



# Umhverfisvöktun

ÍÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2024



## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Maí 2025 / 111908

### SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

ISBN 978-9935-9815-1-6 / 93

### VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Magnús Freyr Ólafsson

### VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Eva Yngvadóttir

### LYKILORÐ

Umhverfisvöktun, iðnaðarsvæðið á Grundartanga, Alur álvinnsla ehf., Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf.

### STAÐA SKÝRSLU

- Í vinnslu  
 Drög til yfirlstrar  
 Lokið

### DREIFING

- Opin  
 Dreifing með leyfi verkkaupa  
 Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga  
Niðurstöður ársins 2024

### VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2024

### VERKKAUPI

Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Alur Álvinnsla ehf.

### HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Snævarr Örn Georgsson, Páll Höskuldsson og Anna Margrét Kornelíusdóttir

### ÚTDRÁTTUR

Umhverfisvöktun fer fram á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun. Áætlunin gildir til og með ársins 2028, með samþykki Umhverfis- og orkustofnunar. Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf. og Alur Álvinnsla ehf.

Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga veldur.

Þættir sem vaktaðir voru árið 2024 eru: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður fyrir ferskvatn, gras, hey og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk voru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðir og starfsleyfi. Styrkur á loftkenndum flúor á Kríuvörðu mældist yfir viðmiðunarmörkum starfsleyfis. Aðrar mælingar á loftkenndum flúor og heildarflúor voru innan starfsleyfismarka Norðuráls auk þess sem aðrar loftgæðamælingar í andrúmslofti uppfylltu öll viðmiðunarmörk í reglugerðum. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta.

Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs.

Flúor í heyi mældist undir þolmörkum grasbíta og hámarksgildi í fóðri fyrir sauðfé. Brennisteinn í heyi var sambærilegur við aðrar rannsóknir, sem gerðar hafa verið á innihaldi brennisteins.

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

## SAMANTEKT

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga, árið 2024, fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun, sem gildir til ársins 2028. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif starfsemi á iðnaðarsvæðinu á umhverfið. Þetta árið voru gerðar mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróðri, heyi og grasbitum.

Fyrirtækin sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Alur Álvinnsla ehf., Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartangi ehf. Þau eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, en þar fer einnig fram önnur starfsemi. Á árinu 2024 endurvann Alur um 4.000 af áli úr um 7.000 tonnum af algjalli. Ársframléiðsla Elkem var 119.458 tonn af 75% kísilmálm og 16.263 tonn af kísilyki og Norðurál framleiddi um 308.000 tonn af áli.

Þessi skýrsla inniheldur niðurstöður umhverfismælinga ársins 2024 og aðrar mælingar sem hafa verið gerðar frá upphafi vöktunar. Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk í starfsleyfum og reglugerðum, þegar þau eru tiltæk. Einnig er gerður samanburður á milli ára og við bakgrunnsmælingar sem gerðar voru árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, og í sumum tilfellum miðað við árið 2007, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur.

Niðurstöður sýna að loftkennt flúor í andrúmslofti var yfir starfsleyfismörkun á Kríuvörðu, en öll önnur viðmið sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó, hey og gras voru uppfyllt. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbita. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þölmörkum gróðurs. Flúor í heyi mældist undir þölmörkum grasbita og hámarksgildi í fóðri fyrir sauðfé. Brennisteinn í heyi var sambærilegur við aðrar rannsóknir, sem gerðar hafa verið á innihaldi brennisteins. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en er óbreyttur miðað við árið 2007 og ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

### Loftgæði

Styrkur loftkennds flúoríðs mældist yfir skilgreindum umhverfismörkum í starfsleyfi Norðuráls en heildarflúor var jafn umhverfismörkum. Styrkur brennisteinstvíoxíðs, brennisteinsvetnis, nituroxíða, svifryks og bensó(a)pýrens mældist í öllum tilvikum undir skilgreindum umhverfismörkum í reglugerðum.

Ekki eru til skilgreind umhverfismörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Mæld gildi voru mjög sveiflukennd og var styrkur flúoríðs og súlfats nokkuð hár og úrkoma í súrara lagi. Styrkur annara efna var í samræmi við mælingar fyrri ára.

### Ferskvatn

Styrkur flúors í Kalmansá og Urriðaá var nánast sá sami og árið 2023 og í samræmi við meðaltal síðustu 10 ára. Sýrustig og meðalstyrkur flúors og súlfats var í öllum vöktunarám innan þeirra marka sem

skilgreind eru í neysluvatnsreglugerð. Styrkur flúors í dragánum hefur haldist óbreyttur undanfarin ár og var um fjórðungur af styrk flúors í Kalmansá og Urriðaá.

## **Sjór við flæðigryfjur**

Mæliniðurstöður ársins 2024 eru svipaðar eða lægri en á undanförunum árum og gefa til kynna að mengunar gætir í óverulegu mæli fyrir utan flæðigryfjur. Sýni mældust undir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki og eru innan marka sem tilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls. Önnur efni mældust í flestum tilvikum í svipuðum styrk og í viðmiðunarsýnum.

## **Gróður**

### *Gras*

Í öllum tilvikum mældist flúor í grasi undir töldum þolmörkum grasa og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Flúor í grasi árið 2024 lækkaði lítillega frá árinu 2023. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar, miðað við árið 1997. Styrkur flúors var lægri norðan fjarðar miðað við árið 2007 en engin breyting var á styrk flúors sunnan fjarðar.

### *Lauf*

Styrkur flúors í laufi mældist svipaður og árið 2023 og í öllum tilvikum undir þolmörkum lauftrjáa. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar miðað við árið 1997 en engin breyting var miðað við árið 2007.

### *Barr*

Meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri mældist lægri árið 2024 miðað við árið 2023 og í öllum tilvikum undir þolmörkum barrtrjáa. Engin breyting var á meðalstyrk flúors í eins árs eða tveggja ára barri norðanfjarðar miðað við árin 1997 en hækkun var í barri sunnan fjarðar. Hisn vegar var engin breyting var á meðalstyrk flúors í barri bæði norðan og sunnan fjarðar miðað við árin 2007.

## **Hey**

Flúor í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgildi í fóðri fyrir sauðfé. Brennisteinn í heyi var sambærilegur við aðrar rannsóknir, sem gerðar hafa verið á innihaldi brennisteins í heyi víða um land.

## Grasbítar (sauðfé og hross)

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

### *Flúor í lömbum*

Ekki var greinilegt samband á milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Flúor mældist í þrem lömbum, *frá einum bæ*, yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn. Önnur lömb mældust með flúor undir þeim mörkum. Meðalstyrkur flúors, árið 2024, í lömbum frá svæðum austan, norðan, norðvestan og sunnan af iðnaðarsvæðinu var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2008.

Árið 2024 var breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan og sunnan fjarðar miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007.

### *Flúor í fullorðnu fé*

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Flúor í fullorðnu fé frá fjórum bæjum mældist með meðalstyrk í kjálkabeinum yfir þeim mörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum. Ekkert dýr mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum.

Meðalstyrkur flúors árið 2024 mældist innan þeirrar sveiflu sem mælt hefur frá árinu 2008. Árið 2024 var engin breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árið 2007 en hækkun miðað við árið 1997. Sunnan fjarðar var engin marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé miðað við árin 1997 og 2007.

### *Lifandi sauðfé og hross*

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

Umfang umhverfsvöktunarinnar árið 2024 náði til um 130 sýnatökustaða, þar sem um 460 sýni voru tekin og greind. Rannsóknir vegna umhverfsvöktunar voru framkvæmdar af Efnagreiningum Hafrannsóknastofnunar, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru um 80 mælipættir í sýnunum. Yfirlit yfir niðurstöður umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2024, má sjá í töflunni hér fyrir neðan. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfum fyrirtækjanna eru til fyrir rúmlega 30 af þessum mælipáttum. Fyrir þá mælipætti sem íslensk umhverfismörk hafa ekki verið skilgreind voru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára.

Skýringar		
Engin viðmiðunargildi til í íslenskum reglugerðum eða starfsleyfum	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum uppfyllt	Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða starfsleyfum ekki uppfyllt

		Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Loftegæði	Andrúmsloft	Loftkennt flúor í andrúmslofti	Starfsleyfi Norðuráls
		Loftkennt flúor + flúor í svifryki	Starfsleyfi Norðuráls
		Brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki	Ársmeðalstyrkur - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Sólahringsmeðalstyrkur SO <sub>2</sub> - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Klukkustundarmeðalstyrkur SO <sub>2</sub> - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Brennisteinsvetni	Ársmeðalstyrkur H <sub>2</sub> S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
			Klukkustundarmeðalstyrkur H <sub>2</sub> S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		Niturdíoxíð	Ársmeðalstyrkur NO <sub>2</sub> - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Klukkustundarmeðalstyrkur NO <sub>2</sub> - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Nituroxíð	Ársmeðalstyrkur NO <sub>x</sub> - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
	Svifryk (PM <sub>10</sub> )	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016	
		Klukkustundarmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016	
	Svifryk (PM <sub>2,5</sub> )	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016.	
	PAH <sub>16</sub>	Umhverfismörk fyrir Bensó(a)þýren skv. rg. nr. 410/2008	
	Úrkoma	Klóríð	Viðmiðunargildi ekki til
		Natrín	
		Kalsín	
		Súlfat	
		Flúor	
Sýrustig			
Ferskvatn	Leiðni	Viðmiðunargildi ekki til	
	Sýrustig	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001	
	Flúor		
	Klóríð		
	Súlfat		

	Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Sjór við flæðigryfjur	Ál	Starfsleyfi Norðurláls
	Flúor	
	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
	Blý	
	Kopar	
	Króm	
	Nikkel	
	Sink	
	Járn	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
	Sýanið	
	Vanadín	Viðmiðunargildi ekki til
Fosfór		
Gróður	Flúor í grasi sem fóður fyrir sauðfé	Reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri
	Flúor í laufi	Viðmiðunargildi ekki til
	Flúor í barri	
Hey	Flúor	Reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri
	Brennisteinn	Viðmiðunargildi ekki til
Grasbitar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi ekki til
	Ástandsskoðun tanna og kjálka í sláturfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun liða í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi hrossum	
	Ástandsskoðun liða í lifandi hrossum	

## EFNISYFIRLIT

<b>1</b>	<b>INNGANGUR</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>STAÐHÆTTIR</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Þynningarsvæði</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Starfsemi</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Veðurfar</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Vöktunarstaðir og mæliþættir</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Tölfræði</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>LOFTGÆÐI</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>18</b>
4.1.1	Flúor í andrúmslofti	18
4.1.2	Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið	20
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	21
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	24
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	24
4.1.6	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	26
4.1.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	26
<b>5</b>	<b>FERSKVATN</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>30</b>
5.1.1	Leiðni ferskvatns	30
5.1.2	Sýrustig ferskvatns	30
5.1.3	Flúor í ferskvatni	31
5.1.4	Súlfat í ferskvatni	32
<b>6</b>	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>34</b>
6.1.1	Málmar og steinefni í sjósýnum	34
6.1.2	Sýaníð og flúor í sjósýnum	34
<b>7</b>	<b>GRÓÐUR</b>	<b>36</b>
<b>7.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>37</b>
7.1.1	Flúor í grasi	37
7.1.2	Flúor í laufi	39
7.1.3	Flúor í barri	40
<b>8</b>	<b>HEY</b>	<b>42</b>
<b>8.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>42</b>
8.1.1	Flúor í heyi	42
8.1.2	Brennisteinn í heyi	43
<b>9</b>	<b>GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS)</b>	<b>45</b>
<b>9.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>47</b>
9.1.1	Flúor í lömbum	48
9.1.2	Flúor í fullorðnu fé	48



9.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé _____	49
9.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum _____	50
<b>10</b>	<b>HEIMILDASKRÁ _____</b>	<b>51</b>
<b>VIÐAUKI A</b>	<b>ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR _____</b>	<b>54</b>
<b>VIÐAUKI B</b>	<b>LOFTGÆÐI _____</b>	<b>55</b>
<b>VIÐAUKI C</b>	<b>FERSKVATN _____</b>	<b>62</b>
<b>VIÐAUKI D</b>	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR _____</b>	<b>67</b>
<b>VIÐAUKI E</b>	<b>GRÓÐUR _____</b>	<b>69</b>
<b>VIÐAUKI F</b>	<b>GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS) _____</b>	<b>80</b>

## SKILGREININGAR

### Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
BaP	Bensó(a)pýren, efnispáttur í PAH <sub>16</sub> .
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum.
Heilsuverndarmörk	Mörk sem sett eru til að tryggja heilsu manna í lengri tíma. <sup>1</sup>
pH	Sýrustig sem ákvarðast af magni vetnisjóna í vatnslausn.
Svifryk (PM <sub>10</sub> )	Svifryksagnir í lofti sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM <sub>2,5</sub> )	Svifryksagnir í lofti sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Flúor loftkennt (HF)	Sá hluti hluti flúoríðs sem mælist sem loftkennt efni og óbundið ryki
Flúor rykkennt (F)	Sá hluti hluti flúoríðs sem mælist bundið ryki
Heildar flúor	Samtals loftkennt og rykkennt flúoríð
Umhverfismörk	Umhverfismörk eru leyfilegt hámarksgildi mengunar í tilteknum viðtaka í því skyni að koma í veg fyrir eða draga úr skaðlegum áhrifum á heilsu manna og/eða umhverfið. Umhverfismörk eru 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.
Pölmörk	Hámarksstyrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talið er að þær þoli án þess að skaðast.
Þynningarsvæði	Sá hluti viðtaka þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum.

### Reglugerðir:

920/2016	Um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu, styrk ósons við yfirborð jarðar og um upplýsingar til almennings.
514/2010	Um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
265/2010	Um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum.
410/2008	Um arsen, kadmíum, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
536/2001	Um neysluvatn.
1206/2021	Um gildistöku tilskipunar Evrópuþingsins og ráðsins (EB) 2002/32 um óæskileg efni í fóðri, auk áorðinna breytinga
796/1999	Um varnir gegn mengun vatns.

<sup>1</sup> Heilsuverndarmörk í rg. 920/2016 eru önnur en mengunarmörk skv. rg. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum, sem er skilgreint sem hæsta leyfilega meðaltalsmengun (tímavegið meðaltal) í andrúmslofti starfsmanna [meðalgildi eða þakgildi].

## 1 INNGANGUR

Á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga starfa meðal annarra fyrirtækja kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., álver Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla ehf. Starfsemi þessara fyrirtækja er háð starfsleyfum sem gera kröfu um að umhverfið í grennd við iðnaðarsvæðið skuli vaktað með reglubundnum hætti.

Vöktun ársins 2024 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og er gerð skv. starfsleyfum og samþykkt er af Umhverfis- og orkustofnun [1]. Markmiðið með umhverfisvöktuninni er að meta þau áhrif sem starfsemi fyrirtækjanna hefur á umhverfið.

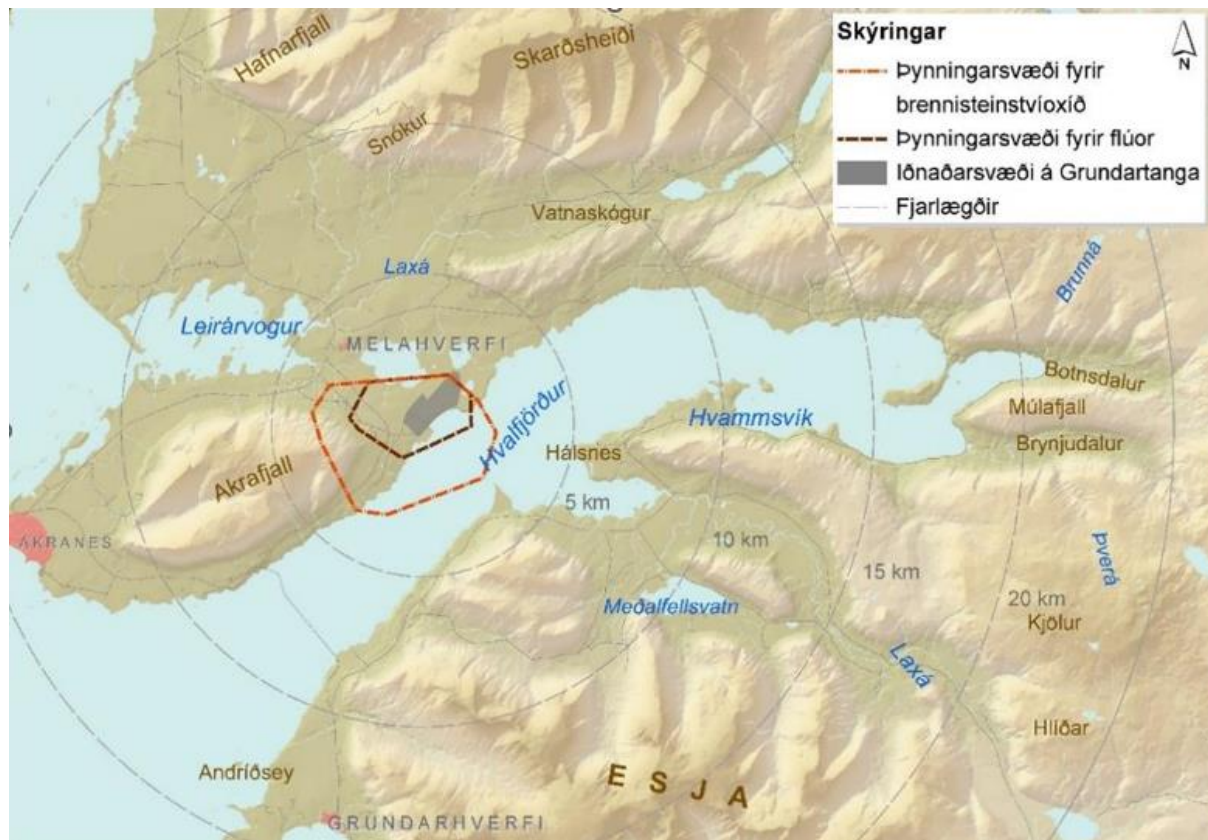
Þessi skýrsla inniheldur samantekt á niðurstöðum vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem framkvæmdar voru árið 2024. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Einnig er mat lagt á breytileika mælinga fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á eru birt á heimasíðu Umhverfis- og orkustofnunar.

Skýrslunni er skipt í níu kafla. Kafli 1 inniheldur stuttan inngang sem lýsir tilgangi umhverfisvöktunarinnar. Kafli 2 inniheldur lýsingu á staðhættum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir umfang og mæliþætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3. Í köflum 4 – 9 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður, hey og grasbíta. Í viðaukum skýrslunnar kemur fram ítarefni og nánari upplýsingar sem tengjast mælingum og niðurstöðum. Í viðauka A er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur umhverfisvöktunar. Í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Niðurstöður ferskvatnsmælinga auk tölfræðigagna er að finna í viðauka C. Í viðauka D er að finna ítarefni vegna vöktunar á sjó við flæðigryfjur. Viðauki E inniheldur upplýsingar um gróður auk tölfræðigagna og viðauki F inniheldur nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

## 2 STAÐHÆTTIR

### 2.1 Þynningarsvæði

Skipulagt iðnaðarsvæði á Grundartanga er staðsett við norðanverðan Hvalfjörð, eins og sjá má á mynd 2.1.



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

Í aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar sem gildir fyrir tímabilið 2008 – 2030 eru skilgreind tvö þynningarsvæði fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Annars vegar er svæði sem á við um flúor (brúnt svæði á mynd 2.1) og hins vegar er svæði sem á við um brennisteinstvíoxíð (rautt svæði á mynd 2.1). Þynningarsvæði er skilgreint sem sá hluti viðtaka þar sem þynning á sér stað og ákvæði starfsleyfis kveða á um að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum. Utan þynningarsvæðis skal styrkur skilgreindra efna vera undir viðmiðunarmörkum.

### 2.2 Starfsemi

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979. Ársframleiðslugeta verksmiðjunnar er 120.000 tonn af kísilmálmi. Starfsfólk Elkem á Grundartanga framleiðir m.a.

sérhæfða kísilmálmböndu sem er mikilvæg fyrir rafbílavæðingu heimsins og framleiðslu á orkusparandi heimilistækjum. Árið 2024 framleiddi Elkem 119.458 tonn af 75% kísilmálm og 16.263 tonn af kísilyki. Reykhreinsvirkin voru í rekstri 99,94 % af samanlögðum rekstartíma allra ofna. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af kísilmálm og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyki. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin sem má að mestu leyti rekja til kísilmálmryks, brennisteinstvíoxíðs (SO<sub>2</sub>) og koltvísýrings (CO<sub>2</sub>).

Árið 2024 störfuðu ríflega 660 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 308 þúsund tonnum af áli. Afurðin er hreint ál og álblöndur. Norðurál leggur áherslu á að starfsemi fyrirtækisins sé í sátt við umhverfið og stöðugt er unnið að lágmarkun umhverfisáhrifa. Stöðugleiki í rekstri og notkun endurnýjanlegra orkugjafa tryggir að kolefnisspor íslenska álsins er með því lægsta sem gerist í heiminum. Norðurál hlaut árið 2019 hina alþjóðlegu ASI vottun sem staðfestir að fyrirtækið stenst ítrustu kröfur um samfélagslega ábyrgð, heiðarlega viðskiptahætti, umhverfisvænt hráefni og framleiðslu. Árið 2022 hlaut Norðurál Umhverfisverðlaun atvinnulífsins, m.a. fyrir framleiðslu á áli með lágt kolefnisspor sem hefur verið rakið frá upphafi til enda framleiðsluferilsins í lífsferilsgreiningu. Árið 2023 hlaut Norðurál Fjörusteininn – umhverfisverðlaun Faxaflóahafna - sem eru veitt fyrirtækjum sem sýnt hafa fram á framsækni í umhverfismálum og verið til fyrirmyndar hvað varðar frágang á lóðum og snyrtilegt umhverfi. Álver Norðuráls á Grundartanga var gangsett árið 1998 og hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári.

Alur Álvinnsla ehf. er starfandi ál endurvinnsla á lðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Megin starfsemi fyrirtækisins er endurvinnsla álgjalls sem fellur til við frumframleiðslu áls. Árlega er framleitt um 4.000 tonn af áli sem fer aftur í framleiðsluferil álveranna úr um 7.000 tonnum af álgjalli.

### 2.3 Veðurfar

Veðurmælingar fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum á Kríuvörðu, Gröf II og Grundartangahöfn, sjá staðsetningu loftgæðamælistöðva á mynd 3.1. Mælistöðin Gröf II er staðsett um 3 km suðvestur af Grundartanga, skammt frá bænum Gröf II í um 40 m hæð y.s. Mælistöðin á Kríuvörðu er staðsett um 700 metra norðan við austurenda álversins í um 15 m hæð y.s., en stöðin á Grundartangahöfn er staðsett í um 25 m hæð y.s.

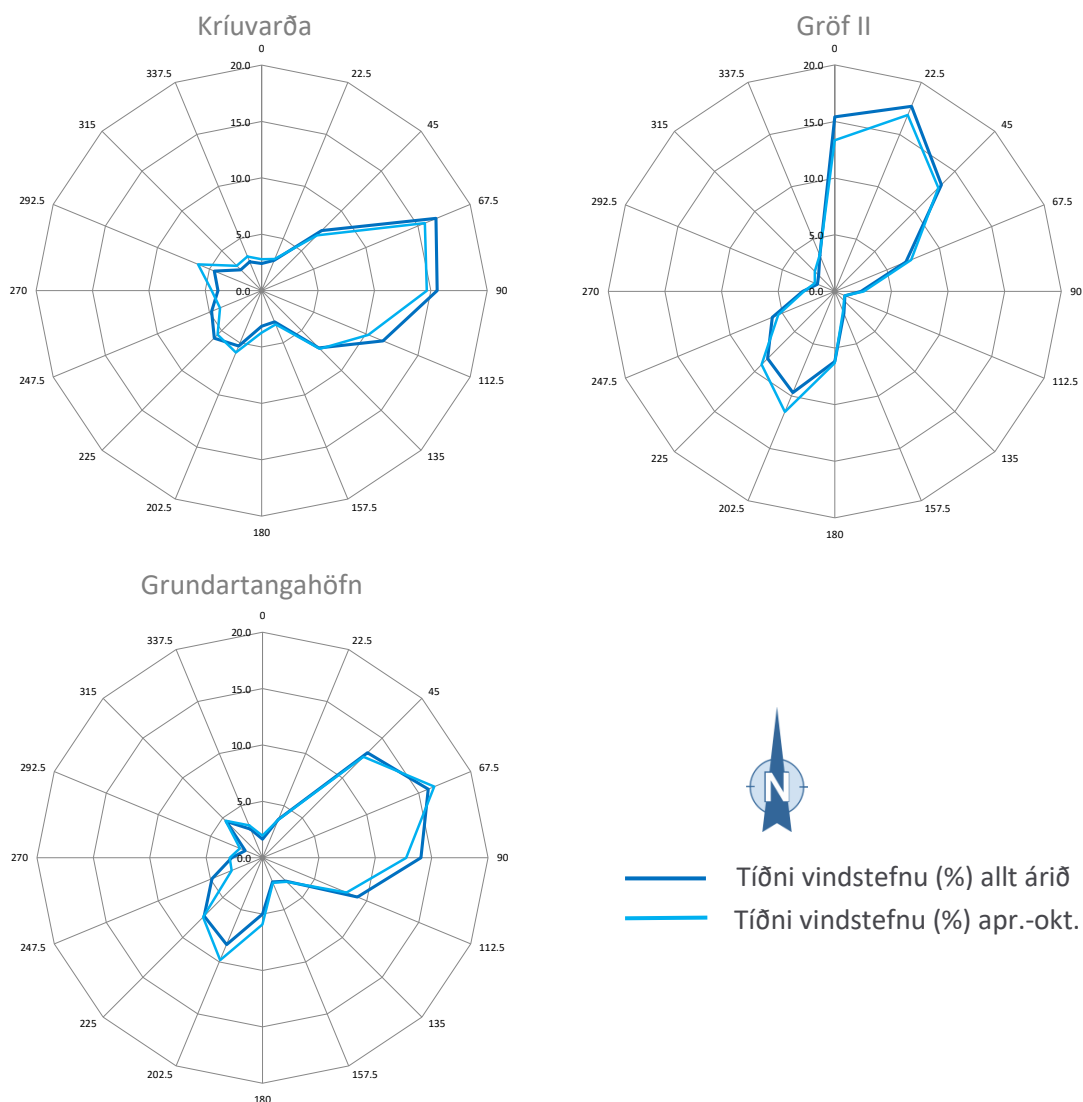
Veðurfar ársins 2024 var nokkuð breytilegt og kaldara en undanfarin ár og lækkaði meðalhitastig mælistöðva um 0,7-0,8°C frá 2023. Árið byrjaði með hagstæðum vetri og vorið var að sama skapi nokkuð gott á Vesturlandi, apríl var kaldur en þurr og maí var hlýr en blautur. Sumarið var kalt á mælikvarða þessarar aldar og var það mjög blautt, sérstaklega í júlí. Haustið var almennt þægilegt og ágætis veður fram á vetur. Í nóvember gerði mikla hitabylgju og nóvemberhitamet slegin á fjölda veðurstöðva um allt land.

Í töflu 2.1 kemur fram meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraði á öllum mælistöðvum [2]. Vindhraði var mestur á Grundartangahöfn en kaldast var á Gröf II.

**TAFLA 2.1** Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2024 [2].

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

Vindrósir fyrir allt árið 2024 og fyrir tímabilið apríl til október á öllum veðurstöðvum eru sýndar á mynd 2.2. Vindrós á Gröf II fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem augljóslega mótar vindrósina með afgerandi hætti. Þar snúast austanáttir til norðaustanátta og suðlægar áttir til suðvestlægrar átta vegna legu fjallsins. Vindrósir vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósir alls ársins eru mjög svipaðar. Á Gröf II eru norðaustanáttir algengastar en austanáttir í Grundartangahöfn og á Kríuvörðu [2].



**MYND 2.2** Vindrósir frá Kríuvörðu, Gröf II og Grundartangahöfn fyrir tímabilið apríl - október 2024 og allt árið 2024.

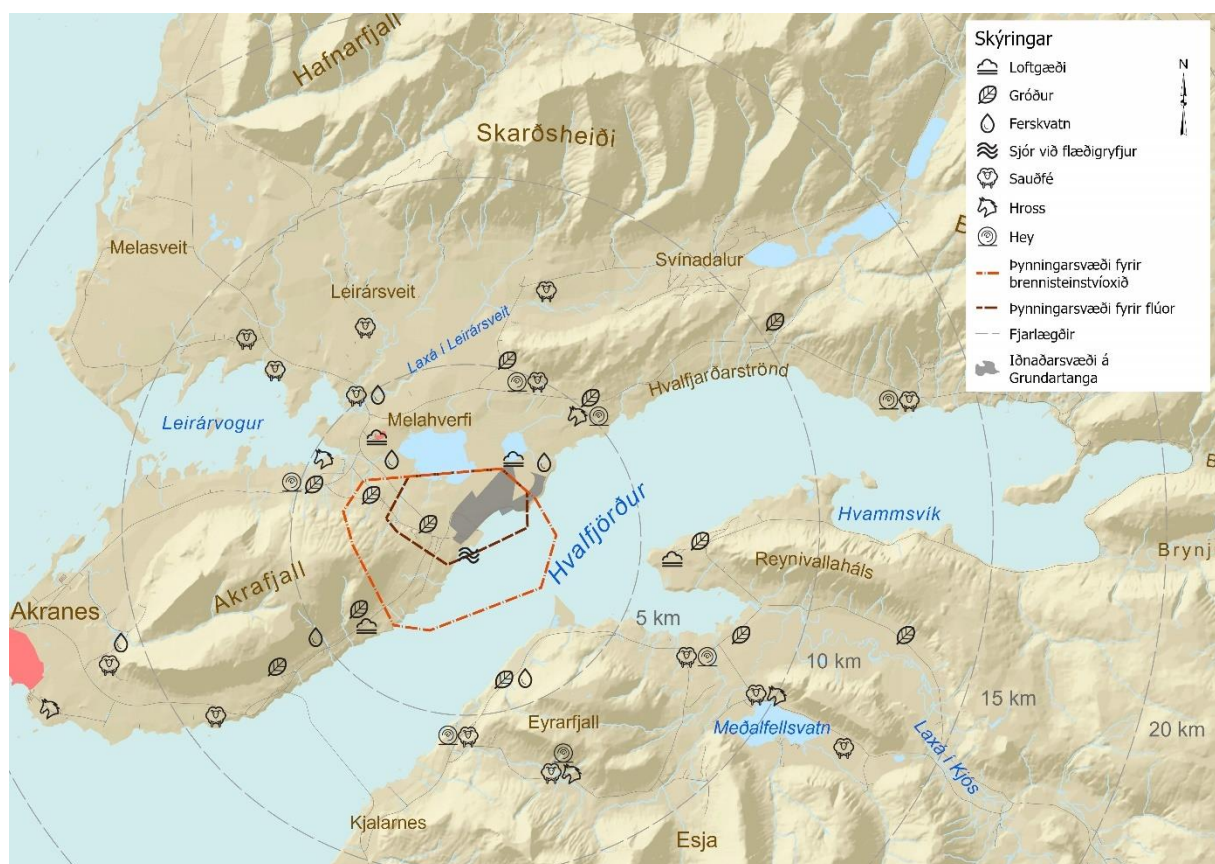


### 3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2024 var framkvæmd í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og má finna á heimasíðu Umhverfis- og orkustofnunar [1]. Í töflu 3.1 er yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil.

#### 3.1 Vöktunarstaðir og mæliþættir

Árið 2024 fór fram vöktun á loftgæðum, ferskvatni, sjó við flæðigryfjur, gróðri, heyi og grasbítum (sauðfé og hross). Yfirlit yfir vöktunarstaðina má sjá á mynd 3.1. Rannsókuð voru um 460 sýni frá um 130 sýnatökustöðum. Rannsóknir vegna umhverfisvöktunar voru framkvæmdar af Efnagreiningum Hafrannsóknastofnunar, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru um 80 mæliþættir í sýnunum, tafla 3.1.



**MYND 3.1** Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2024 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður, heyi og grasbíta.

**TAFLA 3.1** Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2024.

	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	Andrúmsloft: Flúor í lofti og ryki, brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki, svifryk, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni Úrkoma: klóríð, níturat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín	Norðan Hvalfjarðar: Kríuvarða, Gröf II, Melahverfi	Kríuvarða: allt árið Gröf II: allt árið Melahverfi: allt árið	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun* Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
		Sunnan Hvalfjarðar: Hálsnes	Þriðja hvert ár: apríl-október 2024	
Ferskvatn	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	Bergvatnsár: Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá Uptök í yfirborðsvatni: Kalmansá, Urriðaá	11. apríl - 12. sept. 2024	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Sjór við flæðigryfjur	Málmur: arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín Sýaníð, flúor og fosfór	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfjur auk tveggja viðmiðunarstaða	27. maí, 25. júlí og 7. ágúst 2024	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Gróður	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi ( <i>birki, reynir</i> ) og barri ( <i>greni, bergfura, stafafura</i> )	Norðan Hvalfjarðar: Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús og veg, Hlíð, Kalastaðakot Sunnan Hvalfjarðar: Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir Viðmiðunarsýni: Skorradalur	Gras: 11. júní, 8. júlí, 3. september 2024 Laufr: 11. júní, 3. september, 2024 Barr: 21. nóvember 2024	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun, Skógrækt ríkisins
Hey	Flúor og brennisteinn	Norðan Hvalfjarðar: Litla Fellsöxl, Hrafnabjörg, Eystra Miðfell og Kalastaðakot. Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Miðdalur, Fell	Sýni tekin úr heyrúllum, laust eða með kjarnabor, febrúar 2025	Efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Grasbítar (sauðfé og hross)	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka	Sláturfé: Norðan Hvalfjarðar: Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri Reynir, Innri Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Meðalfell, Eyjar Viðmiðunarsýni: Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi	Sláturfé: Haustslátrun 2024	Efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun Skoðun sauðfjár: Dýralæknirinn Mosfellsbæ
	Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé	Lifandi sauðfé: Norðan Hvalfjarðar: Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Miðdalur, Fell	Lifandi sauðfé og hross: janúar og febrúar 2025	Skoðun lifandi grasbíta: Dýralæknirinn Mosfellsbæ
	Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	Lifandi hross: Norðan Hvalfjarðar: Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Miðdalur, Meðalfell		

\*Efnagreiningar Hafrannsóknastofnun

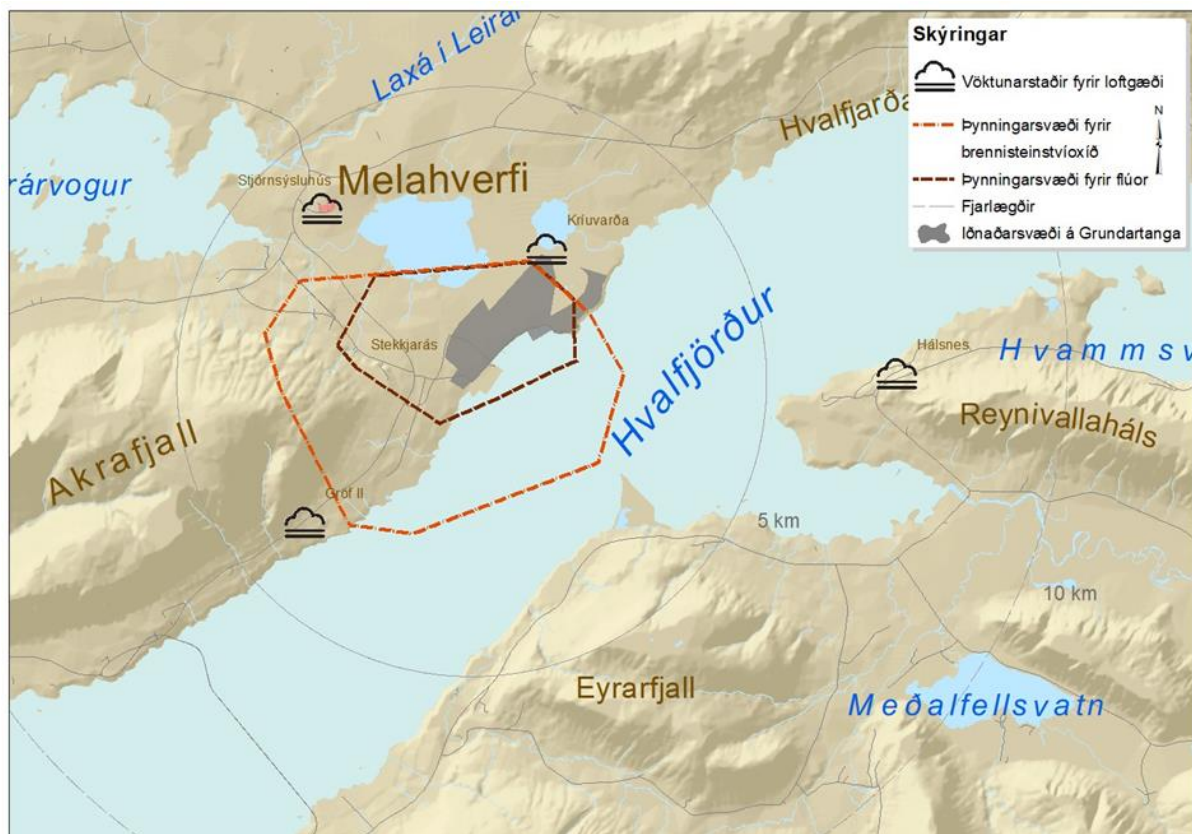
### 3.2 Tölfræði

Frá árinu 1999 hefur farið fram árleg umhverfisvöktun á ferskvatni, gróðri og grasbítum. Grunnrannsóknir voru gerðar á svæðinu á árunum 1997 – 1998. Mat er lagt á breytileika mælinganna á grundvelli tölfræðigreiningar á niðurstöðunum miðað við árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, og í sumum tilfellum miðað við árið 2007, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur. Notuð er tölfræðileg aðferðafræði til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna. Niðurstöður tölfræðigreininganna er að finna í viðaukum C, E og F.



