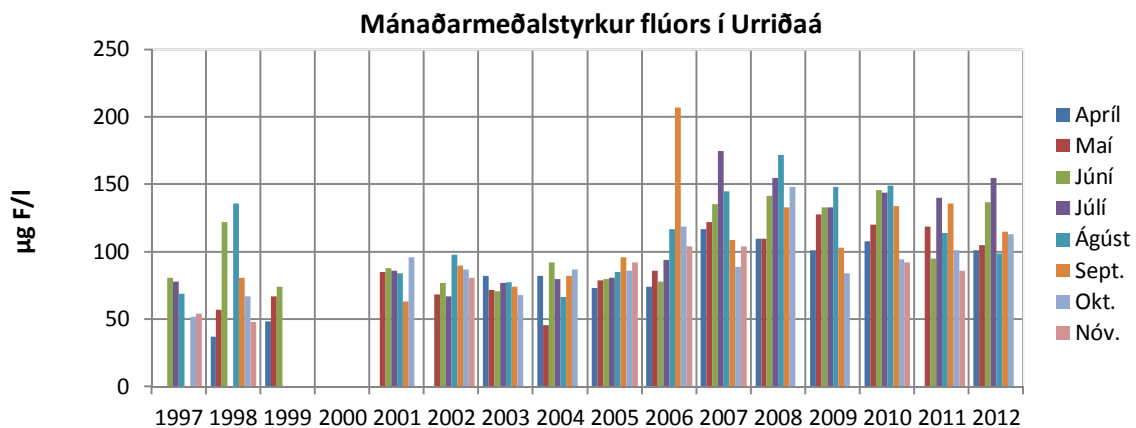
Áhrifa frá sjó getur gætt í mælingum á magni flúors og súlfats í vöktunaránum. Það byggir á því að klóríð, súlfat og flúor berst í grunnrennsli áa nálægt sjó. Styrkur klóríðs er mældur til þess að meta þessi áhrif og hlutfall flúors og klóríðs auk hlutfalls súlfats og klóríðs reiknuð. Í viðauka III.I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

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

Á myndum III.1 og III.2 má sjá að mestu áhrifa frá sjó gætti í apríl og maí, en minnst í júní árið 2012.



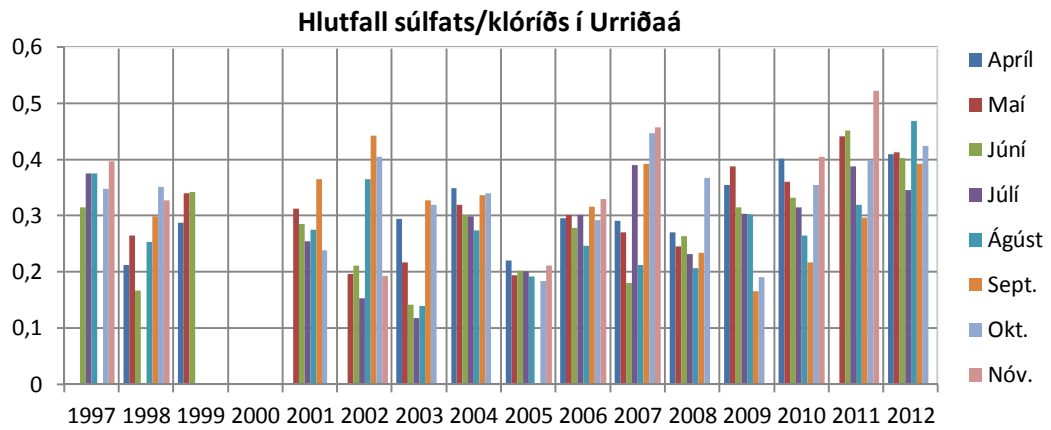
Mynd III. 1: Hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá árin 1997 – 2012



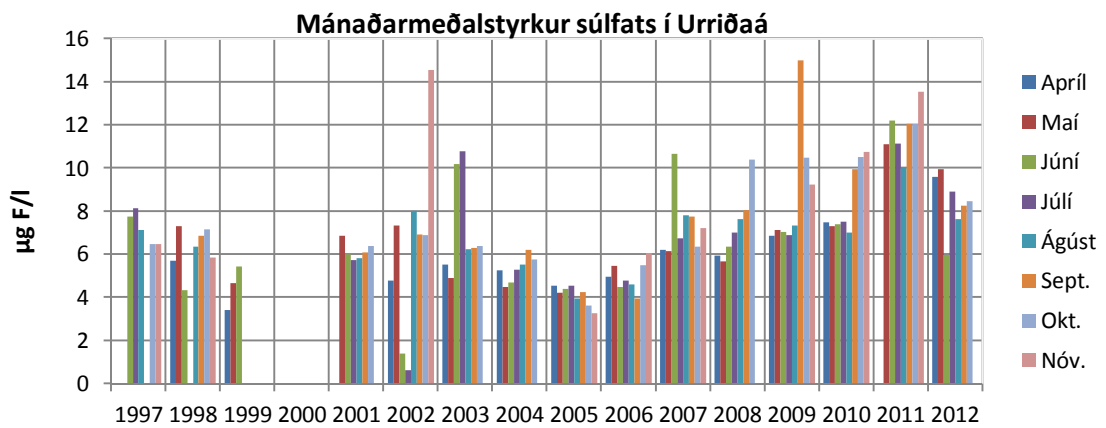
Mynd III. 2: Meðalstyrkur flúors í hverjum mánuði í Urriðaá árin 1997 - 2012

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 júlí, en minnst í ágúst árið 2012.



Mynd III. 3: hlutfall sulfats/klóríðs í Urriðaá árin 1997 – 2012



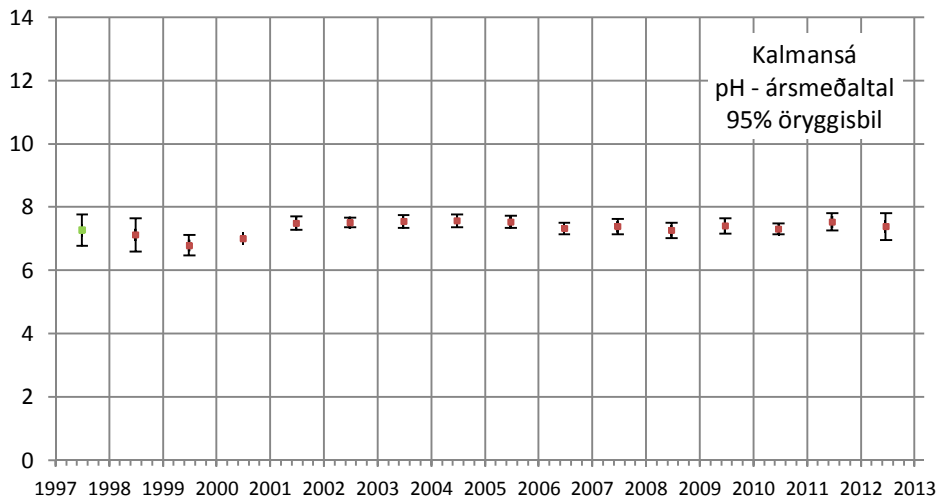
Mynd III. 4: Meðalstyrkur sulfats í hverjum mánuði í Urriðaá árin 1997 - 2012

III.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR ÁRVATNA

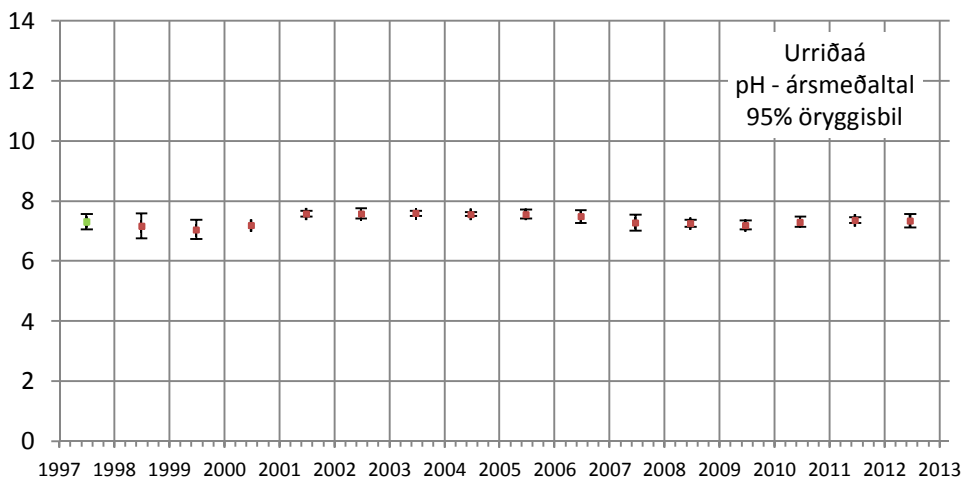
Umhverfisvöktun fyrir árvötn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2012 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk.

Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir árvötn árin 1997 – 2012 eru birt hér að neðan.

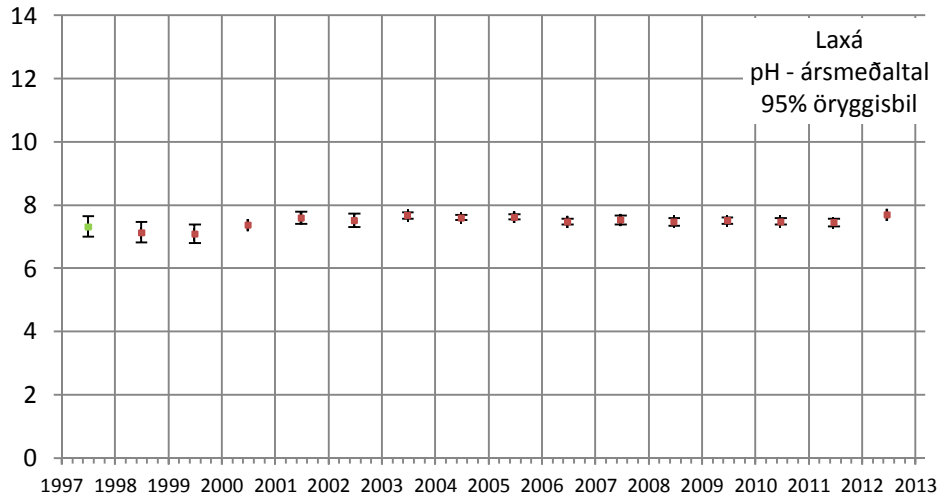
Myndir III.5 – III.9 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi vöktunaráranna. Árið 2012 var ein mæling gerð í Laxá og Fossá og tvær mælingar í Berjadalsá. Því fást ekki öryggisbil fyrir árið 2012 í þeim ám. Því er ekki hægt að segja til um hvort marktæk breyting hafi átt sér stað þar.



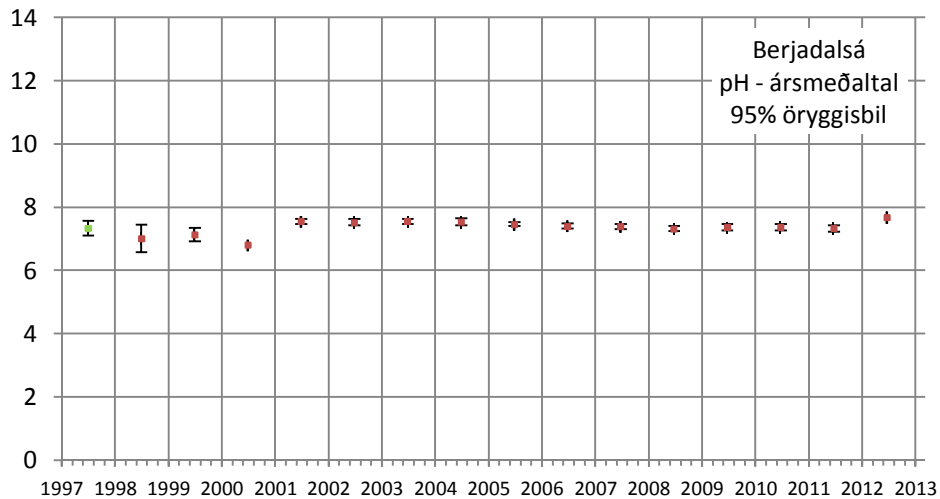
Mynd III. 5: Meðaltal sýrustigs í Kalmansá mælt 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.



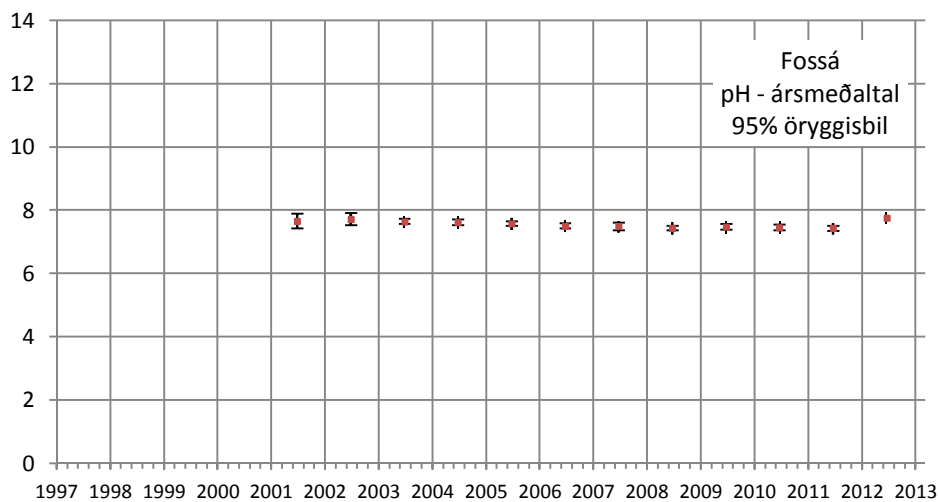
Mynd III. 6: Meðaltal sýrustigs í Urriðaá mælt 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.



