



# Umhverfisvöktun

IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2022



## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Maí 2023 / 102816

### SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

ISBN 978-9935-9675-4-1 / 92

### 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 2022

### VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2022

### VERKKAUPI

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

### HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Snævarr Örn Georgsson og Páll Höskuldsson

### ÚTDRÁTTUR

Árið 2022 fór fram vöktun á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til og með ársins 2028, með samþykki Umhverfisstofnunar.

Eftirfarandi þættir voru vaktaðir að þessu sinni: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður vöktunarinnar sýna að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt, sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum. Þetta á við um loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, gras, hey og sjó við flæðigryfjur. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. 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.

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.

## SAMANTEKT

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fór árið 2022 fram samkvæmt umhverfisvöktunar-áætlun, 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 grasbítum.

Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Alur Álvinnsla ehf., Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartangi ehf. Fyrirtækin eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, en þar fer einnig fram önnur starfsemi. Á árinu 2022 endurvann Alur 3.800 tonn af áli úr um 7.000 tonnum af álgjalli. Ársframleiðsla Elkem var 112.562 tonn af 75% kísilmálm og 18.850 tonn af kísilryki og Norðurál framleiddi um 306.000 tonn af áli.

Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk í starfsleyfum og reglugerðum, þegar þau eru tiltæk. Einnig er gerður samanburður á milli ára og við bakgrunns mælingar 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 fyrir loftgæði (andrúmsloft og úrkomu), ferskvatn, gras, hey og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk voru uppfyllt, sem sett eru í starfsleyfum og 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. 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.

### Loftgæði

Styrkur loftkennds flúoríðs, heildarflúors, brennisteinstvíoxíðs, brennisteinsvetnis, nituroxíða, svifryks og bensó(a)pýrens mældist í öllum tilvikum undir skilgreindum umhverfismörkum í reglugerðum og starfsleyfum.

Ekki eru til skilgreind umhverfismörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Mæld gildi voru almennt í kringum meðaltal síðustu ára fyrir öll efni og sýrustig.

### Ferskvatn

Styrkur flúors í Kalmansá og Urriðaá var hár í báðum ám miðað við fyrri mælingar. 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 fimm sinnum lægri en í Kalmansá og Urriðaá.

## **Sjór við flæðigryfjur**

Mengunar gætir í óverulegu mæli utan flæðigryfjugarðanna og voru mæliniðurstöður ársins 2022 svipaðar eða lægri en mælst hafa á undanförunum árum. Sýni mældust undir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki eða viðmiðunarmörk 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 2022 lækkaði frá því árið á undan og nær svipuðum gildum og fyrri ár. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar, miðað við árið 1997. Engin breyting var á styrk flúors sunnan fjarðarmiðað við árið 2007 en marktæk breyting til lækkunar var norðan fjarðar miðað við árið 2007.

### *Lauf*

Styrkur flúors í laufi sýndi sömu fylgni og flúor í grassýnum þ.e. töluverða lækkun frá því á árinu á undan. Öll svæði lækkuðu nema Strekkjarás sem er innan þynningarsvæðis, sem stendur í stað.

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

### *Barr*

Í öllum tilvikum var meðalstyrkur flúors í eins árs barri undir þolmörkum barrtrjáa. Engin breyting var á meðalstyrk flúors í eins árs eða tveggja ára barri norðan fjarðar miðað við árið 1997 og árið 2007. Hins vegar var hækkun á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri sunnan fjarðar miðað við árið 1997, en engin breyting miðað við árið 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**

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 öllum tilvikum undir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tanskemmdum vegna flúors í dádýrum

samkvæmt norskri rannsókn. Marktæk lækkun var á meðalflúorstyrk í lömbum frá öllum vöktunarbæjum miðað við árið 2021 þegar styrkur flúors hafði aldrei mælst hærrí síðan vöktun hófst.

Árið 2022 var breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan fjarðar miðað við árið 1997, en styrkurinn lækkaði miðað við árin 2007 og 2021. Sunnan fjarðar var breyting á meðalstyrk flúors hærrí miðað við árið 1997, styrkurinn var óbreyttur miðað við árið 2007 og lægri en mældist árið 2021.

#### *Flúor í fullorðnu fé*

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá sjö bæjum mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem hætta er talin á að valdi tannskemmdum í dádýrum. Ekkert sýni mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum.

Meðalstyrkur flúors árið 2022 mældist innan þeirrar sveiflu sem mælst hefur frá árinu 2008. Árið 2022 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 marktæk breyting til hækkunar 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 séu ekki greinanleg. Ástand tanna og liðamóta var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt.

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfismörkunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2022, má sjá í töflunni hér fyrir aftan. Árið 2022 voru tekin um 400 sýni frá um 120 sýnatökustöðum. Rannsóknir vegna umhverfismörkunar voru framkvæmdar af Efnagreiningum Hafrannsóknastofnunar, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru um 70 mælipættir í sýnunum. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfum fyrirtækjanna eru til fyrir 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
			Sóláhringsmeðalstyrkur 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	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
	Ál	
	Blý	
	Kopar	
	Króm	
	Nikkel	
	Sink	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
	Járn	
	Sýaníð	
	Vanadínn	Viðmiðunargildi ekki til
Fosfór		
Gróður	Flúor í grasi sem fóður fyrir sauðfé	Reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri
	Flúor í laufi	Viðmiðunargildi ekki til
	Flúor í barri	
Hey	Flúor	Reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri
	Brennisteinn	Viðmiðunargildi ekki til
Grasbítar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi ekki til
	Ástandsskoðun tanna og kjálka í sláturfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun liða í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi hrossum	
	Ástandsskoðun liða í lifandi hrossum	

## EFNISYFIRLIT

<b>1</b>	<b>INNGANGUR</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>STAÐHÆTTIR</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Þyningarsvæði</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Starfsemi</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Veðurfar</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Vöktunarstaðir</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Tölfræði</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>LOFTGÆÐI</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>16</b>
4.1.1	Flúor í andrúmslofti	16
4.1.2	Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið	17
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	18
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	21
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	21
4.1.6	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	23
4.1.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	23
<b>5</b>	<b>FERSKVATN</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>27</b>
5.1.1	Leiðni ferskvatns	27
5.1.2	Sýrustig ferskvatns	27
5.1.3	Flúor í ferskvatni	28
5.1.4	Súlfat í ferskvatni	29
<b>6</b>	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR</b>	<b>30</b>
<b>6.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>31</b>
6.1.1	Málmur og steinefni í sjósýnum	31
6.1.2	Sýaníð og flúor í sjósýnum	31
<b>7</b>	<b>GRÓÐUR</b>	<b>33</b>
<b>7.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>34</b>
7.1.1	Flúor í grasi	34
7.1.2	Flúor í laufi	36
7.1.3	Flúor í barri	37
<b>8</b>	<b>HEY</b>	<b>39</b>
<b>8.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>39</b>
8.1.1	Flúor í heyi	39
8.1.2	Brennisteinn í heyi	41
<b>9</b>	<b>GRASBÍTAR</b>	<b>42</b>
<b>9.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>44</b>
9.1.1	Flúor í lömbum	45
9.1.2	Flúor í fullorðnu fé	46



9.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé _____	47
9.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum _____	47
<b>10</b>	<b>HEIMILDASKRÁ _____</b>	<b>49</b>
<b>VIÐAUKI A</b>	<b>ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR _____</b>	<b>52</b>
<b>VIÐAUKI B</b>	<b>LOFTGÆÐI _____</b>	<b>53</b>
<b>VIÐAUKI C</b>	<b>FERSKVATN _____</b>	<b>60</b>
<b>VIÐAUKI D</b>	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR _____</b>	<b>65</b>
<b>VIÐAUKI E</b>	<b>GRÓÐUR _____</b>	<b>67</b>
<b>VIÐAUKI F</b>	<b>GRASBÍTAR _____</b>	<b>78</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 sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM <sub>2,5</sub> )	Svifryksagnir sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
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.
Þolmörk	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.
340/2001	Um eftirlit með fóðri.
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

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., álver Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla eh starfa á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga. Starfsemi þessara fyrirtækja er háð starfsleyfum sem gera kröfu um að umhverfið í grennd við iðnaðarsvæðið skuli vaktað með reglubundnum hætti. Markmiðið með umhverfisvöktuninni er að meta þau áhrif sem starfsemi fyrirtækjanna hefur á umhverfið.