## 4 LOFTGÆÐI

Fjórar loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2024, þ.e. á Kríuvörðu, Gröf II, í Melahverfi og á Hálsnesi (mynd 4.1). Á þessum mælistöðvum fóru m.a. fram sjálfvirkar mælingar allt árið fyrir mismunandi mælipætti (tafla 4.1). Loftgæðamælistöðin á Hálsnesi er aðeins starfrækt þriðja hvert ár, samkvæmt vöktunaráætlun, síðast 2021 og næst 2027.



**MYND 4.1** Staðsetning loftgæðamælistöðva.

Sýnataka og mælingar voru unnar af Hafrannsóknastofnun [2]. Niðurstöður efnagreininga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda utan þynningarsvæða og í starfsleyfi.

**TAFLA 4.1** Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2024. Niðurstöður mælinga á SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> og svifryki (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>), eru birtar á [www.loftgaedi.is](http://www.loftgaedi.is).

Loftgæðamælistöð	Sjálfvirkar mælingar allt árið	Sýnum safnað á síur allt árið	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryki (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ), SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, NO, NO <sub>x</sub>	HF og F, S og PAH <sub>16</sub> efni í svifryki	NO <sub>3</sub> , Na, Ca, Cl, SO <sub>4</sub> , F, pH, leiðni
Gröf II		HF og F og S í svifryki	
Melahverfi	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S		
Hálsnes (apr.-okt.)		HF og F og S í svifryki	NO <sub>3</sub> , Cl, SO <sub>4</sub> , F, pH,

Við sýnatöku ársins var nokkuð um bilanir í mælitækjum. Skv. rekstraraðila mælitækja voru eftirfarandi eyður í sýnatöku árið 2024 [2]:

- Mælitæki fyrir  $PM_{2,5}$  á Gröf II var óvirkt á fyrri helmingi ársins og misfórst vistun gagna á nýju mælitæki á seinni helmingi ársins. Bárust því engin gögn fyrir  $PM_{2,5}$  þaðan.
- Dæla bilaði í  $SO_2/H_2S$  mælitæki í Melahverfi um miðjan júlí og bárust engin gögn restina af árinu.
- Vegna bilunar í  $NO_x$  mælitæki á Kríuvörðu var mæligögnum aðeins safnað fyrstu 3 mánuði ársins. Mælitæki á Gröf bilaði einnig tvisvar sinnum á árinu en þó í skemmri tíma, á tímabilunum 17.6-18.7 og 3.10-21.10.
- Flúorsöfnunartæki bilaði í upphafi árs á Kríuvörðu og vantar því flúormælingar fyrstu tvo mánuði ársins. Á Hálsnesi fór söfnun ekki af stað fyrr en í maí, mánuði seinna en venjulega, og um miðjan ágúst bilaði dæla í búnaðinum sem olli því að aðeins 3,5 mánuðir voru mældir á þeirri stöð. Þetta á einnig við um brennisteinsmælingar í ryki, þar sem flúor og brennisteinn er mældur í sömu síum.

Hafa þarf þessar mælingaeyður í huga við skoðun á niðurstöðum ársins og samanburði við fyrri ár. Rekstraraðilar umhverfismörkunar í Hvalfirði upplýstu Umhverfisstofnun (nú Umhverfis- og orkustofnun) um bilanirnar um leið og vitneskja um þær lágu fyrir. Rekstraraðilar hafa fjárfest í nýjum búnaði í stað þess sem bilaði og fór uppsetning á nýjum búnaði fram á seinni hluta árs 2024.

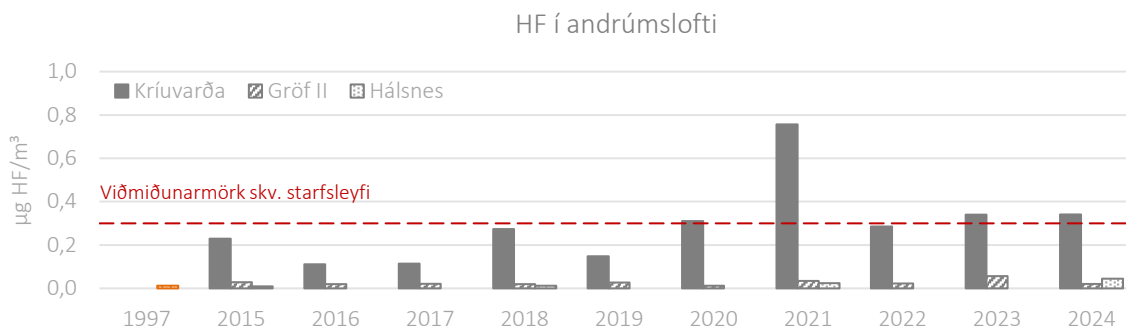
#### 4.1 Niðurstöður

Yfirlit yfir niðurstöður mælinga á loftgæðum (andrúmsloft og úrkoma) ásamt skilgreindum umhverfismörkum má finna í köflum 4.1.1 – 4.1.7. Frekari niðurstöður mælinga á loftgæðum er að finna í viðauka B. Í töflum B.1 - B.3 er yfirlit yfir reglugerðir sem skilgreina viðeigandi viðmiðunarmörk fyrir hvern mælipátt auk hæstu og lægstu mældu gildi. Á gröfum og línuritum sem eiga við um loftgæði eru sýndar niðurstöður síðustu 10 ára, vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfismörkunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem nálgast má hjá Umhverfis- og orkustofnun.

##### 4.1.1 Flúor í andrúmslofti

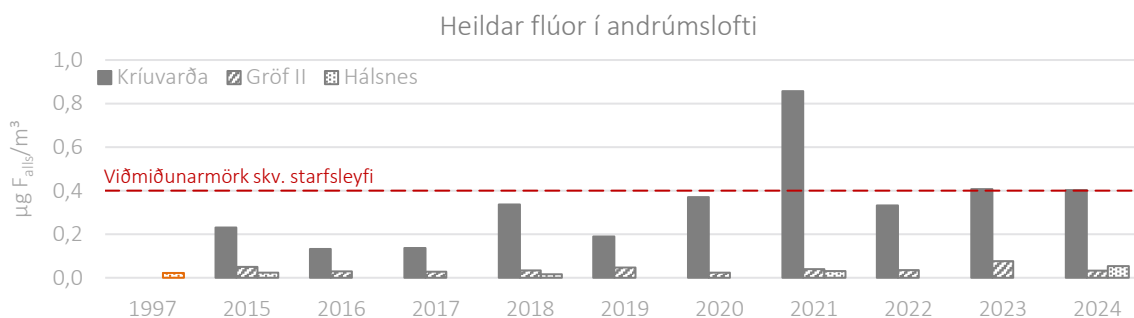
Mælingar á loftkenndum flúor í andrúmslofti (HF) var mældur allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til september, þar sem umhverfismörk fyrir flúor, sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, eiga við um það tímabil. Í viðauka B.a má sjá meðalstyrk flúors (HF) í hverjum mánuði yfir allt árið 2024. Ekki eru til umhverfismörk fyrir flúor sem gilda yfir allt árið.

Sýnum fyrir flúormælingar var safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II og á Hálsnesi skv. vöktunaráætlun. Styrkur loftkennds flúors á Kríuvörðu mældist  $0,34 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$  sem er yfir viðmiðunarmörkum ( $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$  tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, sbr. mynd 4.2. Styrkurinn mældist hæstur í maí, júní og júlí á Kríuvörðu. Á Gröf II var meðalstyrkur HF  $0,02 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ , nokkuð lægri en árið áður og undir meðaltali síðustu 10 ára (mynd 4.2). Á Hálsnesi var styrkur sá mesti sem mælst hefur,  $0,04 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ .



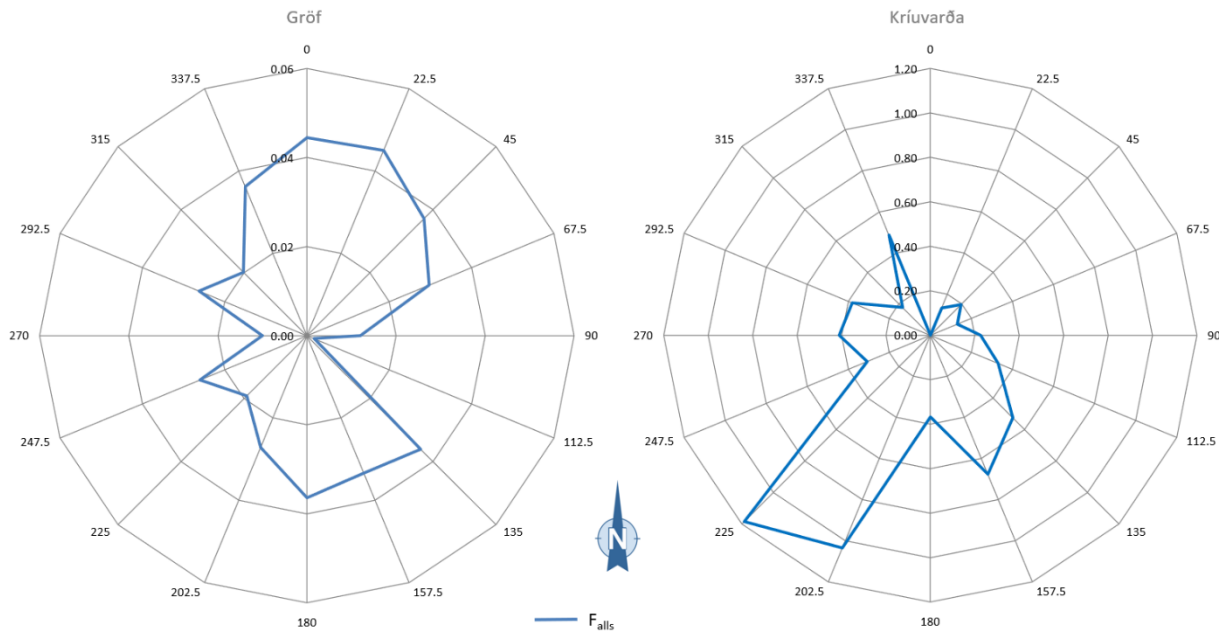
**MYND 4.2** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti yfir tímabilið apríl - september á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

Heildarflúors (F), þ.e. samanlagðan styrk loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, yfir vöktunartímabilið. Meðalstyrkur heildarflúors á Kríuvörðu var 0,40  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$  á tímabilinu 1. apríl - 30. september, sem er jafnt viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðurláls (0,4  $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ ). Á Gröf II var meðalstyrkur heildarflúors töluvert lægri en árið áður og undir meðaltali síðustu 10 ára (mynd 4.3). Á Hálsnesi var meðalstyrkur heildarflúors í hærra lagi, en vel undir viðmiðunarmörkum.



**MYND 4.3** Meðalstyrkur heildarflúors (F) yfir tímabilið apríl - september á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

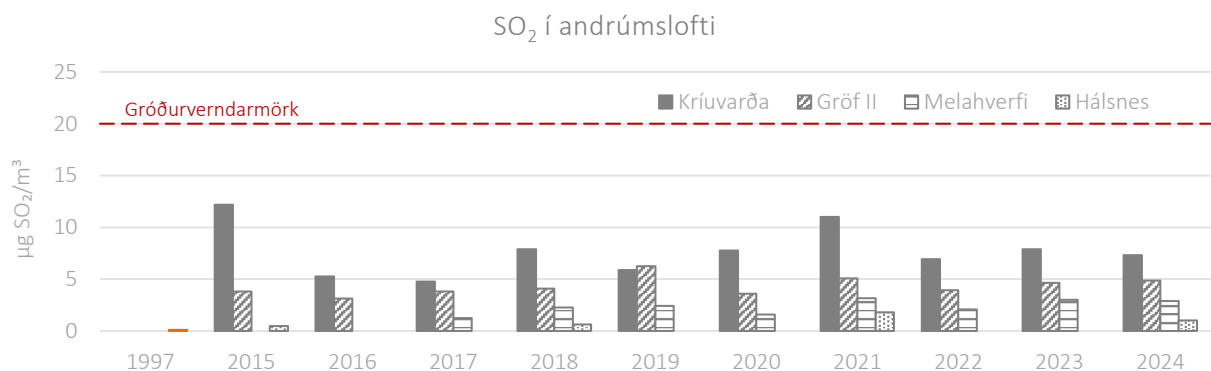
Vindáttir hafa mismunandi áhrif á flúormælingar á stöðvunum. Styrkur flúors mældist hærra á Kríuvörðu en Gröf II eins og áður og var áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi, sem er vegna nálægðar og afstöðu til iðnaðarsvæðisins. Hæst mældist heildarflúor 4,27  $\mu\text{g HF}/\text{m}^3$ , þann 1. júní á Kríuvörðu í suðvestanátt. Á Gröf II mældist hærra styrkur flúors í norðanáttum. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mælidaga á mynd 4.4 [2].



**MYND 4.4** Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2024 á Gröf II og Kríuvörðu. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

#### 4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið

Brennisteinstvíoxíð ( $\text{SO}_2$ ) var mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Kríuvörðu og Gröf II en í Melahverfi bilaði mælitæki um miðjan júlí og var bilað það sem eftir lifði árs. Á Hálsnesi var sýnum safnað á síur frá maí og fram í miðjan ágúst, þegar tækið bilaði (mynd 4.5 og mynd B.3 í viðauka). Styrkur  $\text{SO}_2$  lækkaði á öllum mælistöðvum nema Gröf II miðað við árið 2023 og var almennt í samræmi við fyrri mælingar. Styrkur  $\text{SO}_2$  mældist hæstur á Kríuvörðu, líkt og undanfarin ár. Styrkurinn á Kríuvörðu var undir meðallagi síðustu 10 ára en yfir meðallagi á Gröf II og í Melahverfi. Á Hálsnesi var styrkurinn í meðallagi. Styrkur á öllum stöðvum var vel undir gróðurverndarmörkum ( $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ) sem gilda utan þýnningarsvæðis (mynd 4.5). Líklegt er að eldgos á Reykjanesi hafi haft áhrif á niðurstöður  $\text{SO}_2$  mælinga ársins.

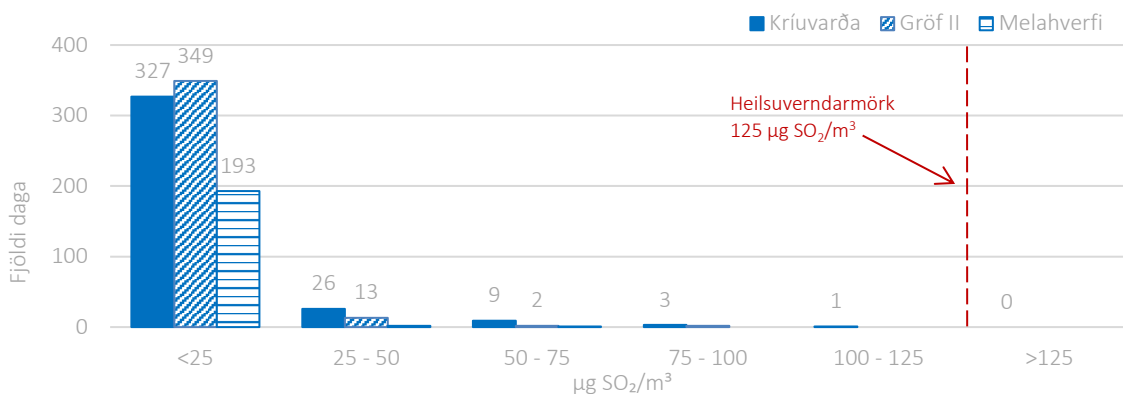


**MYND 4.5** Meðalstyrkur  $\text{SO}_2$  á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

Árið 2024 mældist  $\text{SO}_2$  einu sinni yfir klukkustundarheilsuverndarmörkum ( $350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ) á Kríuvörðu ( $350,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ), einu sinni á Gröf II ( $481,3 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ) en aldrei á mælitíma í Melahverfi, en árlega er leyfilegt að fara 24 sinnum yfir þau mörk. Hæstu gildi  $\text{SO}_2$  mældust mældust dagana 11. júní á

Kríuvörðu og Gröf II, en þann 23. apríl í Melahverfi ( $202,2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ). Þessa daga lá gosmóða frá eldgosum á Reykjanesi yfir öllu suðvesturlandi og má ætla að há gildi séu upprunnin þaðan [2].

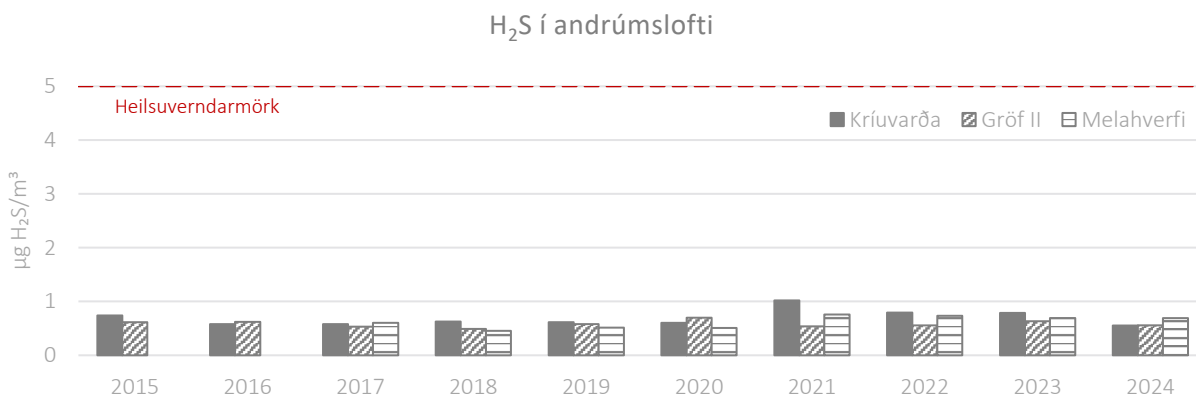
Á vöktunarstöðunum mældist sólarhringsmeðalstyrkur  $\text{SO}_2$  aldrei yfir heilsuverndarmörkum ( $125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ), en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk  $\text{SO}_2$  á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2024. Mælingar eru skráðar alla daga ársins en stundum detta einhverjir dagar út vegna viðhalds og umhirðu, sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu. Árið 2024 vantaði enga daga á Kríuvörðu og Gröf II, en 170 daga í Melahverfi vegna bilunar.



**MYND 4.6** Fjöldi mælinga fyrir mismunandi sólarhringsmeðalstyrk  $\text{SO}_2$  á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2024.

#### 4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2024. Meðalstyrkur loftborins  $\text{H}_2\text{S}$  mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum á öllum mælistöðum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B [2].

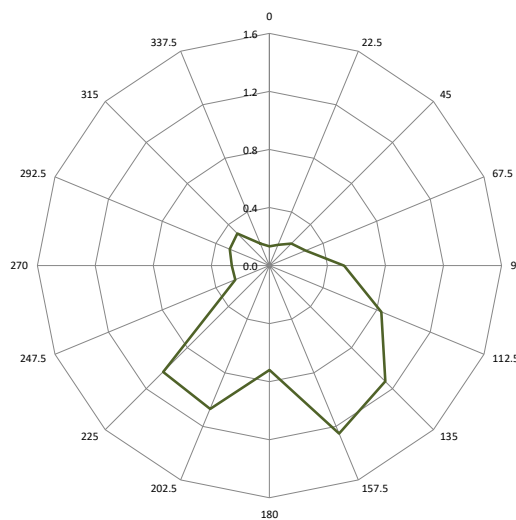
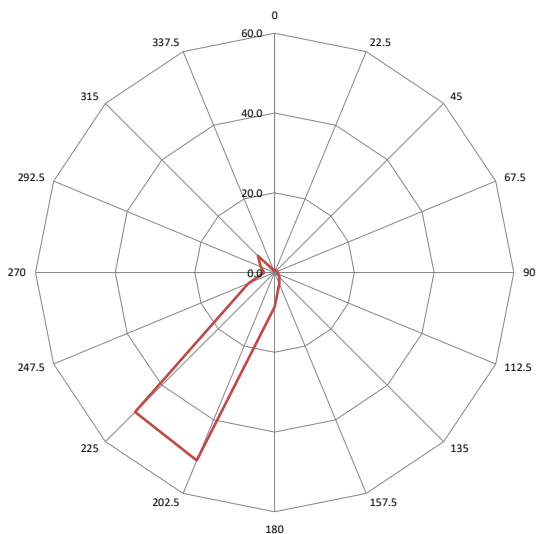


**MYND 4.7** Meðalstyrkur  $\text{H}_2\text{S}$  á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

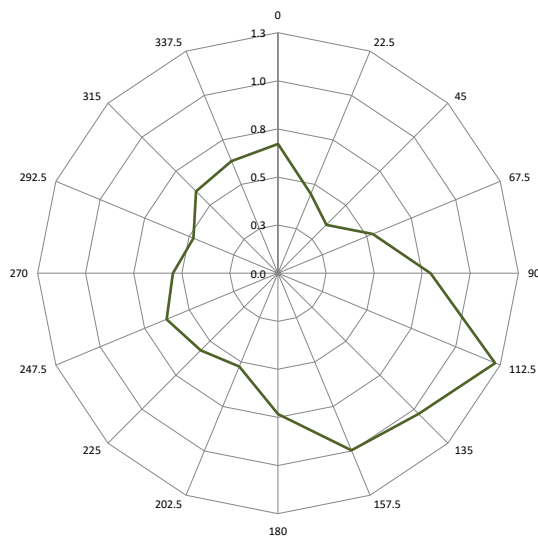
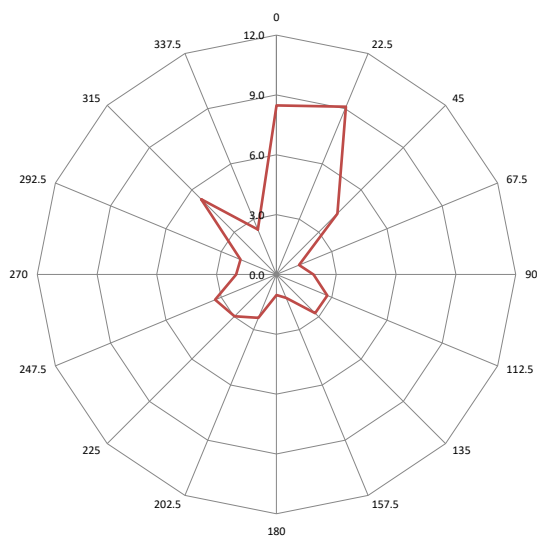
Meginuppspretta  $\text{SO}_2$  á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem  $\text{SO}_2$  berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að Gröf II í norðanáttum. Á Gröf og í Melahverfi var styrkur þó meiri í

suðvestan- og norðvestanáttum en venjulega, en það eru líklega áhrif frá eldgosum á Reykjanesi. (mynd 4.8). Uppspretta  $H_2S$  á Kríuvörðu og Gröf II er úr suðaustri frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Niðurstöðurnar eru svipaðar og fyrri ár á öllum þremur mælistöðum. Hafa skal í huga að ekki eru mældar vindáttir í Melahverfi á mælistöðinni sjálfri heldur stuðst við veðurstöð á Grundartangahöfn.

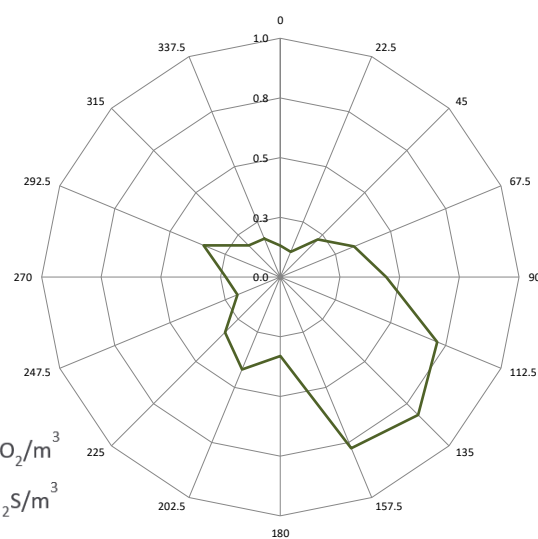
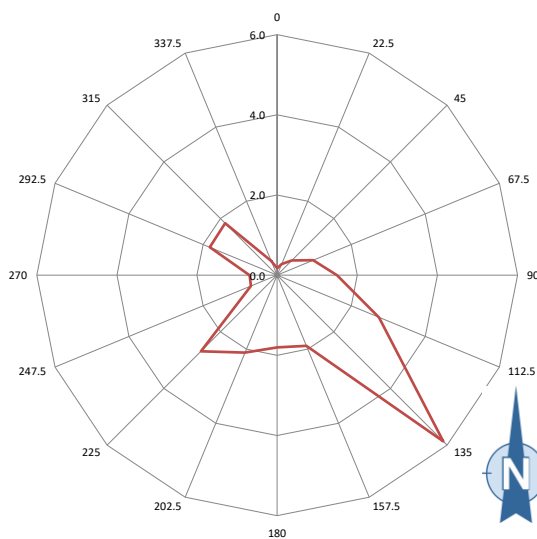
### Kríuvarða



### Gröf II



### Melahverfi



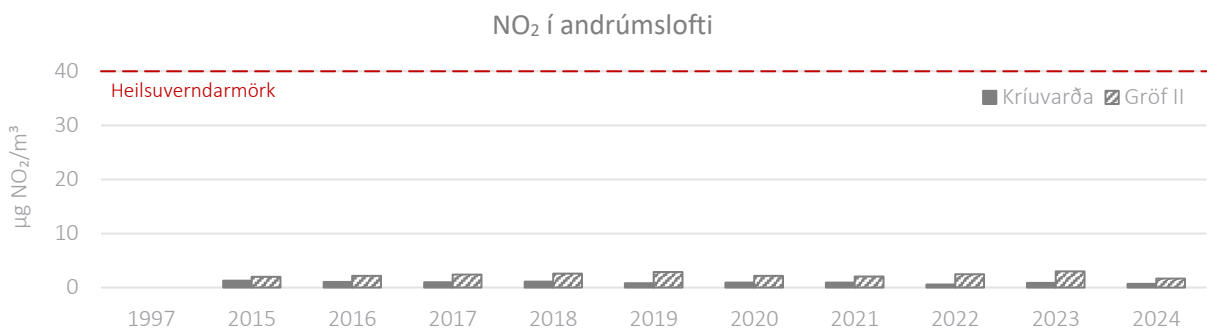
—  $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$   
—  $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$

**MYND 4.8** Styrkur  $\text{SO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$  í mældum vindáttum árið 2024 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

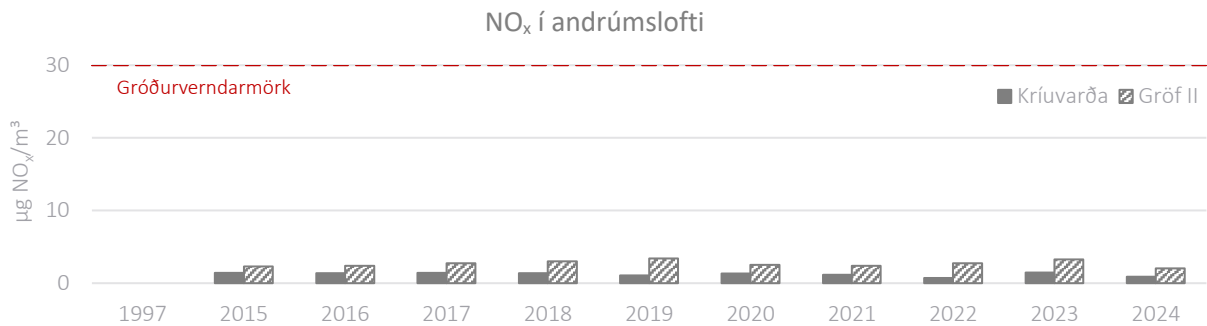
#### 4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs ( $\text{NO}_x$ ) og niturmónoxíðs ( $\text{NO}$ ) í andrúmslofti á Gröf II allt árið 2024 en vegna bilunar var einungis hægt að mæla á Kríuvörðu fyrstu þrjá mánuði ársins. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturtvíoxíð ( $\text{NO}_2$ ). Niðurstöðurnar voru undir meðaltali á báðum stöðum og lækkuðu nokkuð milli ára. Helstu uppsprettur nituroxíða eru líklegast bílaumferð og iðnaðarsvæðið. Gröf II er nærri umferð á Þjóðvegi 1 og því má búast við hærri styrk þar en á Kríuvörðu. Sólarhringsmeðalstyrkur  $\text{NO}_2$  fór aldrei yfir heilsuverndarmörk og það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk.

Á báðum mælistöðvum mældist meðalstyrkur  $\text{NO}_2$  undir heilsuverndarmörkum fyrir  $\text{NO}_2$  (mynd 4.9), og meðalstyrkur  $\text{NO}_x$  undir gróðurverndarmörkum fyrir  $\text{NO}_x$  (mynd 4.10).



**MYND 4.9** Meðalstyrkur  $\text{NO}_2$  á Kríuvörðu og Gröf II.

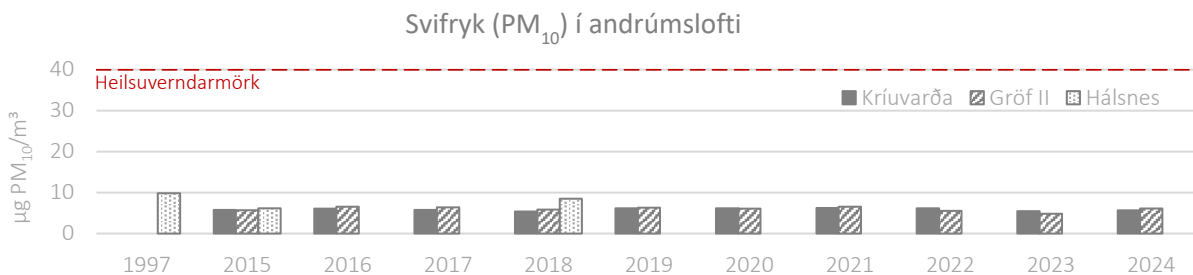


**MYND 4.10** Meðalstyrkur  $\text{NO}_x$  á Kríuvörðu og Gröf II.

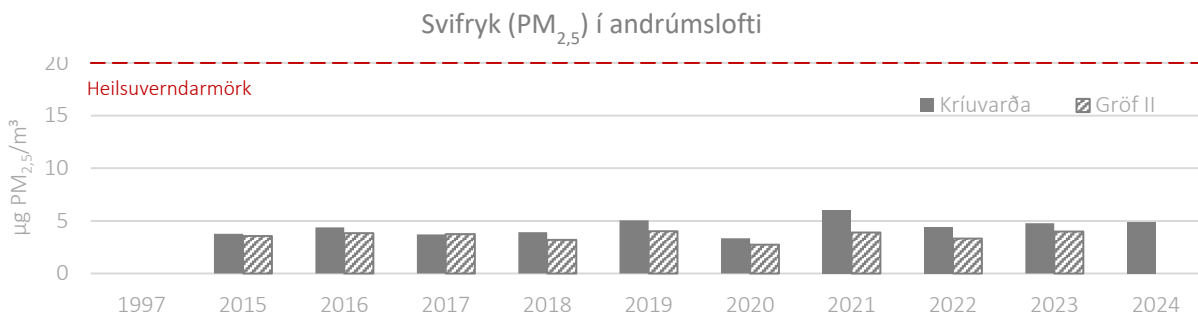
#### 4.1.5 Svifryk í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar á styrk svifryks ( $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ ) fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II árið 2024. Vegna bilunar í mælitæki allt árið bárust engar upplýsingar um styrk  $\text{PM}_{2,5}$  á Gröf II. Meðalstyrkur  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  mældist undir heilsuverndarmörkum. Styrkur  $\text{PM}_{10}$  mældist í meðallagi bæði á Kríuvörðu og Gröf II en  $\text{PM}_{2,5}$  var yfir meðallagi á Kríuvörðu (myndir 4.11 og 4.12). Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks  $\text{PM}_{10}$  aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.



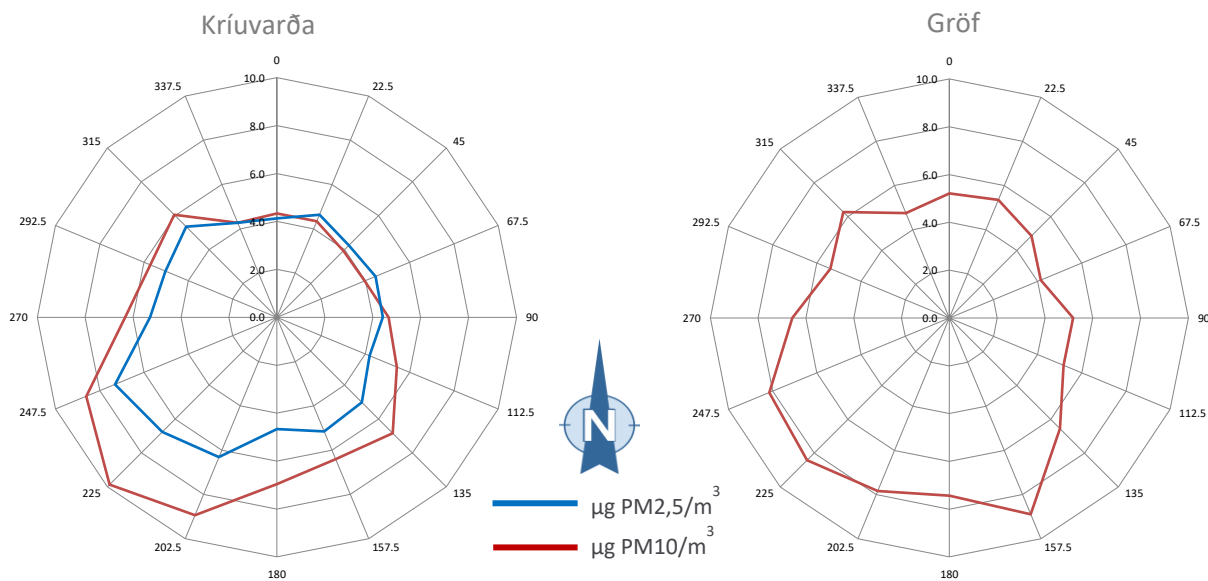


**MYND 4.11** Meðalstyrkur svifryks ( $PM_{10}$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi (ekki mælt eftir 2018).