Mynd III. 7: Meðaltal sýrustigs í Laxá mælt 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum

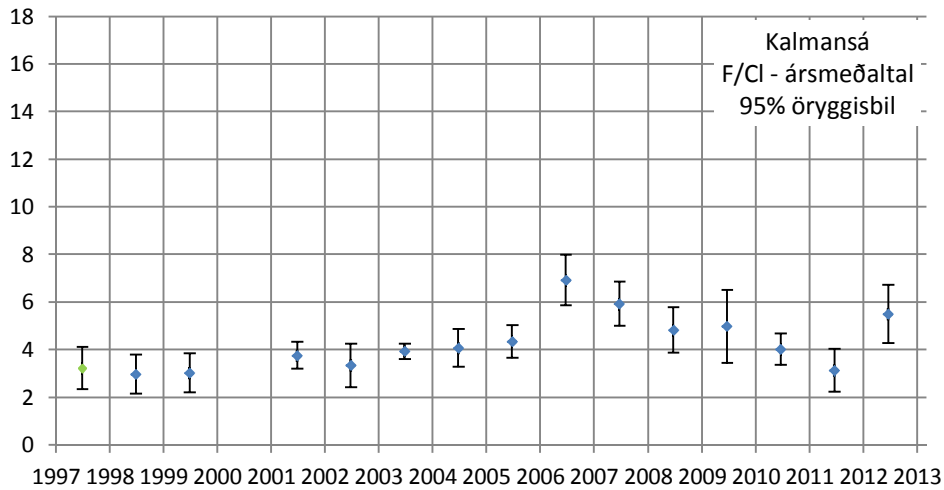


Mynd III. 8: Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá mælt 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum

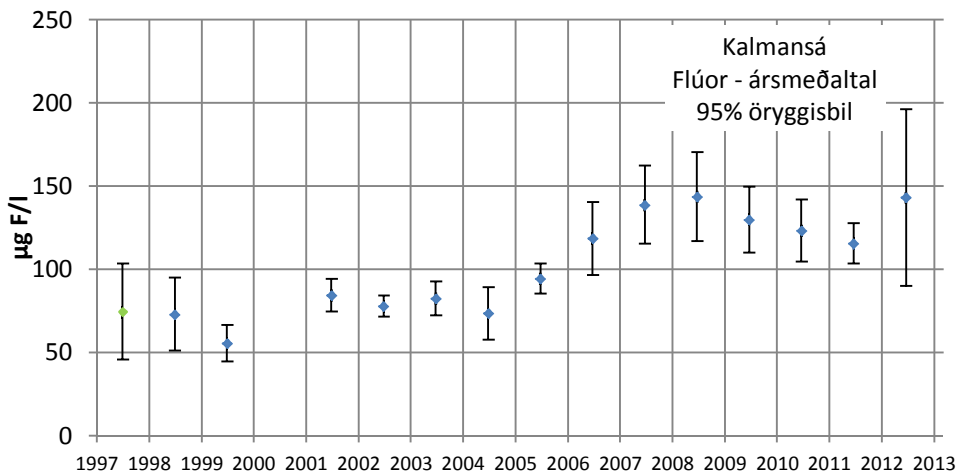


Mynd III. 9: Meðaltal sýrustigs í Fossá mælt 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum

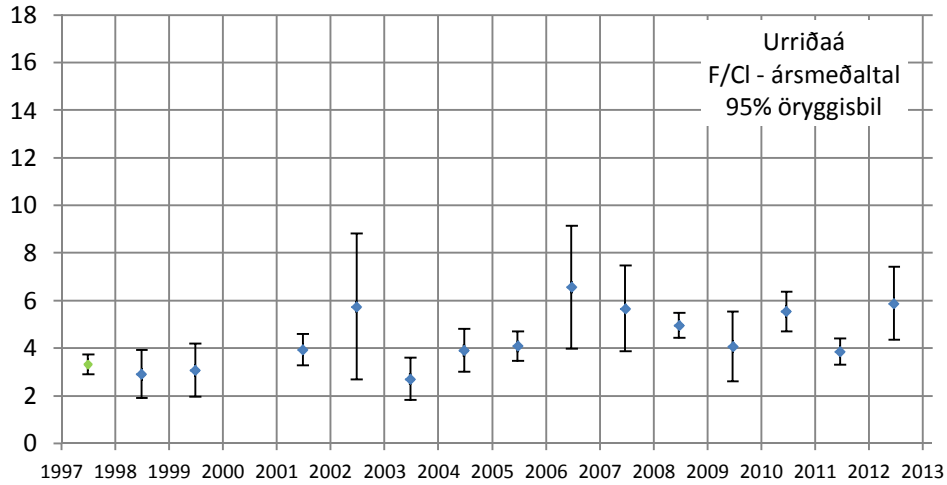
Á myndum III.10 – III.19 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð hlutfalli og mældum flúorstyrk í vöktunaránum. Árið 2012 var ein mæling gerð í Laxá og Fossá og tvær mælingar í Berjadalsá. Því fást ekki öryggisbil fyrir árið 2012 í þeim ám. Því er ekki hægt að segja til um hvort marktæk breyting hafi átt sér stað þar.



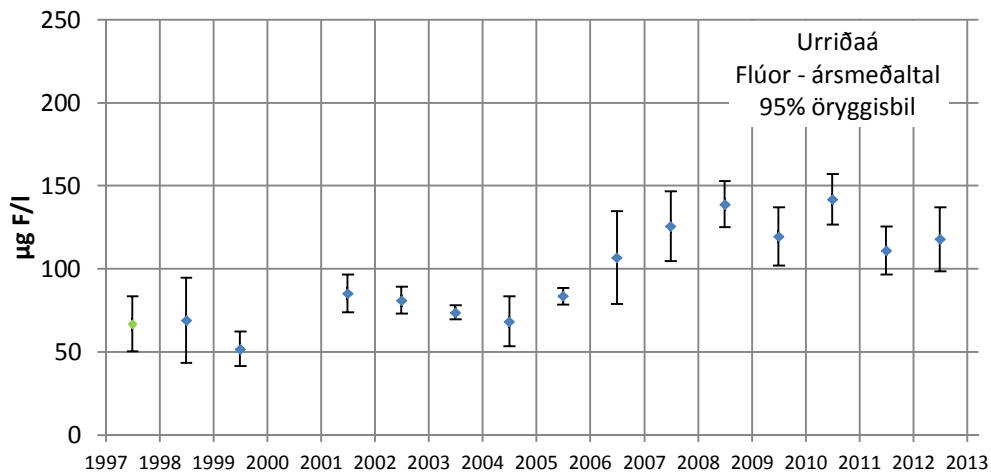
Mynd III. 10: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



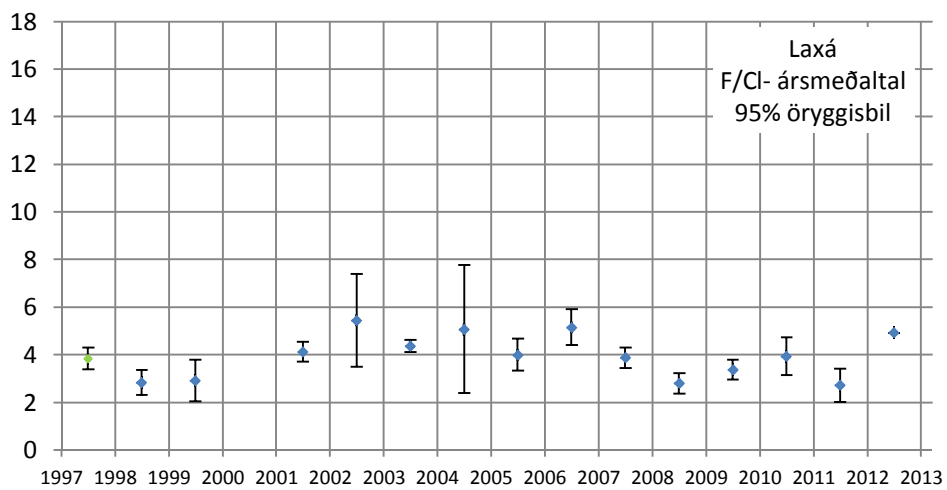
Mynd III. 11: Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



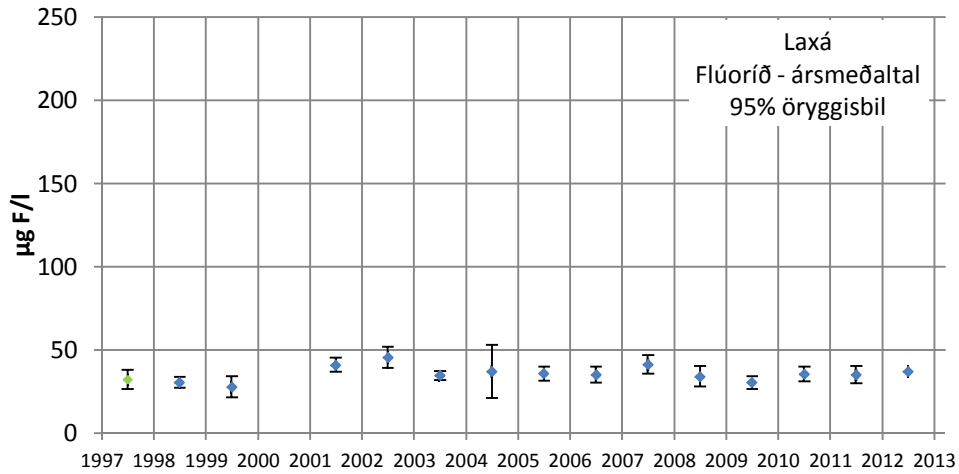
Mynd III. 12: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðará ásamt 95% öryggisbilum.



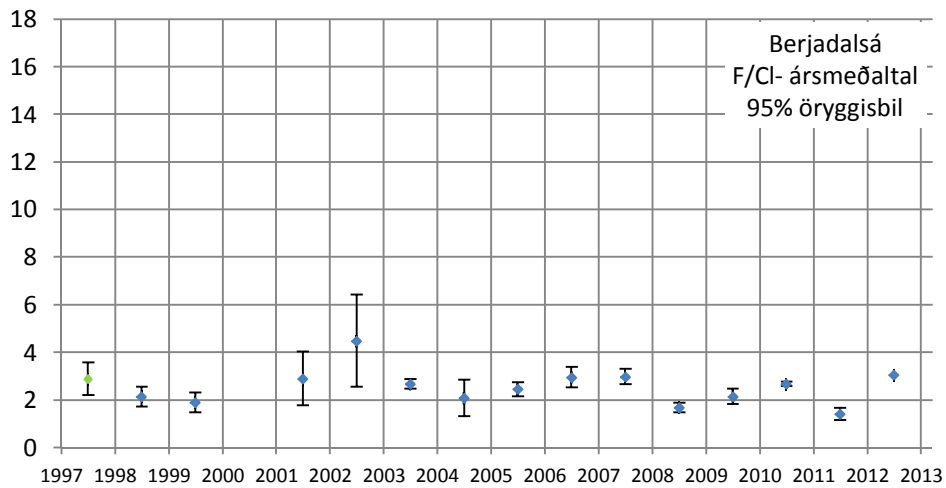
Mynd III. 13: Meðalstyrkur flúors í Urriðará ásamt 95% öryggisbilum.



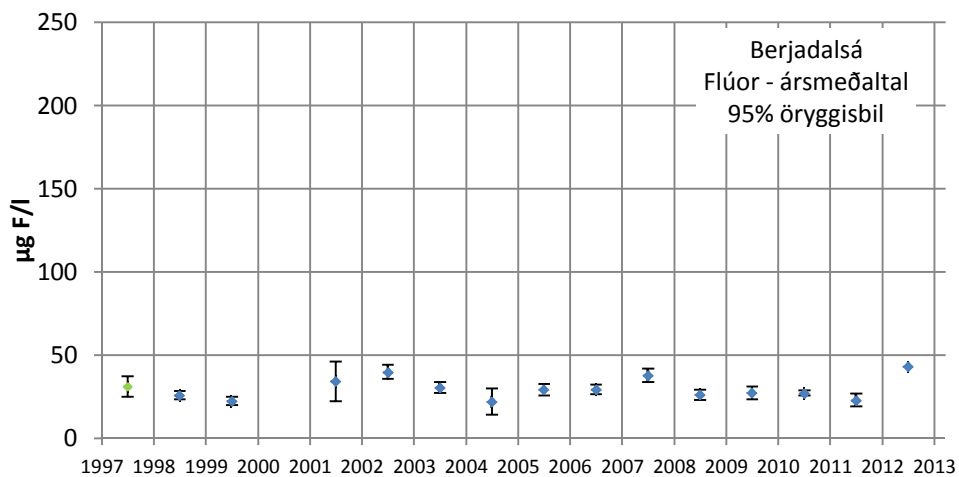
Mynd III. 14: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Laxá ásamt 95% öryggisbilum.