Vöktun ársins 2022 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og er gerð skv. starfsleyfum og samþykkt af Umhverfisstofnun [1].

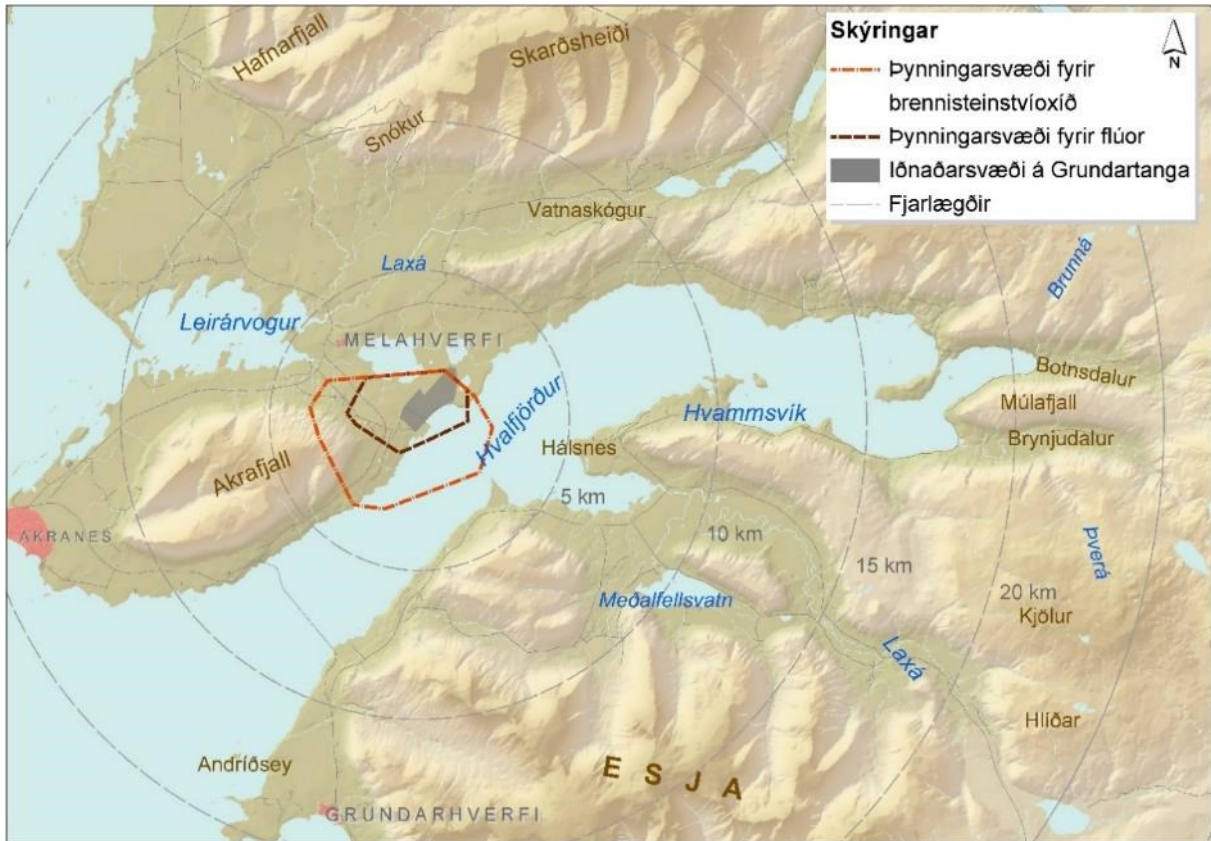
Þessi skýrsla inniheldur niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem voru framkvæmdar árið 2022. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Auk þess er mat lagt á breytileika mælinganna fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í níu kafla. Kafli 1 inniheldur stuttan inngang sem lýsir tilgangi umhverfisvöktunarinnar. Í kafla 2 er lýsing á staðháttum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir umfang og mælipætti 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. Loks inniheldur viðauki F nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

## 2 STAÐHÆTTIR

### 2.1 Þynningarsvæði

Við norðanverðan Hvalfjörð er staðsett skipulagt iðnaðarsvæði á Grundartanga, 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 2.1) og hins vegar er svæði sem á við um brennisteinstvíoxíð (rautt svæði á 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 og er ársframleiðslugeta verksmiðjunnar 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 2022 framleiddi Elkem 112.562 tonn af 75% kísilmálm og 18.850 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,94 % af samanlögðum rekstrartíma 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 2022 störfuðu um 630 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 306 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 lágmörkun 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. Jafnframt hefur náðst góður árangur við orkuskipti. Þannig hefur notkun á olíu á vélar, tæki og samferðabíla starfsfólks dregist saman um 28% frá árinu 2015. Rekstur gekk almennt vel árið 2022 og var losun innan starfsleyfismarka. 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 starfsemin er endurvinnsla álgjalls sem fellur til við frumframleiðslu áls hjá álverum landinu en einnig endurvinnnum við brotaál. Árlega er framleitt um 3.800 tonn af áli sem fer aftur í framleiðsluferil álveranna úr um 7.000 tonnum af álgjalli.

### 2.3 Veðurfar

Líkt og fyrri ár fóru 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.

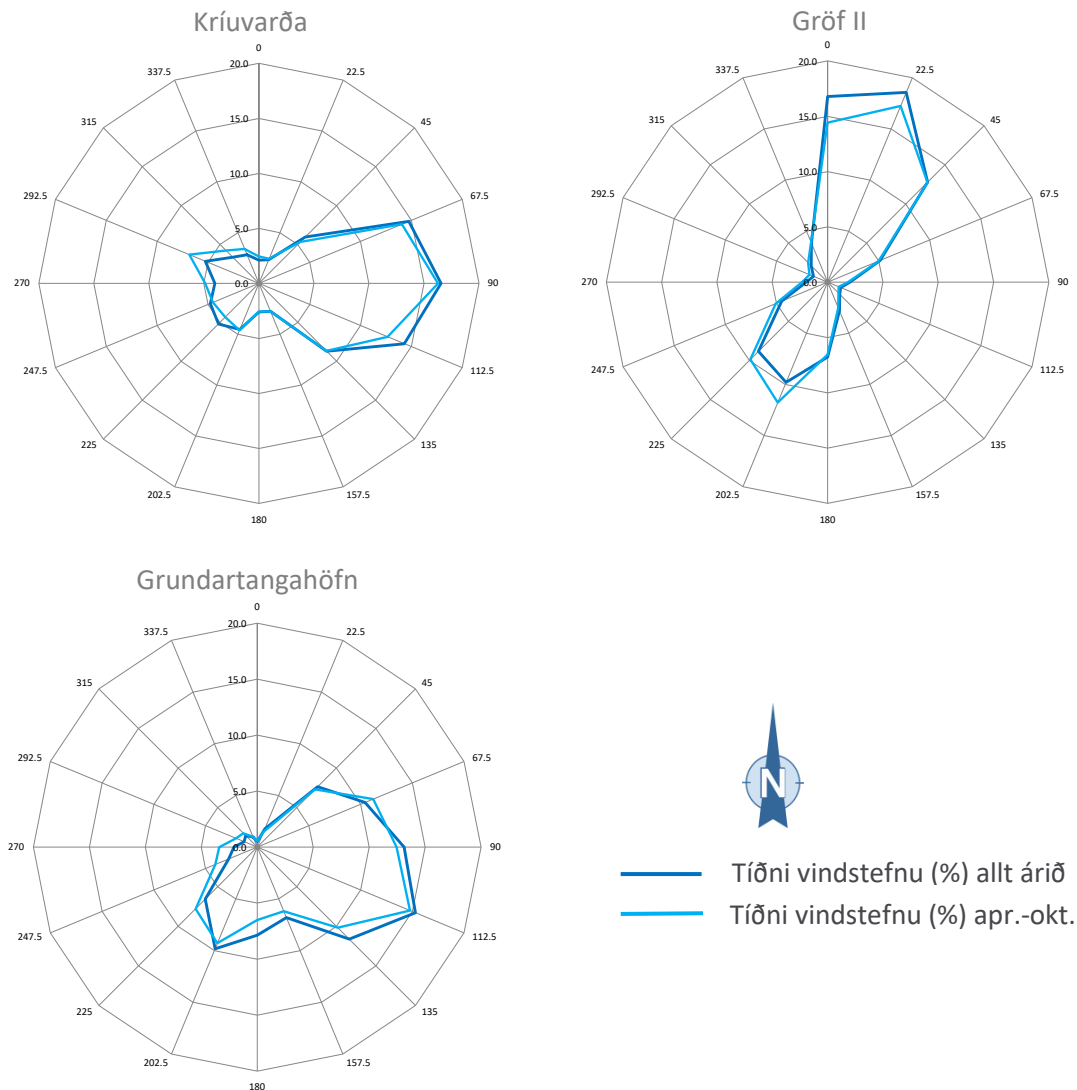
Veðurfar ársins 2022 var mjög breytilegt en ársmeðaltöl hita og vinds enduðu mikið til í meðallagi. Nokkuð úrkomusamt var á höfuðborgarsvæðinu. Illviðrasamt var fyrstu mánuði ársins. Vorið var nokkuð hlýtt og hægviðrasamt. Sumarið var tiltölulega kalt og voru hlýir dagar fáir, en september var hlýr og hægviðrasamur. Nóvember var sá hlýjast frá upphafi mælinga og desember var sá kaldasti sem mælst hefur í rúm 100 ár.