**MYND 4.12** Meðalstyrkur svifryks ( $PM_{2,5}$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II. Engin mæligildi bárust frá Gröf II árið 2024 vegna bilunar í mælitæki.

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2024. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestan- og sunnanáttum. Uppsprettur  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  eru ekki endilega þær sömu, þar sem uppspretta  $PM_{2,5}$  tengist brennsluferlum bifreiða eða iðnaði og getur komið langt að á meðan uppsprettur  $PM_{10}$  eru frekar í nærumhverfinu t.d. úr vega- eða jarðvegsryki. Því eru líklegar uppsprettur svifryksins á Kríuvörðu og Gröf II, umferð í grennd við iðnaðarsvæðið og höfuðborgarsvæðið. Aðrar uppsprettur eru malarnámur við Stóru-Fellsöxl og Hólabrú austan Hvalfjarðarganga auk iðnaðarsvæðisins [2].

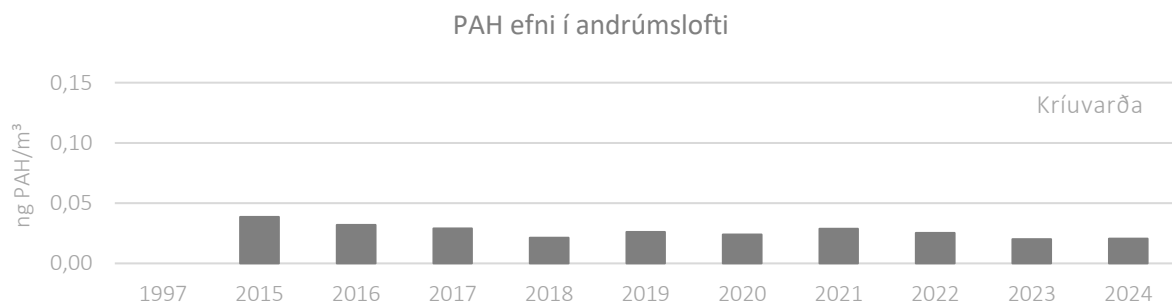


**MYND 4.13** Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2024. Athugið að vindrósinar eru ekki í sama kvarða.

#### 4.1.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti

Mælingar voru gerðar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH<sub>16</sub>-efna) í svifrykksýnum (PM<sub>10</sub>) sem safnað var á síur á Kríuvörðu allt árið 2024. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH<sub>16</sub> efna í andrúmslofti. Styrkur PAH<sub>16</sub> efnanna var sá næstlægsti sem mælst hefur árið 2024 og hefur styrkurinn farið lækkandi síðustu ár (mynd 4.14).

Umhverfismörk hafa verið skilgreind fyrir bensó(a)þýren (1 ng BaP/m<sup>3</sup>), sem er eitt PAH<sub>16</sub> efnanna. BaP mældist langt undir þessum mörkum, eða undir greiningarmörkum sem voru á bilinu 0,0006 – 0,0009 ng/m<sup>3</sup>.

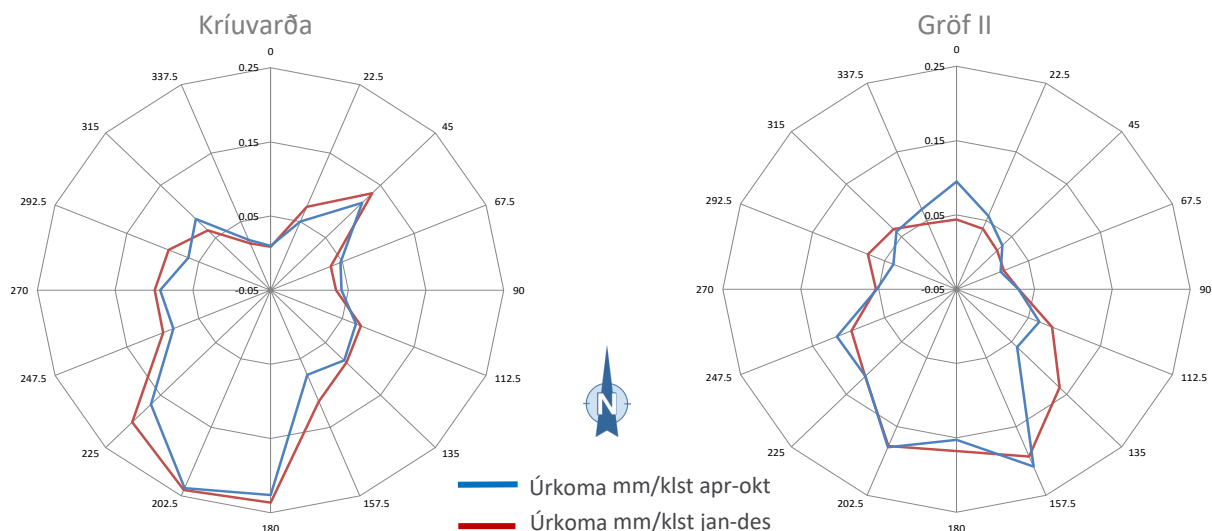


**MYND 4.14** Styrkur PAH<sub>16</sub> efna í svifryki á Kríuvörðu.

#### 4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Í úrkomusýnum sem safnað er yfir allt árið á Gröf II og Kríuvörðu er mælt magn brennisteins og flúors auk þess sem sýrustig er mælt. Sömu sýnum var safnað á Hálsnesi frá maí og fram í október. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur og auðvelt fyrir flugur og frjókorn að blandast sýnunum. Í úrkomunni eru einnig mæld efnin natrín, klór, kalsín og níturat [2] (sjá viðauka B.d). Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið, en sýrustig er bein mæling í úrkomu. Niðurstöður geta endurspeglad að nokkru úrkomumagn þar sem áfallsgildi eru hærri í meiri úrkomu.

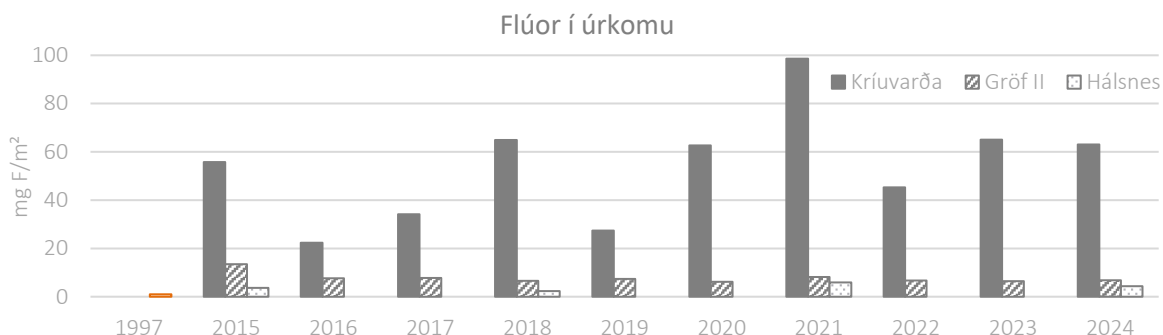
Á báðum stöðvum rigndi mest í suðvestan- og sunnanáttum á árinu 2024 (mynd 4.15). Afstaða stöðvanna til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



**MYND 4.15** Úrkomuáttir á Kríuvörðu og Gröf II, tímabilin apríl – október og allt árið 2024. Ekki er sami kvarði á myndunum.

### Flúor

Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu (apríl - október) var í hærra lagi en þó í samræmi við fyrri ár, en nokkur breytileiki hefur verið á milli ára (mynd 4.16). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir flúormagn í úrkomu.

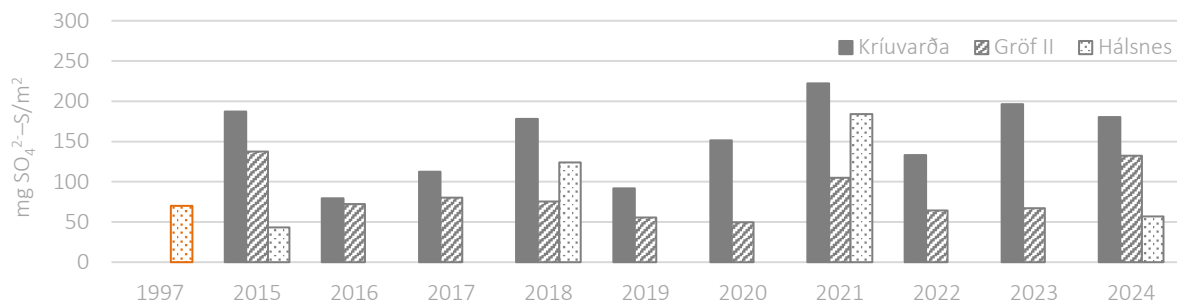


**MYND 4.16** Áfallsgildi flúors í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi yfir vöktunartímabilið (apríl – október).

### Súlfat

Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl – október lækkaði á Kríuvörðu miðað við árið 2023 en var yfir meðallagi síðustu 10 ára, en hækkaði á Gröf II og var vel yfir meðaltali síðustu 10 ára. Á Hálsnesi var áfallsgildi súlfats vel undir meðallagi (mynd 4.17). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.

### Súlfat í úrkomu

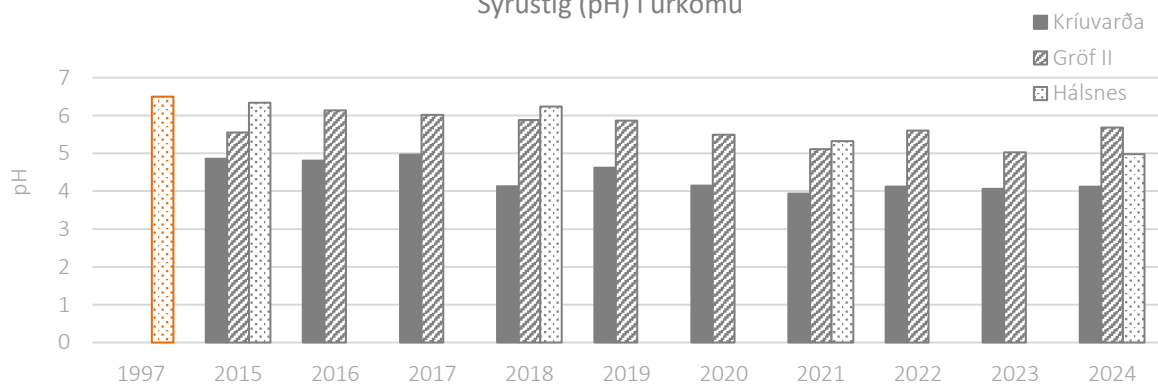


**MYND 4.17** Áfallsgildi súlfats í úrkomu á Krúvörðu, Gröf II og Hálsnesi á vöktunartímabilinu (apríl – október).

### Sýrustig

Á vöktunartímabilinu 2024 mældist sýrustig undir meðaltali síðustu 10 ára á Krúvörðu og Hálsnesi en rétt yfir á Gröf II (mynd 4.18). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir sýrustig úrkomu. Veðurstofa Íslands fylgist með sýrustigi ómengaðrar úrkomu og sýna mánaðarsýni pH 5,6. Daglegar mælingar á sömu úrkomu sýna þó að meðaltali væga súrnun (pH 5,4) [3].

### Sýrustig (pH) í úrkomu

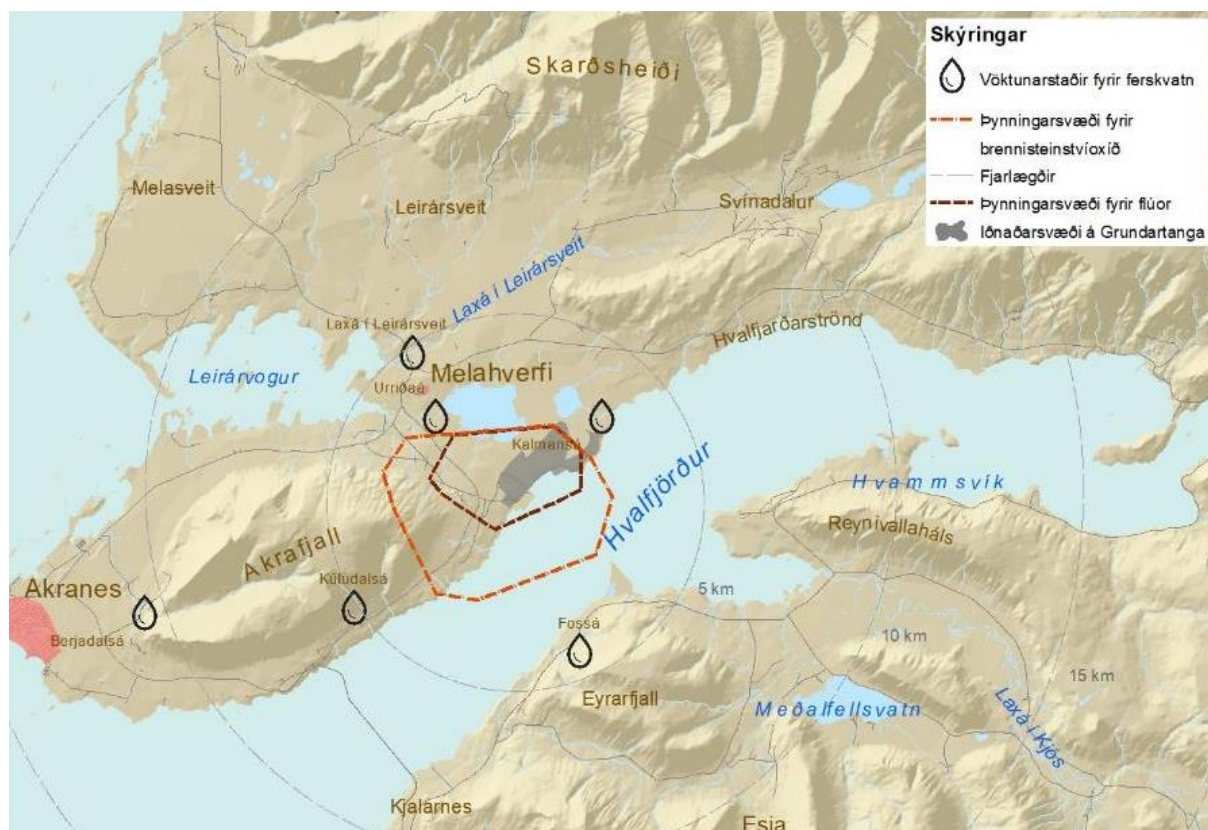


**MYND 4.18** Meðalsýrustig í úrkomu á Krúvörðu, Gröf II og Hálsnesi á vöktunartímabilinu (apríl – október).

## 5 FERSKVATN

Vöktun á sýrustigi og leiðni ásamt styrk flúors, klórs, sulfats, natríns og kalsíns fór fram árið 2024 í sex ám. Norðan Hvalfjarðar eru það Laxá í Leirársveit (104-497-R), Urriðaá (104-138-R), Kalmansá (104-185-R), Berjadalsá ofan Akraness (104-179-R) og Kúludalsá (104-135-R). Einnig voru tekin sýni úr Fossá undir Eyrarfjalli, sunnan Hvalfjarðar (mynd 5.1). Númerin aftan við nöfnin á ánum er vatnshlotanúmer umræddra vatnshlota (Fossá hefur ekkert númer). Tímabil sýnatöku var frá 11. apríl til 12. september 2024. Sýnum var safnað einu sinni í mánuði úr Urriðaá og Kalmansá, samtals sex sýnum úr hvorri á. Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar yfir söfnunartímabilið og þrjú sýni voru tekin úr Berjadalsá og Kúludalsá. Sýnataka og mælingar voru unnar af Hafrannsóknastofnun [4]. Bakgrunns mælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000, og Kúludalsá, þar sem mælingar hófust 2016.

Þetta árið hafði sjávarstaða ekki áhrif á mælingar í Urriðaá, Kalmansá eða Laxá, en sýnatökustaðir í þessum ám geta lent undir sjávarmáli á stórstraumsflóðum. Áhrifa slíkra flóða getur gætt í nokkra daga á eftir og koma þá greinilega fram í mælingum á natríni og klóríði. Hins vegar var úrkoma á svæðinu mismunandi eftir mánuðum sem getur haft áhrif á niðurstöður mælipátta þ.e. mikil úrkoma getur leitt til góðs vatnsbúskapar sem getur stuðlað að lægri styrk mælipátta. Hér er sérstaklega átt við ár úr Eiðisvatni og Hólmavatni.



**MYND 5.1** Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2024.

Kalmansá og Urriðaá eru bergvatnsár en upptök þeirra eru í yfirborðsvatni, annars vegar úr Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Laxá, Berjadalsá, Kúludalsá og Fossá eru bergvatnsár/dragár sem sækja rennsli

sitt mikið í fjallendi. Í viðauka C, má sjá niðurstöður tölfræðigreiningar á mælingum á efnainnihaldi þriggja vöktunaráa frá 1997 – 2024 sem notaðar eru til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk flúors hafi átt sér stað í ánum yfir þetta tímabil.

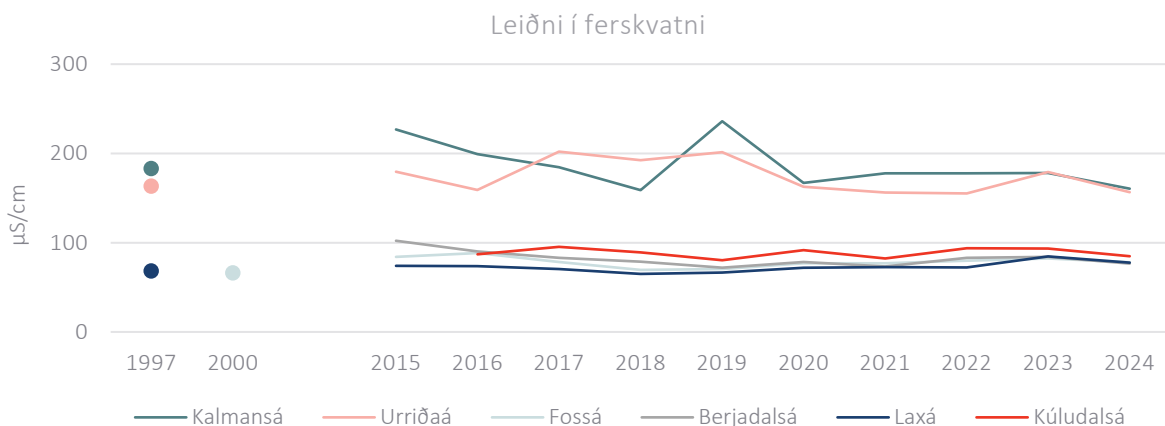
## 5.1 Niðurstöður

Frá upphafi hafa öll mæligildi verið vel undir mörkum sem tiltekin eru í neysluvatnsreglugerð. Frá 2006 hefur þó mátt sjá nokkuð hærra styrk í ánum sem koma úr vötnum norðan Grundartanga, Eiðisvatni og Hólmavatni. Almennt eru gildi ársins 2024 í samræmi við fyrri ár.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á fersku vatni má sjá í viðauka C. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem má nálgast hjá Umhverfis- og orkustofnun.

### 5.1.1 Leiðni ferskvatns

Árið 2024 mældist leiðni í Urriðaá og Kalmansá að meðaltali 159  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , minnst 125  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og mest 193  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Í dragánum mældist leiðni á bilinu 74 – 94  $\mu\text{S}/\text{cm}$  þar sem meðaltalið var 80  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Meðalleiðni allra ána var 106  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og er í samræmi við meðaltal síðustu ára, en breytileikinn hefur verið nokkur í gegnum árin (mynd 5.2). Efnainnihald vatns hefur áhrif á leiðni og því er eðlilegt að leiðni mælist hærra í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.



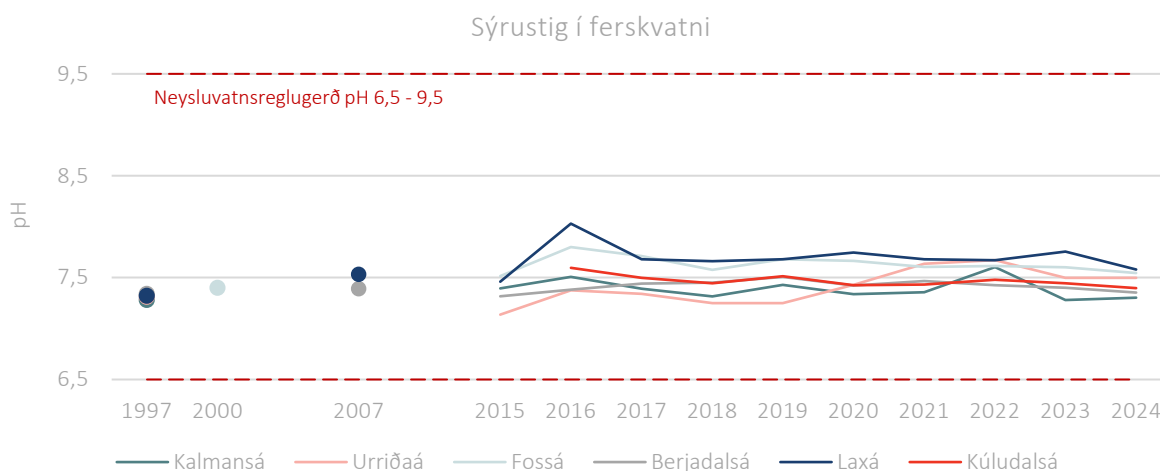
**MYND 5.2** Meðalleiðni í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2024, líkt og síðastliðin 10 ár, voru allar mælingar á sýrustigi innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var pH 7,40 og mældist á bilinu pH 7,04 – 7,94, er þetta í samræmi við meðaltal síðustu ára. Sýrustig dragáanna mældist að meðaltali pH 7,47 og var á bilinu pH 7,30 – 7,60. Heildarmeðaltal sýrustigs allra ána var pH 7,40 sem er svipað og undanfarin ár.

Sýni úr Fossá og Laxá voru tekin um mitt sumar og sumarlok en sýrustigið hefur tilhneigingu til að hækka þegar líður á sumarið.

Á mynd 5.3 má sjá meðaltal sýrustigs í vöktunarám. Hvorki var marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaa né Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki C). Ekki voru gerðar tölfræðigreiningar á Fossá, Laxá eða Kúludalsá sökum of fárra mælinga.

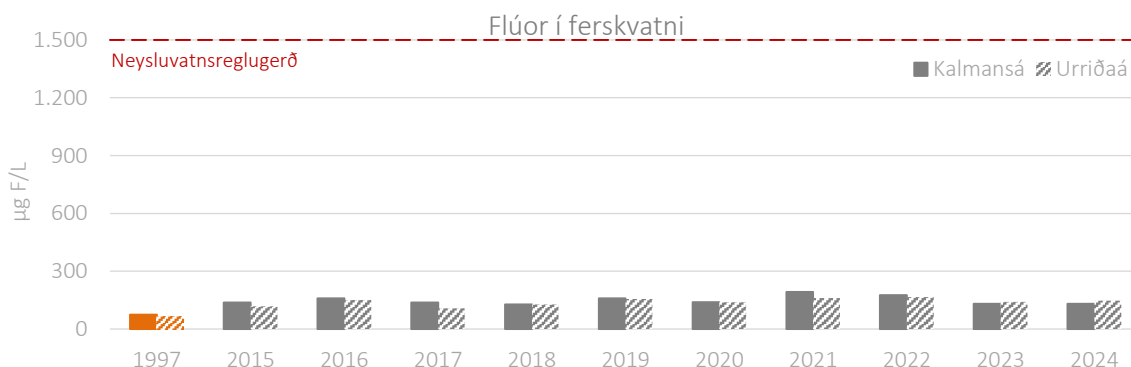


**MYND 5.3** Meðaltal sýrustigs í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.3 Flúor í ferskvatni

Meðalstyrkur flúors í vöktunarám hefur alltaf mælst langt undir hámarksgildi flúors í neytluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (1.500 µg F/L), sjá mynd 5.4. Rannsóknir sem gerðar voru í Columbia ánni í Norður-Ameríku sýna að ef styrkur flúors í ferskvatni er hærri en 200 µg F/L geti það haft skaðleg áhrif á uppgöngu fullorðinna laxfiska [5]. Ekki hefur verið skilgreindur hámarksstyrkur flúors í íslenskum ám og vötnum. Ársmeðalstyrkur flúors hefur aldrei farið yfir 200 µg F/L á vöktunartímanum í vöktunaránum.

Árið 2024 var meðalstyrkur flúors 148 µg F/L í Urriðaa og 131 µg F/L Kalmansá (mynd 5.4), sem er nánast sami styrkur og árið áður og í samræmi við meðaltal fyrri ára. Meðalstyrkur flúors í dragánum var um fjórðungur af styrk Kalmansár og Urriðaaár, sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára. Í dragánum var meðalstyrkur flúors 34 µg F/L, og á bilinu 27-40 µg F/L.



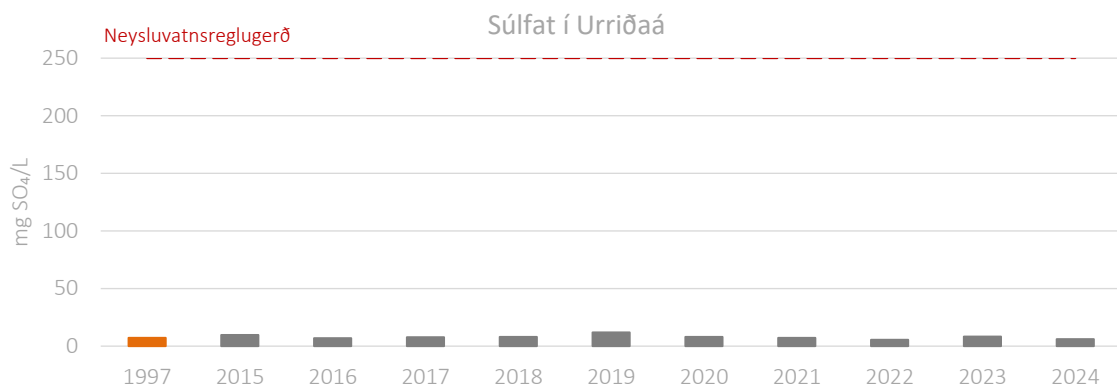
**MYND 5.4** Meðalstyrkur flúors í Urriðaa og Kalmansá síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn. Þessi vötn eru staðsett nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga sem hefur áhrif á flúormagn í ánum. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Vatnsmagn ána og vatnanna sem þær renna úr hefur einnig áhrif á styrk flúors 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.

Styrkur flúors var nánast sá sami í Urriðaá og Kalmansá árið 2024 og árið áður en marktæk hækkun var á flúor í báðum ám miðað við árið 1997. Tölfræðiniðurstöður má sjá í viðauka C.

#### 5.1.4 Súlfat í ferskvatni

Styrkur súlfats ( $\text{SO}_4$ ) í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett er fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$ ) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Líkt og með flúor var styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá hærri en mældur styrkur í dragánum og er það í samræmi við niðurstöður fyrri ára. Meðalstyrkur dragána var 1,8 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$  en 6,7 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$  fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.5 fyrir Urriðaá). Styrkurinn 2024 var nokkuð undir meðaltali.



**MYND 5.5** Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



## 6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Iðjuverin á Grundartanga hafa heimild til koma föstum framleiðsluúrgangi sem ekki er unnt að endurnýta eða endurvinna í flæðigryfjur sem staðsettar eru á hafnarsvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins. Dæmi um úrgang sem heimilt er að setja í flæðigryfjur eru kerbrot, óseljanlegar málmleifar, ónýtar múrfóðringar og kola- og súralsryk. Gryfjurnar eru afmarkaðar með grjótgarði sem hindrar að föst efni berist til sjávar en sjór flæðir um gryfjurnar vegna sjávarfalla. Skeljasandi er blandað við kerbrotuúrganginn til að hlutleysa flúorsambönd og hvarfast við önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Hafnarvernd sér um aðgengi til losunar í flæðigryfjurnar ásamt daglegu eftirliti.

Mælingar á sjó eru hluti af umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Sumarið 2024 voru tekin sjósýni þrisvar sinnum á 10 stöðum meðfram ströndinni og utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Á hverjum stað voru sýni tekin á eins metra dýpi í eins og fjögurra metra fjarlægð frá grjótgarðinum (mynd 6.1). Tvö sýni voru tekin til viðmiðunar, annað í miðju fjarðar og hitt við Kalastaði. Viðmiðunarsýnin eru talin innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Í sjósýnunum var mældur styrkur arsens (As), króms (Cr), kopars (Cu), nikkels (Ni), blýs (Pb), sinks (Zn), járn (Fe), áls (Al), fosfórs (P) og vanadíns (V) auk magn sýaníðs (CN, frítt og og heild) og flúors (F). Sýni voru tekin dagana 27. maí, 25. júlí og 7. ágúst 2024. [6].



**MYND 6.1** Staðsetning sýnatökustaða (Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson, í eigu Faxaflóahafna).

## 6.1 Niðurstöður

Mengun utan flæðigryfjugarðanna er óveruleg og mæliniðurstöður ársins 2024 eru flestar svipaðar eða lægri en mælst hafa síðustu tuttugu árin. Sýnin mældust í flestum tilfellum undir þeim styrk sem talin er geta haft árhif á viðkvæmt lífríki og viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðuráls.

### 6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum

Arsen, blý, kopar, króm, nikkell og sink, eru snefilefni sem mæld eru í sjósýnum við flæðigryfjugarða á Grundartanga. Í miklu magni eru efnin talin vera óæskileg í lífríki hafsins. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessi efni í yfirborðsferskvatni, árósvatni og strandsjó í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (tafla 6.2). Magn áls og flúors er borið saman við viðmiðunarmörk fyrir frárennsli í starfsleyfi Norðuráls en engin viðmiðunarmörk eru til staðar fyrir vanadín, járn, fosfór og sýaníð í sjó. Meðalstyrk efna í sjósýnum er að finna í töflu 6.1. Í viðauka D má finna meðalgildi styrks, ásamt hæsta og lægsta gildi fyrir alla mælipætti.

Styrkur snefilefna mældust oftast í svipuðum styrk eða lægri en á undanförunum árum. Járn, ál og króm mældist hæst í viðmiðunarsýnum frá miðju fjarðar. Þetta eru efni sem helst má búast við frá niðurbroti brotajárns á sjávarbotni nálægt sýnatökustað. Kopar og vanadín mældust einnig hæst í viðmiðunarsýni fyrir miðju fjarðar. Arsen mældist í svipuðum styrk og viðmiðunarsýni auk þess sem blý mældist í öllum tilvikum undir greiningarmörkum. Zink og fosfór mældust rétt við greiningarmörk í svipuðum styrk og viðmiðunarsýni. Eins og áður mældist meðalstyrkur allra efna á öllum sýnatökustöðum innan umhverfismarka II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Ál mældist langt undir viðmiðunarmörkum í frárennsli skv. starfsleyfi Norðuráls (20 mg/l).

### 6.1.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Tafla 6.1 sýnir meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum. Frítt sýaníð og heildar sýaníð, mældist að meðaltali undir greiningarmörkum á öllum sýnatökustöðum þ.e. <0,01 mg/L. Ekki eru til umhverfismörk fyrir sýaníð í sjó.

Flúor mældist tiltölulega jafn í sýnum árið 2024. Flúor mældist í svipuðum eða hærri styrk miðað við viðmiðunarsýni, hæst að meðaltali 1,46 mg/L fyrir miðju flæðigryfju sem er langt undir viðmiðunarmörkum flúors í frárennsli skv. starfsleyfi Norðuráls (50 mg/L). Í viðauka D má finna meðalgildi styrks, ásamt hæsta og lægsta gildi fyrir sýaníð og flúor. Til samanburðar eru þar einnig birt meðaltalsgildi viðmiðunarsýna fyrir tímabilið 2020-2024.

**TAFLA 6.1** Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2024. Litir vísa til umhverfismarka. Umhverfismörk eru ekki til fyrir ólituð efni.

Vöktunarstaður	As µg/L	Cr µg/L	Cu µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Zn µg/L	Al* µg/L	F* mg/L	Fe** µg/L	P** µg/L	V** µg/L	Sýanið** (Frítt) mg/L	Sýanið** (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,63	0,52	1,05	0,68	<0,3	2,35	20,0	1,32	20,0	<40	2,07	<0,010	<0,010
2 Austurendi - 4 m	1,77	0,48	0,98	1,07	<0,3	<2,0	16,0	1,32	21,0	<40	2,07	<0,010	<0,010
3 Austanmegin - 1 m	1,68	0,51	1,15	<0,5	<0,3	<2,0	17,0	1,31	27,0	<40	2,06	<0,010	<0,010
4 Austanmegin - 4 m	1,87	0,62	0,95	<0,5	<0,3	<2,0	19,0	1,25	30,0	<40	2,11	<0,010	<0,010
5 Miðja - 1 m	1,66	0,79	0,97	<0,5	<0,3	2,30	30,0	1,46	17,0	<40	2,1	<0,010	<0,010
6 Miðja - 4 m	1,66	0,59	1,22	<0,5	<0,3	<2,0	17,0	1,26	25,0	<40	2,04	<0,010	<0,010
7 Vestanmegin - 1 m	1,72	0,55	1,38	<0,5	<0,3	2,52	17,0	1,18	30,0	<40	2,16	<0,010	<0,010
8 Vestanmegin - 4 m	1,75	0,64	1,38	<0,5	<0,3	2,15	18,0	1,19	30,0	<40	2,17	<0,010	<0,010
9 Vesturendi - 1 m	1,56	0,51	1,58	0,62	<0,3	2,53	22,0	1,18	34,0	<40	2,11	<0,010	<0,010
10 Vesturendi - 4 m	1,75	0,47	1,12	<0,5	<0,3	2,39	16,0	1,19	27,0	<40	2,12	<0,010	<0,010
Kalastaðir	1,79	0,83	1,62	<0,5	<0,3	2,01	83,0	1,18	120,0	44	2,54	<0,010	<0,010
Miðja fjarðar	1,70	1,06	0,97	<0,5	<0,3	<2,0	16,0	1,07	33,0	<40	1,98	<0,010	<0,010

\*Viðmiðunarmörk í starfsleyfi Norðuráls um kælivatn sem leiða má til sjávar: ál <20 mg/l og flúor ≤ 50 mg/l

\*\*Umhverfismörk ekki til.