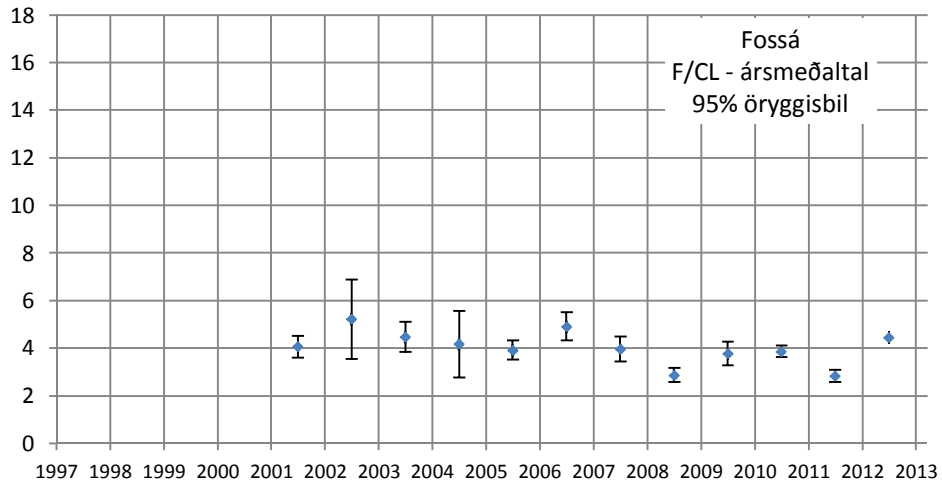
Mynd III. 15: Meðalstyrkur flúors í Laxá ásamt 95% öryggisbilum.



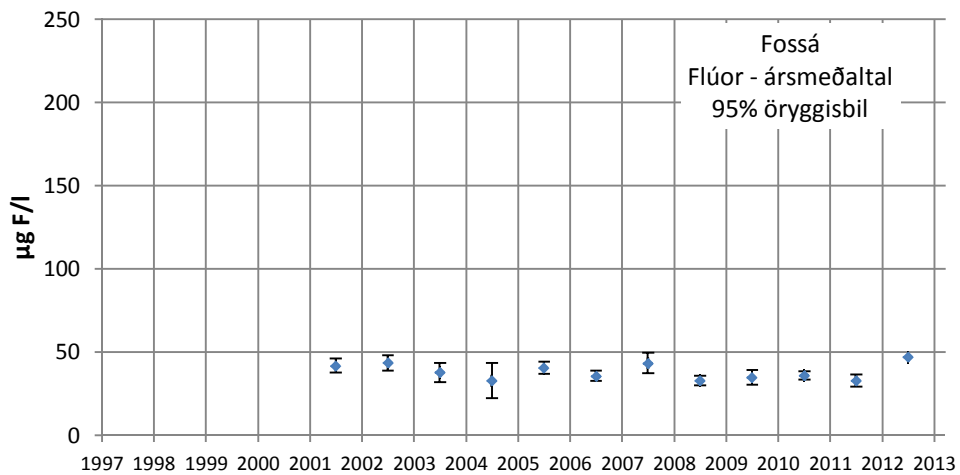
Mynd III. 16: Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum



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 GRÓÐURS

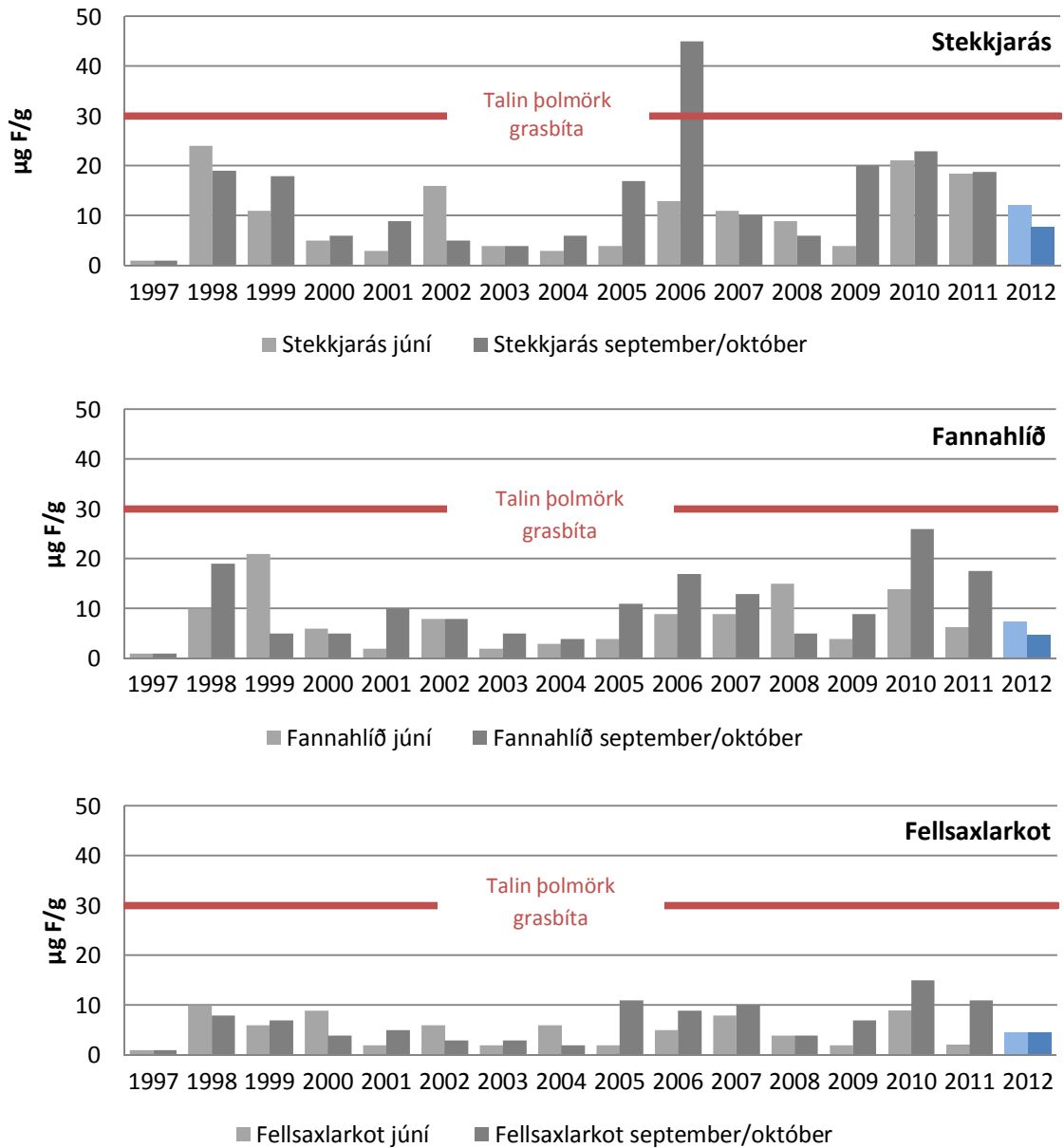
Gröf frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar eru í köflum IV.I og IV.II. Ítarefni fyrir niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá 1997 – 2012 má sjá í kafla IV.III.

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 sýnatökufærð) og 44 sýnum af barri. Engin úrkoma mældist vikuna fyrir sýnatökudag í júní, en einhver úrkoma vikuna fyrir sýnatöku í október, þó mældist úrkoma aldrei meiri en 1 mm.

IV.I: FLÚOR Í GRASI

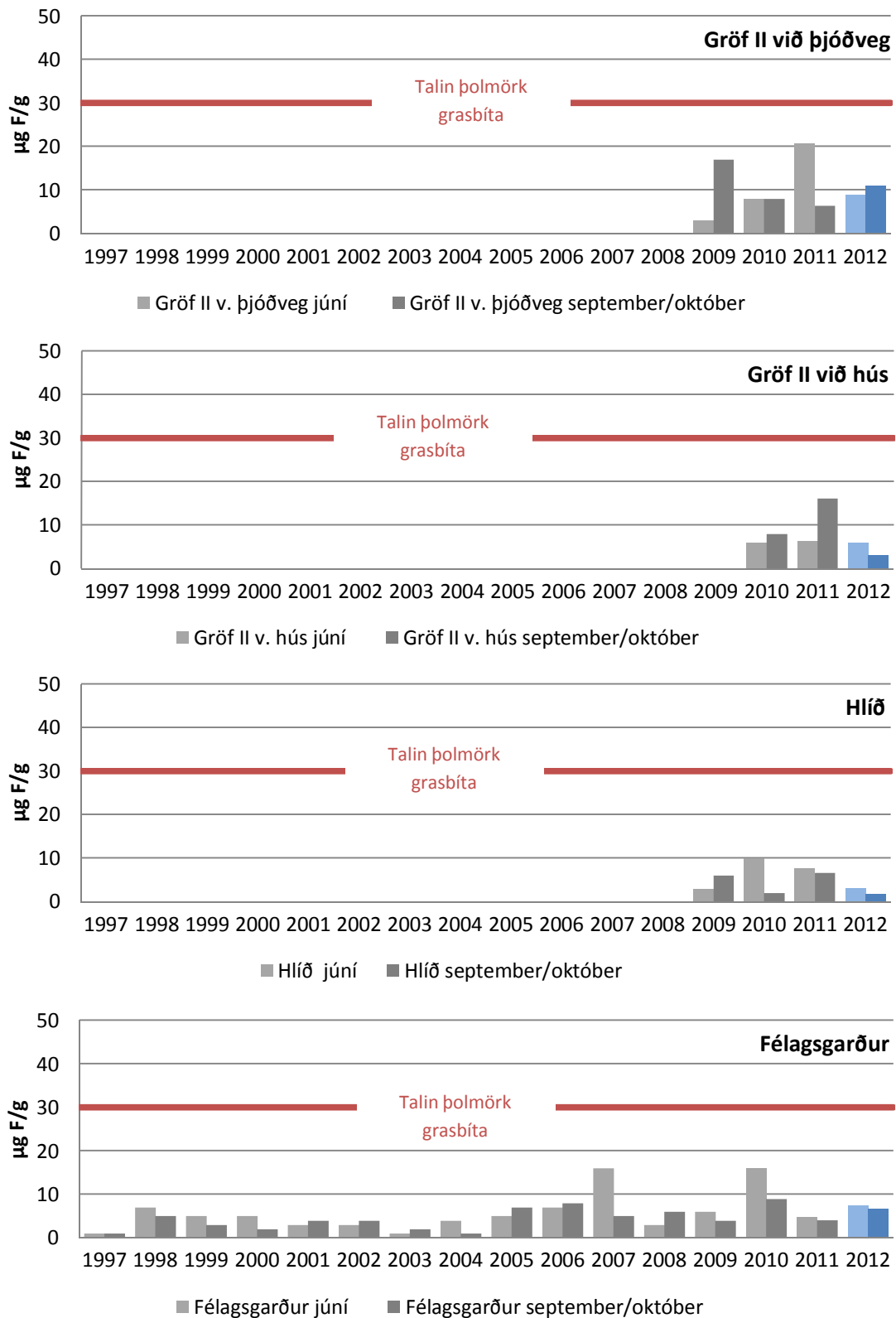
Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum ellefu fyrir gras má sjá á mynd IV.1. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hefur verið mælt frá 2009, Gröf II við hús frá 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g.

Styrkur flúors í grasi á vöktunarstöðum fyrir gróður



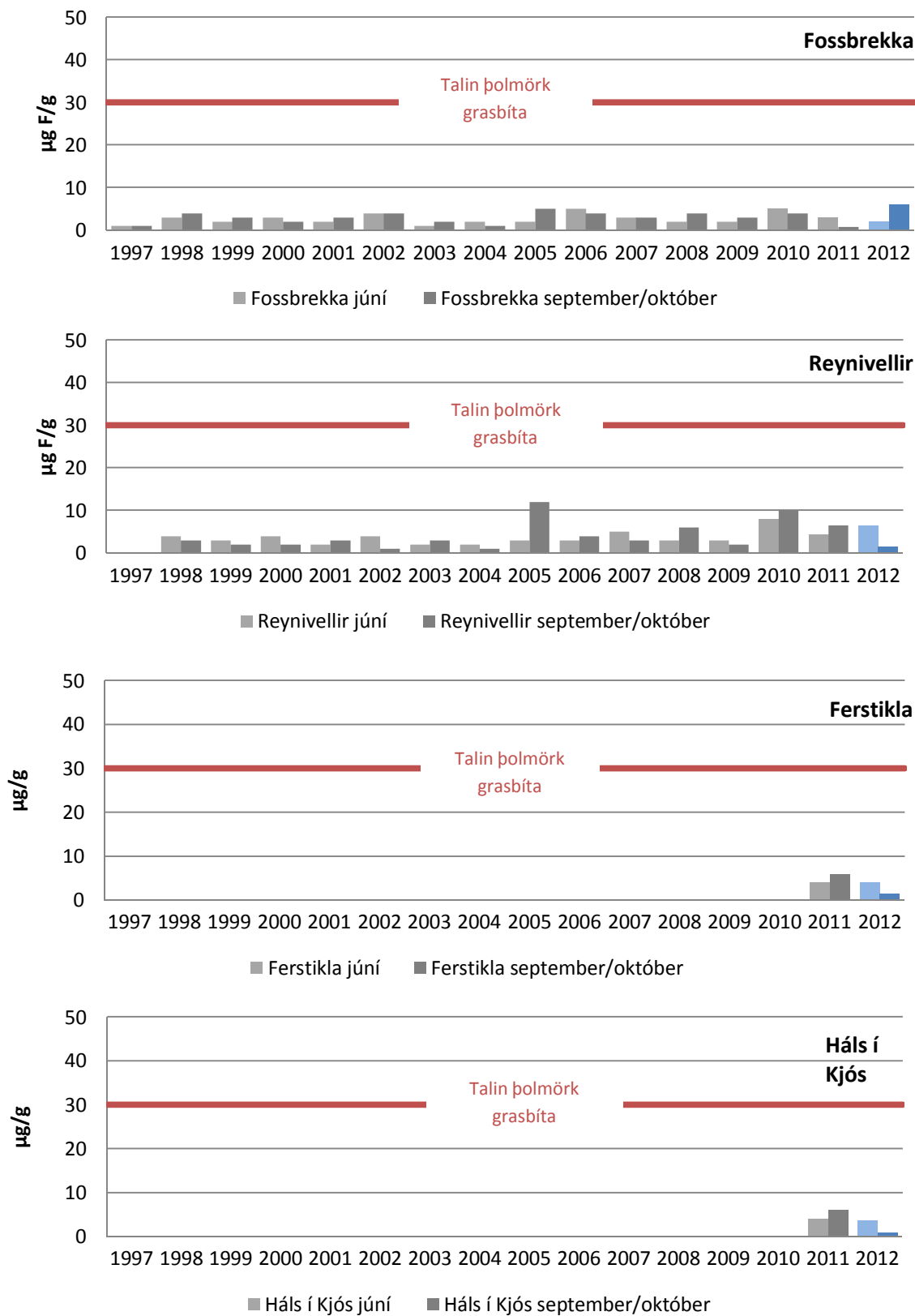
Mynd IV. 1: Styrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 - 2012