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 Grundartanga en kaldast var á Gröf II. Hitastig ársins 2022 var 0,1-0,8 °C lægra en árið 2021 en meðalvindhraði sambærilegur.

**TAFLA 2.1** Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2022 [2].

Veðurmælingastöð	janúar - desember		apríl - október	
	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]
Grundartangahöfn	5,8	6,4	8,8	5,4
Gröf II	4,3	5,0	7,1	4,3
Kríuvörða	5,0	5,4	8,2	4,5

Vindrósir fyrir allt árið 2022 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. Á Kríuvörðu virðist álverið skýla fyrir suðvestanvindum. Vindrósir vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósir alls ársins eru mjög svipaðar. Á Gröf II eru norðaustanáttir algengastar en austanátt í Grundartangahöfn og á Kríuvörðu. Árið 2022 voru suðvestanáttir fátíðari en árið áður, sem getur haft veruleg áhrif á mælda losun, sérstaklega á Kríuvörðu [2].



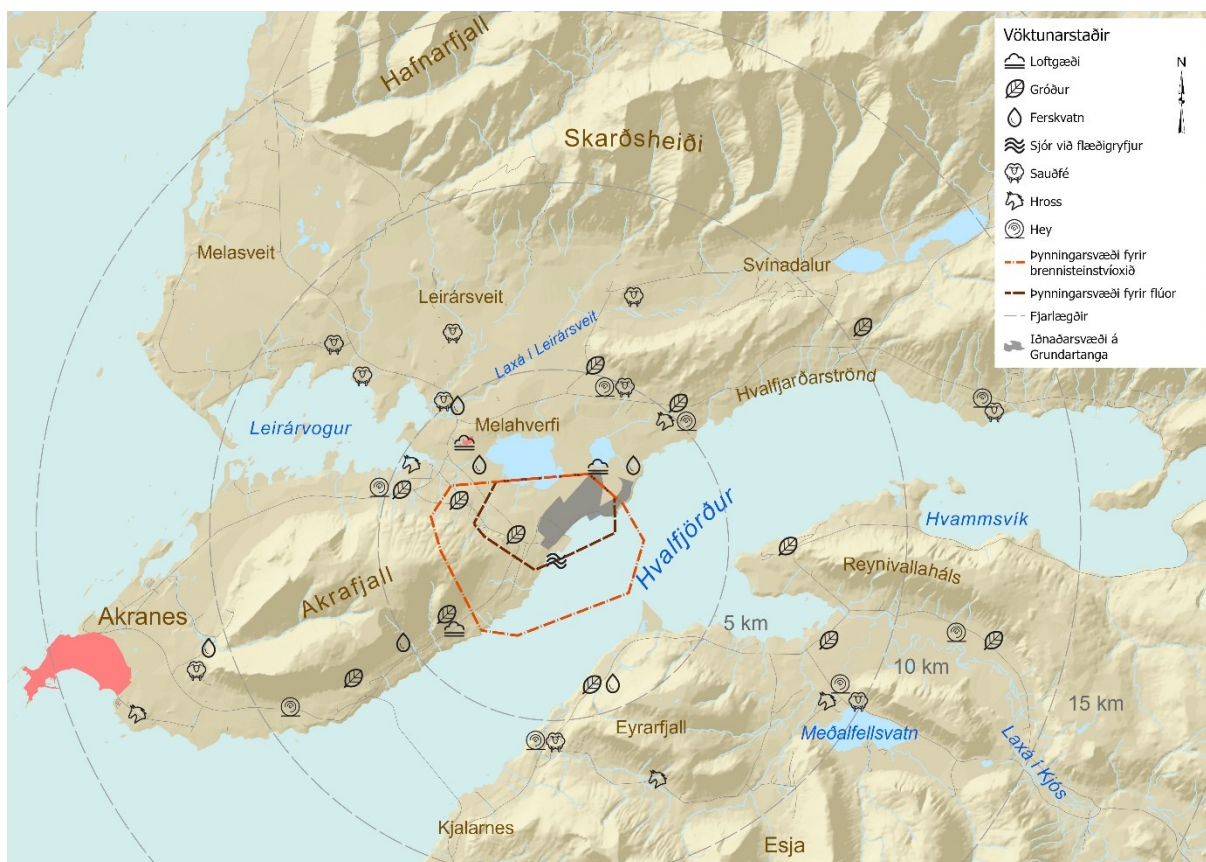
**MYND 2.2** Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl - október 2022 og allt árið 2022.

### 3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2022 var framkvæmd í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar [1]. Í töflu 3.1 er yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil.

#### 3.1 Vöktunarstaðir

Mynd 3.1 sýnir yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga, árið 2022, fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigrýfjur, gróður, hey og grasbíta.



**MYND 3.1** Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2022 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigrýfjur, gróður, hey og grasbíta.

#### 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. Eins og áður er mat 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.