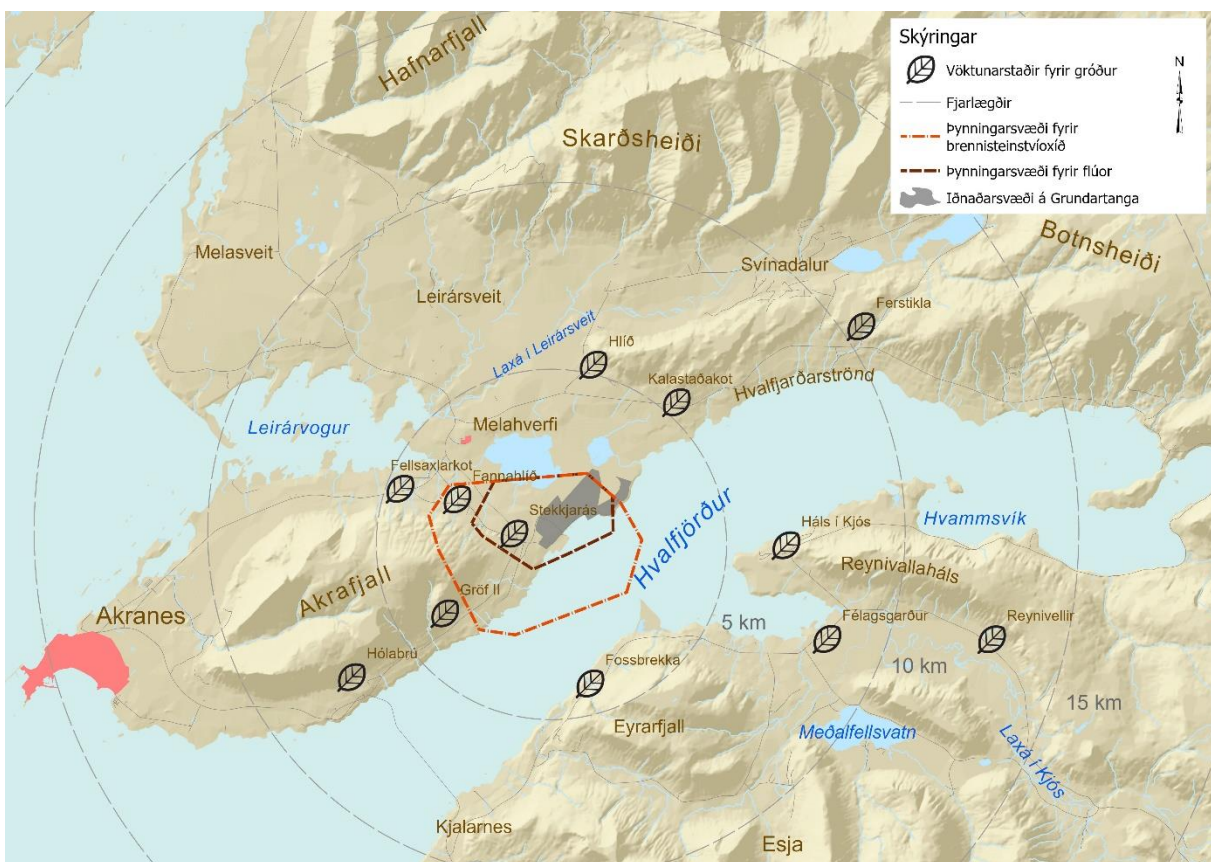
**TAFLA 6.2** Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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

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

## 7 GRÓÐUR

Sýni voru tekin af gróðri með sama hætti og undanfarin ár. Gerðar voru mælingar á styrk flúors í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs úr mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki og reyni) og barri (greni og stafafuru). Framsett mæligildi í skýrslunni eiga við heildarmagn flúors, bæði í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs. Söfnun sýna miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem reynt er að velja sýnatökudaga þegar þurrst hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á þrettán stöðum í Hvalfirði (mynd 7.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Sýni eru tekin á tveimur stöðum við Gröf II, annars vegar við veg og hins vegar við hús. Tveir staðir liggja innan þynningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlið.



**MYND 7.1** Vöktunarstaðir gróðurs í Hvalfirði árið 2024.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 11. júní og 3. september 2024 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 8. júlí 2024. Frá maí fram í september er sá tími þegar vöxtur gróðurs er hvað hraðastur og þegar komið er að lokum vaxtartímabilsins. Barri var safnað þann 21. nóvember 2024. Söfnun og greining sýna var í höndum Hafrannsóknastofnunar [7]. Tölfræðigreining var gerð á styrk flúors í grasi, laufi og barri til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hefðu átt sér stað milli ára (sjá viðauka E). Ólíkar tegundir gróðurs eru taldar þola flúor misvel og má sjá viðeigandi viðmiðunarmörk í töflu 7.1.



**TAFLA 7.1** Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [8].

Styrkur flúors í lofti (µg HF/m <sup>3</sup> )	Styrkur flúors í plöntuvef (µg F/g)	Talin áhrif
0 - 0,02	0 - 10	Engin – gildið telst vera bakgrunnsgildi.
0,02 - 0,2	10 - 30	Engin.
0,2 - 0,6	30 - 100	Hnignun viðkvæmra tegunda, einkum mosa, fléttna, barrtrjáa [9]. Styrkleiki flúors í andrúmslofti (HF) 0,3 µg F/m <sup>3</sup> yfir 5 – 6 mánaða tímabil getur leitt til uppsöfnunar á um 30 µg F/g í plöntuvef [8].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungspölinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þolinnna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [10, 11, 12, 9].

## 7.1 Niðurstöður

Staðbundið veðurfar getur haft áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri. Næst uppsprettum getur úrkoma til dæmis lækkað styrk flúors í gróðri á meðan vindátt getur aukið styrkinn á þeim svæðum sem snúa undan meginvindátt frá uppsprettum. Hins vegar hefur hitastig minni áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri [7]. Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka E. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar

### 7.1.1 Flúor í grasi

Flúors í grasi mældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi flúors í fóðri (30 µg F/g), skv. reglugerð 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri og innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri [9], sbr. töflu 7.2 og mynd E.1 í viðauka E.

Hæsti flúorstyrkur í grasi (16,6 µg F/g) mældist í júlí við Stekkjarás (tafla 7.2 og mynd 7.2) [7]. Til samanburðar mældist flúor hæst 2,7 µg F/g í grassýnum við Skorradal. Styrkur flúors í grasi árið 2024 lækkaði lítillega að meðaltali frá árinu á undan og er ávallt vel innan allra þolmarka. Styrkur flúors var breytilegur á sýnatökustöðunum á milli sýnatökutímabila (tafla 7.2). Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

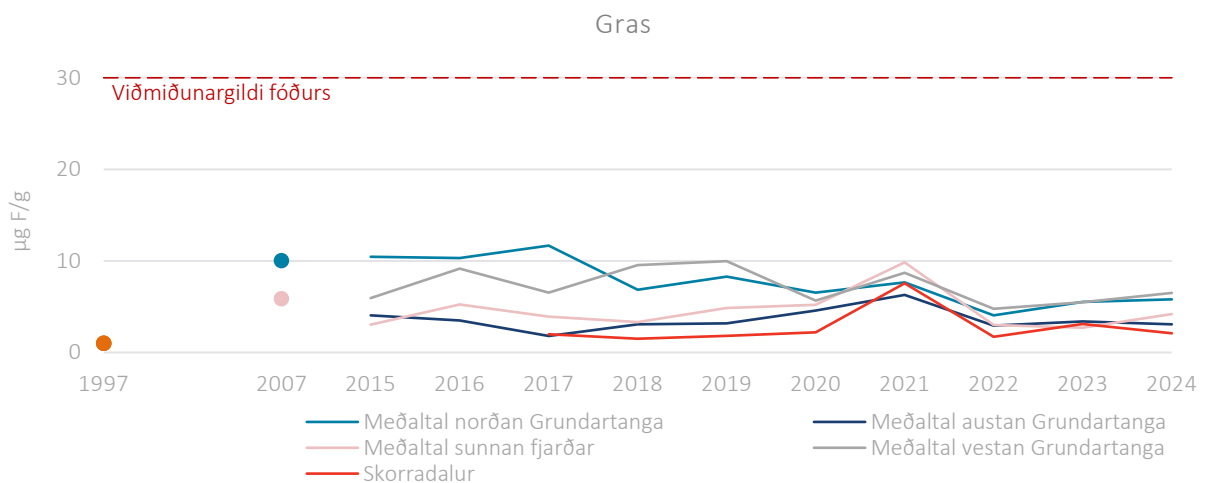
Hækkun var á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2024 miðað við árið 1997. Engin marktæk breyting var á styrk flúors sunnan fjarðar en marktæk lækkun mælist norðan fjarðar miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor nánast alltaf mælst hærrí í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar, en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2024. Breytileiki á mæligildum er svipaður bæði norðan fjarðar og sunnan fjarðar.

**TAFLA 7.2** Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2024 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfraeðiúrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi						
	Vöktunarstaður	Júní ( $\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Júlí ( $\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	September ( $\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Breyting 2024 m.v. 1997	Breyting 2024 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjarás	6,7	16,6	7,5	Hækkun	Lækkun
	Fannahlíð	5,7	5,0	7,9		
	Fellsaxlarkot	2,9	4,9	8,4		
	Kalastaðarkot	3,5	4,9	1,6		
	Ferstikla	2,8	2,7	1,3		
	Gröf II við hús	4,1	9,0	4,5		
	Hólabrú	5,9	8,7	6,8		
	Hlíð	4,1	4,2	2,4		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	7,8	3,0	2,0		Engin breyting
	Fossbrekka	10,0	3,8	2,6		
	Háls í Kjós	4,6	3,0	1,5		
	Reynivellir	5,5	4,1	2,4		
Viðmiðunarstaður Skorradalur	1,5	-	2,7			
<b>Talin þolmörk grasa</b> <b>Talin þolmörk grasbíta [9]</b> <b>Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**</b>					100-200 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	
					30 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	
					30 $\mu\text{g F/g}$ fyrir sauðfé	

\*\* Samkvæmt reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri er hámarksinnihald flúors fyrir grasbíta 50  $\mu\text{g/g}$  fóðurs með 12% rakainnihaldi en 30  $\mu\text{g/g}$  fyrir mjólkandi dýr.

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	11	8	3	Sumarið 2024 var kalt og hlýir dagar fáir. Úrkoma var yfir meðallagi. Austan og norðaustanáttir eru venjulega ríkjandi í Hvarlfirði og voru norðanáttir algengari 2024 en í meðalári. Engin úrkoma var sýnatökudagana og frekar þurrviðrasamt dagana fyrir sýnatöku.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	0	0,2	20	
Lofthiti ( $^{\circ}\text{C}$ )	7,4	10,4	10,4	
Meðalvindhraði (m/s)	5	7	3	
Vindáttir	Breytilegt	A- áttir	SA, NV- áttir	



**MYND 7.2** Meðalstyrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar.

## 7.1.2 Flúor í laufi

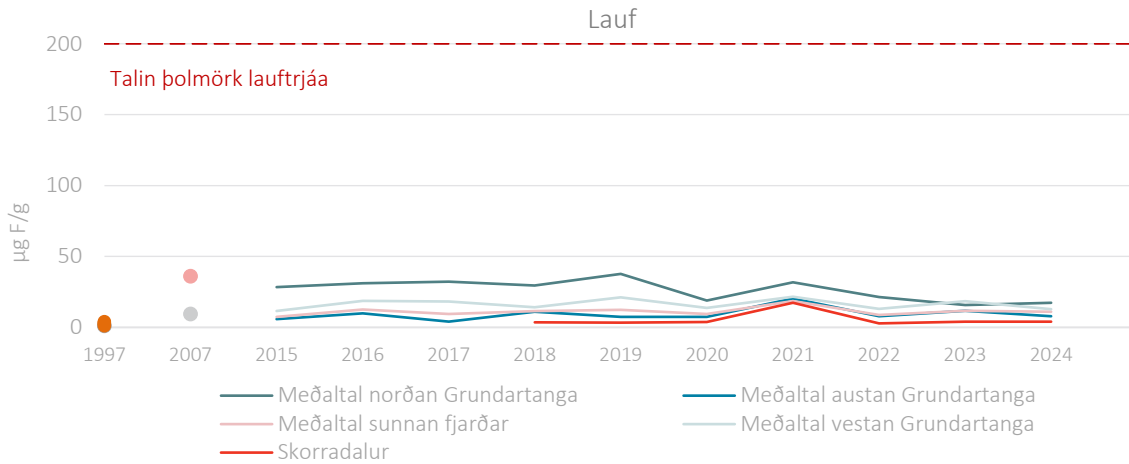
Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 7.3 og mynd E.2 í viðauka E. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum frá Stekkjarás í september (36,7 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 5,2 µg F/g.

Styrkur flúors í laufi greindist svipaður og árið 2023. Greina má lítilsháttar lækkun í sýnum sem tekin voru austan Grundartanga sem skýrist líklega af tíðum norðan og austan áttum. Breytileiki var í styrk flúors í laufi innan vaxtartímabils (tafla 7.3).

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E. Tafla 7.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2024 og niðurstöður tölfræðigreiningar sem sýna að hækkun var á meðalstyrk flúors í laufi frá sýnatökustöðum bæði norðan og sunnan fjarðar árið 2024 miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufi miðað við árið 2007 (mynd E.3 í viðauka E). Mynd 7.3 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar. Almennt er meiri breytileiki á mæligildum norðan og vestan við Grundartanga miðað við austan Grundartanga og sunnan fjarðar.

**TAFLA 7.3** Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2024 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfræðiúrvinnslu. Sjá töflu 7.2 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í ágúst (µg F/g þurrefni)	Breyting 2024 m.v. 1997	Breyting 2024 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjars</i>	13,8	36,7	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	13,9	21,8		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	10,3	23,0		
	<i>Kalastaðakot</i>	14,3	3,5		
	<i>Ferstikla</i>	5,5	3,1		
	<i>Gröf II við hús</i>	10,0	13,1		
	<i>Hólabrú</i>	12,6	15,2		
<i>Hlíð</i>	10,0	12,4			
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	16,4	14,3		
	<i>Fossbrekka</i>	7,1	4,5		
	<i>Háls í Kjós</i>	9,6	5,7		
	<i>Reynivellir</i>	24,0	13,7		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		3,0	5,2		
<b>Talin þolmörk lauftrjáa</b>		200 µg F/g í plöntuvef			



**MYND 7.3** Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga árið 2024, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar.

### 7.1.3 Flúor í barri

Meðalstyrkur flúors í eins árs barri mældist undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g (tafla 7.4). Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mælist yfirleitt hærri en flúor í eins árs barri, en það var ekki raunin árið 2024 á mælistöðunum Stekkjarási, Ferstiklu og Gröf II. Mynd 7.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri á öllum vöktunarstöðum.

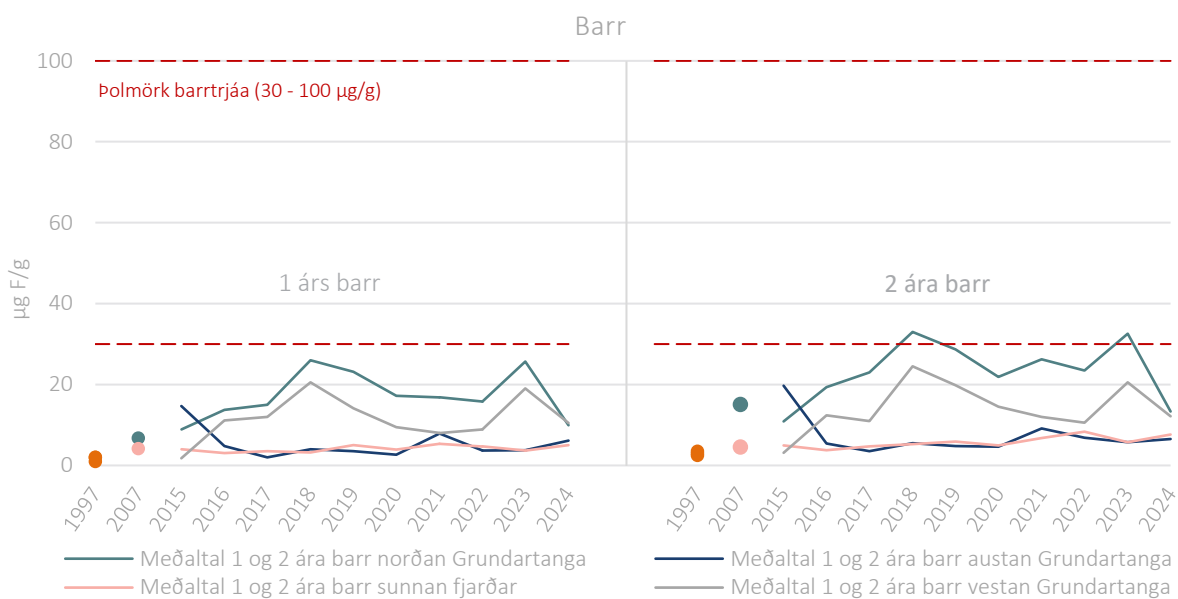
**TAFLA 7.4** Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2024 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfraðilegrar greiningar og veðurfari við sýnatökur.

Flúor í barri					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur 1 árs barr (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur 2 ára barr (µg F/g þurrefni)	Breyting 2024 m.v. 1997	Breyting 2024 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	16,3	14,5	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	13,1	19,2		
	Fellsaxlarkot	6,8	10,2		
	Kalastaðakot*	5,1	7,4		
	Ferstikla*	6,5	5,5		
	Gröf II við veg*	9,9	9,7		
	Hlíð*	5,7	6,7		
Hólabrú*	11,1	14,6	Hækkun		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5,7			9,6
	Fossbrekka	4,3			5,6
	Háls í Kjós*	5,8			8,8
	Reynivellir	4,3	6,6		
	Viðmiðunarstaður Skorradalur	2,3	2,9		
<b>Talin þolmörk barrtrjáa</b>		30 - 100 µg F/g í plöntuvef			

\* Mælingar hófust árið 2009 við Hlíð, árið 2010 við Gröf II við hús og árið 2011 við Ferstiklu og Háls í Kjós. Mælingar við Hólabrú hófust sumarið 2018 og árið 2022 við Kalastaðakot.



Veðurfar við sýnatöku		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	21	Dagana fyrir sýnatöku var meðalhitastig um -5°C. Frost var á sýnatökudegi og fimm daga fyrir sýnatökudag. Austanáttir voru ríkjandi dagana fyrir sýnatöku og úrkomulaust en á sýnatökudegi var úrkoma snemma morguns.

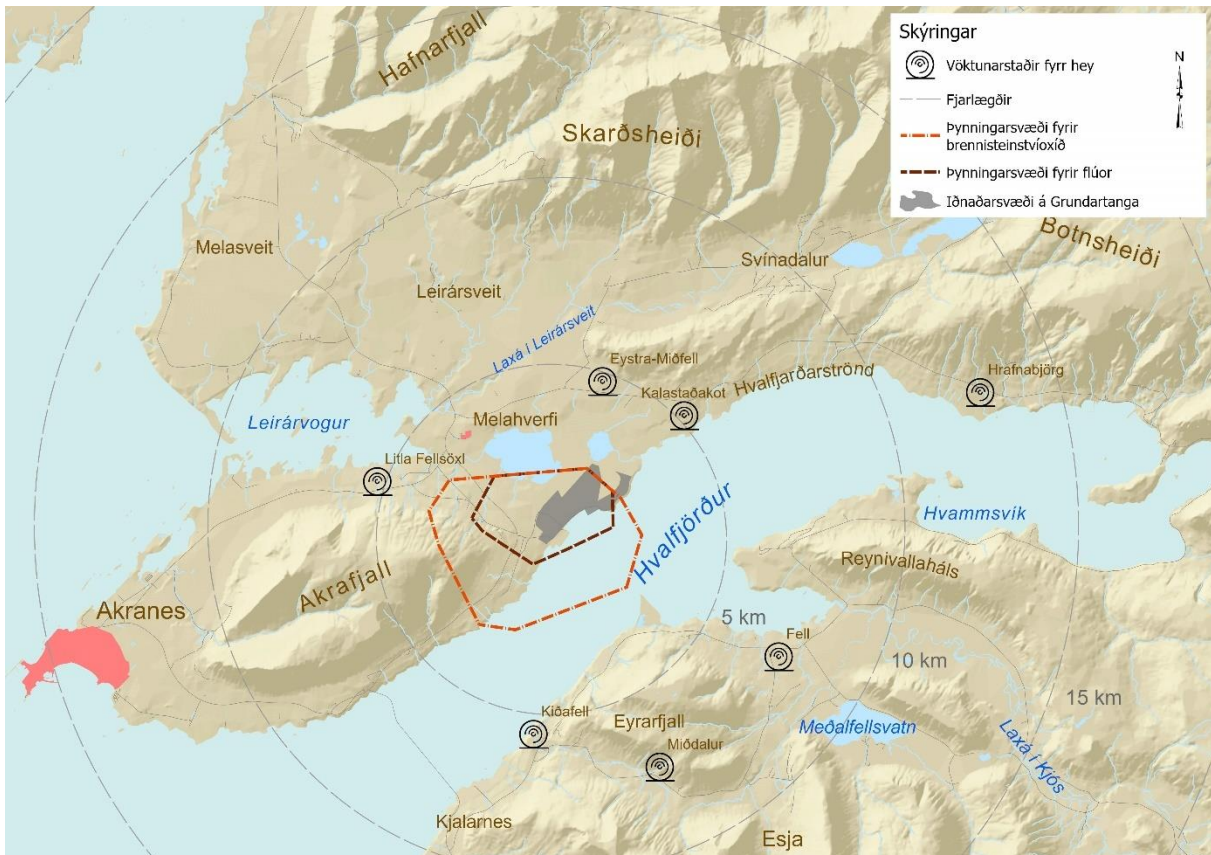


**MYND 7.4** Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunngildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri sunnan Hvalfjarðar árið 2024 miðað við árið 1997 en engin breyting var miðað við árið 2007. Ekki var breyting á eins og tveggja ára barri norðan fjarðar miðað við árin 1997 og 2007 (mynd 7.4). Greinilegur munur var á flúorstyrk í barri norðan og sunnan fjarðar. Árið 2024 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir E.5 og E.6 í viðauka E.).

## 8 HEY

Árið 2024 fóru fram mælingar á flúor og brennisteini í heyi frá sjö bæjum (Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Kiðafelli, Litlu Fellsöxl, Felli, Miðdal og Kalastaðakoti). Þessar mælingar fara fram annað hvert ár. Bæirnir eru staðsettir norðan og sunnan Hvalfjarðar og koma bæirnir Miðdalur og Fell nýir inn í stað Innra Hólms og Meðalfells (mynd 8.1). Samtals voru tekin 13 heysýni frá þessum bæjum úr opnum heyrúllum í febrúar 2025. Sýnin endurspeglar það hey sem gefið er í vetrargjöf. Dýralæknirinn í Mosfellsbæ sá um söfnun sýna og Efnagreiningar Hafranssóknarstofnun sá um efnamælingar [13].



**MYND 8.1** Vöktunarstaðir fyrir hey í Hvalfirði árið 2024.

### 8.1 Niðurstöður

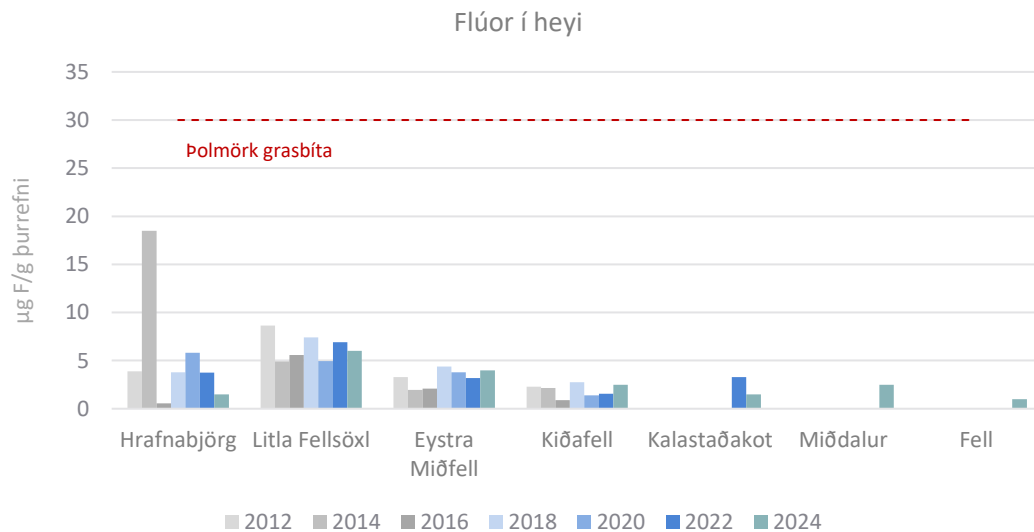
#### 8.1.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi mældist í öllum tilfellum innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fóðri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30 µg F/g) miðað við 12% rakainnihald, sbr. reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri. Að auki mældist flúor innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g þurrefni) (mynd 8.2) [13].

**TAFLA 8.1** Niðurstöður mælinga flúors og brennisteins í heyi (miðað við 0% raka) á öllum vöktunarstöðum ásamt þolmörkum.

	Vöktunarstaður	Flúor µg/g þurrefni	Brennisteinn mg/g þurrefni	Þolmörk grasbíta gagnvart flúor Hámarksgildi fóðurs
Norðan fjarðar	Hrafnabjörg	2,0	2,3	30 µg F/g þurrefni í plöntuvef 30 µg F/g í fóðri fyrir mjólkandi ær 50 µg F/g í fóðri fyrir annað sauðfé með 12% rakainnihald
		1,0	2,4	
	Eystra Miðfell	4,0	2,7	
		4,0	2,5	
	Litla Fellsöxl	8,0	1,6	
		4,0	1,8	
	Kalastaðakot	2,0	1,6	
		1,0	1,9	
Sunnan fjarðar	Kiðafell	3,0	2,0	
		2,0	2,5	
	Fell	1,0	2,0	
	Miðdalur	4,0	1,8	
		1,0	2,5	

Styrkur flúors mældist hæstur í heysýni frá Litlu Fellsöxl, 8 µg F/g, sjá töflu 8.1. Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g [14] og 4,2 µg F/g í grasi og heyi [15]. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi mældist um 4.300 µg F/g í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var styrkurinn kominn niður fyrir 30 µg F/g [16]. Mynd 8.2 sýnir flúor í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Miðað við árið 2022 mældist flúor í heyi hærrí á Eystra Miðfelli og Kiðafelli en lægri á öðrum vöktunarstöðum.

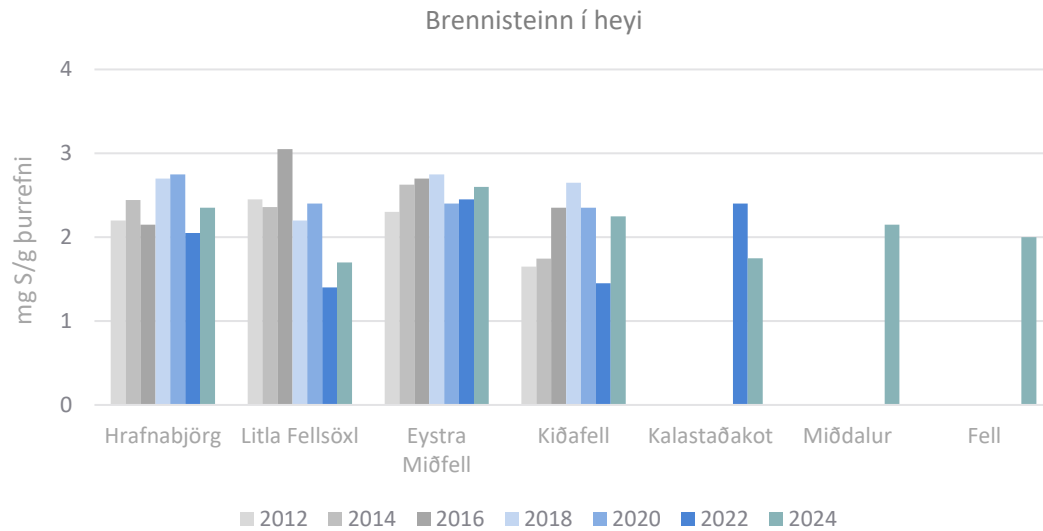


**MYND 8.2** Meðalstyrkur flúors í heyi.

### 8.1.2 Brennisteinninn í heyi

Niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi má sjá í töflu 8.1. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Eystra Miðfelli, 2,7 mg S/g. Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið

árið 2006 [17]. Þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g, lægsta gildi 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g. Mynd 8.3 sýnir brennistein í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Árið 2024 var meðalstyrkur brennisteins hærrí á Hranfabjörgum, Litlu Fellsöxl, Eystra Miðfelli og Kiðafelli en var árið 2022. Hins vegar var meðalstyrkur allra vöktunarbæja 2,1 g/kg árið 2024 sem er svipað og árið 2022.

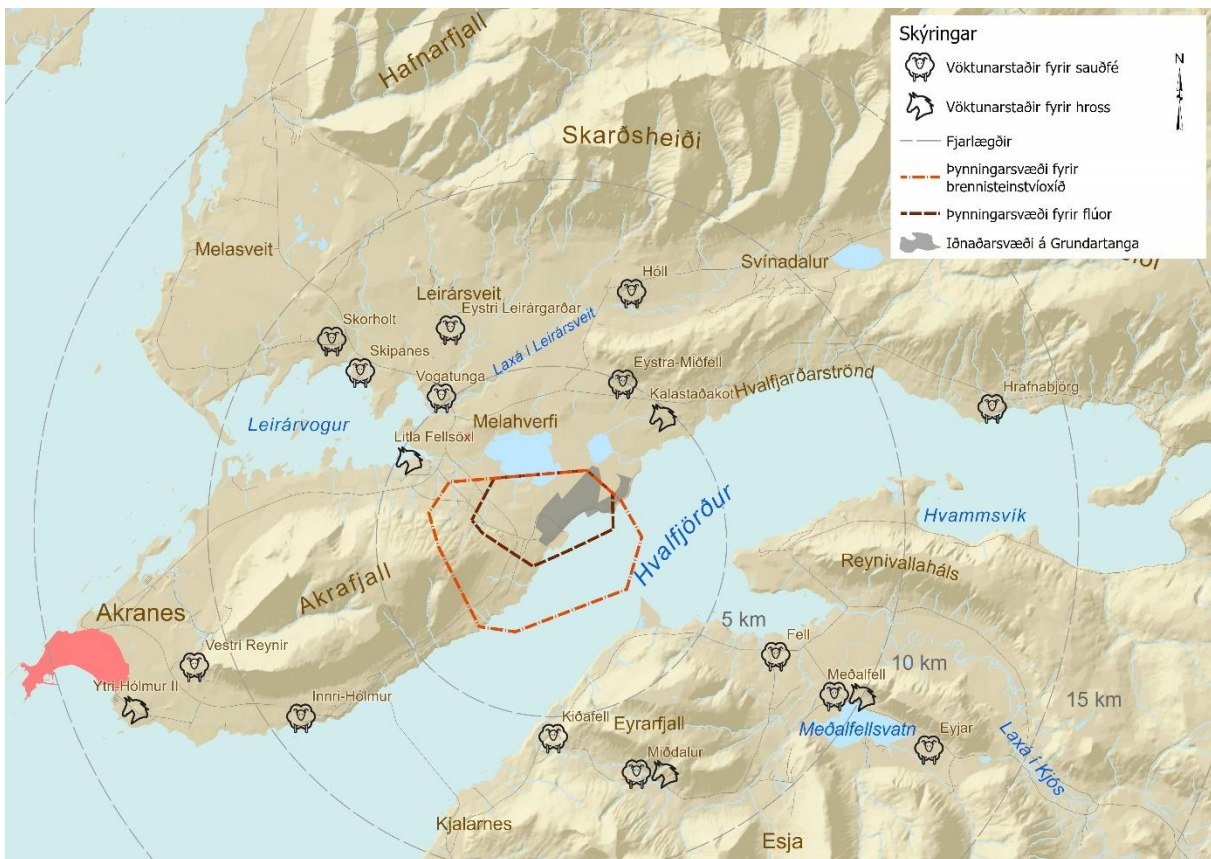


**MYND 8.3** Meðalstyrkur brennisteins í heyi.

## 9 GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS)

Árleg vöktun á áhrifum flúors á sauðfé og hross fer fram hjá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Bæirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 9.1). Flúor var mældur í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé. Kjálkar dýranna voru einnig skoðaðir með tilliti til vísbendinga um skemmdir vegna flúoráhrifa [18]. Dýralæknir frá Dýralækninum í Mosfellsbæ sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og Hafrannsóknastofnun sá um flúormælingar í beinösku kjálka. Dýralæknir skoðaði einnig ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa og mat ástand liðamáta í framfótum dýranna [19].

Grasbítar taka upp flúor m.a. með fóðri og vatni sem safnast fyrir í beinum þeirra með tíma, því mælist flúor yfirleitt hærrí í eldra fé. Leitast er við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur af fullorðnu fé (6 vetra eða eldri) frá hverjum vöktunarbæ [1]. Upplýsingar um aldur dýranna koma fram á fjármerkjum viðkomandi bæja.



MYND 9.1 Vöktunarbæir fyrir sauðfé og hross árið 2024.

Sýni frá 12 bæjum bárust af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2024 (mynd 9.1). Til viðmiðunar var flúor mældur í viðmiðunarsýnum frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit, og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Alls var flúor mældur í 95 sýnum af beinösku kjálkabeina (52 lömb og 43 fullorðin dýr). Kjálkabeinin voru einnig skoðuð og mæld m.t.t. áhrifa flúors [18]. Að þessu sinni bárust lömb frá Eyjum sem staðsett er sunnan við Hvalfjörðinn en engin lömb bárust frá Kiðafelli og Meðalfelli. Einnig barst ekkert fullorðið fé frá Eystra Miðfelli eða Eyjum.

Flúor getur safnast upp í kjálkum og tönnum grasbíta, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [18]. Uppsprettur flúors geta einnig verið af náttúrulegum uppruna og má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjó [9]. Þolmörk sauðfjár gagnvart flúor eru óljós þar sem þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma auk þess skiptir máli hvaða flúorsambönd er um að ræða. Þar sem rannsóknir liggja ekki fyrir um áhrif flúors á tennur sauðfjár er, líkt og undanfarin ár, miðað við niðurstöður norskrar rannsóknar á ungum dádýrum. Sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum má sjá í töflu 9.1 [12, 20]. Til viðmiðunar má einnig nefna að styrkur flúors hefur mælst í kringum 180-200 µg F/g í beinösku 4-5 mánaða gamla íslenskra sláturlamba, sem ekki höfðu orðið fyrir neinni flúormengun sumarlangt [21]. Jafnframt mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellssýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g [21]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jörturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [22].

Talið er að ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g sé hættu á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár [9].

**TAFLA 9.1** Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta, byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [12, 20].

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

Dýralæknir skoðaði ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi fjár frá sex bæjum norðan og sunnan Hvalfjarðar (samtals 57 dýr), þ.e. frá Hraf nabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu og Kiðafelli, sem og Miðdal og Felli, sem eru nýir vöktunarbæir. Féð var á aldrinum 2-8 vetra.

Einnig skoðaði dýralæknir tennur og liði, m.t.t. flúorskaða, í samtals 30 hrossum frá fimm bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. frá Litlu Fellsöxl, Kalastaðakoti, Ytri Hólmi, Miðdal og Meðalfelli. Skoðuð eru bæði ung og gömul hross og var aldur hrossanna 5 til 30 vetra. Leitast er við að skoða hross sem eru að mestu uppalin á bæjunum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Skoðun á tönnum og liðum í lifandi fé og hrossum fór fram í janúar og febrúar 2025.

Mat er lagt á áhrif flúors á tennur í lifandi grasbítum (hross og sauðfé) miðað við matskerfi sem sjá má í töflu 9.2



TAFLA 9.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [19].

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

### 9.1 Niðurstöður

Í þessum kafla er farið yfir helstu niðurstöður umhverfisvöktunar á grasbítum. Í viðauka F eru upplýsingar um meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum ásamt ítarlegri niðurstöðum, tölfræðigreiningar og yfirliti um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Auk þess er vísað til fyrri ársskýrsla umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem nálgast má hjá Umhverfis- og orkustofnun.

Meðalstyrk flúors frá vöktunarbæjum við Hvalfjörð og talin þolmörk dádýra má sjá í töflu 9.3. Þar koma einnig fram breytingar sem hafa orðið á styrk flúors árið 2024 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur).

TAFLA 9.3 Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfræði-úrvinnslu.