Styrkur flúors í grasi á vöktunarstöðum fyrir gróður - framhald



Mynd IV.1 framhald: Styrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 - 2012

Styrkur flúors í grasi á vöktunarstöðum fyrir gróður - framhald

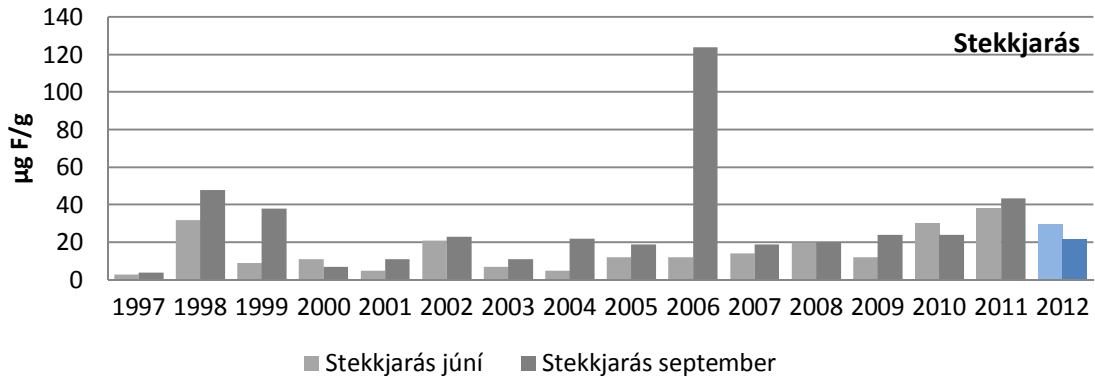


Mynd IV.1 framhald: Styrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 – 2012

IV.II: FLÚOR Í LAUFI

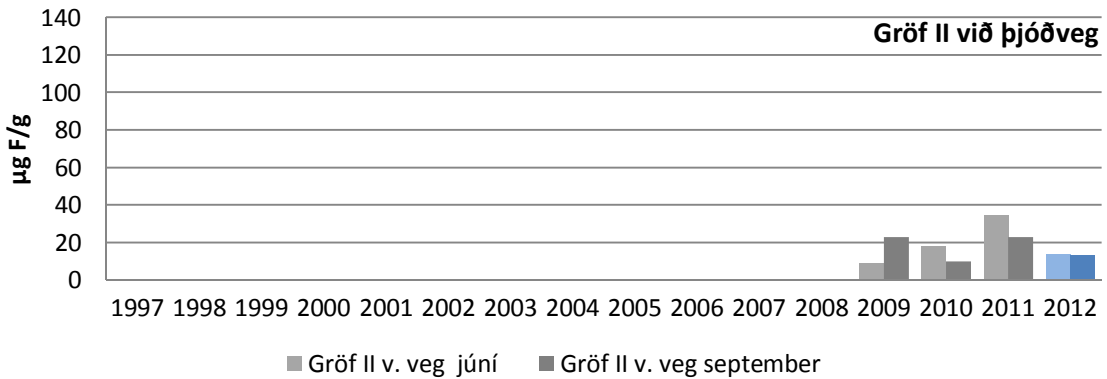
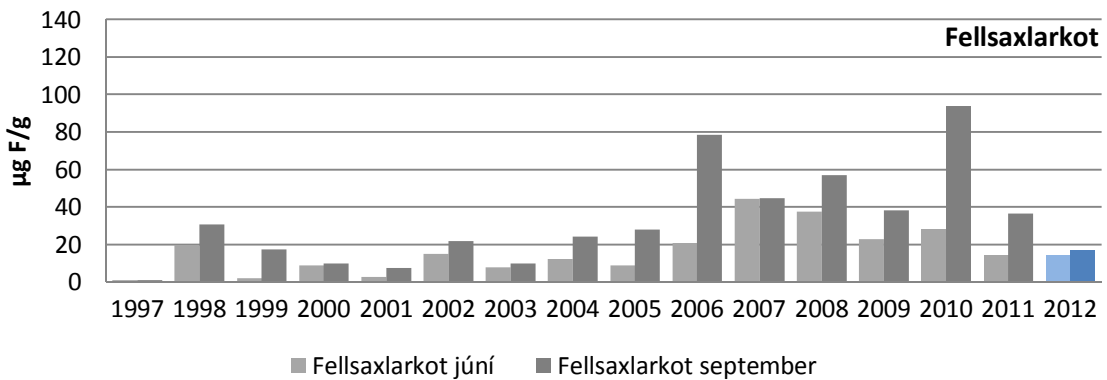
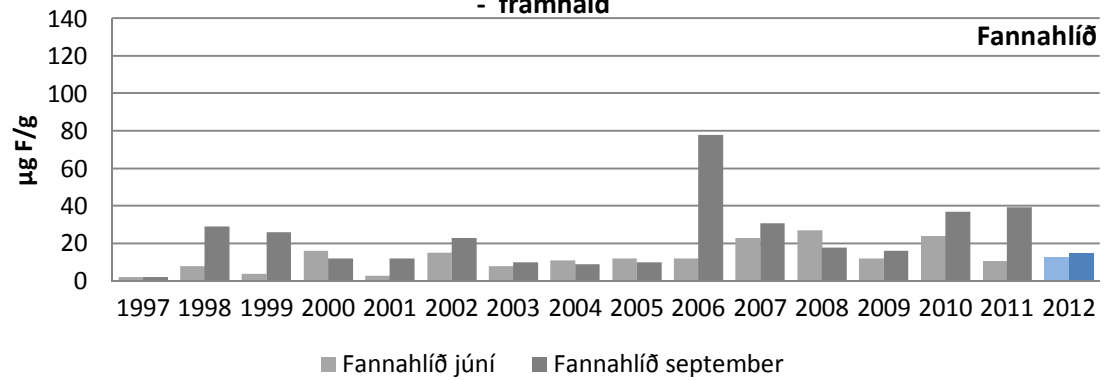
Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum ellefu má sjá á mynd IV.2. Að Gröf II við Þjóðveg og hús og við Hlíð hefur verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Háls í Kjós. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g.

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður



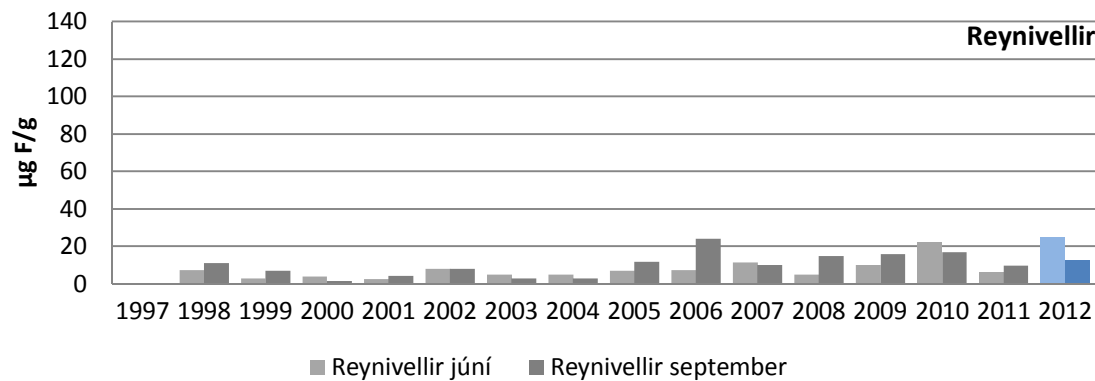
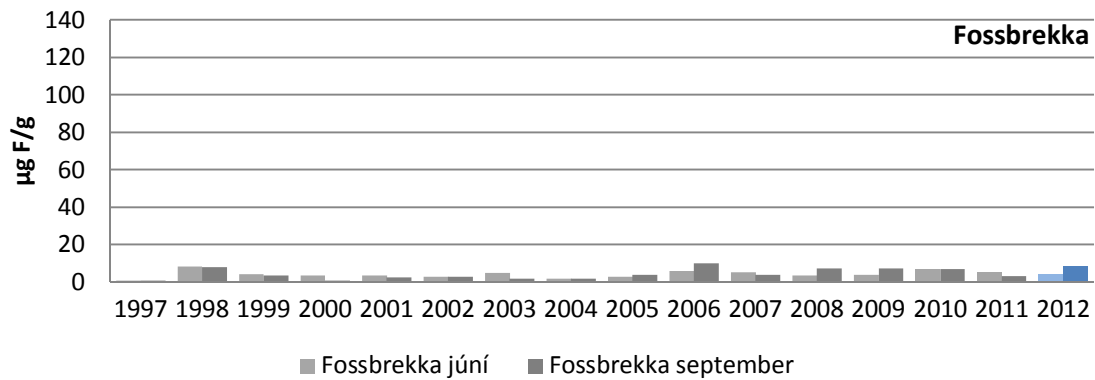
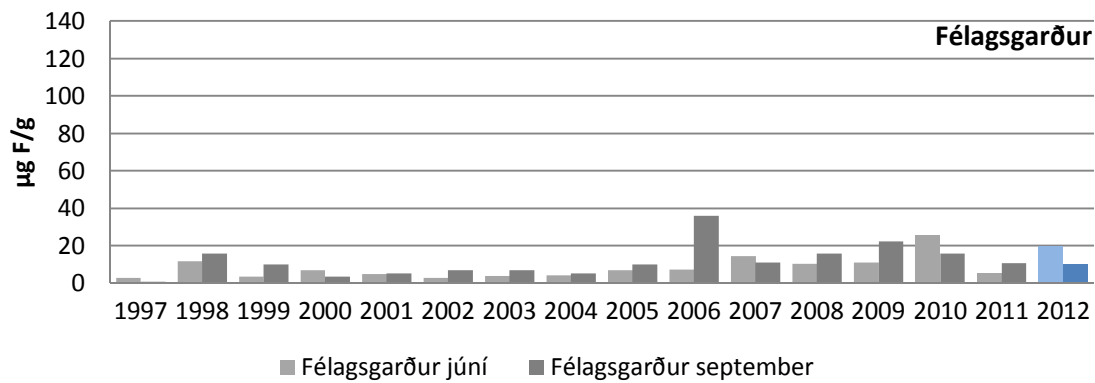
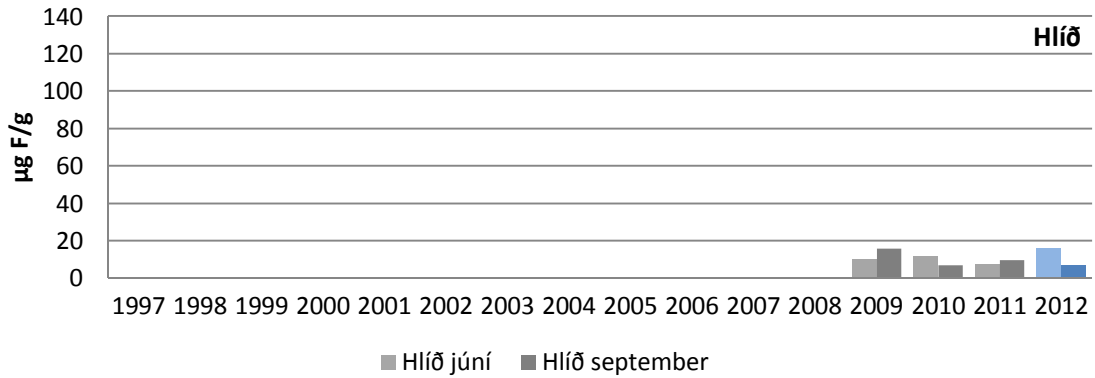
Mynd IV. 2: Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 - 2012

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður - framhald



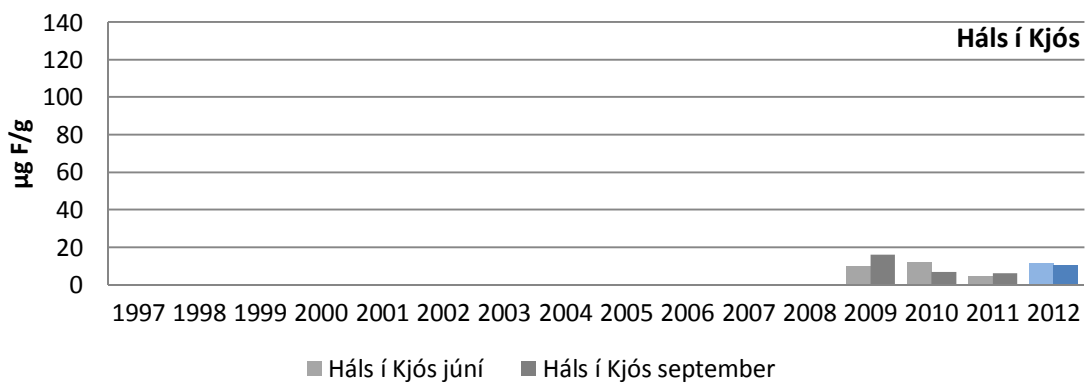
Mynd IV. 2 framhald: Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 - 2012

**Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður
- framhald**



Mynd IV. 2 framhald: Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 – 2012

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður - framhald



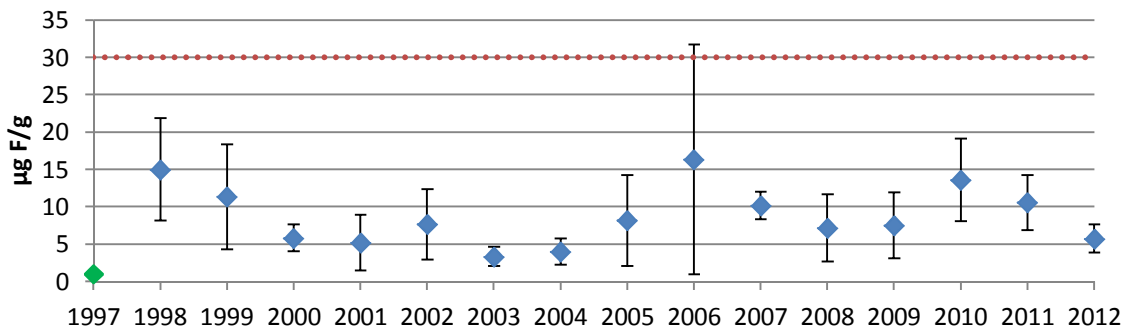
Mynd IV. 2 framhald: Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðum fyrir gróður, vor og haust árin 1997 – 2012

IV.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRÓÐURS

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2012 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 – 2012 eru birt á eftirfarandi myndum IV.3 – IV.14.

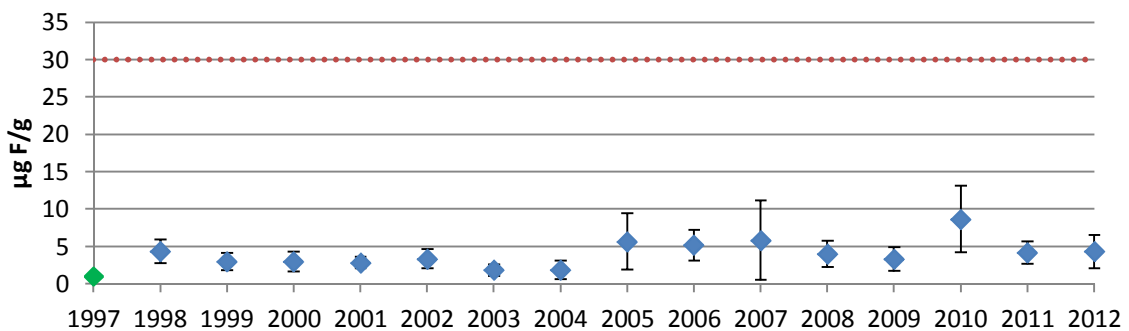
Myndir IV.3 – IV.5 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalársstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar.

**Norðan fjarðar - Flúorstyrkur í grasi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



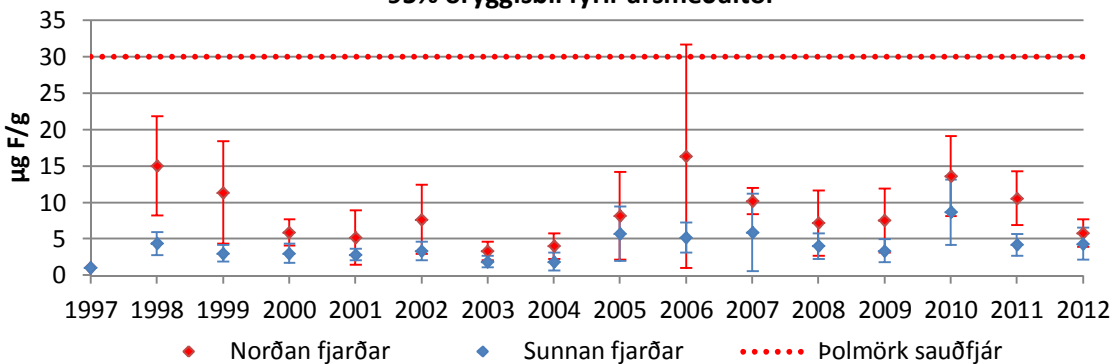
Mynd IV. 3: Meðalstyrkur flúors í grasi norðan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

**Sunnan fjarðar - Flúorstyrkur í grasi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



Mynd IV. 4: Meðalstyrkur flúors í grasi sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

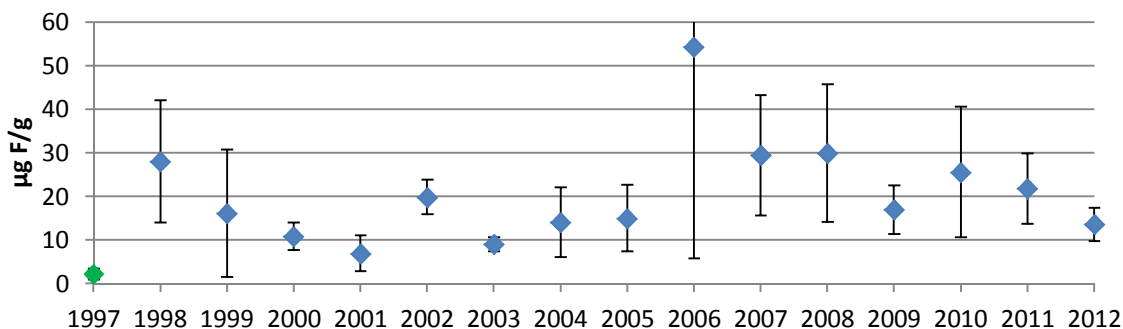
**Flúorstyrkur í grasi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



Mynd IV. 5: Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

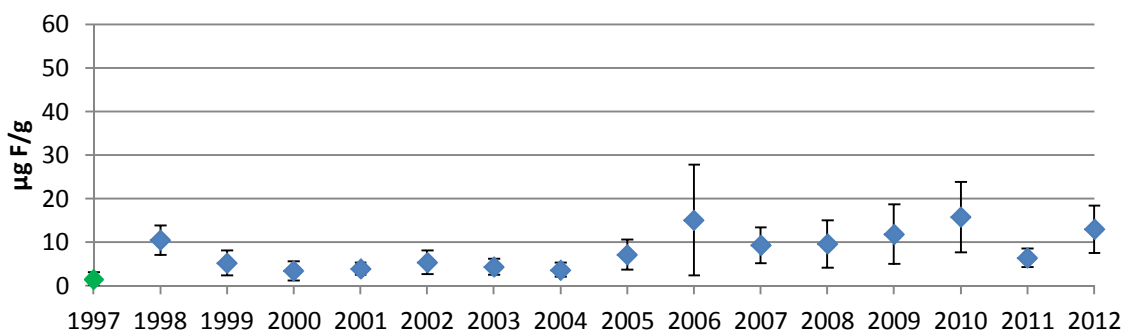
Myndir IV.6 – IV.8 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalárstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar.

**Norðan fjarðar - Flúorstyrkur í laufi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



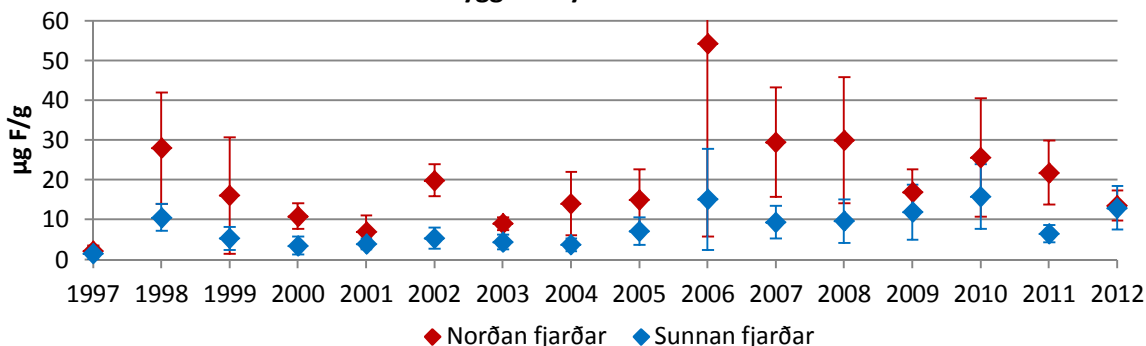
Mynd IV. 6: Meðalstyrkur flúors í laufi norðan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

**Sunnan fjarðar - Flúorstyrkur í laufi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



Mynd IV. 7: Meðalstyrkur flúors í laufi sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

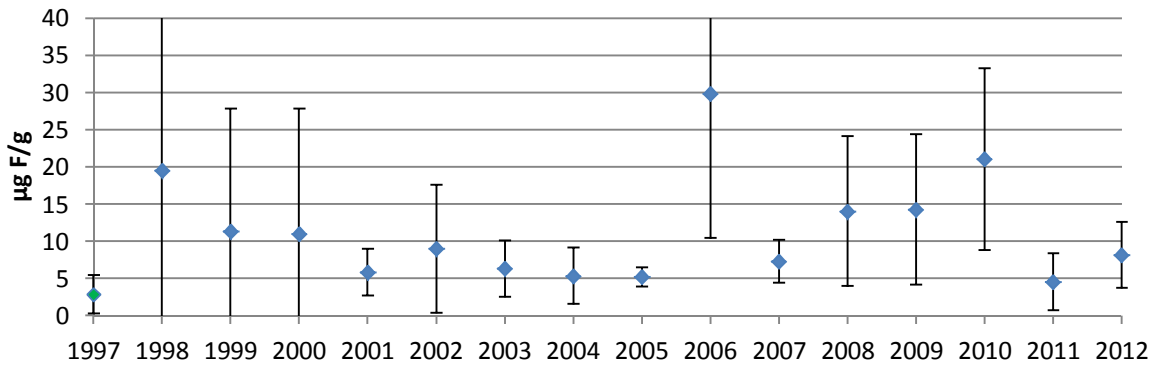
**Flúorstyrkur í laufi
95% öryggisbil fyrir ársmeðaltöl**



Mynd IV. 8: Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

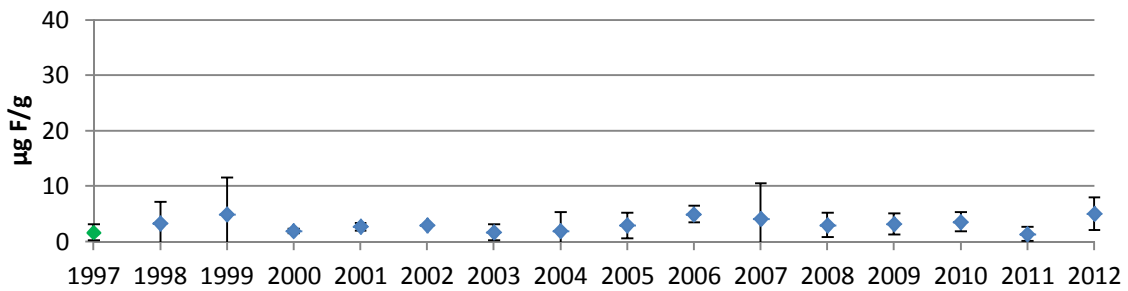
Myndir IV.9 – IV.14 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan fjarðar fyrir eins og tveggja ára gamalt barr.