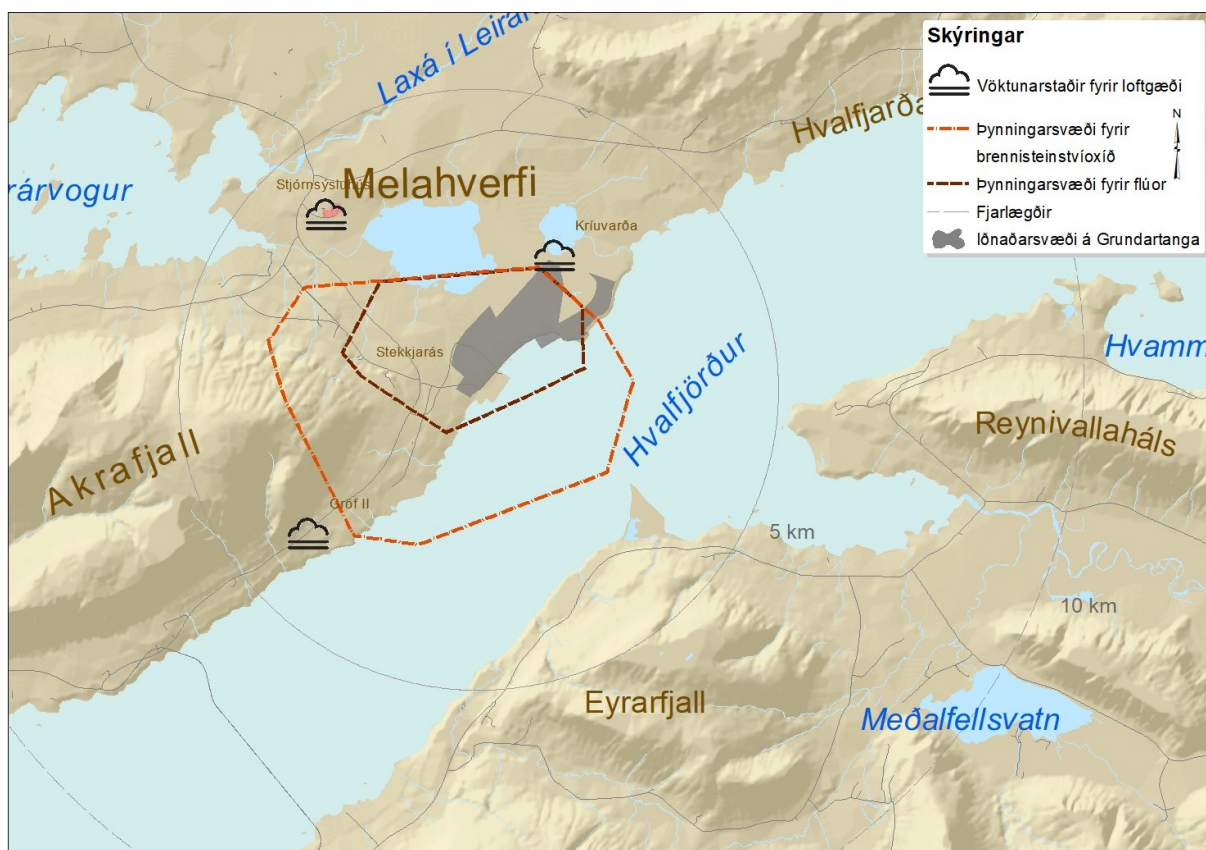
**TAFLA 3.1** Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2022.

	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
<b>Loftgæði</b>	<i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki, svífryk, PAH efni í svífryki, nituroxíð og brennisteinsvetni <i>Úrkoma:</i> klóríð, nítrat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Kríuvarða, Gröf II, Melahverfi	<i>Kríuvarða:</i> allt árið <i>Gröf II:</i> allt árið <i>Melahverfi:</i> allt árið	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun*
<b>Ferskvatn</b>	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	<i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá <i>Upptök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá	26. apríl - 6. sept. 2022	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun
<b>Sjór við flæðigryfjur</b>	<i>Málmur:</i> arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín. Sýanið, flúor og fosfór	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfjur auk tveggja viðmiðunarstaða	1.júní, 14. júlí og 15. ágúst 2022	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun
<b>Gróður</b>	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi ( <i>birki, reynir</i> ) og barri ( <i>greni, bergfura, stafafura</i> )	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús og veg, Hlíð, Kalastaðakot <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir <i>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur	<i>Gras:</i> 10. júní, 11. júlí, 1. september, 2022 <i>Lauf:</i> 10. júní, 1. september, 2022 <i>Barr:</i> 25. nóvember 2022	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun, Skógrækt ríkisins
<b>Hey</b>	Flúor og brennisteinn	<i>Norðan Hvalfjarðar :</i> Innri-Hólmur, Litla Fellsöxl, Hrafnabjörg, Eystra Miðfell og Kalastaðakot. <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell og, Meðalfell	<i>Sýni tekin úr heyrúllum, laust eða með kjarnabor, febrúar 2023</i>	<i>Efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun
<b>Grasbítar</b>	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka  Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé  Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	<i>Sláturfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri Reynir, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Meðalfell Grímsstaðir <i>Viðmiðunarsýni:</i> Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi <i>Lifandi sauðfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Innri Hólmur, Hrafnabjörg <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell <i>Lifandi hross:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Meðalfell	<i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2022  <i>Lifandi sauðfé og hross:</i> febrúar 2023	<i>Efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun  <i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ  <i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ



## 4 LOFTGÆÐI

Þrjár loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2022, þ.e. á Kríuvörðu, Gröf II og í Melahverfi (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, seinast 2021 og næst 2024.



**MYND 4.1** Staðsetning loftgæðamælistöðva. Ekki var mælt á Hálsnesi árið 2022 skv. vöktunaráætlun.

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

**TAFLA 4.1** Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2022. 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	Svifryk (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		

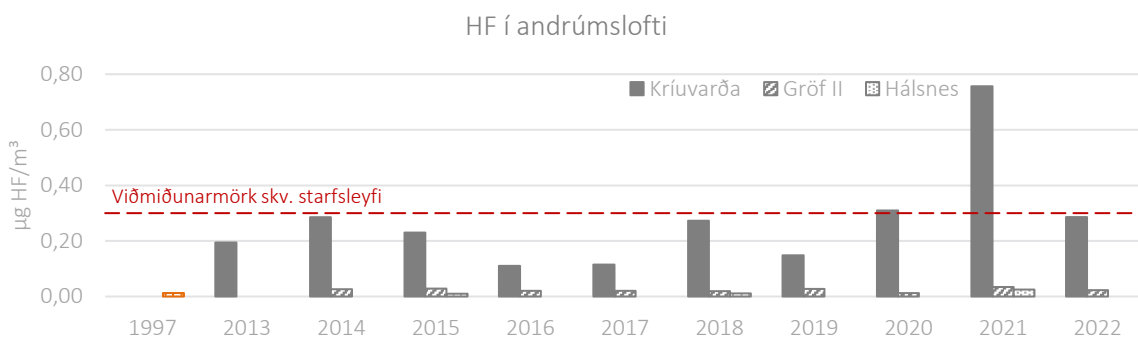
## 4.1 Niðurstöður

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 umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2012, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

### 4.1.1 Flúor í andrúmslofti

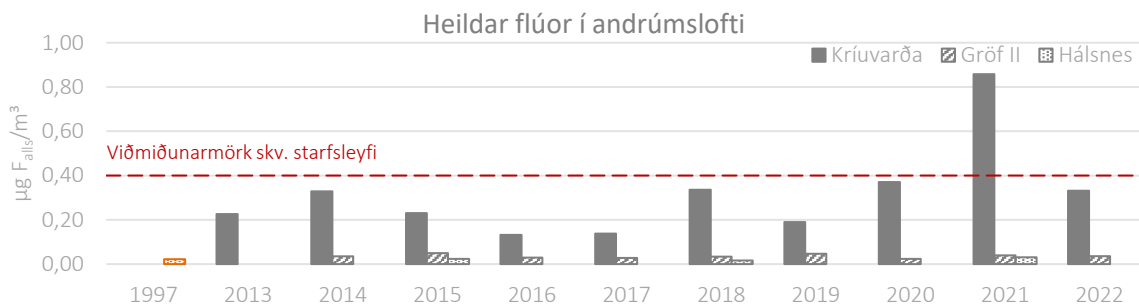
Styrkur loftkennds flúors í andrúmslofti (HF) var mældur allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til september, þar sem umhverfismörk fyrir flúor, sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðurláls, eiga við um það tímabil. Í viðauka B.a má sjá meðalstyrk flúors (HF) í hverjum mánuði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

Líkt og fyrri ár var sýnum fyrir flúormælingar safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II. Eftir óvenju há gildi árið 2021 var mældur styrkur flúors á Kríuvörðu aftur í samræmi við fyrri ár ( $0,29 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ ) og var undir viðmiðunarmörkum ( $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$  tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðurláls, sbr. mynd 4.2. Styrkurinn mældist hæstur í mars og yfir sumartímann en mun lægri yfir vorið í apríl/maí og frá október til desember. Á Gröf II var meðalstyrkur HF í samræmi við mælingar fyrri ára og langt undir viðmiðunarmörkum (mynd 4.2).