Vöktunarbæir	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2024 m.v. 1997	Breytingar 2024 m.v. 2007
<b>Lömb</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	96		
<i>Bær vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vestri Reynir, Innri Hólmur)</i>	315		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	300		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	221	Hækkun	Engin breyting
<i>Bæir sunnan Hvalfjarðar (Eyjar)</i>	164	Hækkun	Engin breyting
<b>Fullorðið fé</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu</i>	892		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vestri Reynir, Innri Hólmur)</i>	1.321		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll)</i>	847		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	955	Hækkun	Engin breyting
<i>Allir bæir sunnan Hvalfjarðar (Kiðafell, Meðalfell)</i>	734	Engin breyting	Engin breyting
<b>Viðmið</b>			
<b>Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum</b>	1.000 - 2.000		
<b>Veldur tannskemmdum í dádýrum</b>	>2.000		

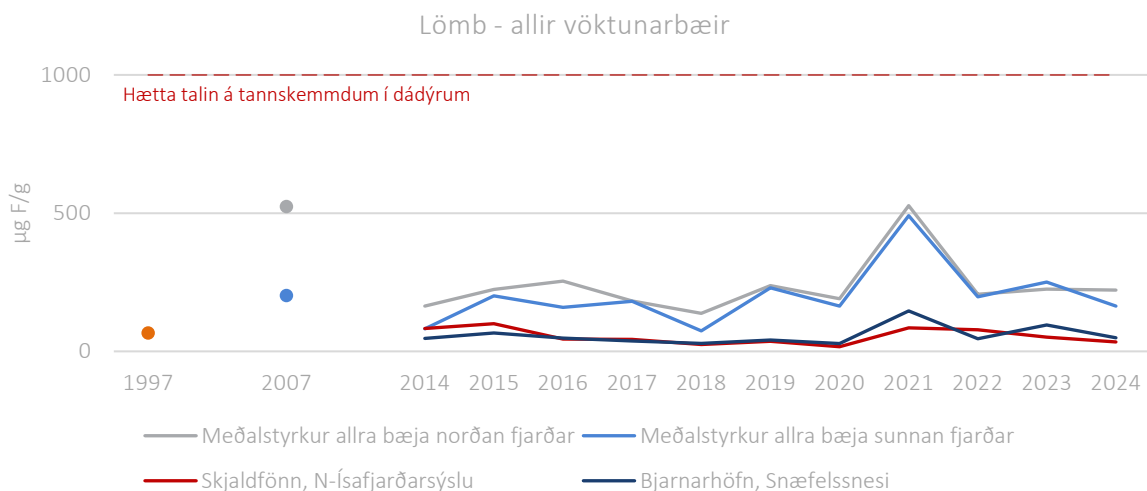
### 9.1.1 Flúor í lömbum

Meðalstyrkur flúors mældist hæstur í kjálkabeinum lamba frá Eystra Miðfelli (871  $\mu\text{g F/g}$ , min: 257  $\mu\text{g F/g}$ , max: 1.765  $\mu\text{g F/g}$ ). Hins vegar mældist meðalstyrkur flúors lægstur í lömbum frá Skipanesi (62  $\mu\text{g F/g}$ ). Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í þrem lömbum frá Eystra Miðfelli yfir þeim mörkum sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000  $\mu\text{g F/g}$ , viðauki F).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 215  $\mu\text{g F/g}$ , sem er svipaður styrkur og mælt hefur undanfarin ár. Meðalstyrkur flúors mældist hærri í lömbum frá bæjum norðan Hvalfjarðar 283  $\mu\text{g F/g}$  en sunnan fjarðarins 164  $\mu\text{g F/g}$  (mynd 9.2), en hér er ekki um markatækan mun að ræða. Til viðmiðunar mældist flúor í kjálkabeinum lamba 34  $\mu\text{g F/g}$  frá Skjaldfönn og 49  $\mu\text{g F/g}$  frá Bjarnarhöfn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar var engin breyting á flúor samanborið við árið 2007.

Meðalstyrkur flúors, árið 2024, í lömbum frá svæðum austan, norðan, norðvestan og sunnan af iðnaðarsvæðinu var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2008.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan og sunnan fjarðar árið 2024 var marktækt hærri en mældist árið 1997, en óbreyttur miðað við árið 2007 (viðauki F.b)



**MYND 9.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

### 9.1.2 Flúor í fullorðnu fé

Flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma getur því verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé á milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2024 var um 6,3 vetra (yngst 2 vetra og elst 11 vetra).

Ekkert dýr mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum (2.000  $\mu\text{g F/g}$ ). Meðalstyrkur flúors mældist hæstur í kjálkabeinum fullorðins fjár frá Vestri Reyni (1.364  $\mu\text{g F/g}$ ,

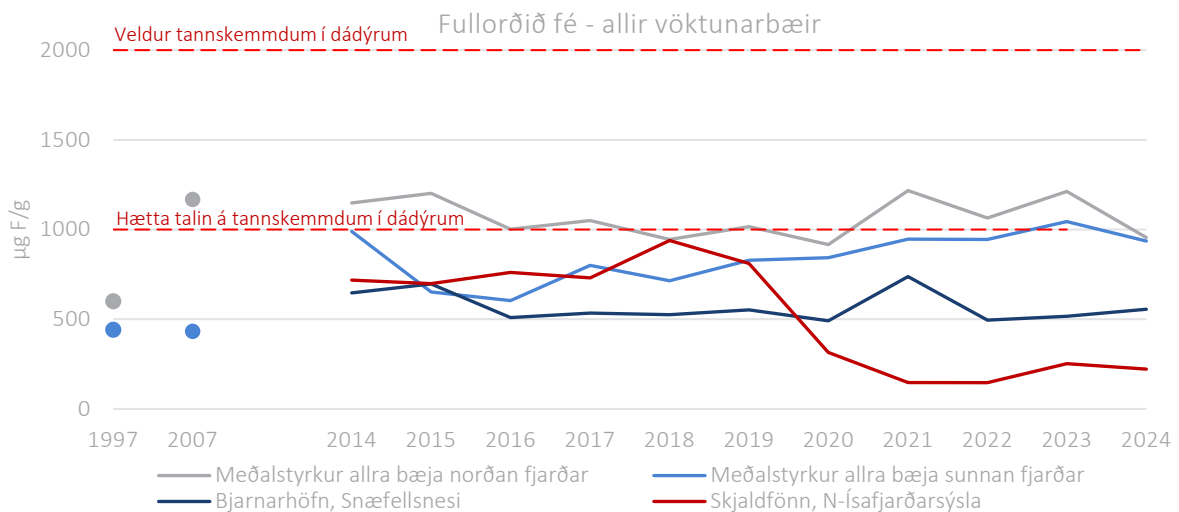


min: 962 µg F/g, max: 1.743 µg F/g) en auk þess mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá Meðalfelli (1.271 µg F/g, ein kind), Innri Hólmi (1.151 µg F/g, ein kind) og Skipanesi (1.007 µg F/g, min: 883 µg F/g, max: 1.096 µg F/g) yfir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, viðauki F). Lægst mældist flúor í fullorðnu fé frá Kiðafelli (600 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé 223 µg F/g frá Skjaldfönn (6-8 vetra gömul dýr) og 556 µg F/g frá Bjarnarhöfn (5-7 vetra gömul dýr).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 951 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 955 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 935 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 9.3). Meðalstyrkur flúors árið 2024 mældist innan þeirrar sveiflu sem mælst hefur frá árinu 2008.

Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2024 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki F.c).

Árið 2024 var ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árið 2007 en marktæk hækkun miðað við árið 1997. Sunnan fjarðar var engin breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé miðað við árin 1997 og 2007.



**MYND 9.3** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

### 9.1.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé m.t.t. sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 9.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka F.c [18].

**TAFLA 9.4** Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	40	4	8
Sæmileg	0	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)
Góð	10 / 866	3 / 615	3 / 520
Sæmileg	6 / 715	1 / 555	1 / 162
Slæm	19 / 986	1/ 1.271	4 / 347
Meðalaldur (ár)	6,2	6,4	6,5

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

Öll lömbin voru við góða tannheilsu en mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé (tafla 9.4). Hæsti styrkur flúors mældist í fullorðnu dýri frá Vestri Reyni (1.743 µg F/g). Það dýr var með slæma tannheilsu. Árið 2024 mældist flúor aldrei yfir viðmiðunarmörkum, sem veldur tannskemmdum í dádýrum (2.000 µg F/g). Tólf dýr mældust yfir viðmiðunarmörkum, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í dádýrum (1.000 µg F/g) miðað við tuttugu og tvö árið 2023. Dýrin voru ýmist með góða, sæmilega eða slæma tannheilsu. Breytingar sáust á glerungi tanna hjá einu lambi og fjórum fullorðnu dýrum og einu fullorðnu dýri frá Skjaldfönn.

Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum [18].

#### 9.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

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

Í viðauka F.c má sjá yfirlit yfir niðurstöður skoðunar tanna og liðamóta framfóta í lifandi sauðfé og hrossum, sbr. matskerfi í töflu 9.2. Almennt var matið lágt á ástandi á tönnum og liðum bæði hjá sauðfé og hrossum. Tennur í einu hrossi fékk einkunnina 3 (nokkur áhrif, þar sem dæld/eyðing var sjáanleg í glerungi). Ekki er hægt að fullyrða að eyðingin sé að völdum flúors en þessar breytingar hafa ekki sést áður auk þess sem tannsteinn getur t.d. valdið skemmdum á tönnum og tannholdi. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Kalastaðakoti og Litlu Fellsöxl (0,17) og lægst í hrossum frá Ytra Hólmi og Meðalfelli (0,13). Ekki fundust breytingar á liðum hrossa.

Nokkuð var um að nokkrar framtennur vantaði í sauðféð auk þess framtennur voru lausar í nokkrum dýrum. Beinbólga fannst í kjálkum tveggja kinda sem sennilega stafar út frá jöxlum. Ekki fundust breytingar á liðum kinda við skoðun, en bólgur fundust í hnjám þriggja dýra [19].

## 10 HEIMILDASKRÁ

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Önnur endurskoðun 28.03.2018,“ 2018. [Á neti]. Available: [https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraaetlun\\_2018\\_2021\\_2endursk\\_28032018.pdf](https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraaetlun_2018_2021_2endursk_28032018.pdf).
- [2] Elín Jónsdóttir, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar-desember 2024,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2025.
- [3] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað apríl 2025].
- [4] Egill Antonsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga - Ferskvatnsmælingar 2024,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2025.
- [5] Camargo, Julio A., „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [6] Egill Antonsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í sjó við flæðigryfjur 2024,“ 6EM24003, Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2025.
- [7] Egill Antonsson, „Gróðurskýrsla 2024. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Norðurál á Grundartanga ehf.,“ Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, 2025.
- [8] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolom, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [9] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [10] Friðrik Pálmason og E. Skye, „An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminium smelter on the vegetation in Reyðarfjörður. A report to the Icelandic energy marketing agency,“ RALA, Reykjavík, 1999.

- [11] Horntvedt og Øyen, „Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk. Kafli 6 í Norsk aluminiumindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge,“ Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS), Oslo, 1994.
- [12] Ongstad, Stoll og Aasland, „The Norwegian aluminium industry and the local environment,“ Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report, 1994.
- [13] Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2024, sem er liður í umhverfismælingunni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lífandi búfé og hey,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2025.
- [14] Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard & R. Sulzberger, „Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna,“ Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 1970.
- [15] Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason, „Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfénað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfénað,“ Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 1985.
- [16] Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson & Páll A. Pálsson, „Flúoreitrun í búfé. Ráðunautafundur 178-187,“ 1981.
- [17] Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacius, Bragi Línal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson & Tryggvi Eiríksson, „Styrkur snefilefna í heyi,“ Fræðingur landbúnaðarins 2006, bls. 179-189, 2006.
- [18] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2024. Skýrsla vegna umhverfismælingunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2024.
- [19] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2024, sem er liður í umhverfismælingunni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lífandi búfé,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2025.
- [20] T. Vikøren og G. Stuve, „Fluoride exposure in cervids inhabiting areas adjacent to aluminum smelters in Norway. II. Fluorosis,“ *Journal of wildlife diseases*, b. 32, nr. 2, pp. 181-189, 1996.
- [21] Páll A. Pálsson, „Flúormengun og álver, flúormagn í dýrabeinum í grennd við álverið í Straumsvík árin 1967-1991,“ *Búnaðarrit nr. 108*, pp. 245-257, 1995.

- [22] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [23] National Research Council, „Effects of Fluorides in Animals,“ National Academy of Science, National Academies Press, 1974.

## VIÐAUKI A ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR

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

- 1) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2023. Maí 2024.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2022. Maí 2023.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2021. Júní 2022.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2020. Apríl 2021.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2019. Apríl 2020.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Maí 2019.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Apríl 2018.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Apríl 2017.
- 9) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Apríl 2016.
- 10) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Apríl 2015.
- 11) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Apríl 2014.
- 12) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Apríl 2013.
- 13) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Apríl 2012.
- 14) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Apríl 2011.
- 15) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Apríl 2010.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Apríl 2009.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Maí 2008.
- 18) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Október 2007.
- 19) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Nóvember 2006.
- 20) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Apríl 2005.
- 21) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Apríl 2004.
- 22) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Mars 2003.

## VIÐAUKI B LOFTGÆÐI

**TAFLA B.1** Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Kríuvörðu árið 2024, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Viðmiðunargildi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Skýring
<b>F (síur, apríl - október)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,33		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,34	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,66		Mælt 1. Júní í SV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,39		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,40	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,27		Mælt 1. Júní í SV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,32		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,66		Mælt 1. Júní í SV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,39		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,24		Mælt 1. Júní í SV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	8,74		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	7,31	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	119	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 3x árlega. Mælt 11. júlí í SV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	350,5	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 24x árlega. Mælt 11.6 í VNV-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
Meðalstyrkur ársins	0,6	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	4,9	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Má yfirstíga 5x árlega. Mælt 25. maí í SA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	0,68	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	4,9	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 7x árlega. Mælt 30.1 í SV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	15,3	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 24.janúar í SSV-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	0,89	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	5,9		Mælt 30. janúar í SV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	5,67	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	25,7	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 35x árlega. Mælt 24. maí í SA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	2,1		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	4,91	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<b>PAH efni - Bensó(a)þýren</b>			
Mældur styrkur apríl – október (síur)	$7 \cdot 10^{-7} - 9 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.



**TAFLA B.2** Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Gröf II árið 2024, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þýnningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m <sup>3</sup> )	Viðmiðunargildi (µg/m <sup>3</sup> )	Skýring
<b>F (síur, apríl - október)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,02		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,09		Mælt 24. apríl í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,04		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,03	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,18		Mælt 26. september í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,02		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,25		Mælt 4. mars í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,04		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,36		Mælt 4. mars í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	4,75		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	4,86	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	91,0	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 23. apríl í NNA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	481	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 11. júní í VSV-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
Meðalstyrkur ársins	0,6	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	5,4	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 27. maí í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	1,66	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	9,8	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 29. nóvember í N-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,2		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	51,6	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 3. apríl í N-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	2,04	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	10,6		Mælt 29. nóvember í N-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,02		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	6,11	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	25,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 24. maí í SSA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,6		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	Engar mælingar	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

**TAFLA B.3** Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2024, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

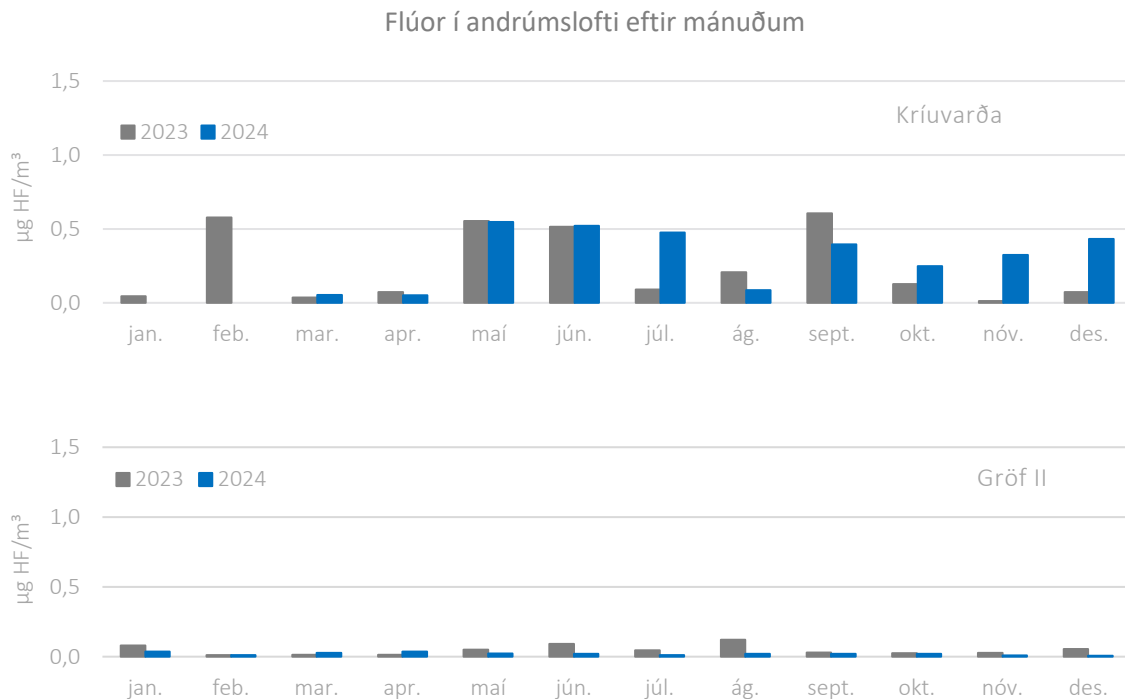
Mælipáttur	Styrkur (µg/m <sup>3</sup> )	Viðmiðunargildi (µg/m <sup>3</sup> )	Skýring
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,89	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	74,7	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 23. apríl í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	202	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 23. apríl í A-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,7	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	5,2	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 27. maí í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

**TAFLA B.4** Niðurstöður loftgæðamælinga á Hálsnesi árið 2024, meðalstyrkur og hæstu og lægstu gildi mælingartímabilsins ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða. Einungis var hægt að safna sýnum á síur á tímabilinu maí-ágúst.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m <sup>3</sup> )	Viðmiðunargildi (µg/m <sup>3</sup> )	Skýring
<b>F (síur)</b>			
<i>Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)</i>	0,04	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,13		Mælt 25. júlí í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)</i>	0,05	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,21		Mælt 25. júlí í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur apríl-sept. (loftkennt á síum)</i>	1,01		

### a. Flúor í andrúmslofti

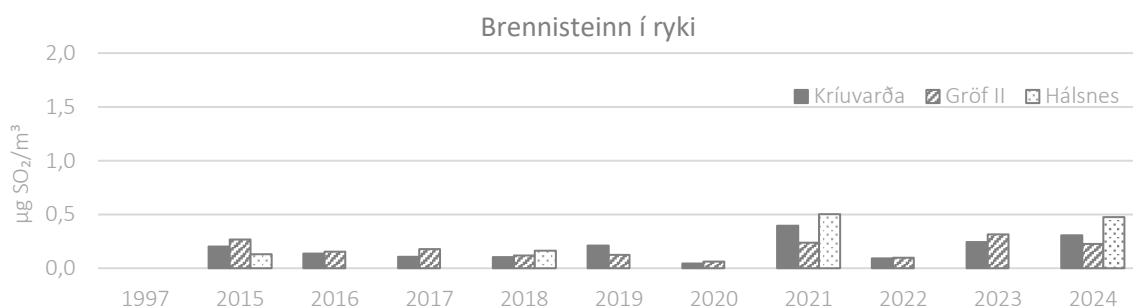
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2024 og til samanburðar árið 2023. Styrkurinn sveiflast nokkuð milli mánaða en meðalstyrkurinn var jafn árinu á undan fyrir Kríuvörðu en nokkuð lægri á Gröf.



**MYND B.1** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II yfir árið 2024.

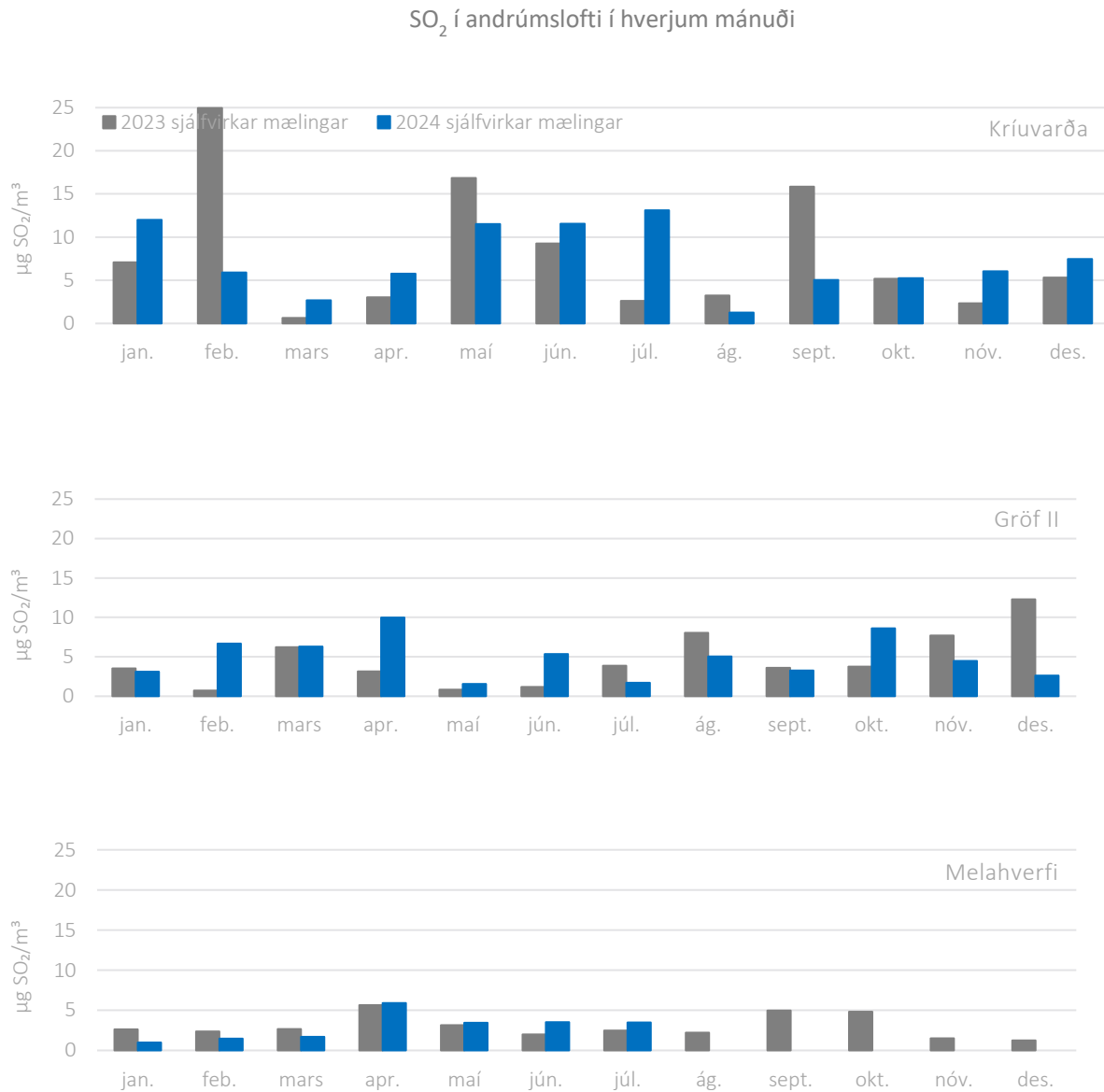
### b. Brennisteinninn í ryki og andrúmslofti

Mynd B.2 sýnir styrk brennisteins í ryksýnum sem safnað var á síur á vöktunarstöðunum. Brennisteinninn í ryki á sér margar náttúrulegar uppsprettur, m.a. úr sjó og jarðvegi og er því ekki eiginlegur mælikvarði á mengun í Hvalfirði. Styrkurinn var þó í hærra lagi árið 2024 og nokkuð yfirmeðallagi síðustu 10 ára.



**MYND B.2** Meðalstyrkur brennisteins í ryksýnum sem safnað var á síur á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi allt árið 2024.

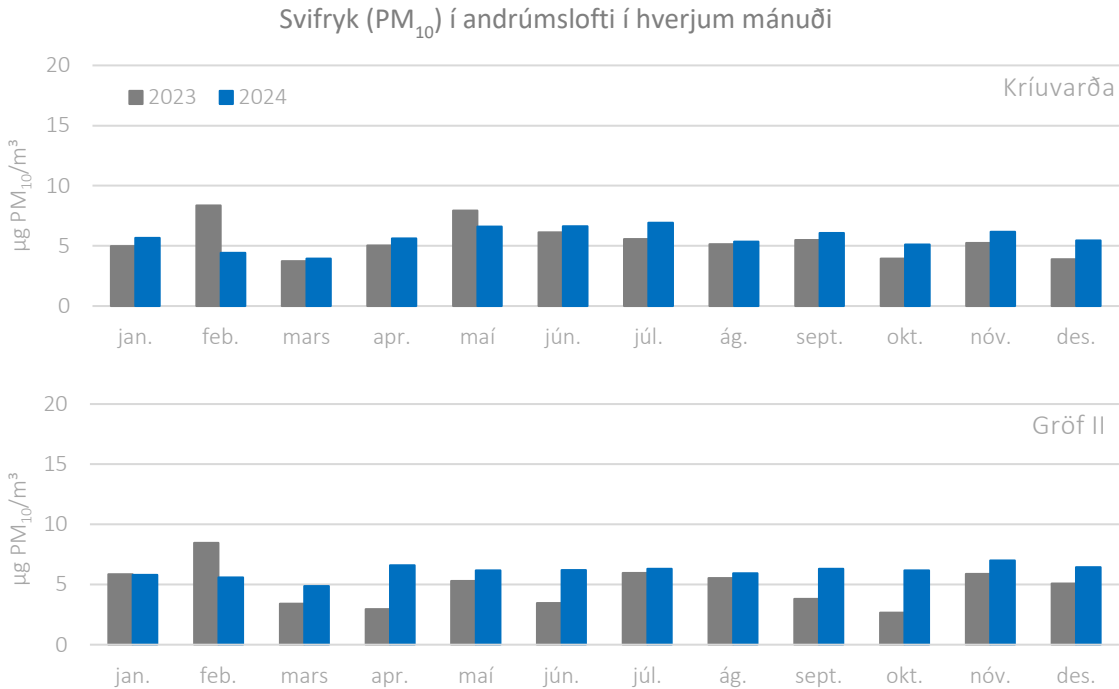
Mynd B.3 sýnir niðurstöður sjálfvirkra mælinga (flúrljómun) á meðalstyrk SO<sub>2</sub> í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2024 og til samanburðar árið 2023. Árið 2024 mældist styrkur SO<sub>2</sub> nokkuð svipaður og árið á undan þó að nokkur breytileiki hafi verið milli mánaða.



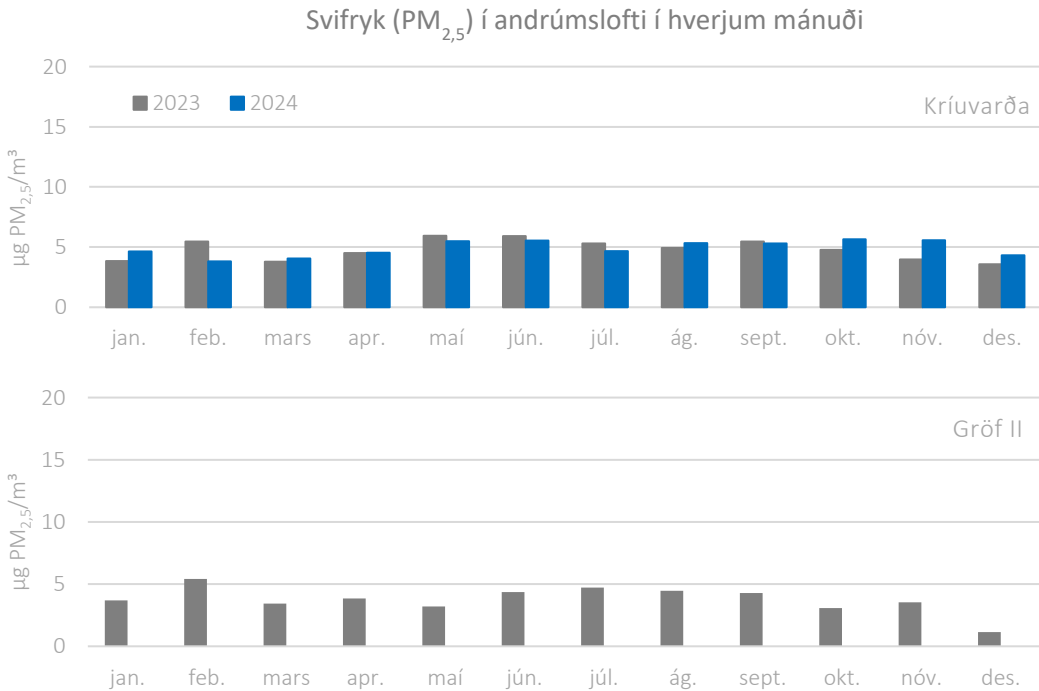
**MYND B.3** Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árin 2024 og 2023 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

### c. Svifryk í andrúmslofti

Meðalstyrkur svifryks, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á myndum B.4 og B.5. Mælingar ársins 2024 er hærri í flestum mánuðum miðað við árið 2023 fyrir bæði PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.



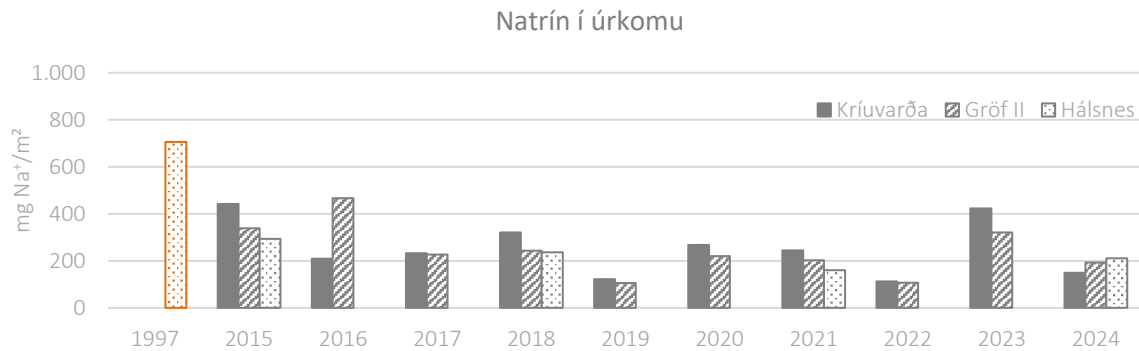
**MYND B.4** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>10</sub>) yfir árin 2024 og 2023 á Kríuvörðu og Gröf II.



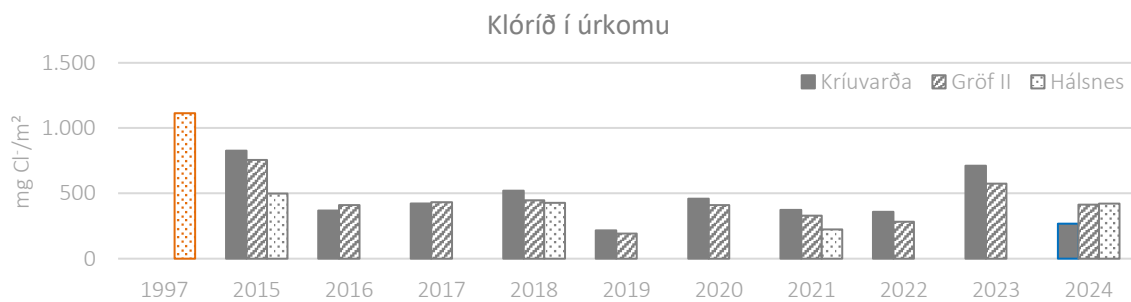
**MYND B.5** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>2,5</sub>) yfir árin 2024 og 2023 á Kríuvörðu og Gröf II. Vegna bilunar bárust engar mælingar frá Gröf II árið 2024.

#### d. Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klórs, kalsíns og nítrats var mælt í úrkomu á Gröf II og Kríuvörðu. Sýni voru yfirleitt þokkalega tær. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið. Meðalstyrkur natríns og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu og á Gröf II er birtur á myndum B.6 og B.7 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár). Á báðum stöðum mældist styrkur natríns og klóríðs vel undir meðaltali síðasta áratugar.



**MYND B.6** Meðalstyrkur natríns í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.



**MYND B.7** Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

## VIÐAUKI C FERSKVATN

### a. Niðurstöður mælinga

Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2024 í vöktunarám samanborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta.

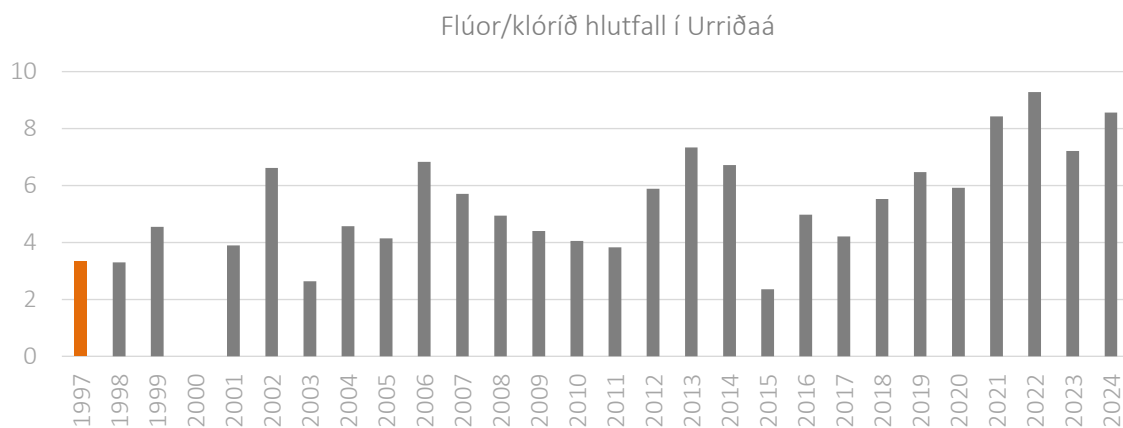
**TAFLA C.1** Niðurstöður mælinga í vöktunarám árið 2024 (meðaltal, hámarks- og lágmarksgildi) ásamt skilgreindum hámarksgildum fyrir neysluvatn.