1 árs barr - Norðan fjarðar



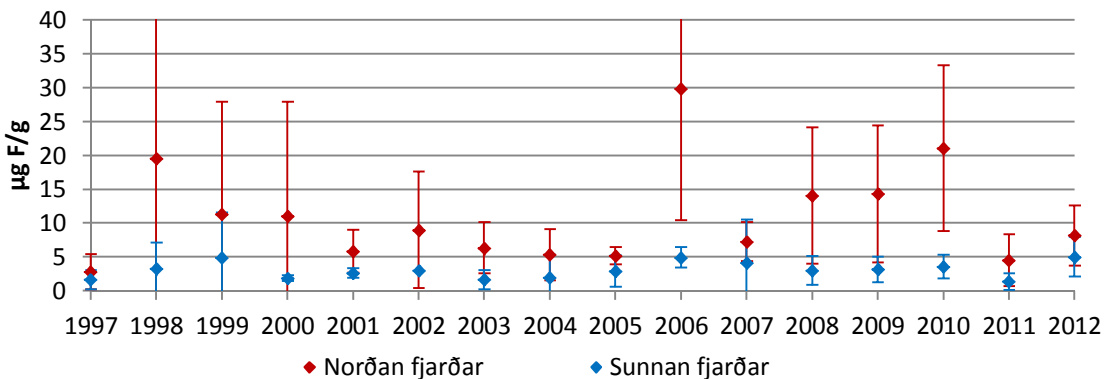
Mynd IV. 9: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

1 árs barr - Sunnan fjarðar



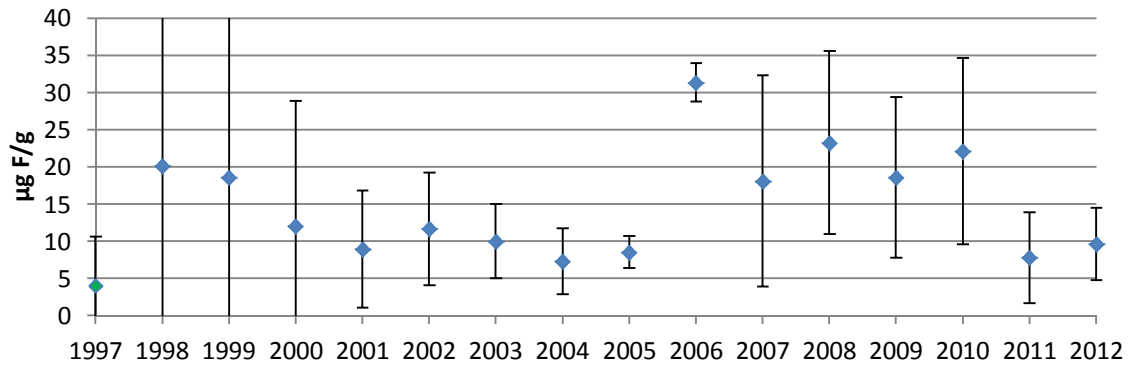
Mynd IV. 10: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

1 árs barr



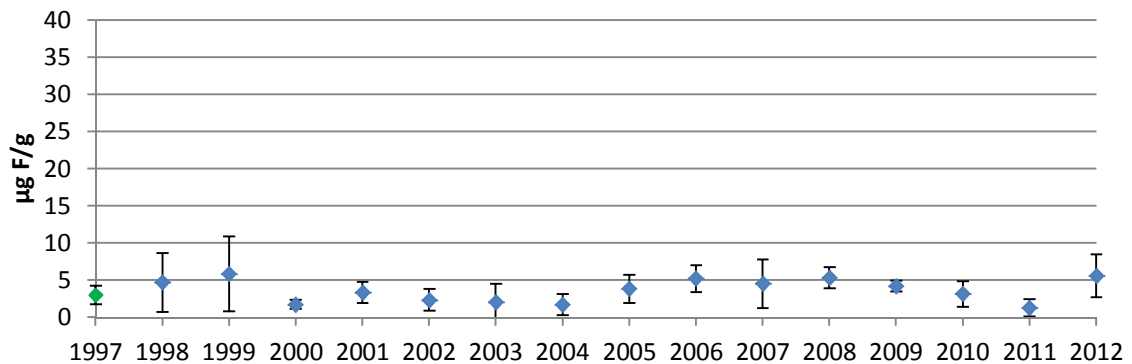
Mynd IV. 11: Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

2 ára barr - Norðan fjarðar



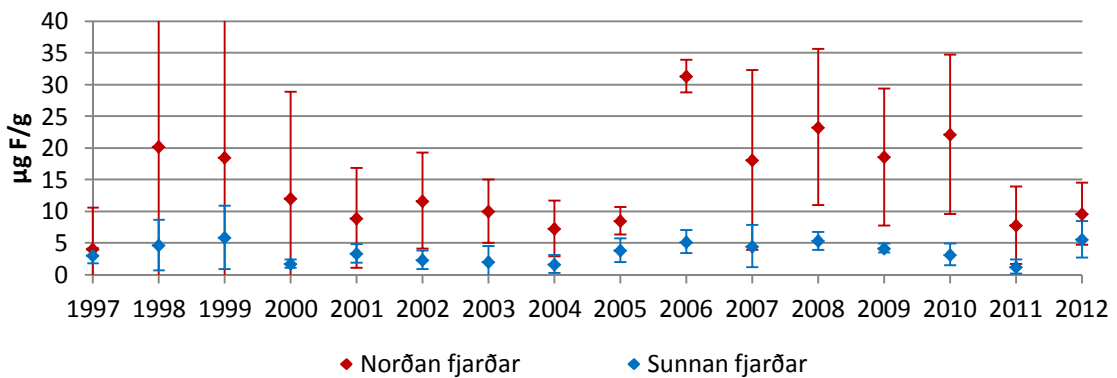
Mynd IV. 12: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

2 ára barr - Sunnan fjarðar



Mynd IV. 13: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

2 ára barr



Mynd IV. 14: Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar mældur 1997 – 2012 ásamt 95% öryggisbilum.

VIÐAUKI V: VÖKTUN HEYS

Heysýni til flúor- og brennisteinsmælinga voru tekin á 6 bæjum, alls 13 sýni. Greining fór fram á rannsóknastofu LBHÍ á Hvanneyri. Flúor var greindur með örsveimi og brennisteinn með ICP tækni. Yfirlit yfir niðurstöður greininga fyrir flúor og brennistein ásamt nánari upplýsinga um sýnin má sjá í töflu V.1.

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

Bær	dags.	nr. sýnis	tún	áburður	Flúor µg/g þ.e.	Brennisteinn mg/g þ.e.
Hrafnabjörg	10. des	870	Háamýri 15	Yara 3gildur	4,5	2,0
		871	Vellir 2	Kjarni 2 gildur	3,3	2,4
Eystra Miðfell	10.des	872	Bringur 3	Yara 3gildur	2,1	2,3
		873	Stekkjarmýri há	Yara 3gildur	4,5	2,3
Litla Fellsöxl	10.des	877	Sléttur	Sprettur 3 gildur	5,0	2,7
		878	Sléttur	nei	12,3	2,2
Innri Hólmur	10.des	868		Sprettur 2 gildur	5,5	2,6
		869		Sprettur 2 gildur	7,0	2,5
Kiðafell	17.des	874	Útskálahamar	nei	2,8	1,4
		875	Ós	nei	1,8	1,9
		876	Sléttur	nei	1,3	1,6
Grímsstaðir	10.des	879		Yara 3 gildur	5,2	2,6
		880		Yara 3 gildur	6,2	2,6
Yfirlit	Lægsta gildi				1,3	1,4
	Meðalgildi				4,8	2,2
	Miðgildi				4,5	2,3
	Hæsta gildi				12,3	2,7

VIÐAUKI VI: VÖKTUN GRASBÍTA

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

Við vöktun sauðfjár voru 116 hausar lamba og fullorðins fjár skoðaðir og styrkur flúors í beinösku mældur auk þess sem hausar voru merktir og skýringar skráðar. Í töflu VI.1 má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar. Í viðauka VI.I er yfirlit dýralæknis fyrir skoðun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár (tafla VI.2). 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 – 2012 er að finna í viðauka VI.III.

Tafla VI.1: Yfirlit yfir bæi

Áætlað úrtak		Móttekin sýni	Fjöldi til rannsóknar / Fjöldi móttekinn				
			Lömb	Kindur	Lömb	Kindur	
Kjós	Grímsstaðir	Grímsstaðir	4	4	4	4	
	Hjalli ¹⁾	Hjalli	4	4	4	4	
	Kiðafell	Kiðafell	4	4	4	4	
Borgarfjarðarsýsla	Eystri-Leirárgarðar	E-Leirárgarðar	4	4	4	4	
	Eystra-Miðfell	Eystra-Miðfell	4	1	4	3	
	Gröf II ²⁾	Gröf II	4	4	4	4	
	Hóll	Hóll	4	4	4	4	
	Hrafnabjörg ³⁾	Hrafnabjörg	4	4	4	4	
	Innri-Hólmur ⁴⁾	Innri-Hólmur	4	4	4	4	
	Skipanes ⁵⁾	Skipanes	4	4	4	4	
	Skorholt	Skorholt	4	4	4	4	
	Vogatunga ⁶⁾	Vogatunga	4	4	4	4	
	Þaravellir	Þaravellir	4	4	4	4	
	<i>Viðmiðunarsýni – sauðfé</i>						
		Bjarnarhöfn (Snæfellsness.) ⁴⁾	Bjarnarhöfn	4	4	4	4
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	Skjaldfönn	4	4	4	4	
SAMTALS			60	57	60	59	

¹⁾ Hjalli: eitt lamb (F 012) var ekki með mark frá Hjalla

²⁾ Gröf II: ein 5. vetra gömul kind (F 063) var með mark frá Bjarteyjarsandi

³⁾ Hrafnabjörg: eitt lamb (F 027) var með mark frá Tungufelli

⁴⁾ Innri-Hólmur: allar kindur (F 084- F 087), > 4 vetra, voru með mark og merki frá Kirkjubóli

⁵⁾ Skipanes: ein 7. vetra gömul kind (F 004) var ekki frá Bjarnarhöfn; frá Hóli í Svínadal?

⁶⁾ Vogatunga: ein kind, > 4. vetra gömul (F 039), var ekki með heimamark

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
Skipanes	F 004	7. v	941	+	++		+	
Skipanes	F 005	6. v	1018		+++	+	++	
Skipanes	F 006	6. v	1395		++		+	
Skipanes	F 007	6. v	1092		+	+	+	
Kiðafell	F 008	Lamb	83					
Kiðafell	F 009	Lamb	48					
Kiðafell	F 010	Lamb	65					
Kiðafell	F 011	Lamb	83					
Hjalli	F 012	Lamb	93					
Hjalli	F 013	Lamb	168					
Hjalli	F 014	Lamb	126					
Hjalli	F 015	Lamb	194					
Skipanes	F 016	Lamb	87					
Skipanes	F 017	Lamb	76					
Skipanes	F 018	Lamb	109					
Skipanes	F 019	Lamb	77					
Kiðafell	F 020	7. v	792	++		+	++	1)
Kiðafell	F 021	7. v	722		+			
Kiðafell	F 022	6. v	971	+				
Kiðafell	F 023	6. v	598	+		+	+++	
Hrafnabjörg	F 024	Lamb	92					
Hrafnabjörg	F 025	Lamb	144					
Hrafnabjörg	F 026	Lamb	98					
Hrafnabjörg	F 027	Lamb	63					
Hjalli	F 028	9. v	931		+	+		
Hjalli	F 029	9. v	871	+	++			
Hjalli	F 030	6. v	876					
Hjalli	F 031	4. v	891	++	+++			2)
Grímsstaðir	F 032	Lamb	233					
Grímsstaðir	F 033	Lamb	212					
Grímsstaðir	F 034	Lamb	221					
Grímsstaðir	F 035	Lamb	279					
Vogatunga	F 036	> 6. v	1693	+				
Vogatunga	F 037	> 6. v	1230	+				
Vogatunga	F 038	> 6. v	849					
Vogatunga	F 039	> 6. v	1281			+	+	

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Vogatunga	F 040	Lamb	155					
Vogatunga	F 041	Lamb	145					
Vogatunga	F 042	Lamb	116					
Vogatunga	F 043	Lamb	136					
Skjaldfönn	F 044	8. v	1099	++			+	
Skjaldfönn	F 045	7. v	530					
Skjaldfönn	F 046	6. v	629					
Skjaldfönn	F 047	5. v	574	++				
Skjaldfönn	F 048	Lamb	138					
Skjaldfönn	F 049	Lamb	60					
Skjaldfönn	F 050	Lamb	42					
Skjaldfönn	F 051	Lamb	46					
E-Leirárgarðar	F 052	Lamb	72					
E-Leirárgarðar	F 053	Lamb	45					
E-Leirárgarðar	F 054	Lamb	45					
E-Leirárgarðar	F 055	Lamb	80					
Skorholt	F 056	Lamb	98					
Skorholt	F 057	Lamb	97					
Skorholt	F 058	Lamb	69					
Skorholt	F 059	Lamb	85					
Gröf	F 060	1. v.	753					
Gröf	F 061	2. v	1374					
Gröf	F 062	4. v	1536					
Gröf	F 063	5. v	1814					
Bjarnarhöfn	F 064	Lamb	28					
Bjarnarhöfn	F 065	Lamb	42					
Bjarnarhöfn	F 066	Lamb	17					
Bjarnarhöfn	F 067	Lamb	40					
Gröf	F 068	Lamb	363			+		3)
Gröf	F 069	Lamb	286					
Gröf	F 070	Lamb	362					
Gröf	F 071	Lamb	294					
Hóll	F 072	Lamb	33					
Hóll	F 073	Lamb	50					
Hóll	F 074	Lamb	72					
Hóll	F 075	Lamb	55					
Eystra-Miðfell	F 076	2. v	534					
Eystra-Miðfell	F 077	5. v	1437		+			

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Eystra-Miðfell	F 078	4. v	1072	+				
Eystra-Miðfell	F 079	Lamb	145					
Paravellir	F 080	Lamb	223					
Paravellir	F 081	Lamb	218					
Paravellir	F 082	Lamb	525					
Paravellir	F 083	Lamb	352					
Innri-Hólmur	F 084	≥ 8. v	2169		++	++	++	
Innri-Hólmur	F 085	≥ 8. v	1911	+	+++		++	
Innri-Hólmur	F 086	> 8. v	1975					
Innri-Hólmur	F 087	> 8. v	1739					
Hóll	F 088	11. v	598	++	+++	+		
Hóll	F 089	11. v	569	+	+			
Hóll	F 090	10. v	699	+++	++			
Hóll	F 091	10. v	527	+++	+	+++	++	
Hrafnabjörg	F 092	8. v	1474					
Hrafnabjörg	F 093	6. v	1688	++	++	+	+	4)
Hrafnabjörg	F 094	6. v	1764	+	+			
Hrafnabjörg	F 095	6. v	2103	+				
E-Leirárgarðar	F 096	≥ 4. v	687	++	+++	+	+	
E-Leirárgarðar	F 097	> 4. v	812		+	+	+	
E-Leirárgarðar	F 098	> 4. v	680	++	+			
E-Leirárgarðar	F 099	> 4. v	817	+	+			
Skorholt	F 100	7. v.	899	+	+	+		
Skorholt	F 101	7.	1136	+	++			
Skorholt	F 102	7. v	868		+	+	++	
Skorholt	F 103	7. v	931	+	++	++	++	
Paravellir	F 104	> 4. v	1680	++	+			
Paravellir	F 105	> 4. v	1859		+			
Paravellir	F 106	> 4. v	1479	+++	+	+++	+	
Paravellir	F 107	9. v	1579	+	+		+++	
Bjarnarhöfn	F 108	> 4. v	418	+			+++	
Bjarnarhöfn	F 109	> 4. v	382			+	+	
Bjarnarhöfn	F 110	> 4. v	534					
Bjarnarhöfn	F 111	> 4. v	531	++				
Grímsstaðir	F 112	4. v	1327					
Grímsstaðir	F 113	> 6. v	1330					
Grímsstaðir	F 114	> 6. v	993		+		+	
Grímsstaðir	F 115	> 6. v	1125					