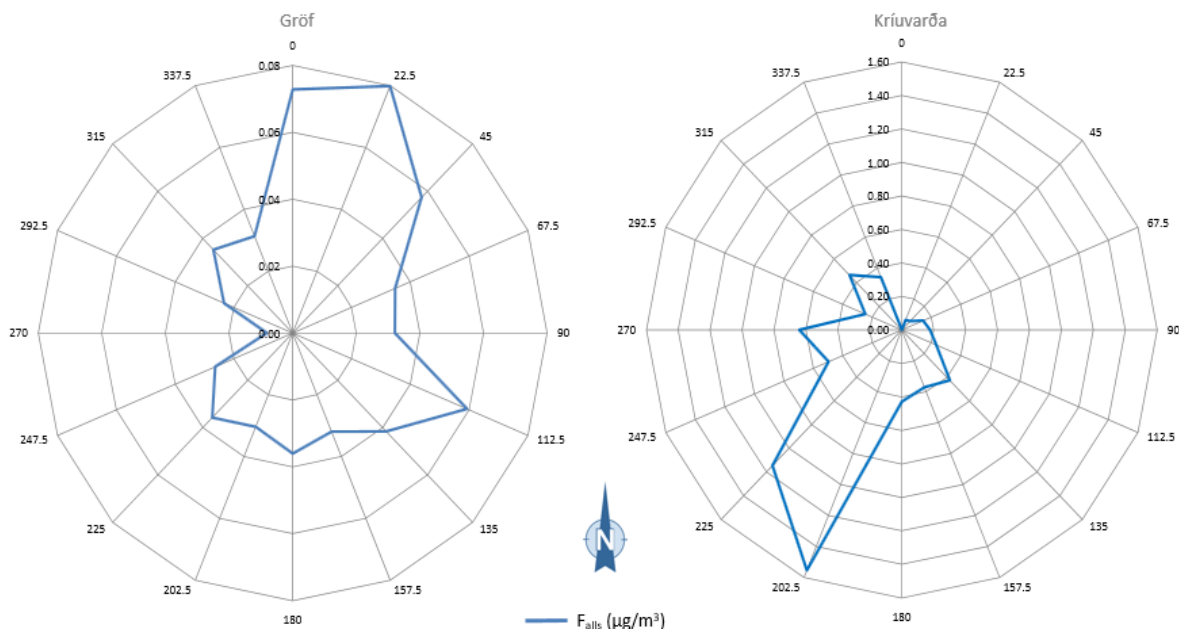
**MYND 4.2** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti yfir tímabilið apríl - september á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

Svipaða sögu er að segja um styrk heildarflúors (F), þ.e. samanlagðan styrk loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, yfir vöktunartímabilið. Meðalstyrkur heildarflúors á Kríuvörðu var  $0,33 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á tímabilinu 1. apríl - 30. september, sem er undir viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðurláls ( $0,4 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ ). Á Gröf II var meðalstyrkur heildarflúors í samræmi við mælingar fyrri ára og langt innan viðmiðunarmarka.



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

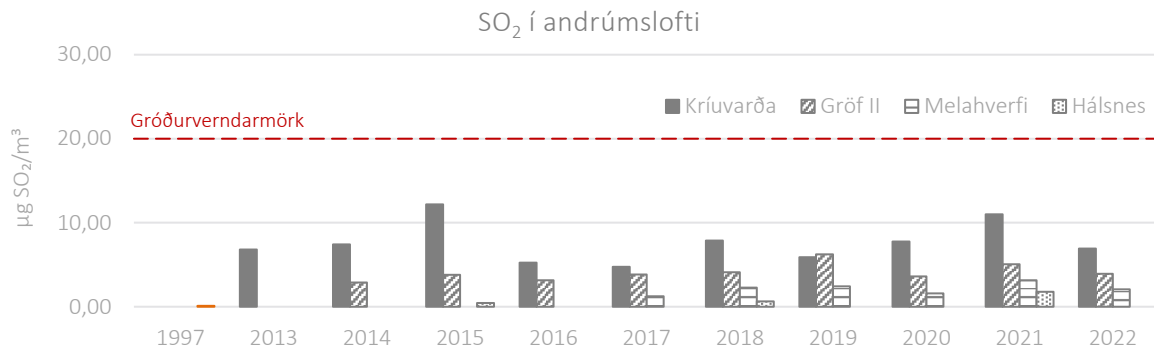
Vindáttir hafa mismunandi áhrif á flúormælingar á stöðvunum. Eins og áður mældist styrkur flúors hærri á Krúuvörðu en Gröf II og var áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi, sem er vegna nálægðar og afstöðu til iðnaðarsvæðisins. Hæst mældist heildarflúor 3,31 µg HF/m<sup>3</sup>, þann 20. sept. á Krúuvörðu í suðvestan stinningsgolu. Á Gröf II mældist hærri 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 2022 á Gröf II og Krúuvörðu. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

#### 4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið

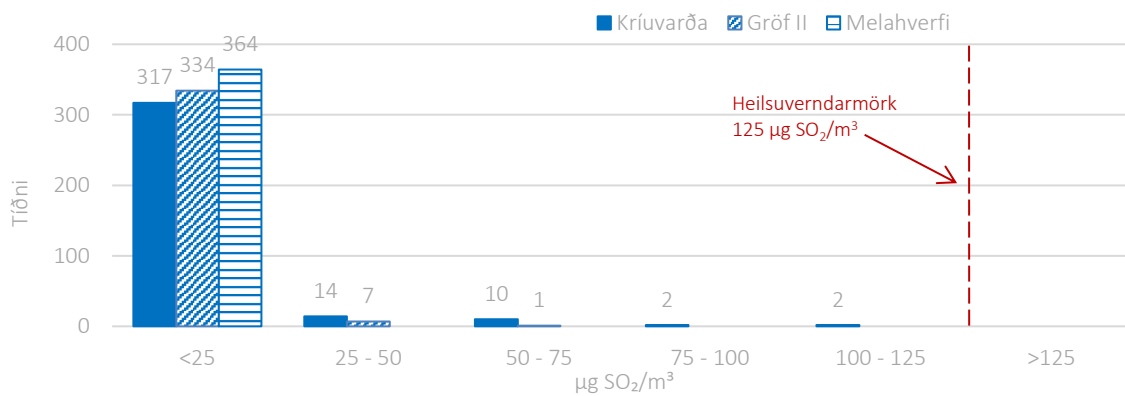
Brennisteinstvíoxíð (SO<sub>2</sub>) var mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Krúuvörðu, Gröf II og Melahverfi (mynd 4.5 og mynd B.3 í viðauka). Styrkur SO<sub>2</sub> lækkaði á öllum mælistöðvum miðað við árið 2021. Styrkur SO<sub>2</sub> mældist hæstur á Krúuvörðu, líkt og undanfarin ár. Styrkurinn á öllum stöðvum var undir meðallagi síðustu 10 ára og vel undir gróðurverndarmörkum (20 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) sem gilda utan þynningarsvæðis (mynd 4.5).



**MYND 4.5** Meðalstyrkur SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

Árið 2022 mældist SO<sub>2</sub> aldrei yfir klukkustundarheilsuverndarmörkum (350 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) en árlega er leyfilegt að fara 24 sinnum yfir þau mörk. Hæstu gildi SO<sub>2</sub> mældust í suðsuðvestanátt á Kríuvörðu, norðanátt á Gröf II og í suðaustanátt í Melahverfi. Er það í samræmi við að meginuppsetta brennisteinstvíoxíðs tengist iðnaðarsvæðinu á Grundartanga [2].