Mælistaður (fjöldi sýna)	Flúor (µg/L)	Klóríð (mg/L)	Súlfat (mg/L)	Sýrustig pH	Leiðni (µS/cm)
Kalmansá (6)	131 Min 113 Max 142	18,9 Min 13,8 Max 24,2	7,2 Min 4,8 Max 9,3	7,30 Min 7,04 Max 7,49	161 Min 140 Max 193
Urriðaaá (6)	148 Min 133 Max 163	18,9 Min 12,3 Max 25,7	6,2 Min 4,2 Max 8,7	7,50 Min 7,24 Max 7,94	157 Min 125 Max 184
Berjadalsá (3)	27 Min 26 Max 28	10,1 Min 6,5 Max 17,0	1,8 Min 0,9 Max 3,5	7,35 Min 7,30 Max 7,39	77 Min 74 Max 81
Fossá (2)	33 Min 32 Max 34	6,1 Min 5,2 Max 7,0	0,9 Min 0,6 Max 1,2	7,55 Min 7,50 Max 7,59	78 Min 78 Max 78
Laxá (2)	37 Min 36 Max 38	5,8 Min 5,5 Max 6,0	1,4 Min 0,9 Max 1,8	7,58 Min 7,56 Max 7,60	78 Min 74 Max 81
Kúludalsá (3)	40 Min 37 Max 44	10,9 Min 7,1 Max 17,7	3,3 Min 2,1 Max 4,7	7,40 Min 7,30 Max 7,45	85 Min 79 Max 94
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	250	250	6,5 – 9,5	Á ekki við



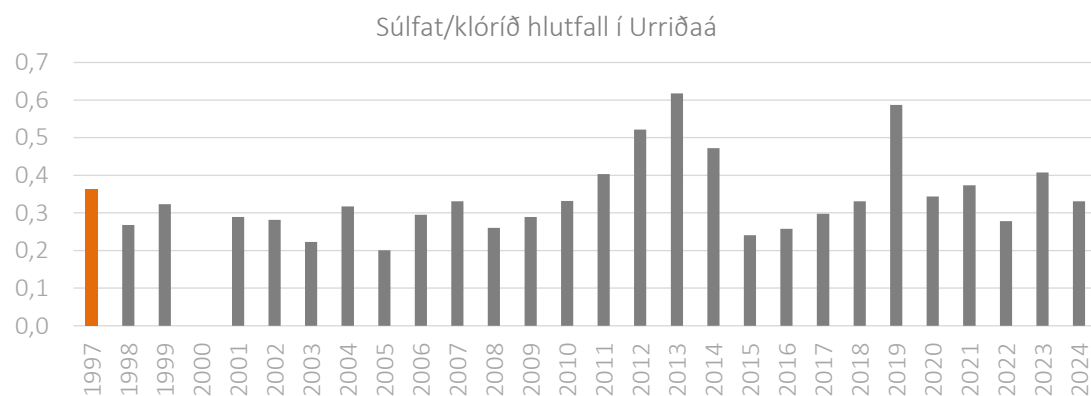
## b. Áhrif sjávar á mælingar

Klóríð er mælt í vöktunaránum til að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá annars vegar og hlutfall sulfat/klóríð hins vegar, sjá myndir C.1 og C.2. Hlutfall flúor/klóríð var hærra en árið áður og það næst hæsta frá upphafi vöktunar. Eftir lágpunkt 2015 þegar styrkur klóríðs var óvenju hár hækkaði flúor/klóríð hlutfallið til ársins 2022 en lækkaði aftur nokkuð árið 2023. Árið 2021 var meðalstyrkur flúors í Urriðaá sá hæsti frá upphafi mælinga en meðalstyrkur klóríðs sá lægsti síðan 2014, þetta saman skilaði hæsta flúor/klóríð hlutfalli frá upphafi. Það endurtók sig svo árið 2022 sem skilaði enn hærra hlutfalli. Árið 2024 var styrkur klóríðs sá lægsti frá 2014 en styrkur flúoríðs var aðeins yfir meðaltali, flúor/klóríð hlutfallið var því vel yfir meðaltali síðustu 10 ára.



**MYND C.1** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

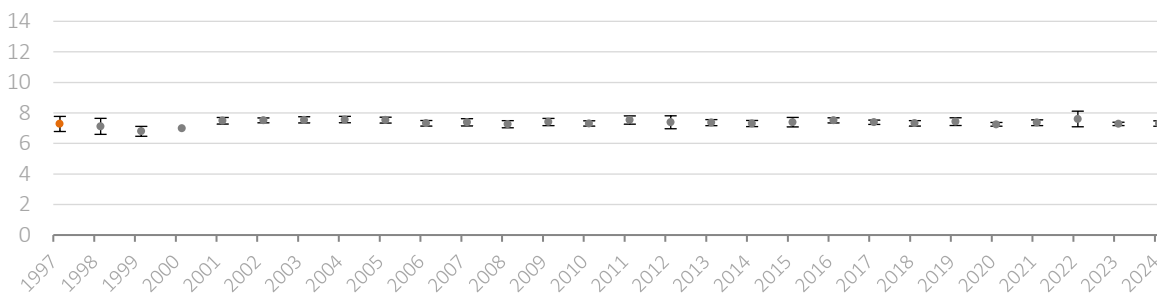
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall sulfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall sulfat/klóríð er um meðaltal síðustu 10 ára. Magn sulfats mældist vel undir meðaltali síðustu 10 ára og hefur frá árinu 2006 aðeins einu seinni verið lægra. Styrk sulfats í áni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



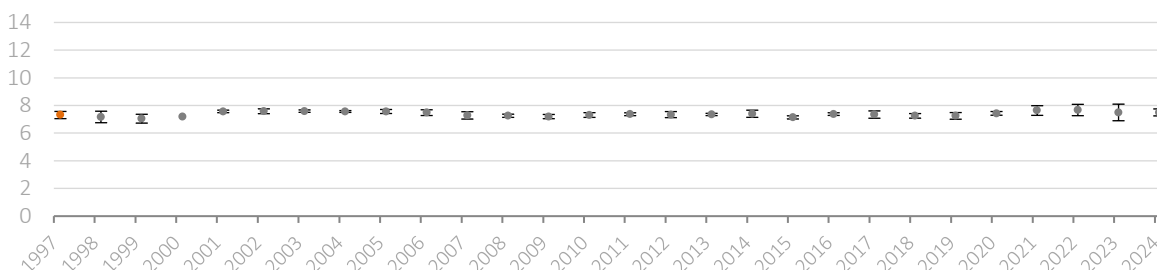
**MYND C.2** Meðaltal sulfat/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

### c. Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

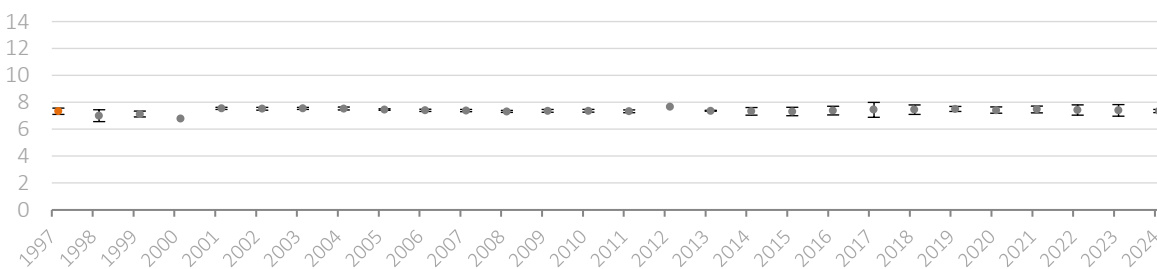
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2024 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2024. Vert er að nefna að eftir því sem fleiri mælingar eru gerðar minnkar tölfræðióvissan og endurspeglar það að hluta til stærð öryggisbila.



**MYND C.3** Meðaltal sýrustigs í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.

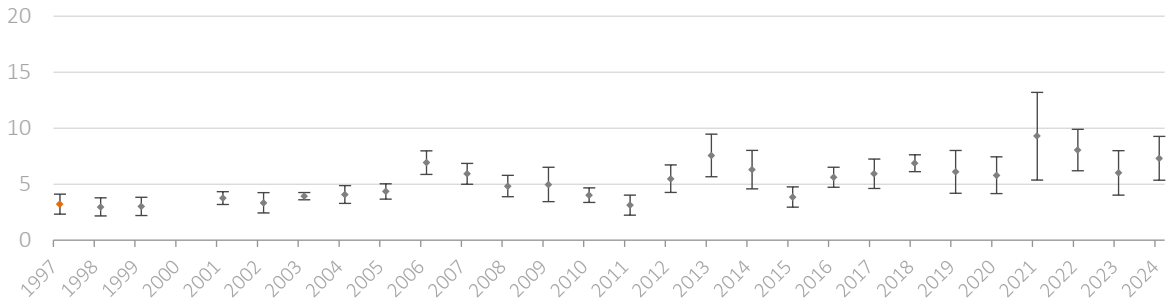


**MYND C.4** Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

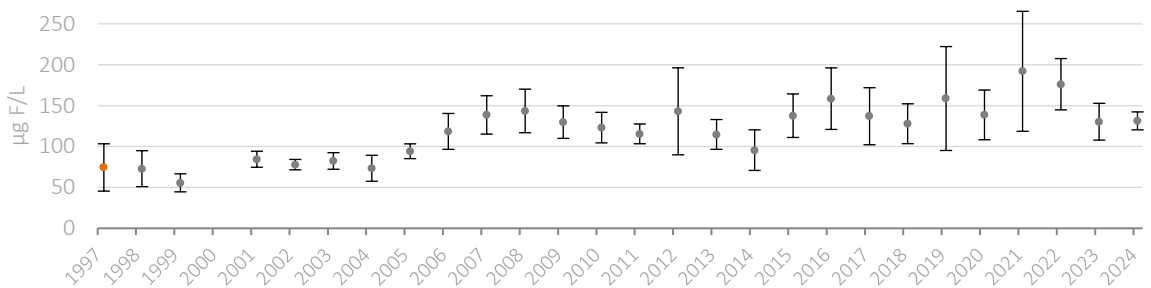


**MYND C.5** Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

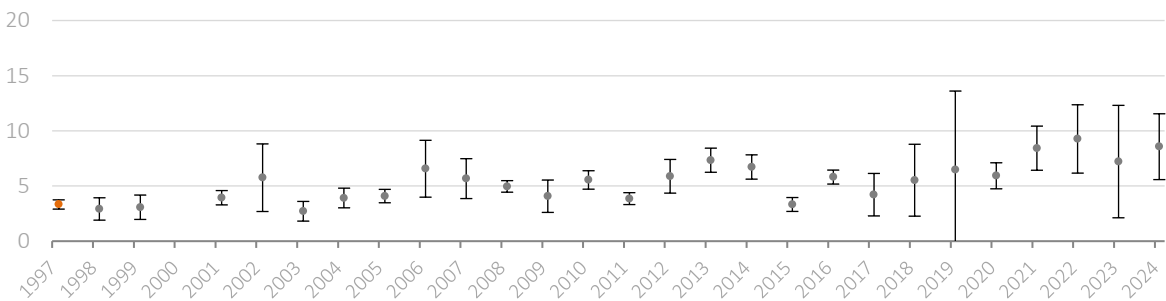
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á hlutfalli flúor/klóríð og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



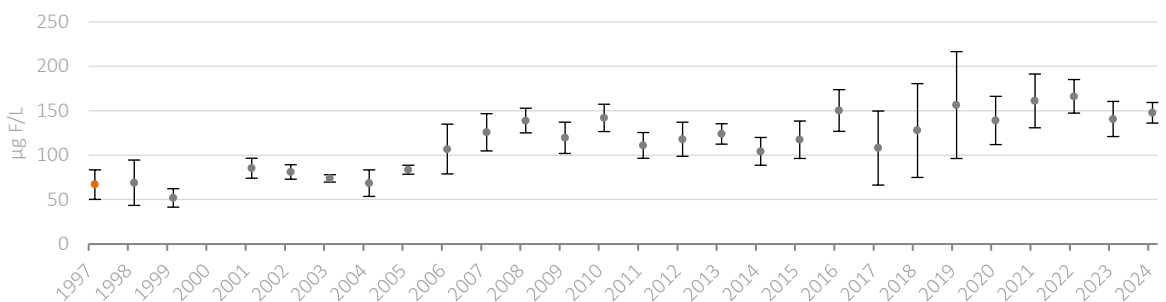
**MYND C.6** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



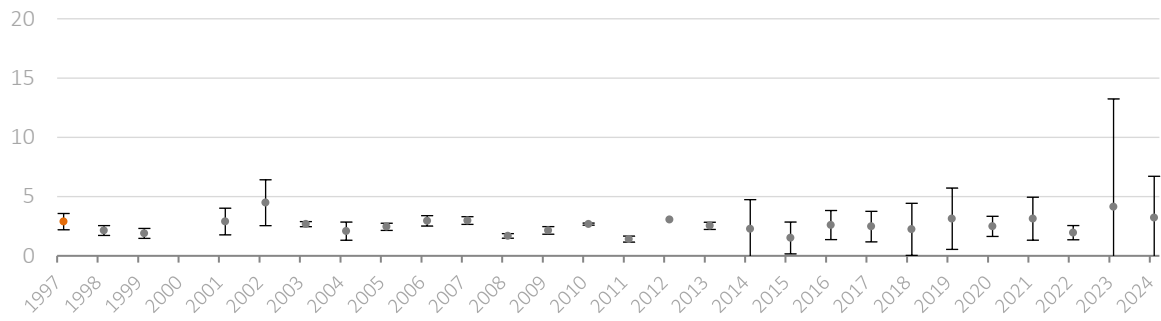
**MYND C.7** Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



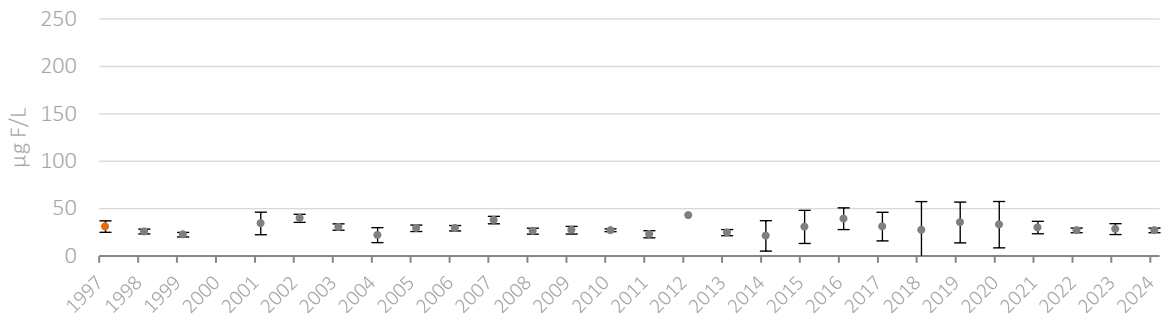
**MYND C.8** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND C.9** Meðalstyrkur flúors í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND C.10** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND C.11** Meðalstyrkur flúors í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

## VIÐAUKI D SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

**TAFLA D.1** Meðalstyrkur, hæsti og lægsti styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í maí, júlí og í ágúst árið 2024, auk meðaltals sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2018-2024, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	Sýnið* (frítt) mg/L	Min Max	Sýnið* (heild) mg/L	Min Max	F mg/L	Min Max
1 Austurendi - 1 m	<0,001	<0,0010	<0,001		1,32	1,28
		0,001				1,37
2 Austurendi - 4 m	<0,001		<0,001		1,32	1,22
						1,50
3 Austanmegin - 1 m	0,002	<0,0010	0,003	0,014	1,31	1,28
		0,0042				0,061
4 Austanmegin - 4 m	<0,001		<0,001		1,25	1,19
						1,28
5 Miðja - 1 m	<0,001		<0,001		1,46	1,28
						1,79
6 Miðja - 4 m	<0,001		<0,001		1,26	1,21
						1,32
7 Vestanmegin - 1 m	<0,001		<0,001		1,18	1,18
						1,19
8 Vestanmegin - 4 m	<0,001		<0,001		1,19	1,18
						1,20
9 Vesturendi - 1 m	<0,001		<0,001		1,18	1,18
						1,19
10 Vesturendi - 4 m	<0,001		<0,001		1,19	1,18
						1,20
Kalastaðir	<0,001		<0,001		1,18	1,17
						1,19
Miðja fjarðar	<0,001		<0,001		1,07	0,87
						1,18
Meðaltal 2020-2024 Kalastaðir	0,002		0,002		1,22	
Meðaltal 2020-2024 Miðja fjarðar	0,002		0,002		1,20	

**TAFLA D.2** Meðalstyrkur, hæsti og lægsti styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í maí, júl og í ágúst 2024, auk meðaltals sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2018-2024, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	As µg/L	Min Max	Cr µg/L	Min Max	Cu µg/L	Min Max	Ni µg/L	Min Max	Pb µg/L	Min Max	Zn µg/L	Min Max	Al µg/L	Min Max	Fe* µg/L	Min Max	P* µg/L	Min Max	V* µg/L	Min Max
1 Austurendi - 1 m	1,63	1,32 2,11	0,52	0,17 1,11	1,05	<0,5 2,00	0,68	<0,5 1,04	<0,3	<0,3	2,35	<2 5,04	20	15 28	20	11 27	<40	<40	2,07	1,69 2,38
2 Austurendi - 4 m	1,77	1,59 1,97	0,48	0,14 1,06	0,98	<0,5 2,00	1,07	<0,5 2,37	<0,3	<0,3	<2,0	<2 2,84	16	11 22	21	19 23	<40	<40	2,07	1,65 2,42
3 Austanmegin - 1 m	1,68	1,59 1,74	0,51	0,16 1,05	1,15	<0,5 2,00	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2 2,56	17	16 18	27	19 32	<40	<40	2,06	1,67 2,31
4 Austanmegin - 4 m	1,87	1,64 2,29	0,62	0,16 1,47	0,95	<0,5 1,30	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2 2,2	19	17 22	30	22 36	<40	<40	2,11	1,73 2,35
5 Miðja - 1 m	1,66	1,38 2,03	0,79	<0,10 2,04	0,97	0,80 1,20	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	2,30	<2 3,14	30	12 58	17	10 22	<40	<40	2,10	1,85 2,35
6 Miðja - 4 m	1,66	1,47 1,91	0,59	0,13 1,35	1,22	<0,5 2,00	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2 2,2	17	15 22	25	22 29	<40	<40	2,04	1,67 2,29
7 Vestanmegin - 1 m	1,72	1,47 2,05	0,55	0,16 1,20	1,38	<0,5 2,70	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	2,52	<2 5,55	17	14 20	30	26 35	<40	<40	2,16	1,81 2,46
8 Vestanmegin - 4 m	1,75	1,51 2,20	0,64	0,26 1,22	1,38	<0,5 3,10	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	2,15	<2 4,46	18	17 19	30	26 35	<40	<40	2,17	1,81 2,45
9 Vesturendi - 1 m	1,56	1,26 1,91	0,51	0,17 1,04	1,58	<0,5 3,40	0,62	<0,5 1,04	<0,3	<0,3	2,53	<2 5,58	22	15 33	34	28 40	<40	<40	2,11	1,70 2,54
10 Vesturendi - 4 m	1,75	1,63 1,97	0,47	0,20 0,93	1,12	<0,5 2,30	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	2,39	<2 4,02	16	14 17	27	24 32	<40	<40	2,12	1,73 2,54
Kalastaðir	1,79	1,58 2,18	0,83	0,18 1,80	1,62	<0,5 3,60	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	2,01	<2 2,71	83	20 196	120	25 305	44	<40	2,54	1,83 3,49
Miðja fjarðar	1,70	1,41 1,85	1,06	0,17 2,78	0,97	<0,5 2,40	<0,5	<0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2 2,79	16	13 18	33	24 45	<40	<40	1,98	1,85 2,10
Kalastaðir Meðaltal 2020-2024	1,66		0,83		0,8		0,7		0,44		2,07		53		88		43,14		2,38	
Miðja fjarðar Meðaltal 2020-2024	1,70		0,45		0,7		0,6		0,39		2,24		27		38		39,14		2,12	

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

## VIÐAUKI E GRÓÐUR

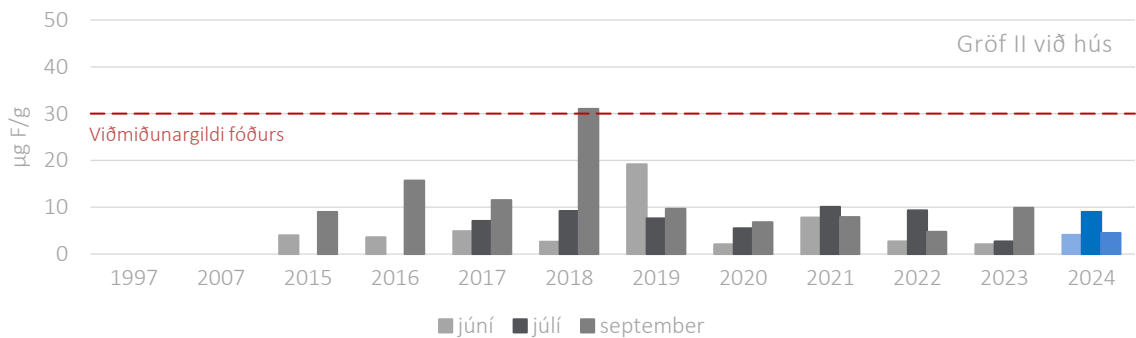
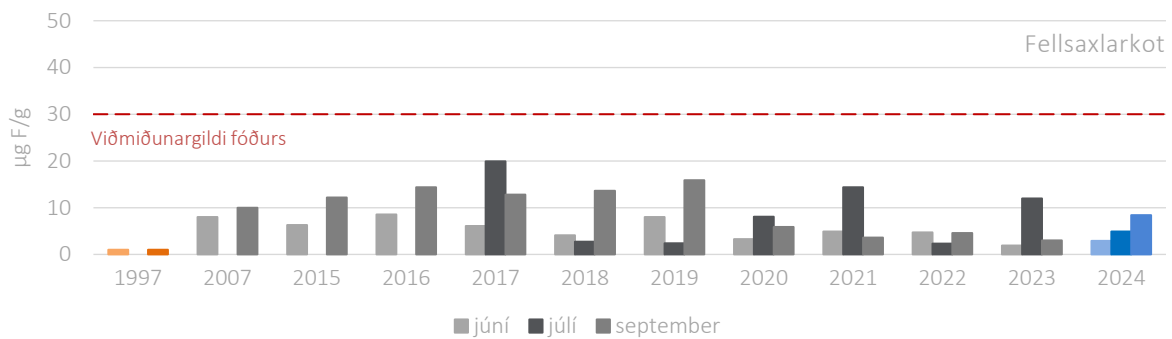
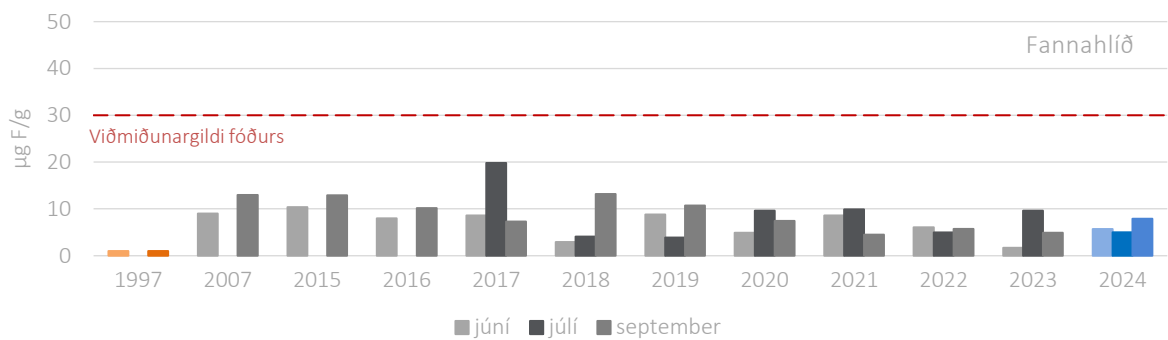
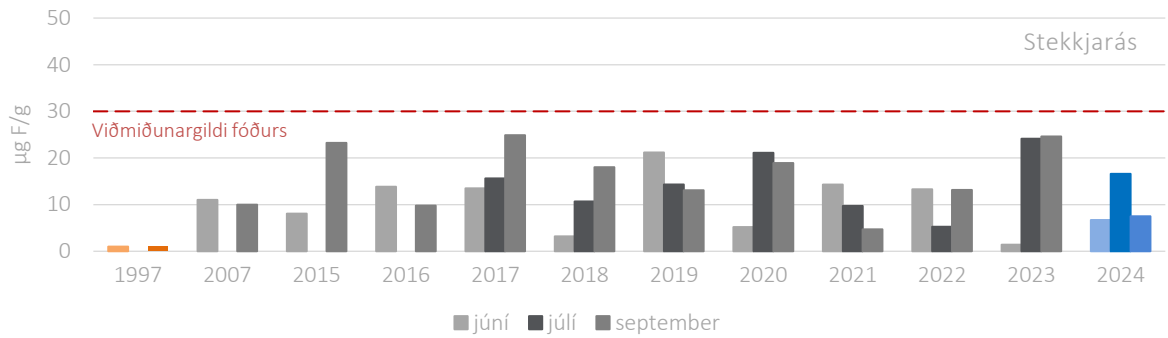
Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum a og b. Niðurstöður tölfraeðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2024 má sjá í kafla c. Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýni voru einnig tekin af grasi í júlí. Sýnatökustaðir árið 2024 voru samtals 14 og var sýnum safnað bæði sunnan og norðan megin Hvalfjarðar og í Skorradal til viðmiðunar.

### a. Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi má sjá á mynd E.1, fyrir árin 2007 (öll ker álversins tekin í notkun) og yfir tímabilið 2015-2024 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Við Hlíð hófust mælingar árið 2009 og við Gröf II við hús árið 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011, við Hólabrú árið 2018 og við Kalastaðarkot árið 2022. Til viðmiðunar eru tekin sýni í Skorradal. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [9] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [8]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

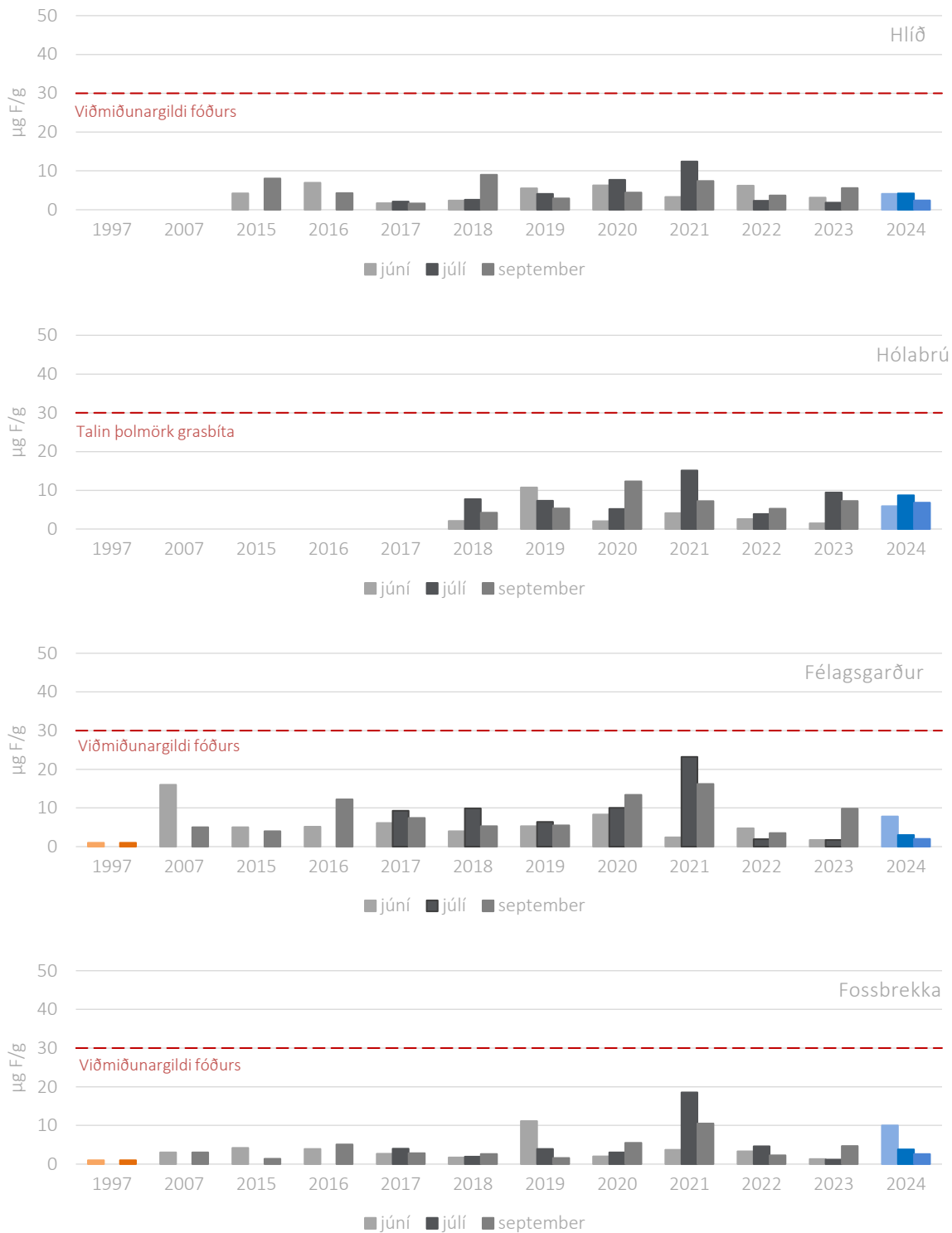


## Flúor í grasi



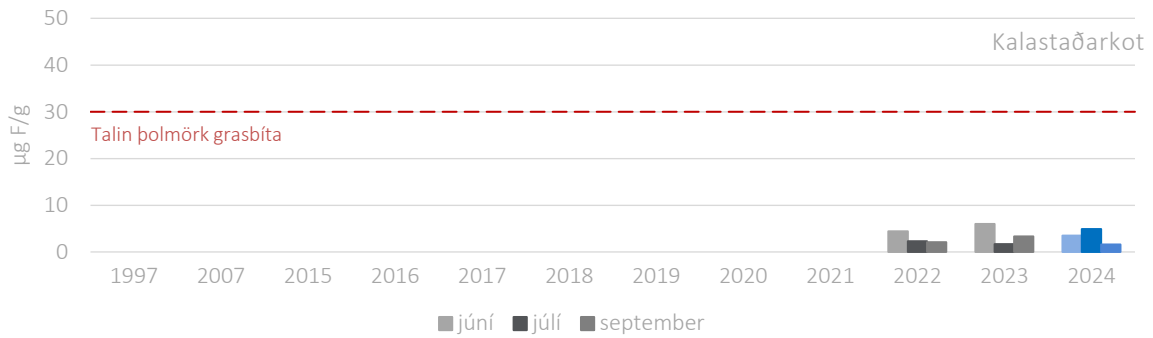
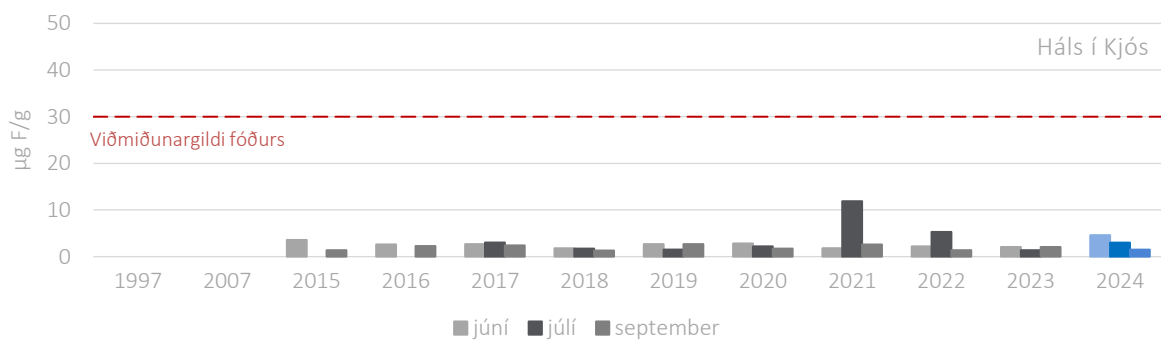
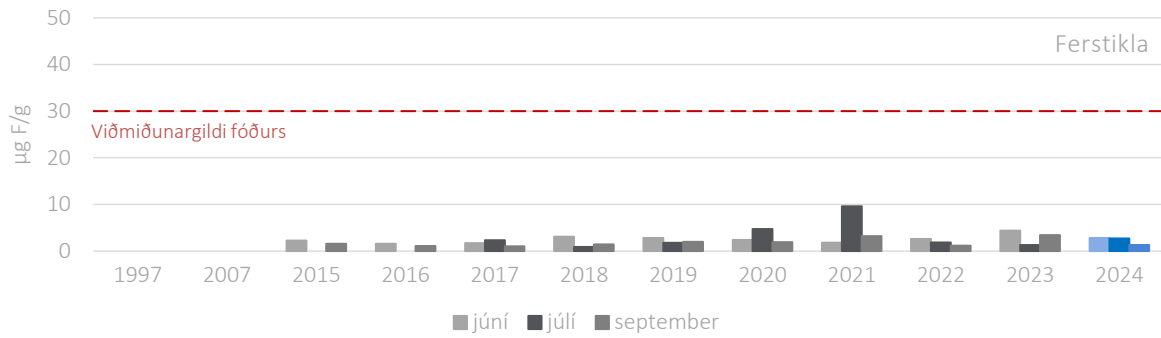
**MYND E.1** Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar, þegar það á við.

Flúor í grasi (framhald)

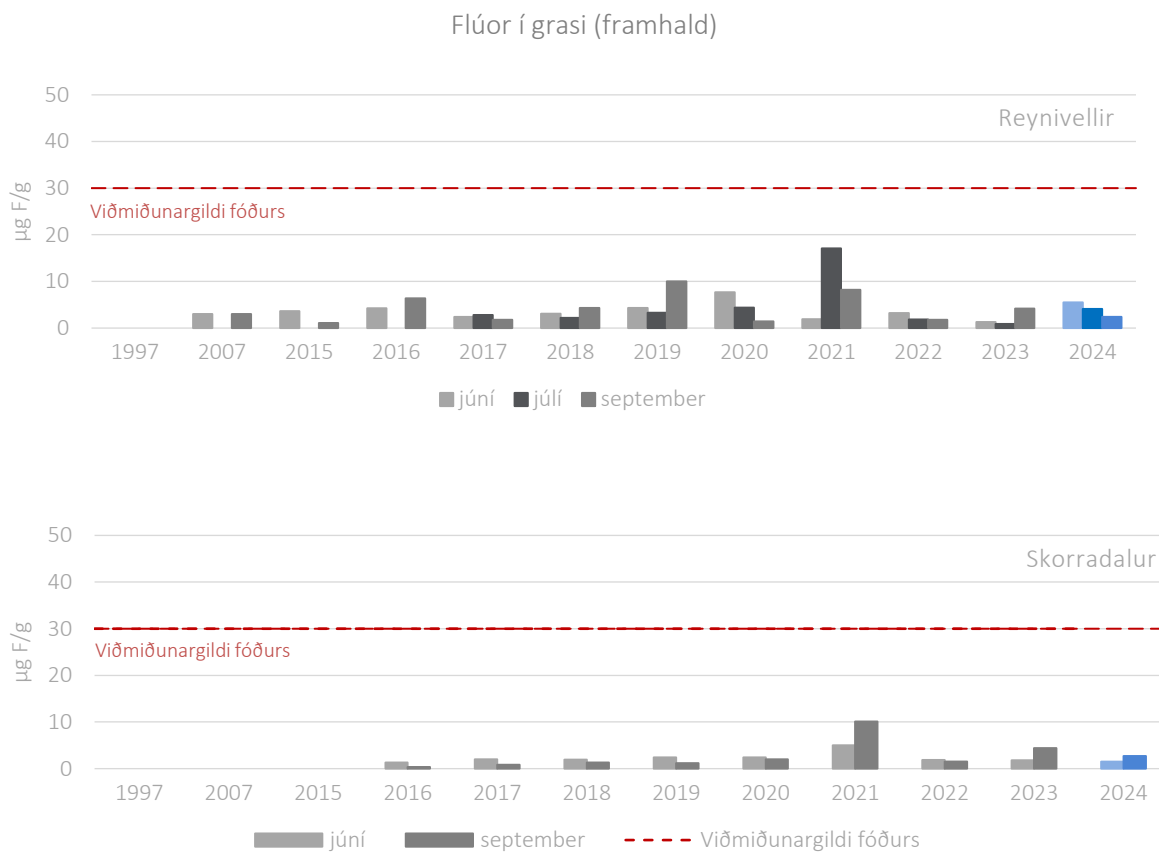


MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

### Flúor í grasi (framhald)



**MYND E.1** (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar, þegar það á við.



**MYND E.1** (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

## b. Flúor í laufi

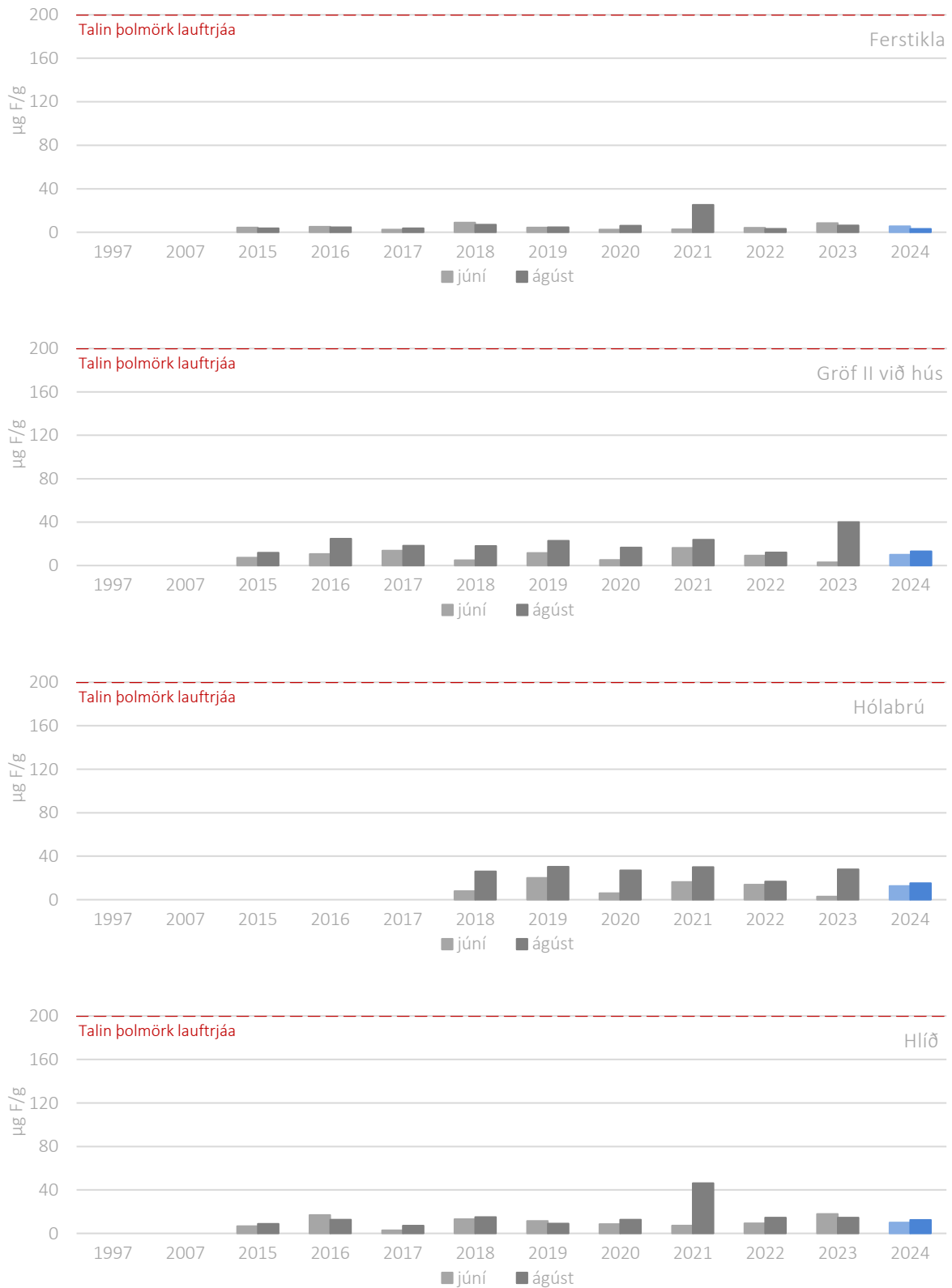
Meðalstyrk flúors í laufi frá þrettán vöktunarstöðum má sjá á mynd E.2 fyrir árin 2007 (öll ker álversins tekin í notkun) og yfir tímabilið 2015 - 2024 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við hús og við Hlíð hefur flúor í laufi verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Háls í Kjós, árið 2018 hófust mælingar við Hólabrú og við Kalastaðarkot árið 2022. Mælingar í Skorradal fóru áður fram árið 2013 og síðan árlega frá árinu 2016. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200  $\mu\text{g F/g}$  [8]. Vísað er til fyrri ársskýrsla umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2014, sem nálgast má hjá Umhverfis- og orkustofnunar.