Bær	Nr.	Aldur	Flúor (µg/g)	Tannslit	Tannlos	Beinrýrnun ‡	Beinbólga *	Annað
Innri-Hólmur	F 116	Lamb	382					
Innri-Hólmur	F 117	Lamb	246					
Innri-Hólmur	F 118	Lamb	262					
Innri-Hólmur	F 119	Lamb	263					

+ = vægar breytingar

++ = miðlungs breytingar

+++ = miklar breytingar

* Beinrýrnun sökum tannholds og tannslíðursbólgu

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

¹⁾ F 020: Kiðafell, Kind, 7. vetra: Auka jaxl vinstra megin (M3)

²⁾ F 031: Hjalli, Kind, 4. vetra: Mjög mikið tannlos, einkum miðað við aldur; vantaði allar framtennur og nokkra jaxla

³⁾ F 068: Gröf, lamb: Forjaxlarnir PM4 báðu megin klofnir langsum með fódurítredslu í raufinni

⁴⁾ F 093: Hrafnabjörg, Kind, 6. vetra: Önnur framtönn (i2) vinstra megin með litlar, brúnleitar dældir í glerungi

VI.II: SKOÐUN TANNA OG LIÐAMÓTA Í LIFANDI GRASBÍTUM

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	liðir
Kiðafell	4.9.12	7	13	0,29	0,29	0,57	0,57	0,29	0,00	0,57	0,14	0,29	0,29	0,29	0,86	0,00
Skipanes	4.9.12	9	13	0,22	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,33
Ytri Hólmur	10.12.12	6	7	0,17	0,50	0,50	0,50	0,50	0,17	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
Litla Fellsóxl	10.12.12	6	8	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
Miðdalur	25.1.13	6	12	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalastaðakot	25.1.13	5	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

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	mr	ml	liðir
Grímsstaðir	10.12.12	12	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,25	0,00
Innri Hólmur	10.12.12	12	4,75	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,33	0,33	0,00
Hrafnabjörg	10.12.12	12	4,67	0,10	0,25	0,33	0,33	0,25	0,33	0,25	0,09	0,00	0,08	0,00
Eystra Miðfell	10.12.12	12	3,75	0,3	0,25	0,33	0,25	0,33	0,36	0,25	0,25	0,17	0,17	0,00
Vogatunga	17.12.12	12	óvís	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	0,17	0,08	0,08
Kiðafell	17.12.12	12	4,67	0,45	0,50	0,50	0,45	0,42	0,58	0,50	0,45	0,25	0,50	0,09

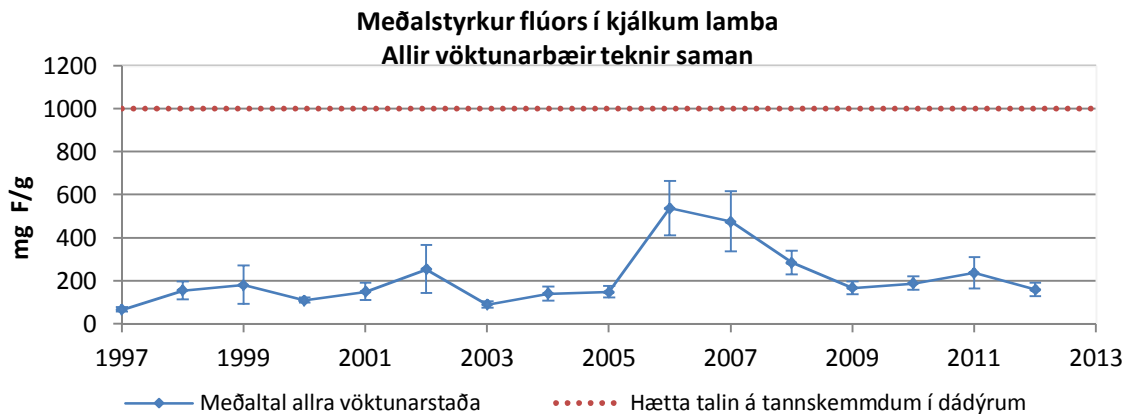
Skýring: mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

VI.III: TÖLFRÆÐINIÐURSTÖÐUR GRASBÍTA

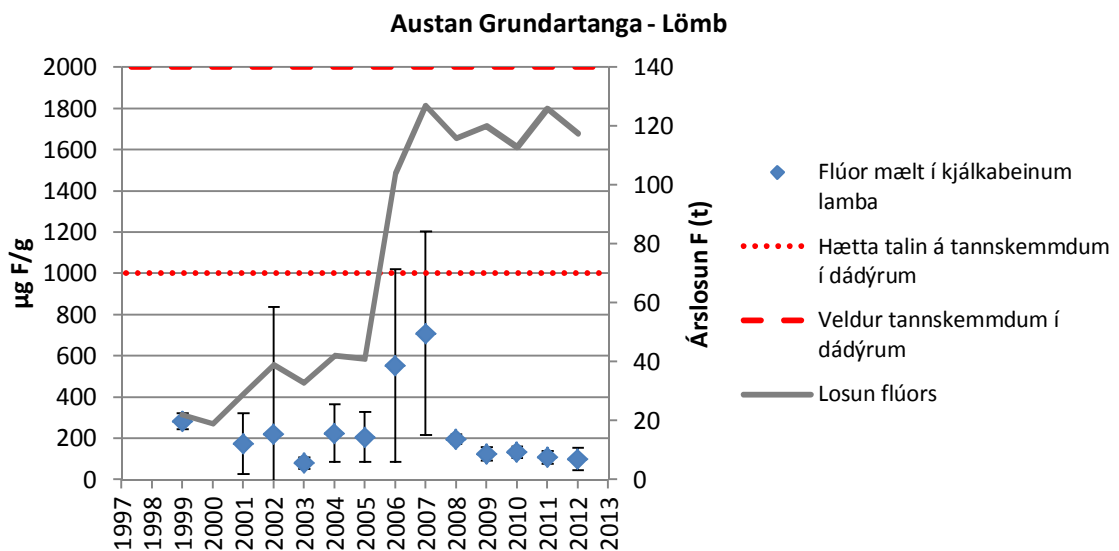
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2012 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

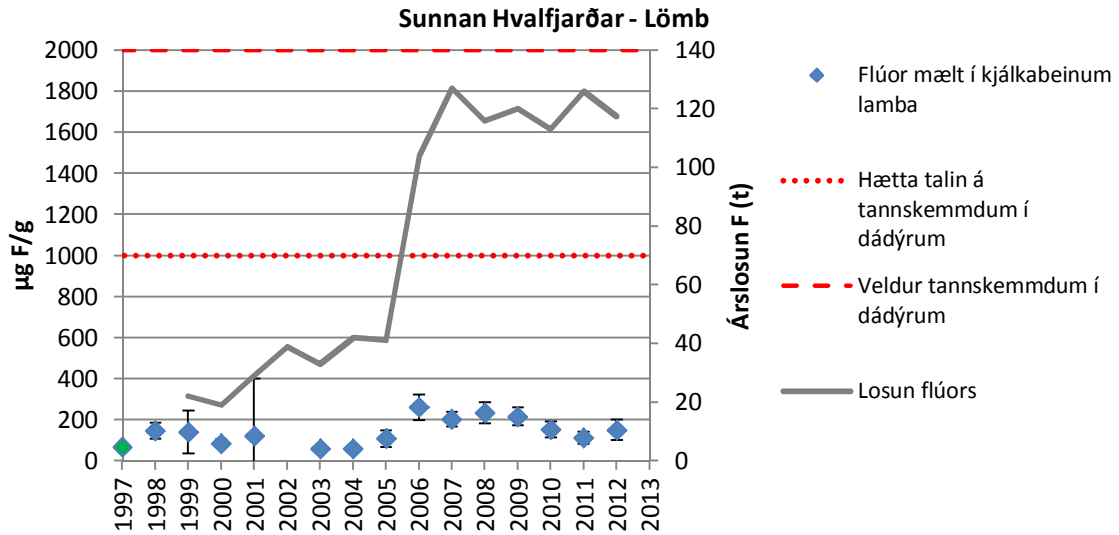
Lömb



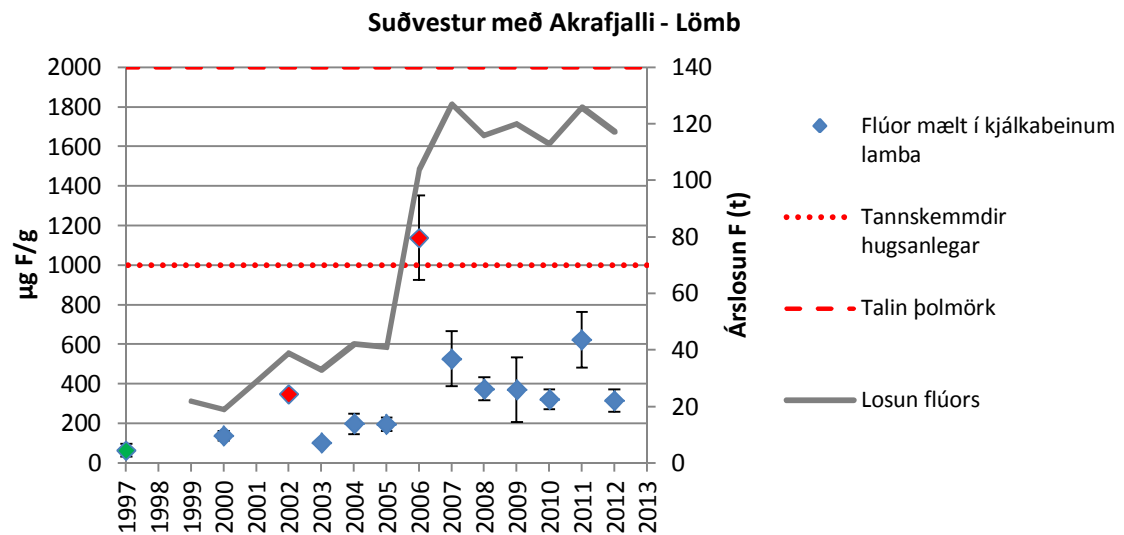
Mynd IV. 1: Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2012



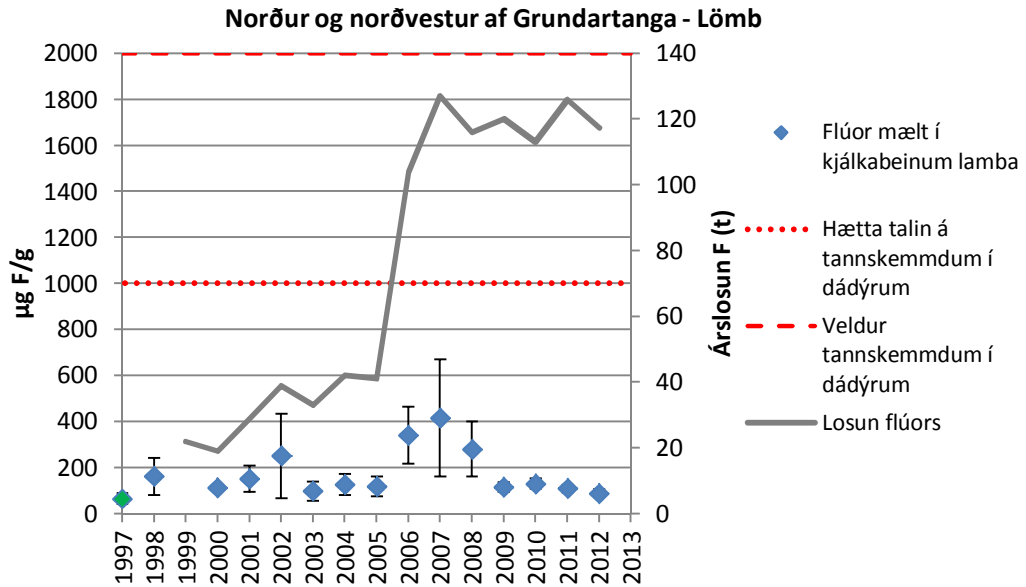
Mynd IV. 2: Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu 1997 – 2012