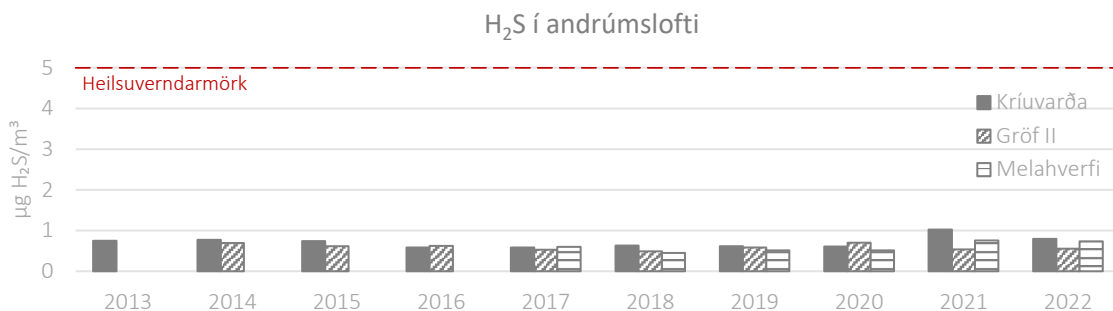
Á vöktunarstöðunum mældist sólarhringsmeðalstyrkur SO<sub>2</sub> aldrei yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>), en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi yfir árið 2021. Mælingar eru skráðar alla daga ársins en alltaf detta einhverjir dagar út, sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu. Árið 2022 vantaði einungis einn dag í Melahverfi, 20 á Kríuvörðu og 23 á Gröf II.



**MYND 4.6** Fjöldi mælinga fyrir mismunandi sólarhringsmeðalstyrk SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2021.

#### 4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

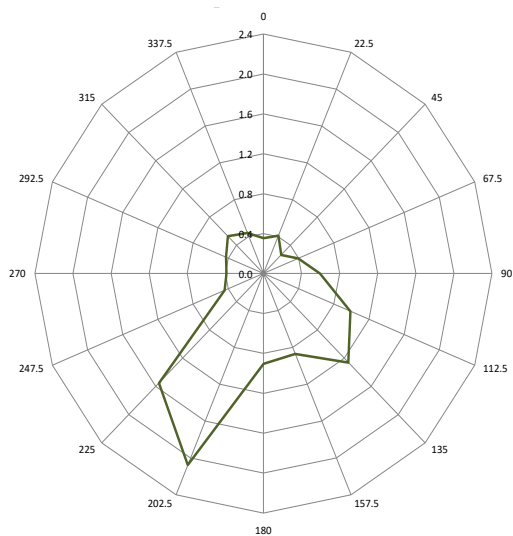
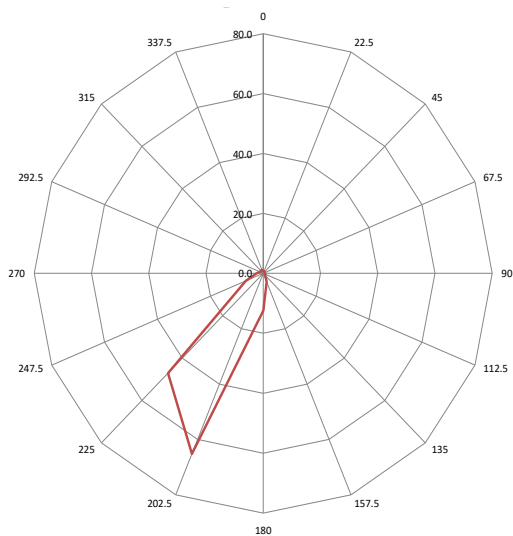
Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis (H<sub>2</sub>S) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2022. Meðalstyrkur loftborins H<sub>2</sub>S mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörðunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B [2].



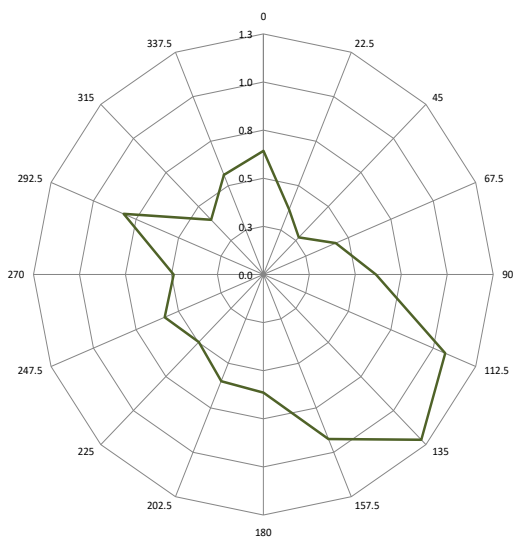
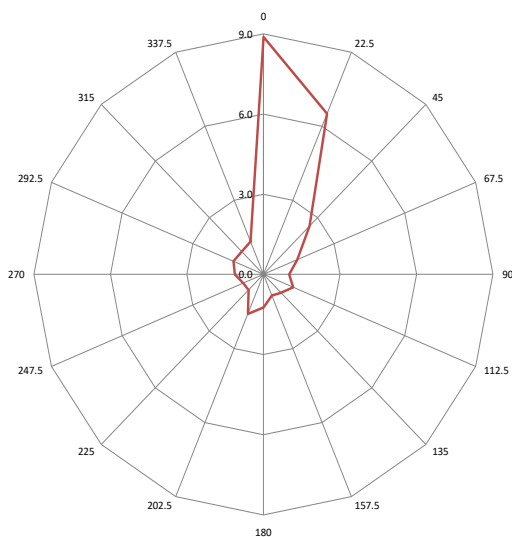
**MYND 4.7** Meðalstyrkur H<sub>2</sub>S á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

Meginuppspretta SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem SO<sub>2</sub> berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að Gröf II í norðanáttum (mynd 4.8). Uppspretta H<sub>2</sub>S á Kríuvörðu og Gröf II er suðaustan frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Niðurstöðurnar eru svipaðar og fyrri ár á öllum þremur mælistöðum.

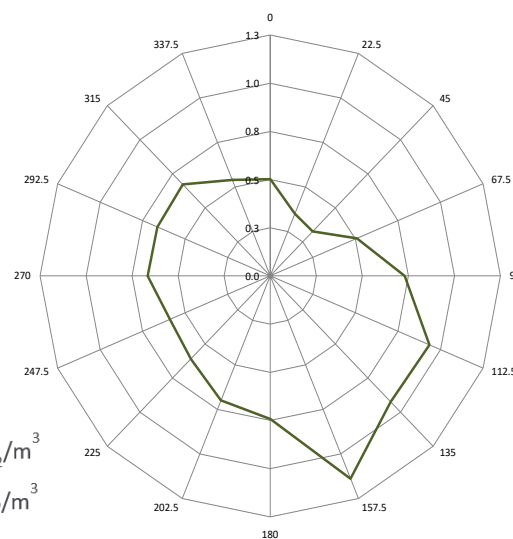
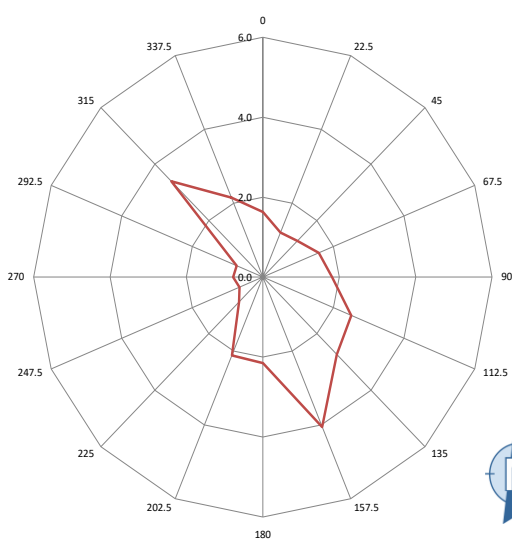
### Kríuvarða



### Gröf II



### Melahverfi



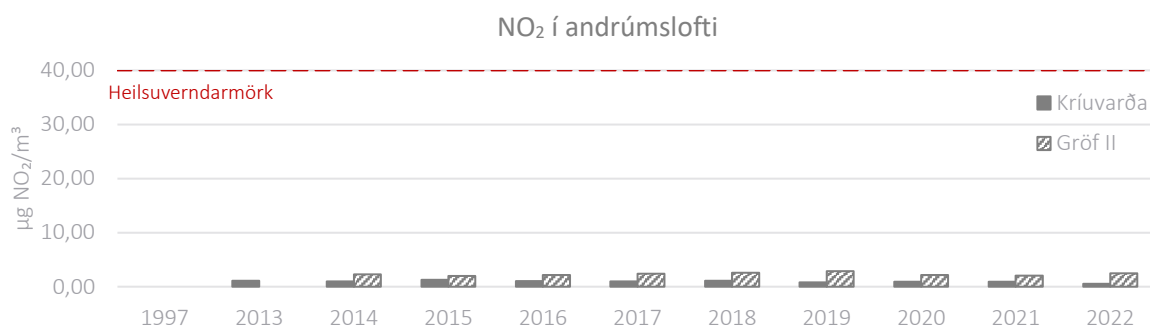
—  $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$   
—  $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$