Flúor í laufi



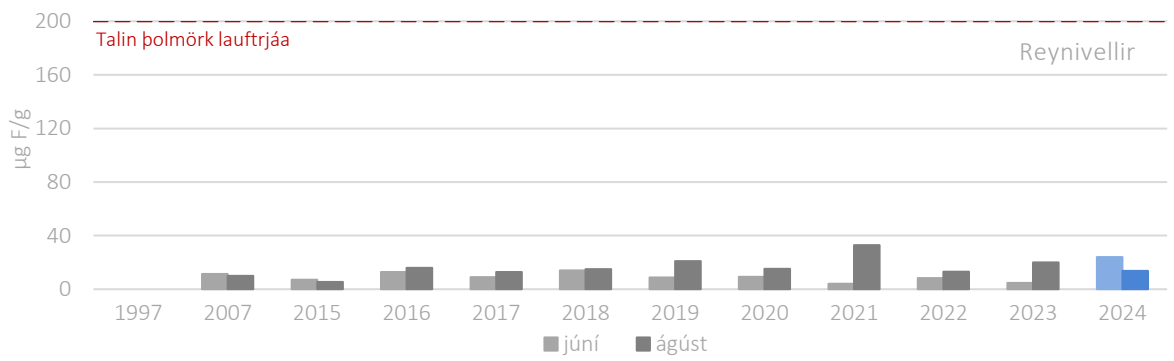
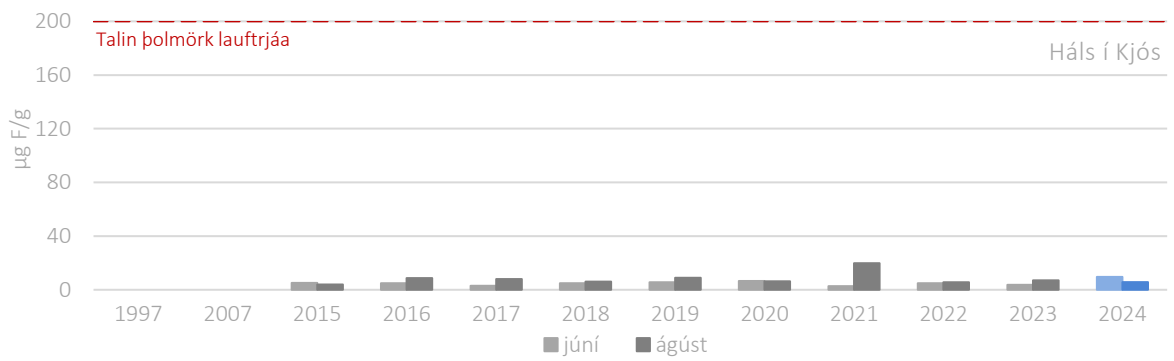
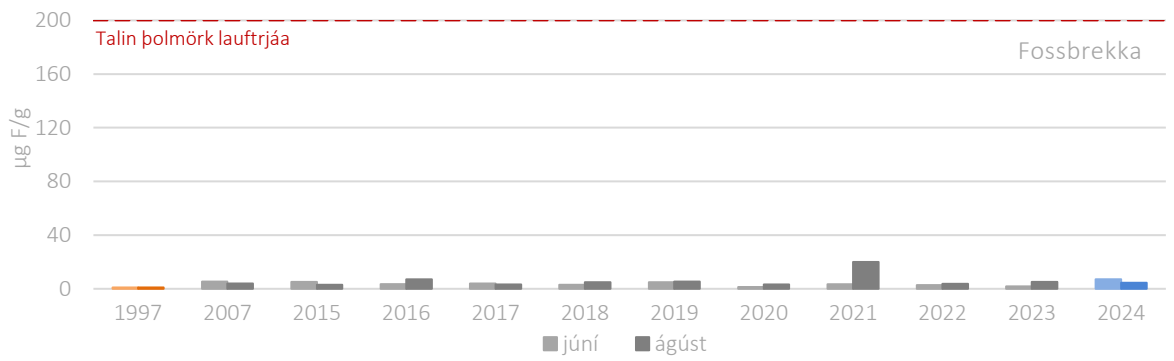
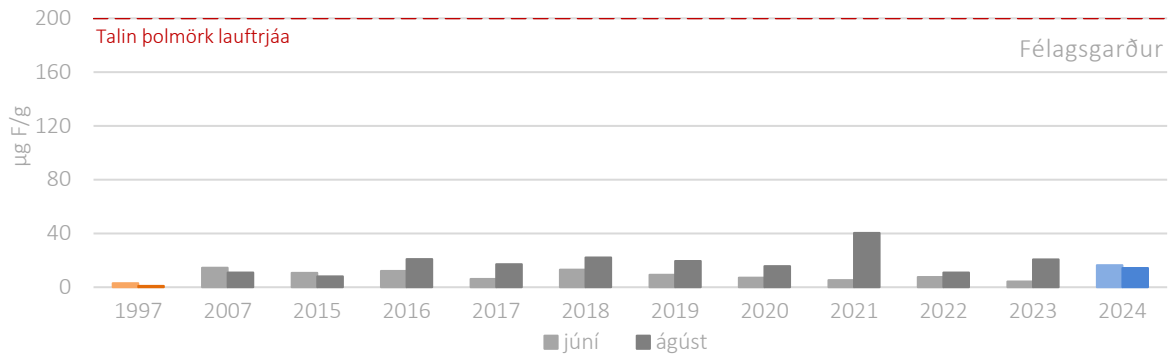
MYND E.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í laufi (framhald)

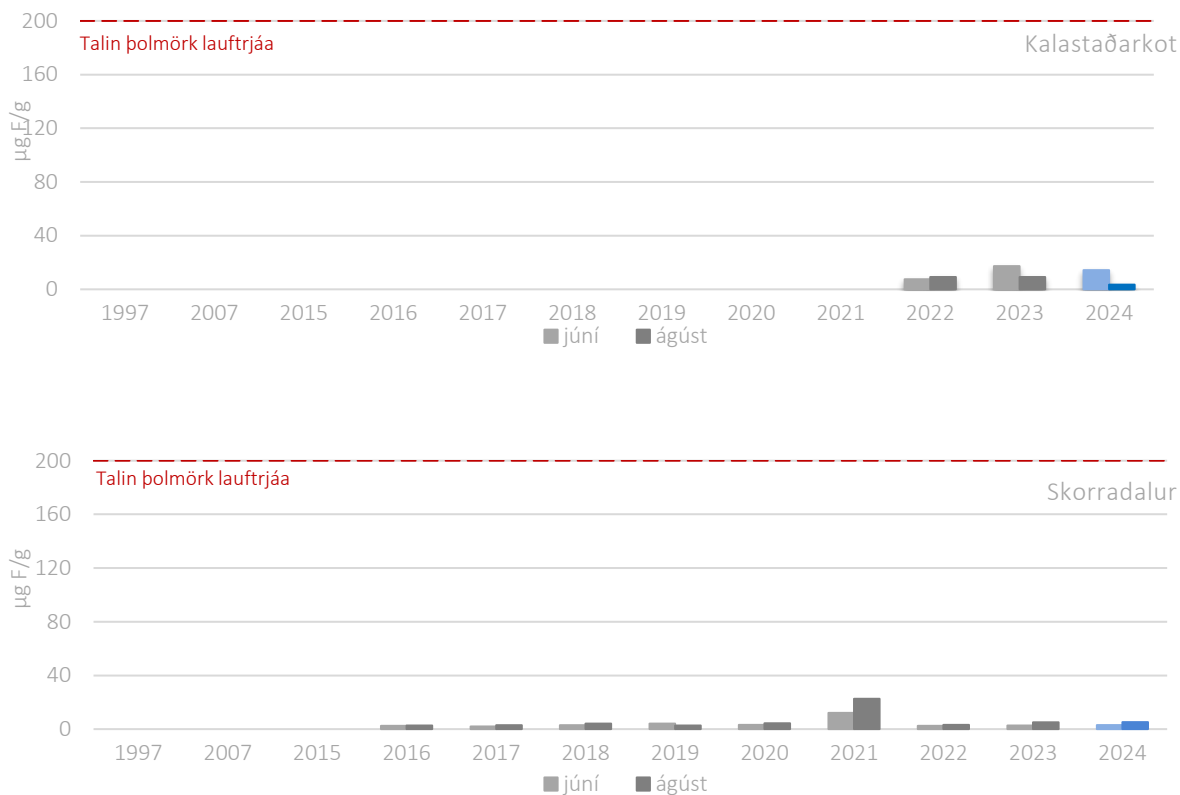


MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

## Flúor í laufi (framhald)



Flúor í laufi (framhald)



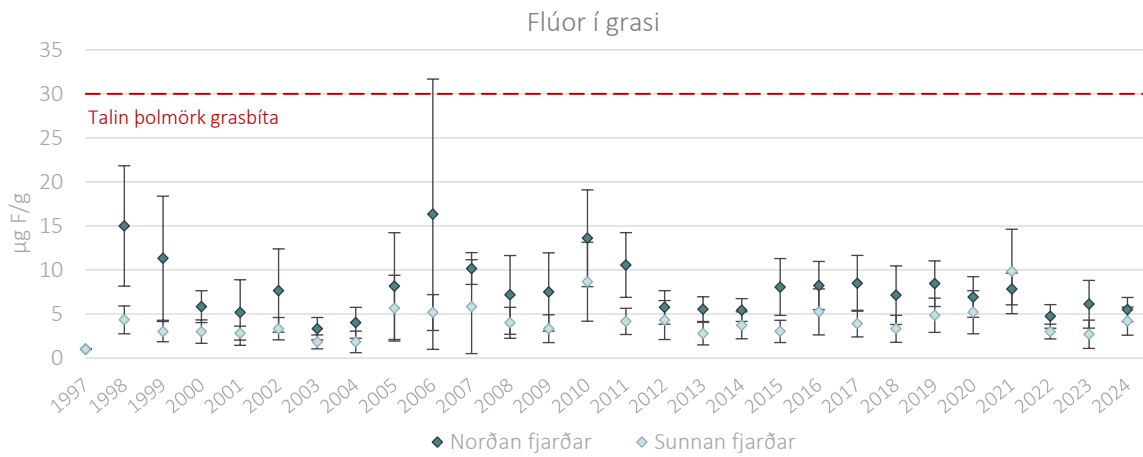
MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

c. Tölfræðiniðurstöður gróðurs

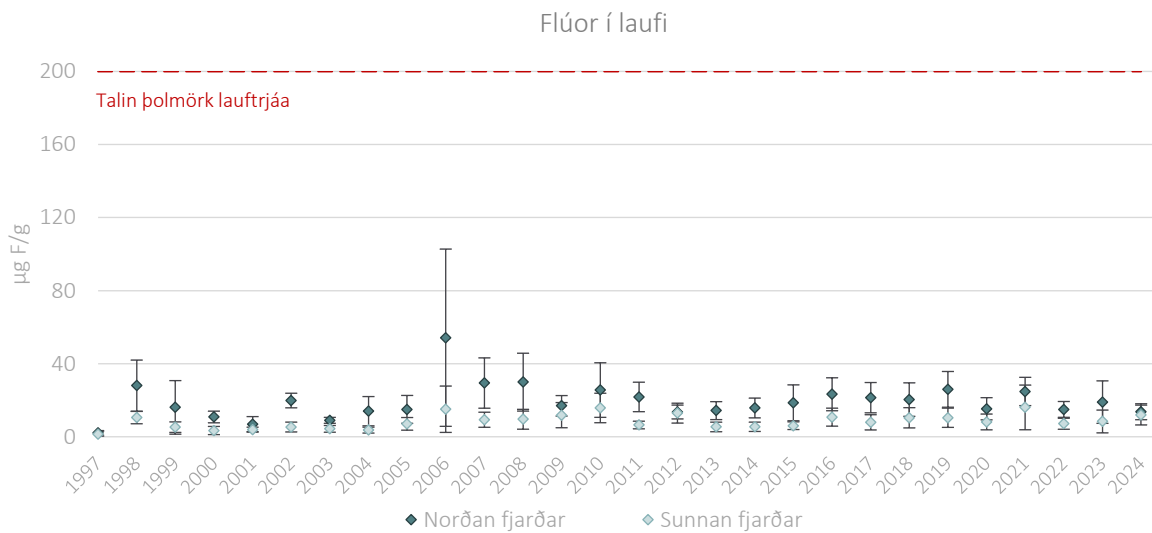
Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2023 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræðiútreikninga á vöktunarmælingum fyrir gróður árin 1997 - 2024 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 - E.6.

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

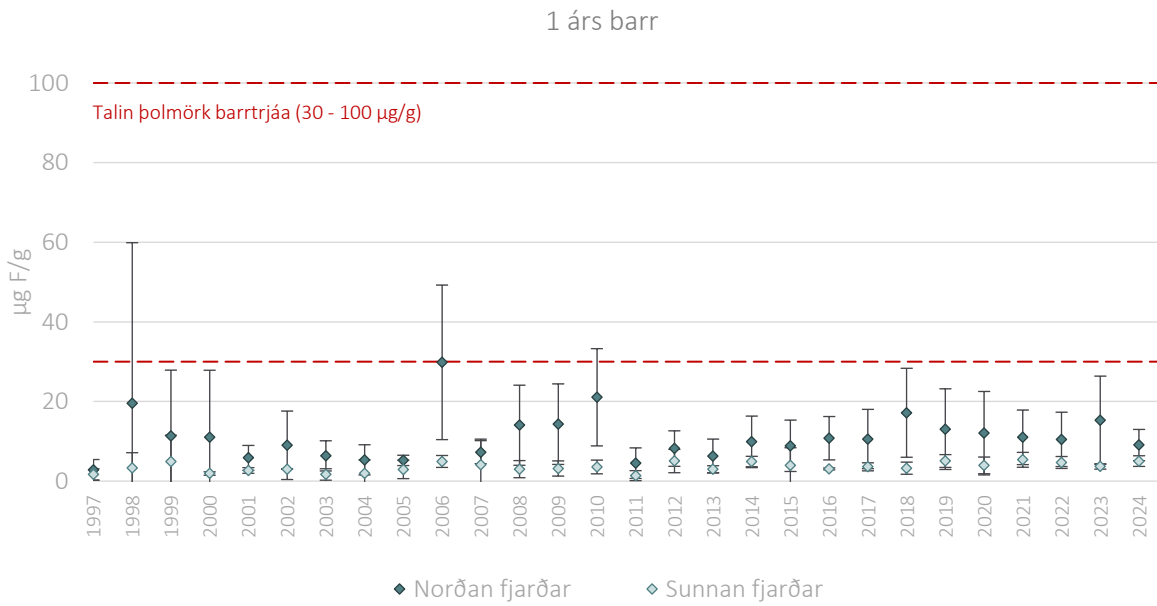




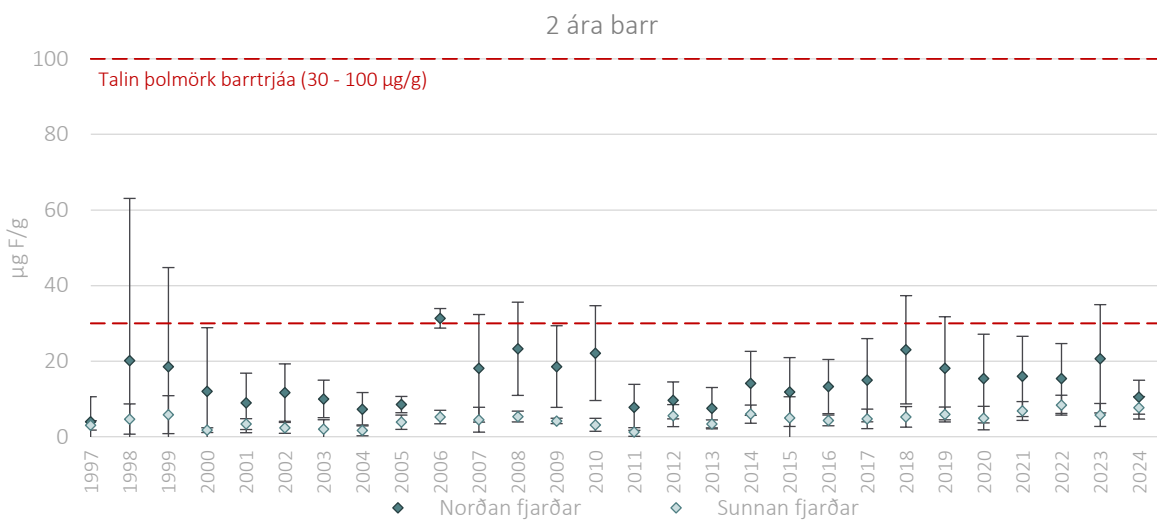
**MYND E.3** Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND E.4** Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND E.5** Meðalstyrkur flúors í eins árs barri norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



**MYND E.6** Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.

## VIÐAUKI F GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS)

Styrkur flúors var mældur í beinösku í samtals 95 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausar og tennur voru einnig skoðuð auk þess sem haldin var skrá yfir tannslit, ástand glerungs, mislitun tanna, tannbrodda, tannmissi, fjölda lausra tanna, fjölda brotinna tanna, beinbólgu í kjálkum, beinrýrnun í kjálkum, tannholdsryrnun og tannstein. Hér má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla F.1) og yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár (tafla F.2) og eru öll gildi flúors miðuð við þurrefni [18].

### a. Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum sauðfjár

**TAFLA F.1** Yfirlit yfir vöktunarbæi.

	Móttekin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystra Miðfell	8	-	7	-	1	-
	Eystri Leirárgarðar	4	4	4	4	0	0
	Hóll	4	4	4	3	0	1
	Hrafnabjörg	4	5	4	5	0	0
	Innri Hólmur	4	1	4	1	0	0
	Skipanes	4	4	4	3	0	1
	Skorholt	4	4	4	4	0	0
	Vestri Reynir	3	4	3	4	0	0
	Vogatunga	5	4	5	2	0	2
Sunnan Hvalfjarðar	Kiðafell	-	4	-	3	-	1
	Meðalfell	-	1	-	1	-	0
	Eyjar	4	-	4	-	0	-
<b>Viðmiðunarsýni – sauðfé</b>							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsnes)	4	4	4	4	0	0
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðar)	4	4	4	3	0	1
	Samtals	<b>52</b>	<b>43</b>				

**TAFLA F.2** Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lágsta og hæsta meðalstyrk á hverjum vöktunarbæ. Þau gildi sem eru skv. niðurstöðum norskra rannsókna hærrí en viðmiðunarmörk, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg F/g þurrefni [12, 20]), eru í gulu letri. Rauð gildi eru yfir styrk 2.000 µg F/g þurrefni, eru talin valda tannskemmdum í dádýrum skv. sömu rannsökn.

Bær	Lömb	Fullorðin fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
<b>Norðan Hvalfjarðar</b>			
Eystra Miðfell	257	-	
	704	-	
	1.765	-	
	1.392	-	
	462	-	
	529	-	
	1.512	-	
	346	-	
257	-		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	870 / (257-1.765)	Ekkert sýni	
Eystri Leirárgarðar	43	866	
	113	482	
	70	608	
	65	569	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	73 / (43-113)	631 / (482-866)	
Hóll	86	1.054	11
	89	605	3
	52	579	7
	83	528	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	78 / (52-89)	692 / (528-1.054)	
Hrafnabjörg	122	850	7
	83	1.005	7
	86	932	8
	91	664	6
		1.011	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	96 / (91-122)	892 / (664 - 1.011)	
Innri Hólmur	-	1.151	4
	-	-	
	-	-	
	-	-	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	Ekkert sýni	1.151	
Skipanes	45	979	6
	64	1.096	7
	68	883	6
	70	1.070	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	62 / (45-70)	1.007 / (883 - 1.096)	
Skorholt	105	1.058	6
	99	1.153	7
	99	861	6
	65	851	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	92 / (65-105)	981 / (851 - 1.153)	
Vestri Reynir	206	1.743	6
	202	962	2
	317	1.495	8
		1.256	3
Meðalstyrkur / (Min-Max)	242 / (202-317)	1.364 / (962-1.743)	

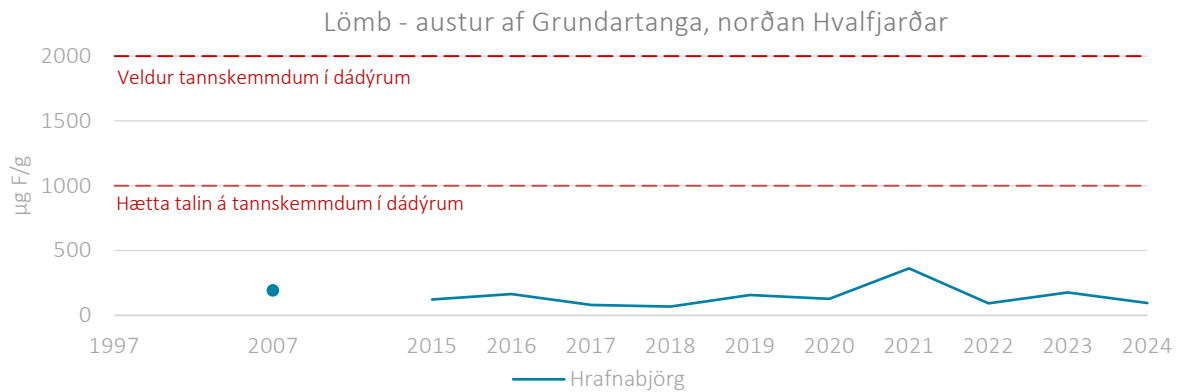
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
<b>Norðan Hvalfjarðar (framhald)</b>			
Vogatunga	99	1.154	7
	111	934	8
	104	855	7
	96	754	6
	121		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	106 / (96-121)	924 / (754-1.154)	
<b>Sunnan fjarðar</b>			
Kiðafell	-	743	6
	-	517	3
	-	555	3
	-	584	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	Ekkert sýni	600 / (517-743)	
Meðalfell	-	1.271	8
	-	-	
	-	-	
	-	-	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	Ekkert sýni	1.271	
Eyjar	134	-	
	168	-	
	193	-	
	159	-	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	164 / (134-193)	Ekkert sýni	
<b>Viðmiðunarstaðir</b>			
Bjarnarhöfn	36	401	5
	71	617	6
	58	543	7
	31	661	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	49 / (31-71)	556 / (401-661)	
Skjaldfönn	40	217	7
	23	241	8
	34	162	6
	39	270	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	34 / (23-40)	223 / (162-270)	

## b. Flúor í lömbum og fullorðnu fé eftir svæðum

### Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

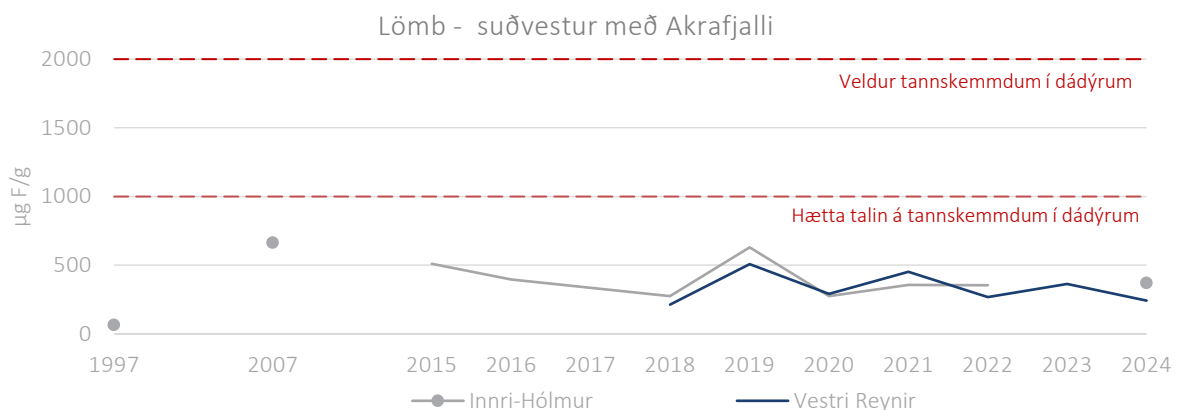
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 (öll ker álversins í notkun) og yfir tímabilið 2015-2024 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfissvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2014, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

Miðað við ríkjandi vindáttir verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna losun flúors frá álverinu. Á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði, sbr. mynd F.1. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en það er marktæk breyting til lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2024 miðað við árin 1999 og 2007 (mynd F.11).



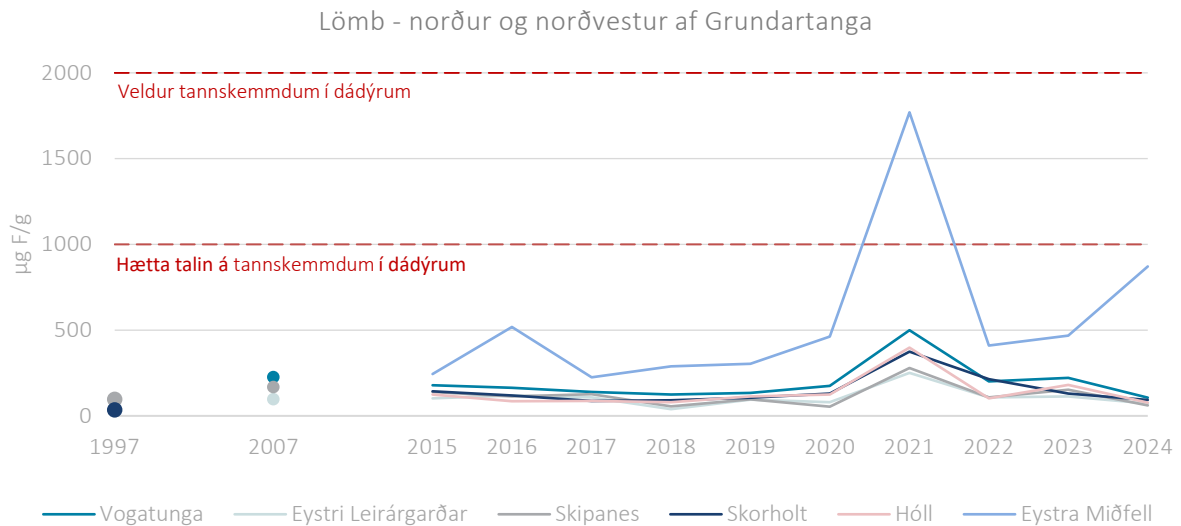
**MYND F.1** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli, má sjá á mynd F.2. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2024 miðað við árið 1997 en engin marktæk breyting miðað við árið 2007 (mynd F.12).



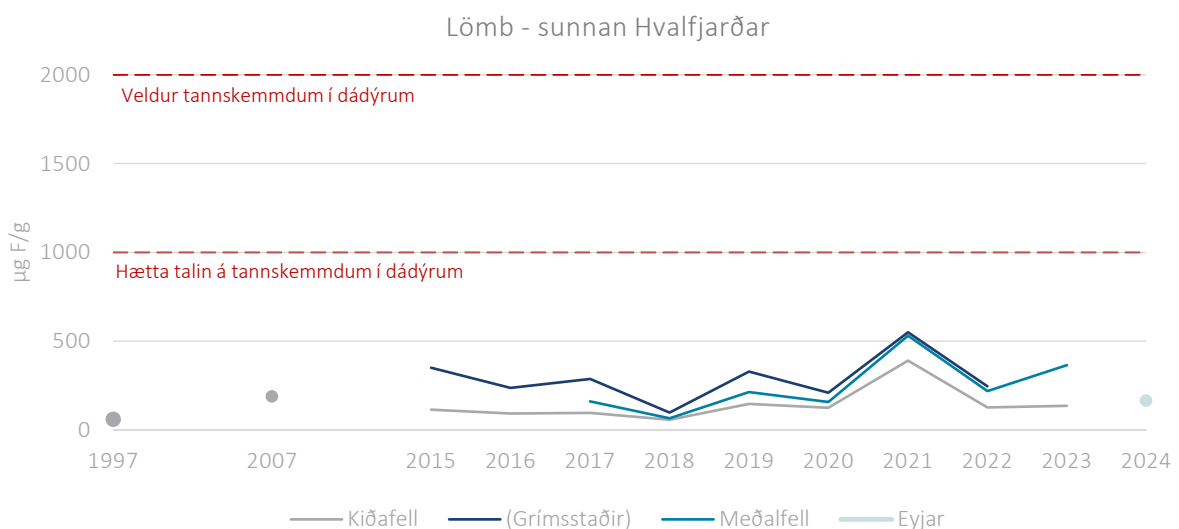
**MYND F.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd F.3 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Styrkur flúors í lömbum frá Eystra Miðfelli hækkaði mikið á milli ára, en hins vegar er sú hækkun ekki marktæk, þar sem mikil munur er á flúormagni á milli sýna. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2024 miðað við árið 1997, engin breyting miðað við árið 2007 (mynd F.13).



**MYND F.3** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

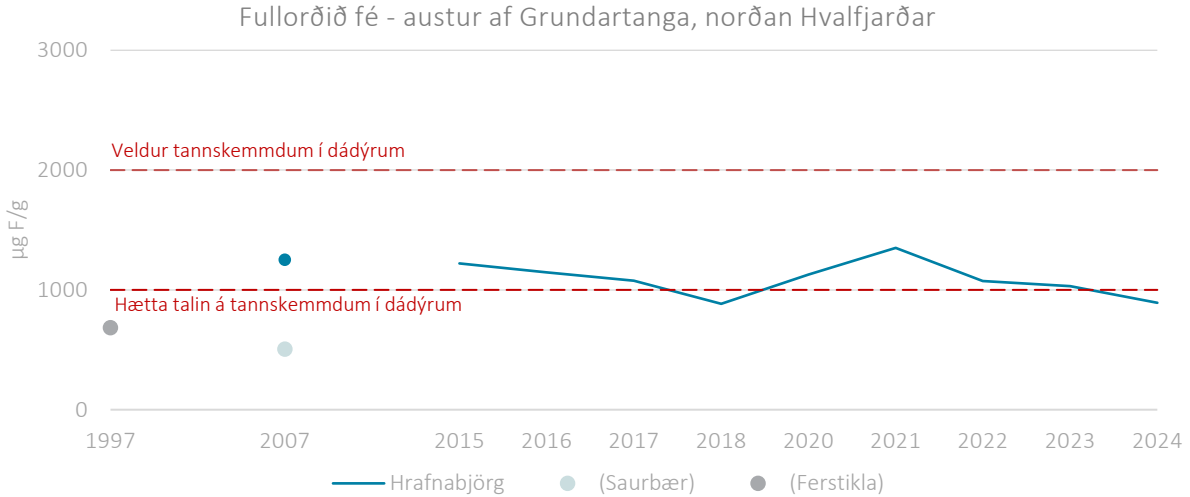
Mynd F.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Að þessu sinni bárust lömb frá Eyjum en engin lömb bárust frá Kiðafelli og Meðalfelli. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2024 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007 (mynd F.14).



**MYND F.4** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum sunnan Hvalfjarðar og viðmiðunarsýni frá 1997.

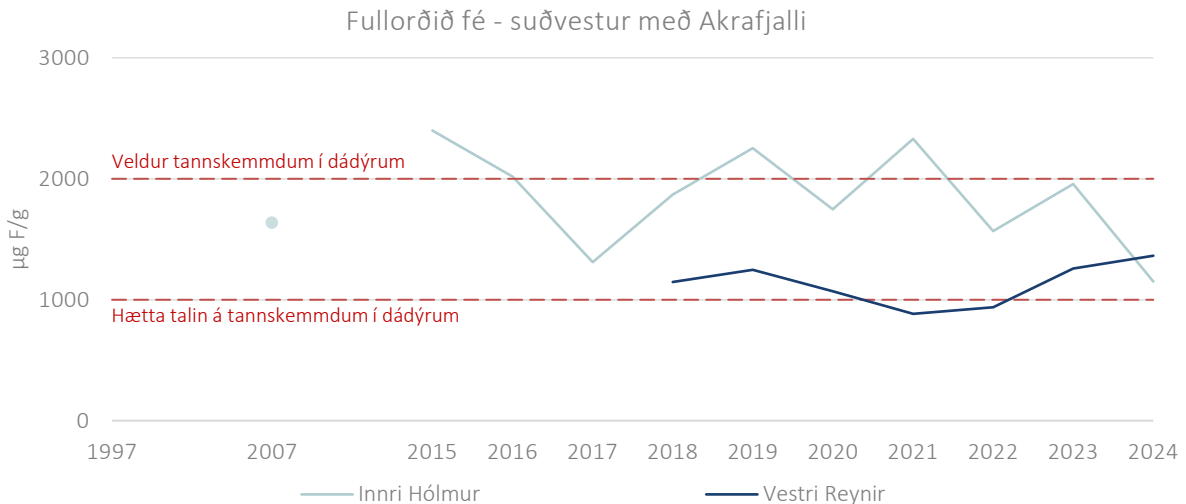
## Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu (mynd F.5). Árið 2024 var engin breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum miðað við árið 1997 og 2007 (mynd F.17).