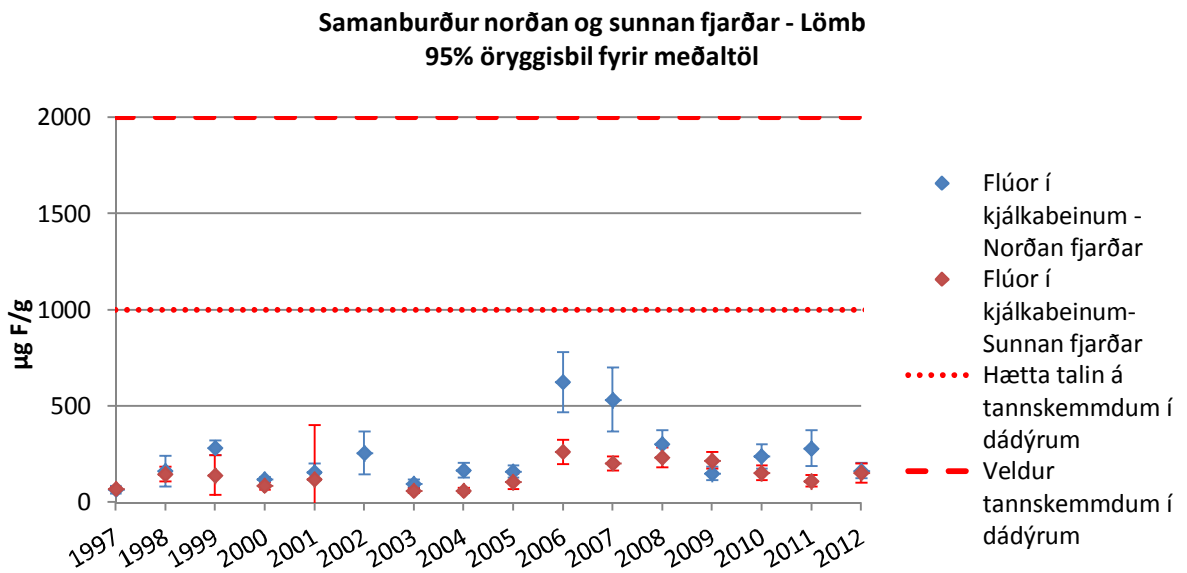
Mynd IV. 3: Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012



Mynd IV. 4: Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012

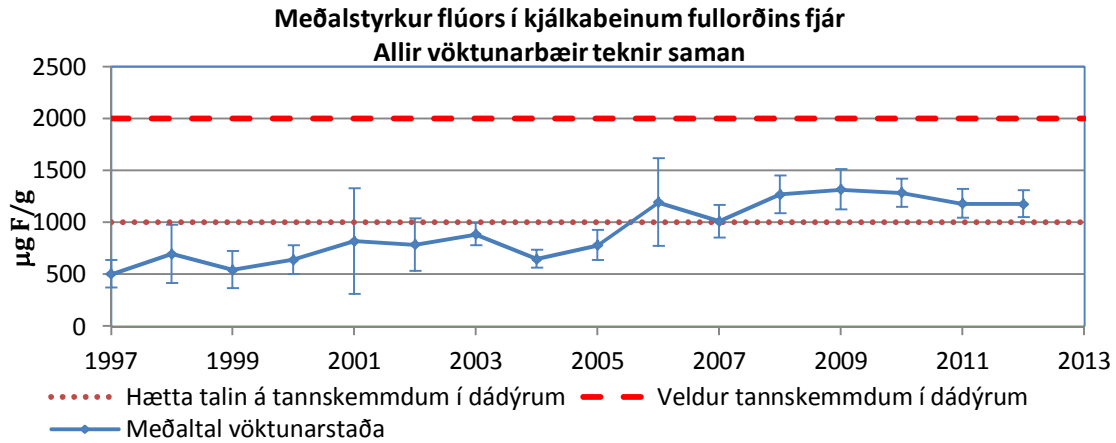


Mynd IV. 5: Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012

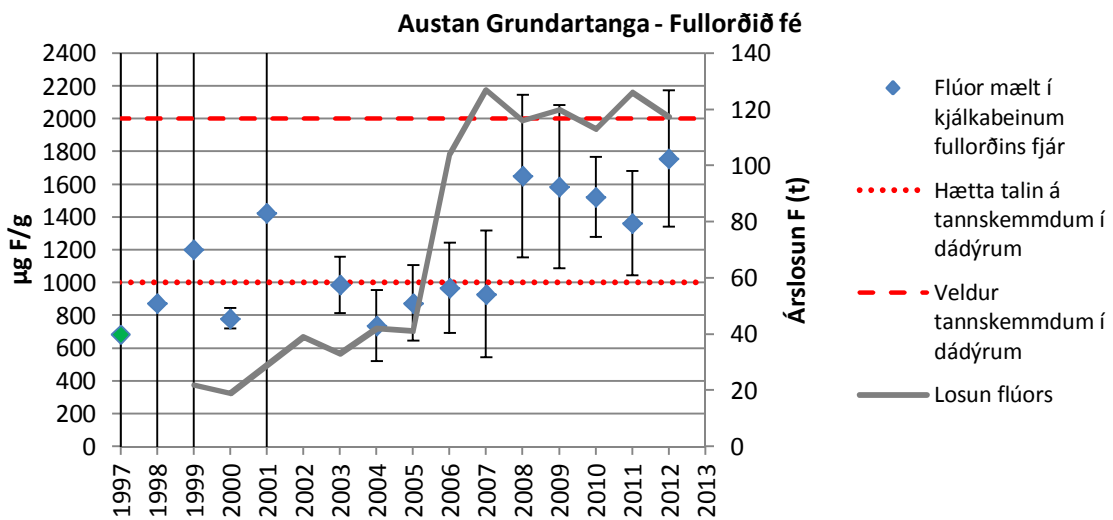


Mynd IV. 6: Samanburður á flúor í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2012

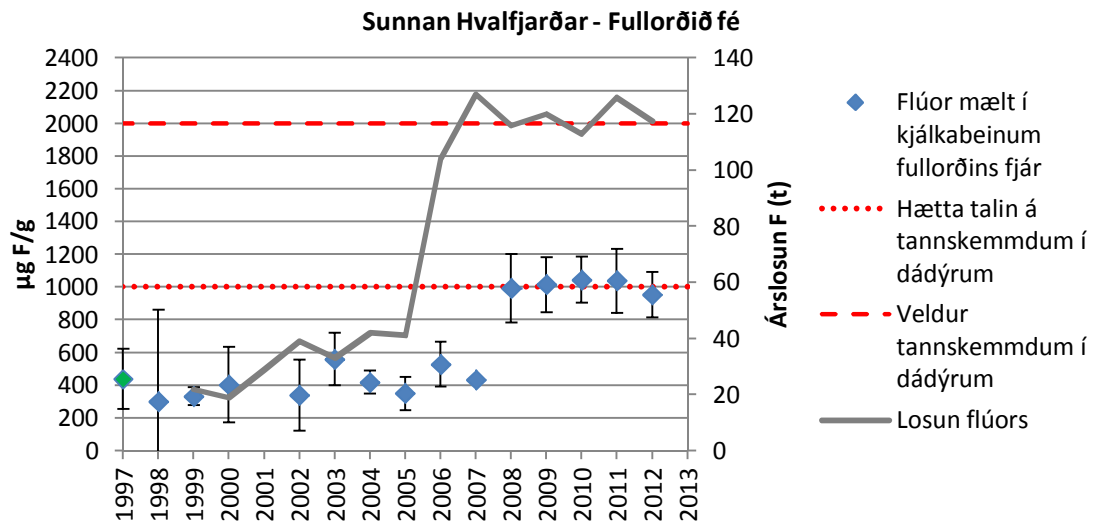
Fullorðið fé



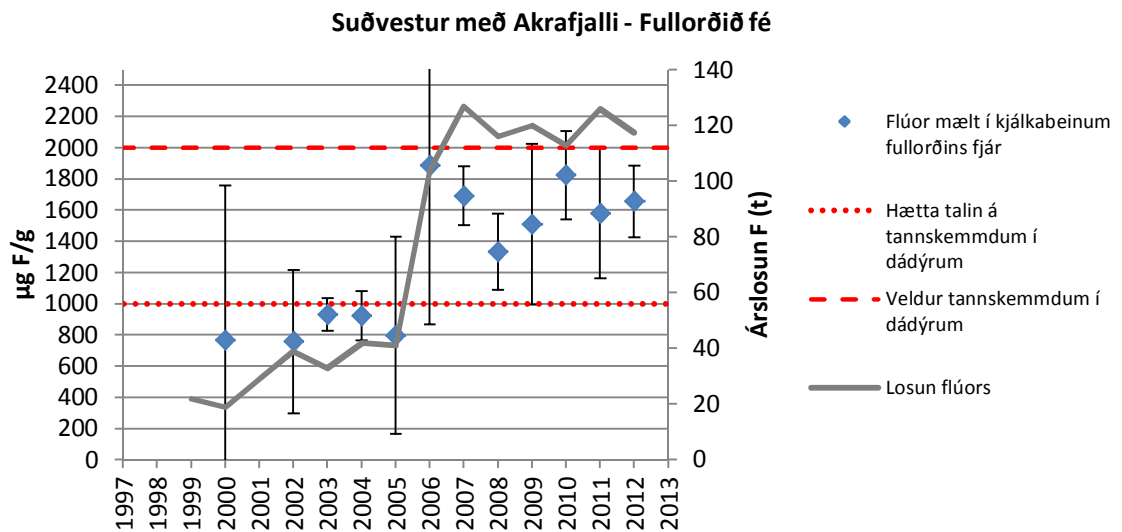
Mynd IV. 7: Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá 1997 – 2012



Mynd IV. 8: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012

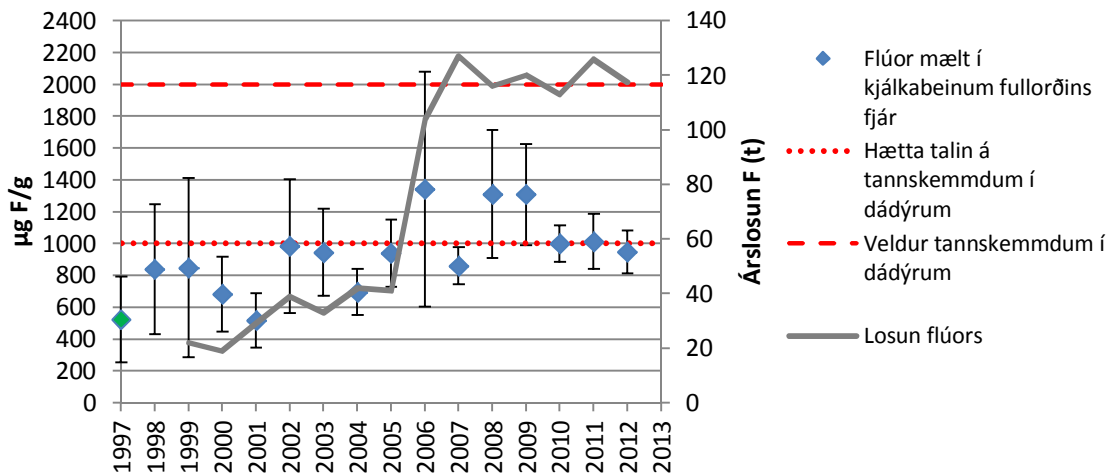


Mynd IV. 9: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012



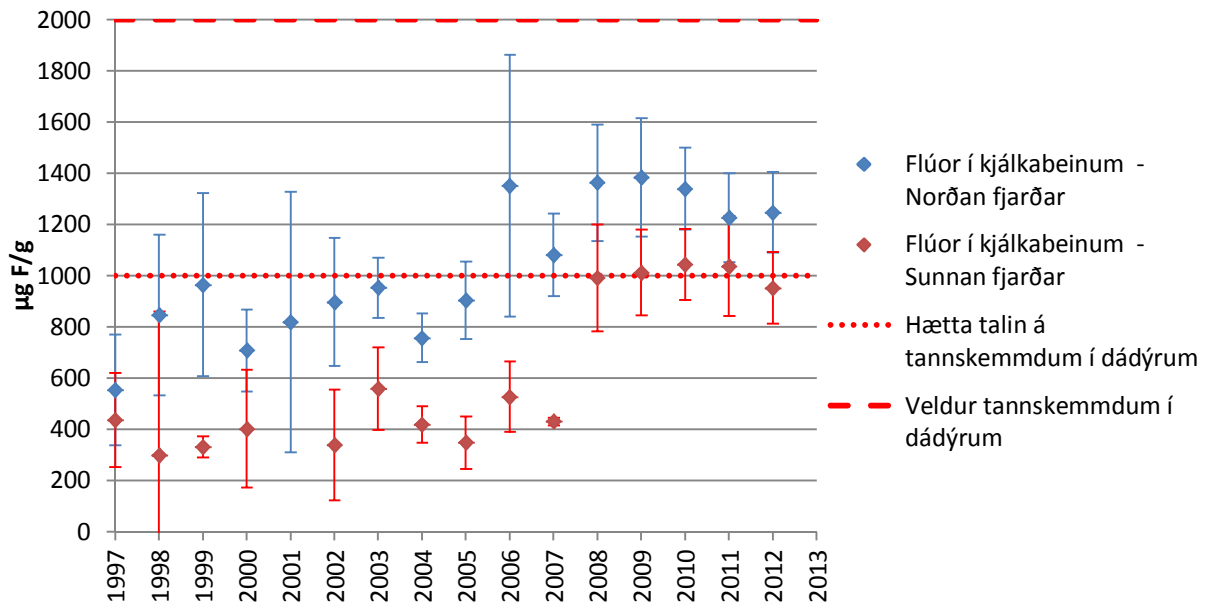
Mynd IV. 10: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012

Norður og norðvestur af Grundartanga - Fullorðið fé



Mynd IV. 11: Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu 1997 – 2012

Samanburður norðan og sunnan fjarðar - Fullorðið fé 95% öryggisbil fyrir meðaltöl



Mynd IV. 12: Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar 1997-2012