**MYND 4.8** Styrkur  $\text{SO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$  í mældum vindáttum árið 2022 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

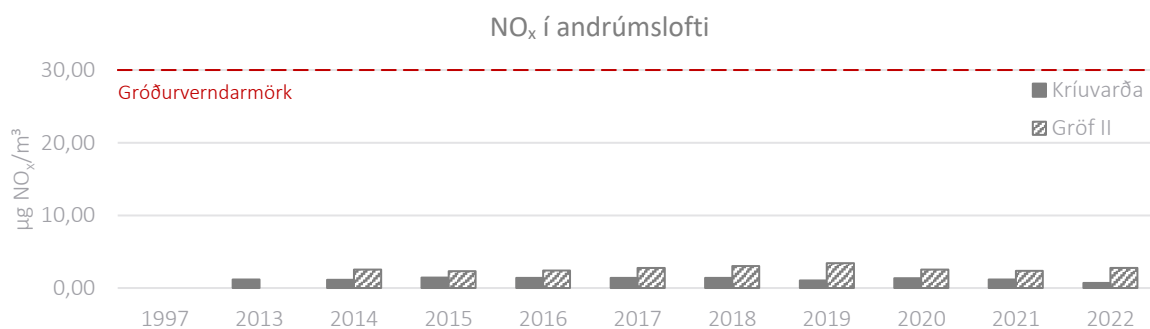
#### 4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs ( $\text{NO}_x$ ) og niturmónoxíðs ( $\text{NO}$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2022. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturtvíoxíð ( $\text{NO}_2$ ). Niðurstöðurnar voru með lægsta móti á Kríuvörðu en í meðallagi á Gröf II. 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.

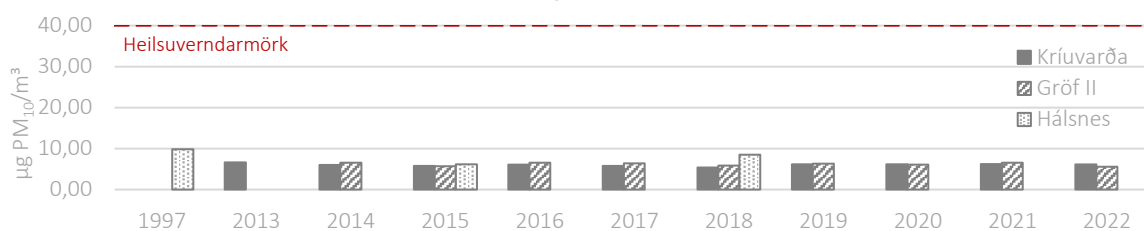


**MYND 4.10** Meðalstyrkur  $\text{NO}_x$  á Kríuvörðu og Gröf II.

#### 4.1.5 Svifryk í andrúmslofti

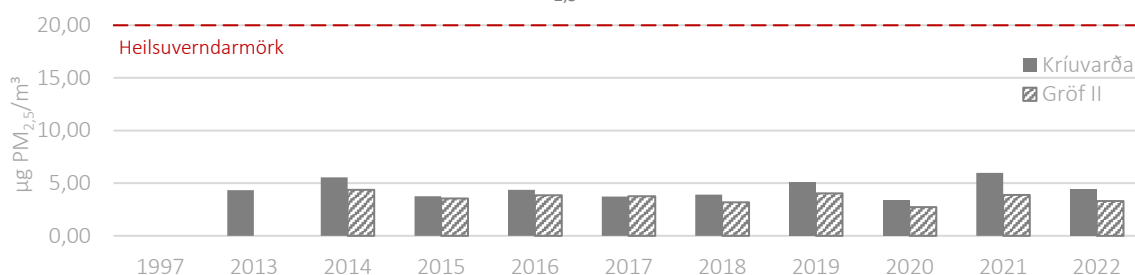
Sjálfvirkar mælingar á styrk svifryks ( $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ ) fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II árið 2022. Meðalstyrkur  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  mældist undir heilsuverndarmörkum og var meðalstyrkur bæði  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  svipaður og síðastliðin ár (myndir 4.11 og 4.12). Undanfarin ár hefur meðalstyrkur  $\text{PM}_{2,5}$  að meðaltali verið u.þ.b. 30% lægri en  $\text{PM}_{10}$  og sú var líka raunin 2022. Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks  $\text{PM}_{10}$  aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

### Svifryk (PM<sub>10</sub>) í andrúmslofti



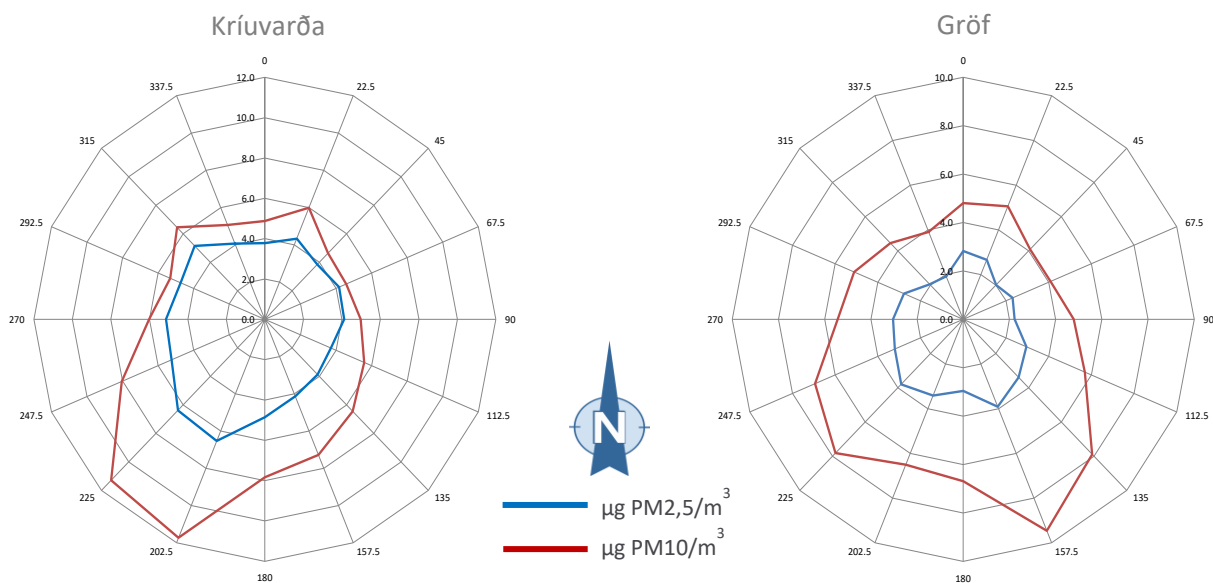
**MYND 4.11** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>10</sub>) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi (ekki mælt eftir 2018).

### Svifryk (PM<sub>2,5</sub>) í andrúmslofti



**MYND 4.12** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>2,5</sub>) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II.

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2022. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestan- og sunnanáttum. Uppsprettur PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> eru ekki endilega þær sömu, þar sem uppspretta PM<sub>2,5</sub> tengist brennsluferlum bifreiða eða iðnaði og getur komið langt að á meðan uppsprettur PM<sub>10</sub> 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 2022. 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 svifrykssýnum (PM<sub>10</sub>) sem safnað var á síur á Kríuvörðu allt árið 2022. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH<sub>16</sub> efna í andrúmslofti. Styrkur PAH<sub>16</sub> efnanna var aðeins undir meðaltali síðustu 10 ára 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 á bilinu 0,001 – 0,0085 ng/m<sup>3</sup>.