**MYND F.5** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997. Engin sýni bárust árið 2019.

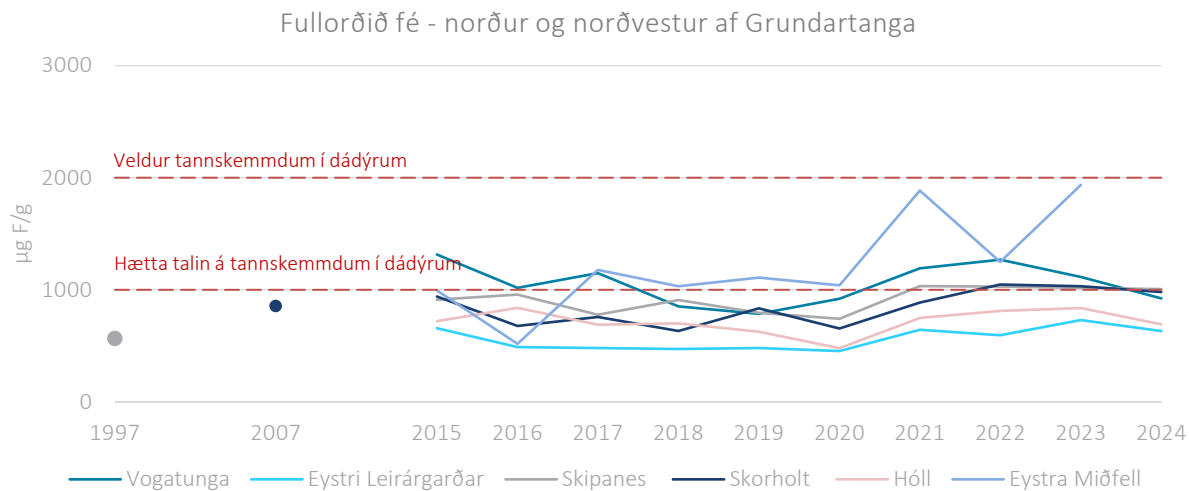
Mynd F.6 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2024 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.18).



**MYND F.6** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

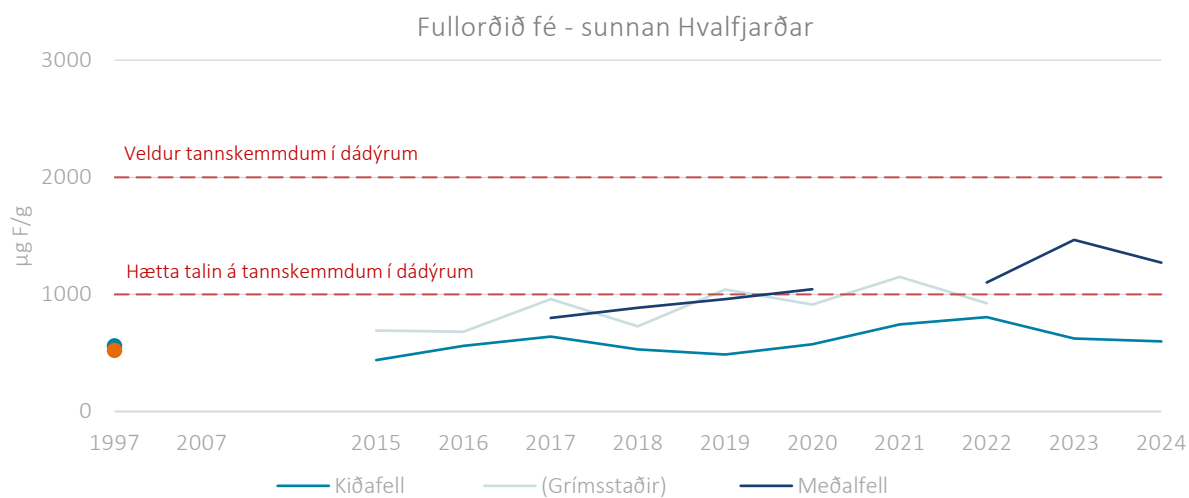
Mynd F.7 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Að þessu sinni barst ekkert fullorðið fé frá Eystra Miðfelli. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2024 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.19).





**MYND F.7** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu, og viðmiðunarsýni frá 1997.

Meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar má sjá á mynd F.8, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2024 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.20).



**MYND F.8** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum sunnan Hvalfjarðar og viðmiðunarsýni frá 1997.

**c. Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbitum (sauðfé og hross)**

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

**TAFLA F.3** Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í sauðfé. Fell og Miðdalur eru nýir bæir. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [23], sjá töflu 9.2 í kafla 9.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur niðri hægra megin				Framtennur niðri vinstra megin				Meðaltal	Jaxlar		Liðir	
				ilr <sub>4</sub>	ilr <sub>3</sub>	ilr <sub>2</sub>	ilr <sub>1</sub>	ill <sub>1</sub>	ill <sub>2</sub>	ill <sub>3</sub>	ill <sub>4</sub>		mr	ml		
Fell	11.02.2025	8	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miðdalur	11.02.2025	10	4,2	0	0	0	0,10	0,10	0	0	0	0	0,03	0	0	0
Hrafnabjörg	25.01.2025	10	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0
Vogatunga	25.01.2025	9	5,1	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0
Eystra Miðfell	25.01.2025	10	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
Kiðafell	16.02.2025	10	5,2	0	0,10	0	0,10	0,10	0	0	0	0	0,04	0,10	0	0,2

Skýring: n: fjöldi; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin; mr: jaxlar hægra megin; ml: jaxlar vinstra megin.

**TAFLA F.4** Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í hrossum. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [23] sjá töflu 9.2 í kafla 9.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur uppi hægra megin			Framtennur uppi vinstra megin			Framtennur niðri hægra megin			Framtennur niðri vinstra megin			Meðaltal	Liðir
				iur <sub>3</sub>	iur <sub>2</sub>	iur <sub>1</sub>	iul <sub>1</sub>	iul <sub>2</sub>	iul <sub>3</sub>	ilr <sub>3</sub>	ilr <sub>2</sub>	ilr <sub>1</sub>	ill <sub>1</sub>	ill <sub>2</sub>	ill <sub>3</sub>		
Ytri-Hólmur	25.01.2025	6	13	0	0,17	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0
Litla Fellsöxl	25.01.2025	6	21	0	0,17	0,83	0,83	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0
Miðdalur	11.02.2025	6	13	0	0,33	0,50	0,50	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0
Kalastaðakot	10.02.2025	6	14	0	0,17	0,83	0,67	0,17	0	0,17	0	0	0	0	0	0,17	0
Meðalfell	10.02.2025	6	16	0	0,17	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0

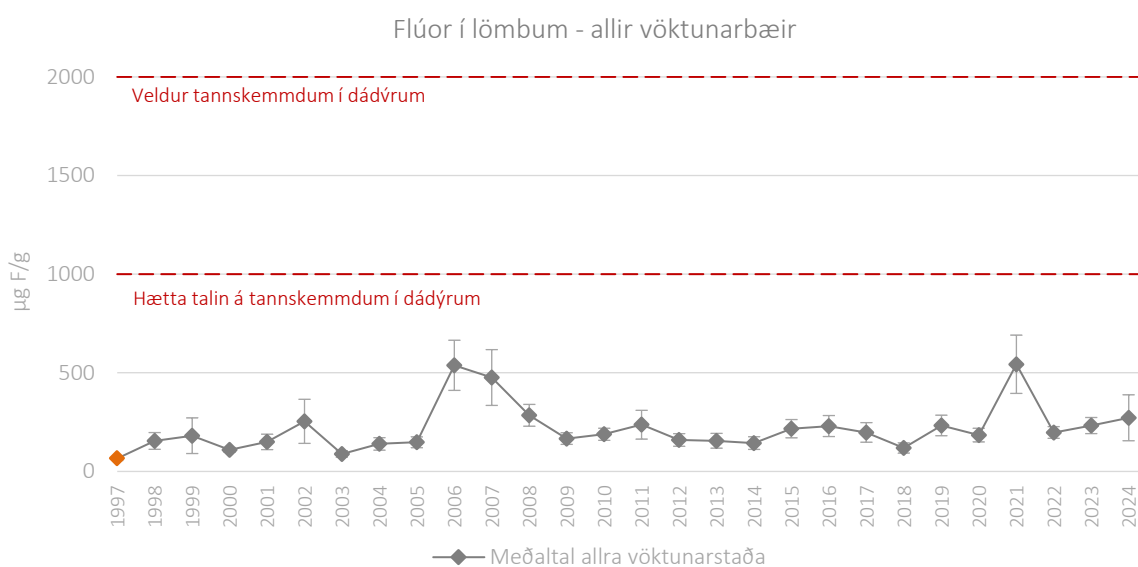
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

#### d. Tölfræðiniðurstöður grasbíta, sauðfé

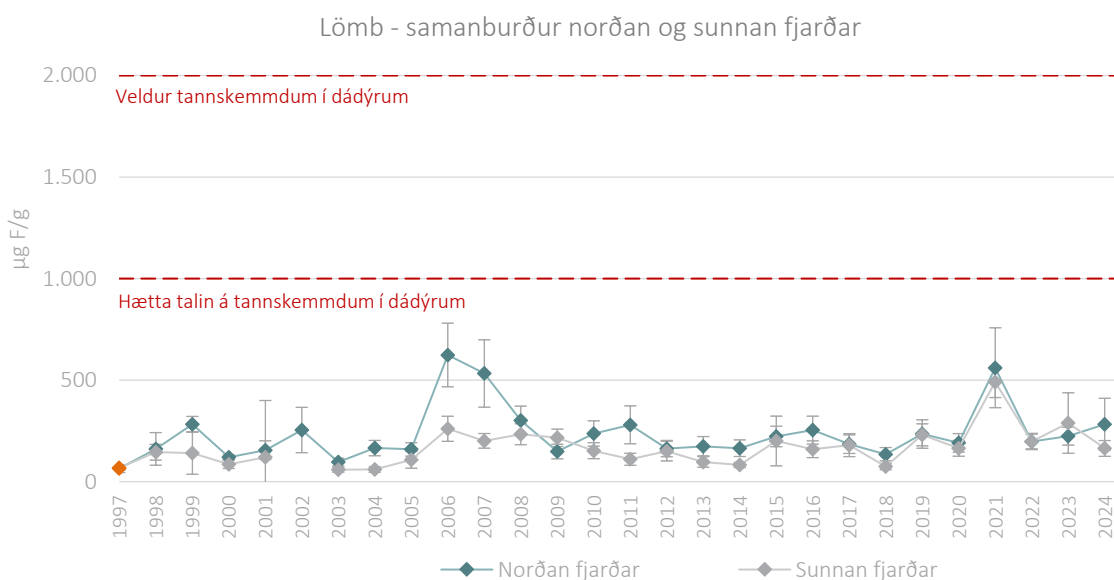
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2024 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

Niðurstöður tölfræðigreiningar á lömbum er að finna á myndum F.9 – F.14 og fyrir fullorðið fé á myndum F.15 – F.20.

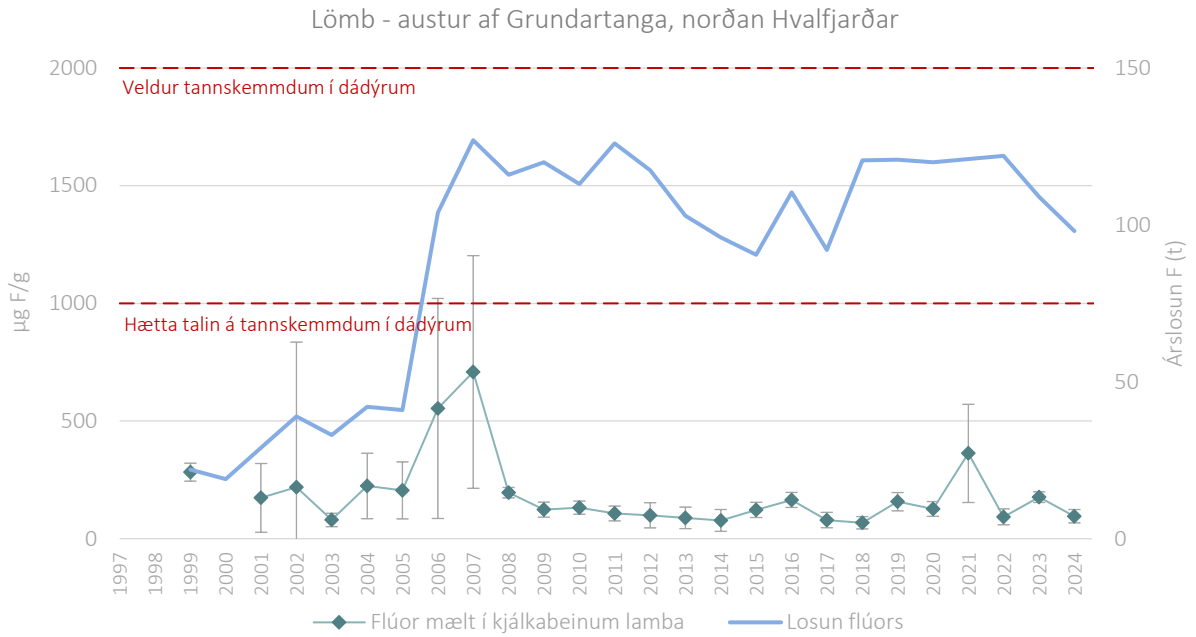
#### Lömb



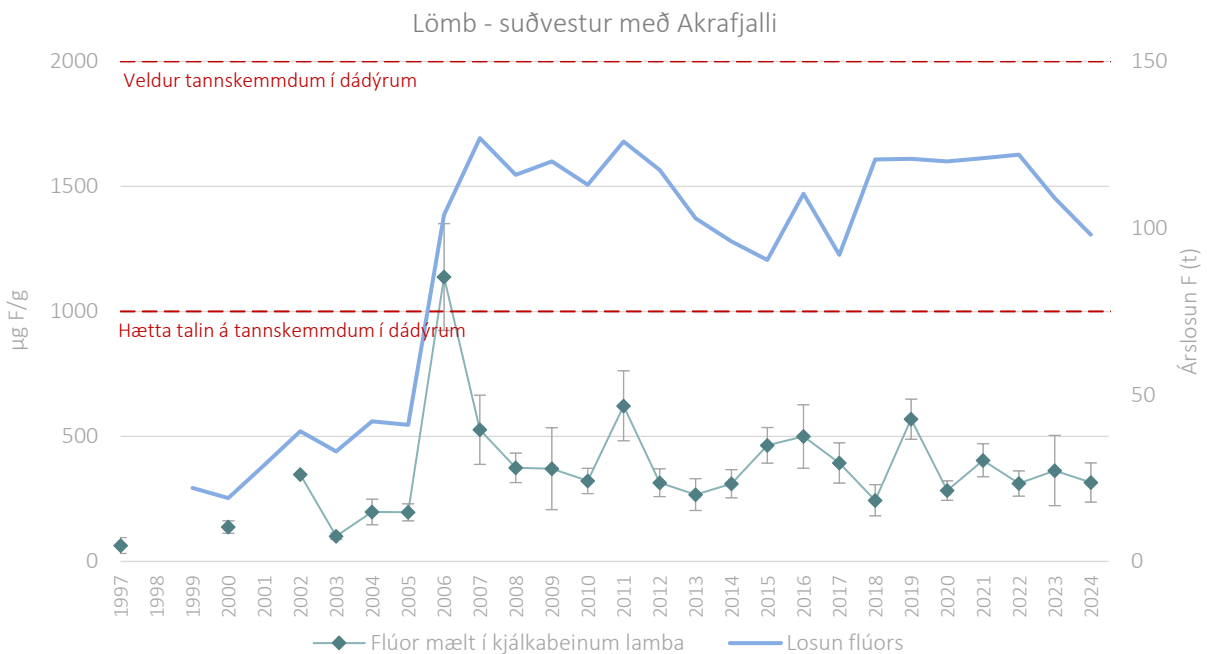
MYND F.9 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



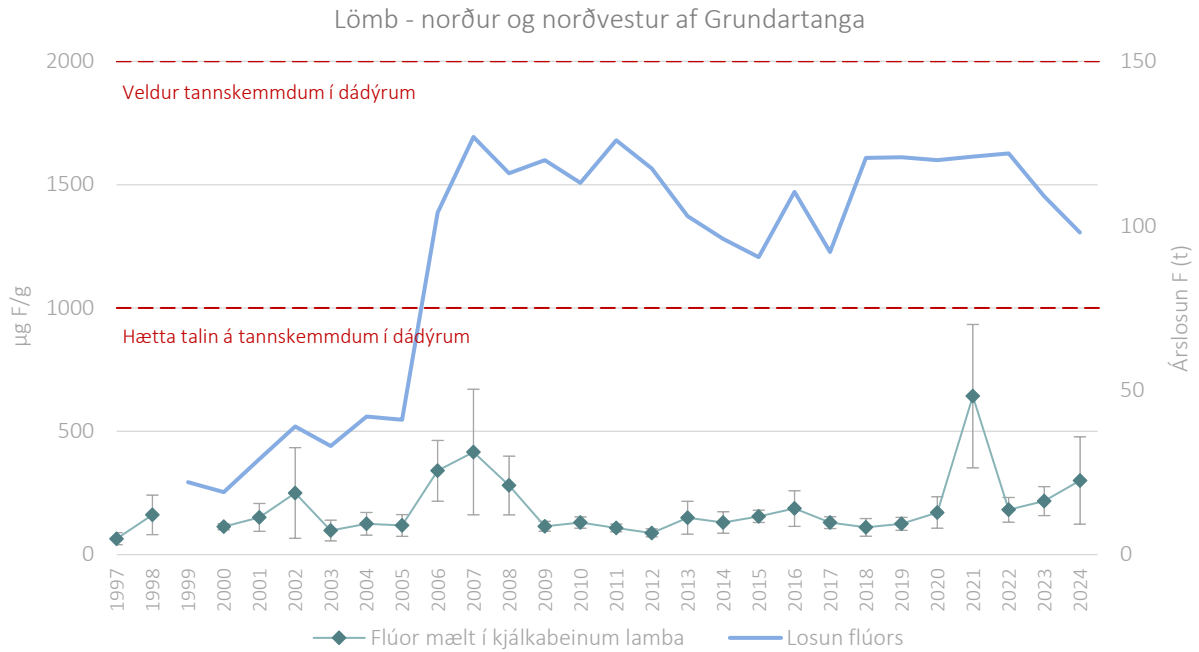
MYND F.10 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar, ásamt 95% öryggisbilum.



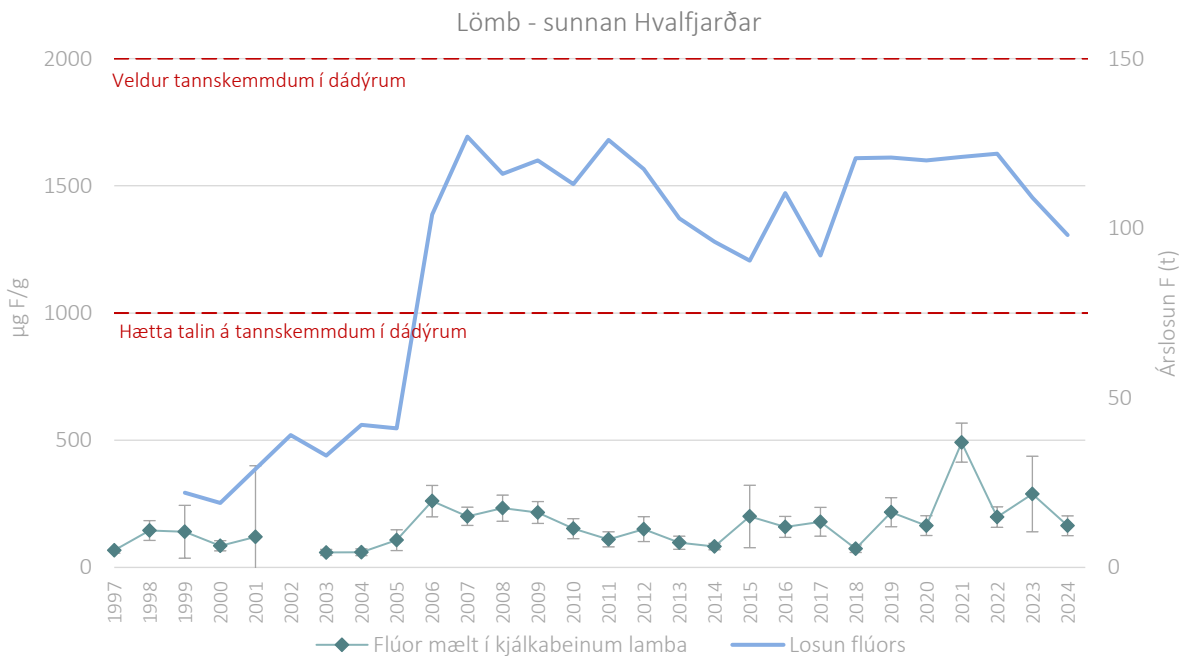
**MYND F.11** Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



**MYND F.12** Meðalstyrkur flúors í lömbum suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

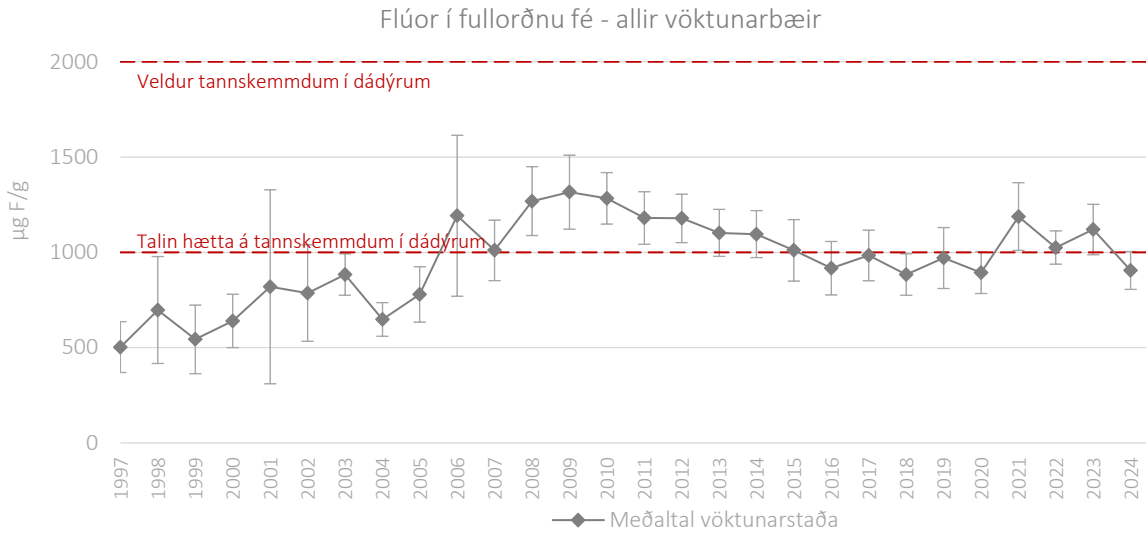


**MYND F.13** Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

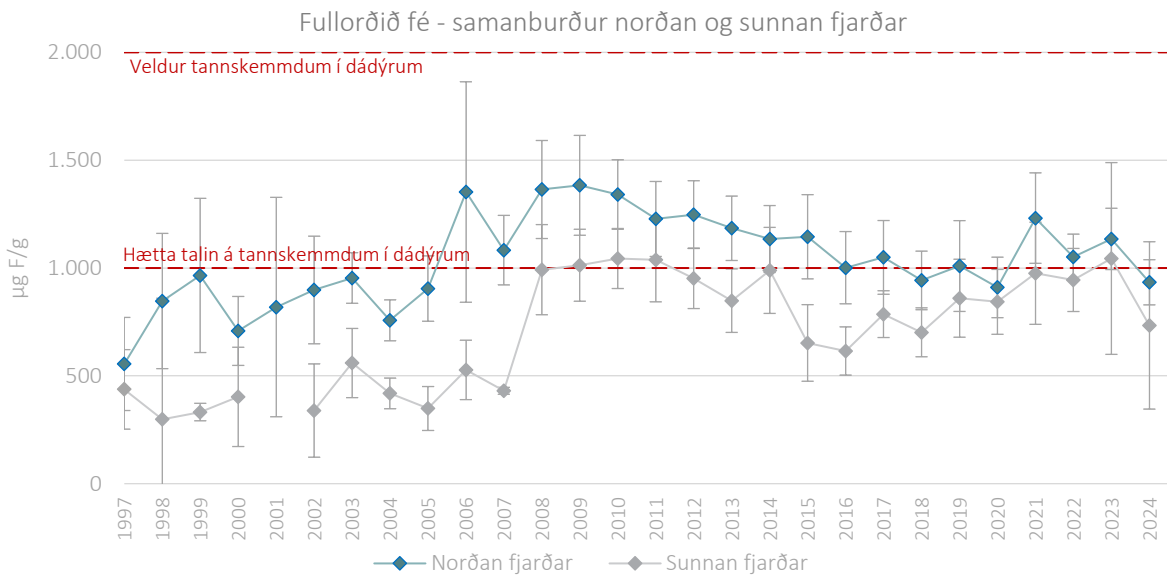


**MYND F.14** Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

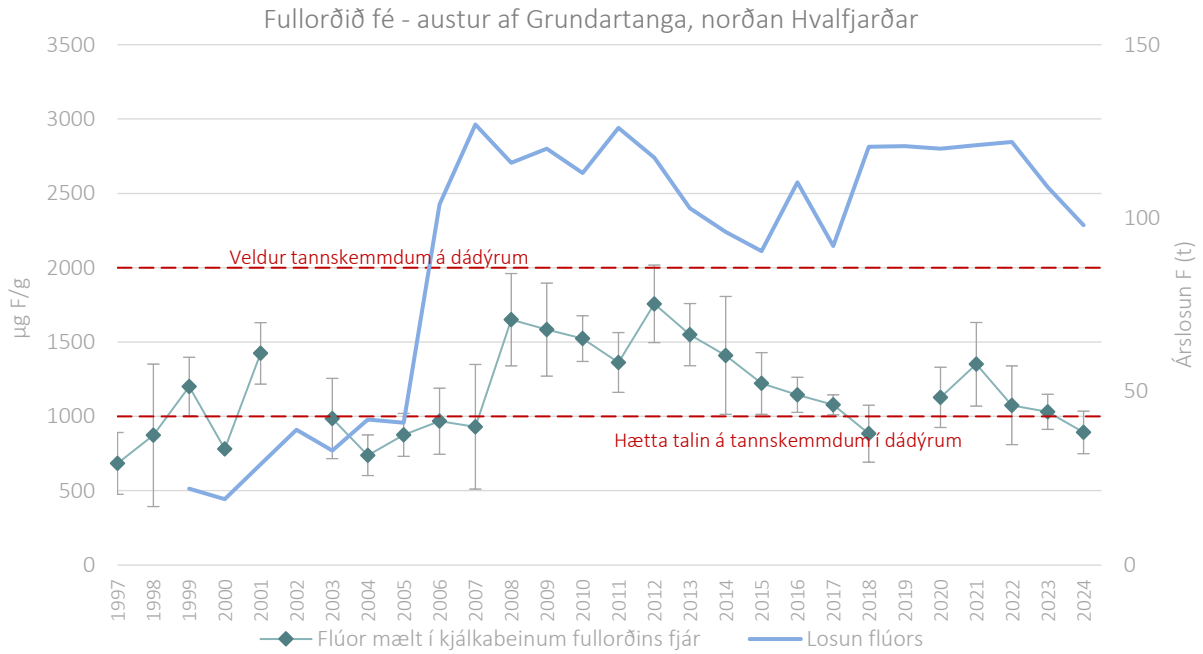
Fullorðið fé



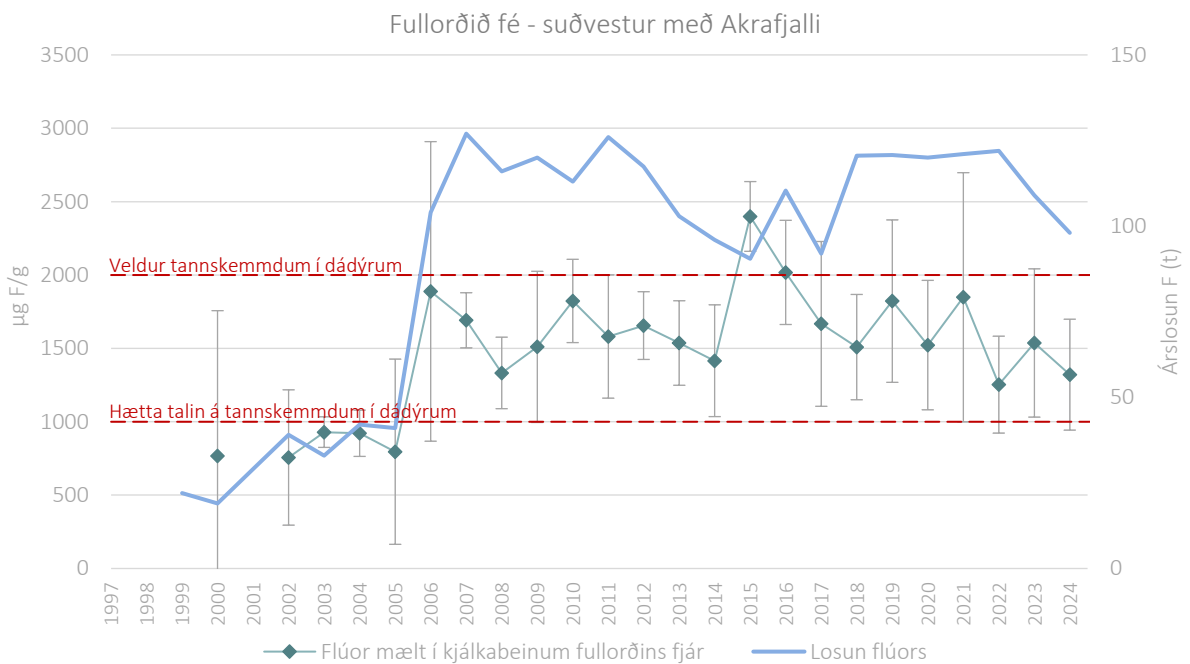
MYND F.15 Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



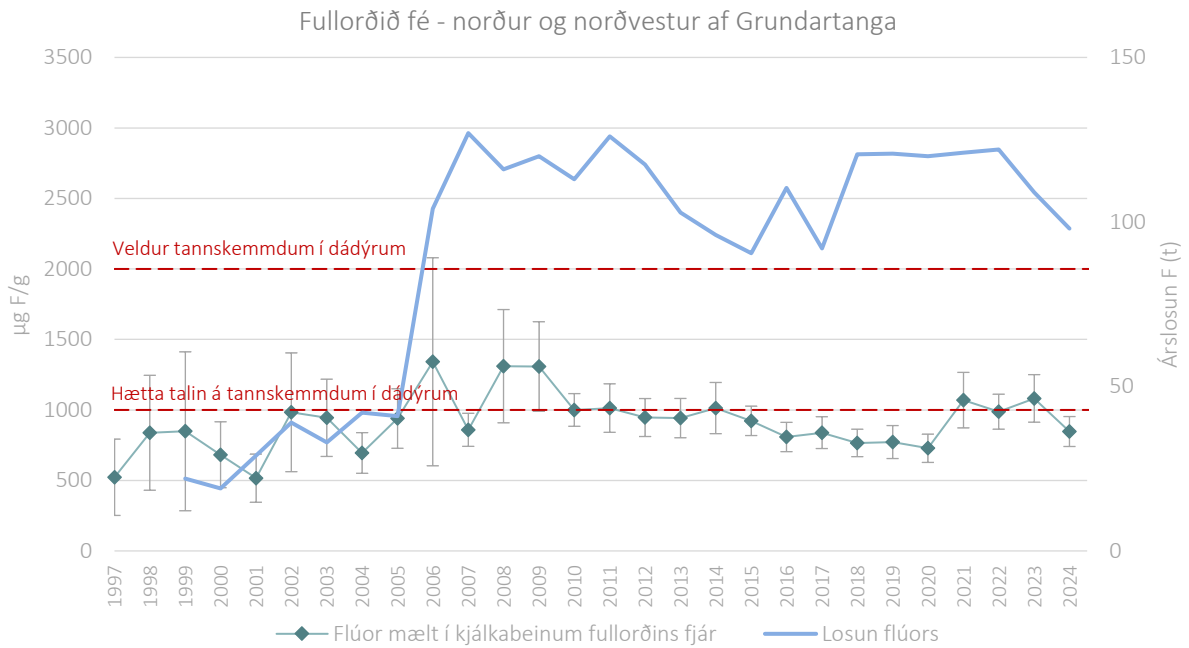
MYND F.16 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar.



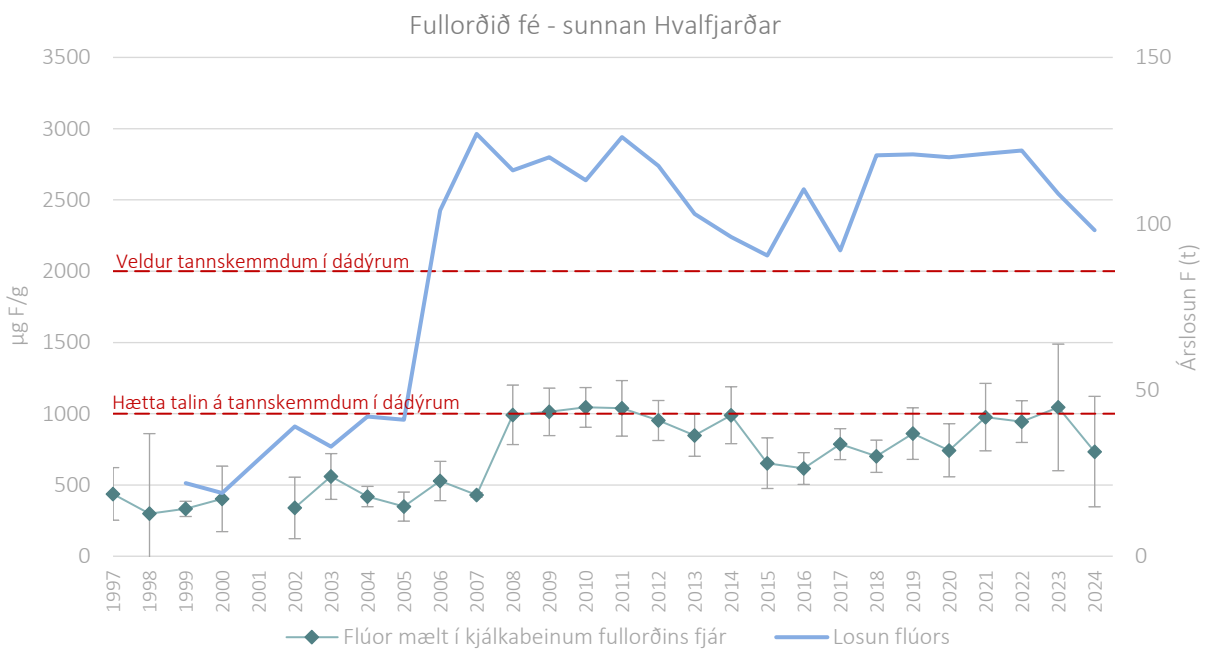
**MYND F.17** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



**MYND F.18** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



**MYND F.19** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



**MYND F.20** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.