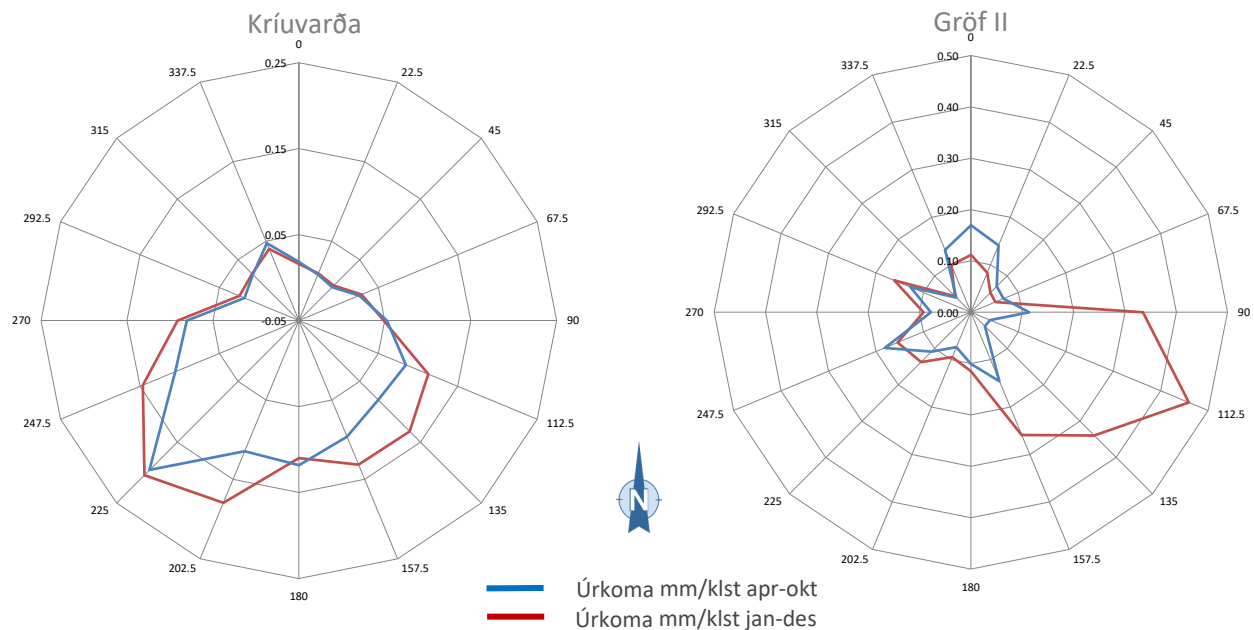


**MYND 4.14** Styrkur PAH<sub>16</sub> efna í svifryki á Kríuvörðu.

#### 4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Magn brennisteins, flúors og sýrustig er mælt í úrkomusýnum sem safnað er á Gröf II og Kríuvörðu, allt árið. 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 nítrat [2] (sjá viðauka B.d). Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið, en pH er bein mæling í úrkomu. Niðurstöður geta endurspeglad að nokkru úrkomumagn þar sem áfallsgildi eru hærrí í meiri úrkomu.

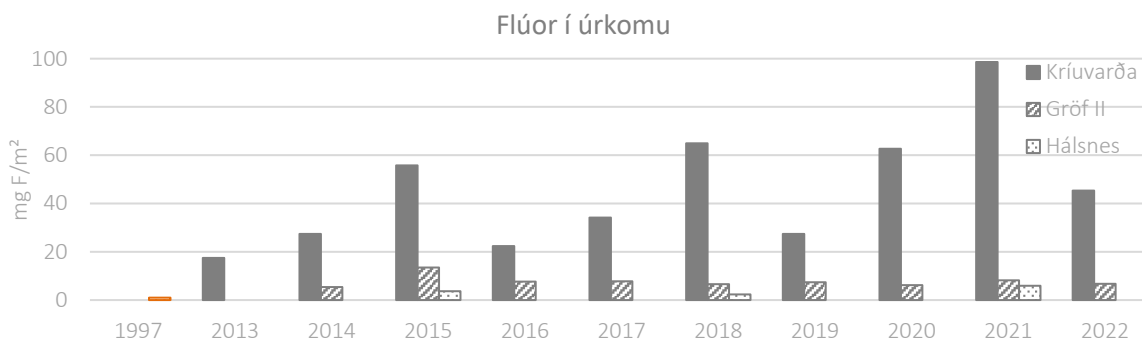
Á Gröf I rigndi mest í austsuðaustanátt en á Kríuvörðu í suðvestanátt (mynd 4.15). Afstaða stöðvanna til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



**MYND 4.15** Megin úrkomaáttir á Kríuvörðu og Gröf II, tímabilin apríl – október og allt árið 2022. Ekki er sami kvarði á myndunum.

### Flúor

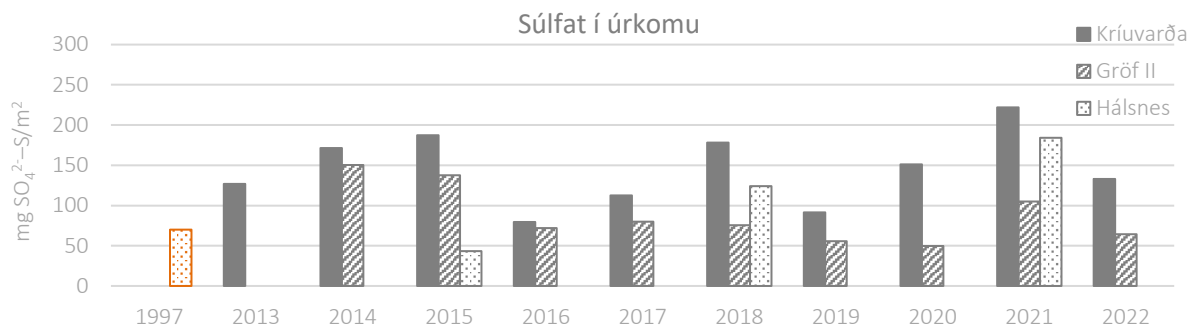
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu (apríl - október) lækkaði á Kríuvörðu eftir há mæligildi 2021, og á Gröf II voru gildi í samræmi við fyrri ár (mynd 4.16). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir flúormagn í úrkomu.



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

### Súlfat

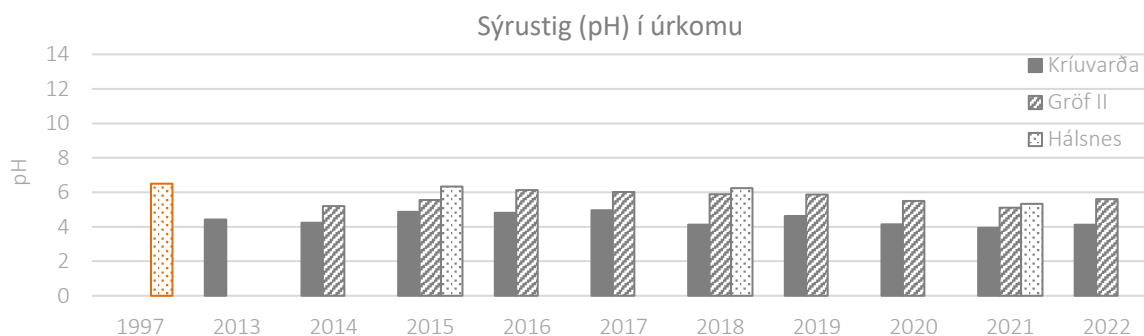
Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl – október lækkaði á báðum mælistöðvunum og var svipað og meðaltal síðustu 10 ára á Kríuvörðu og undir meðallagi á Gröf II (mynd 4.17). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.



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

### Sýrustig

Á vöktunartímabilinu 2022 mældist sýrustig um meðaltal á Gröf II en aðeins undir meðaltali á Kríuvörðu (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].

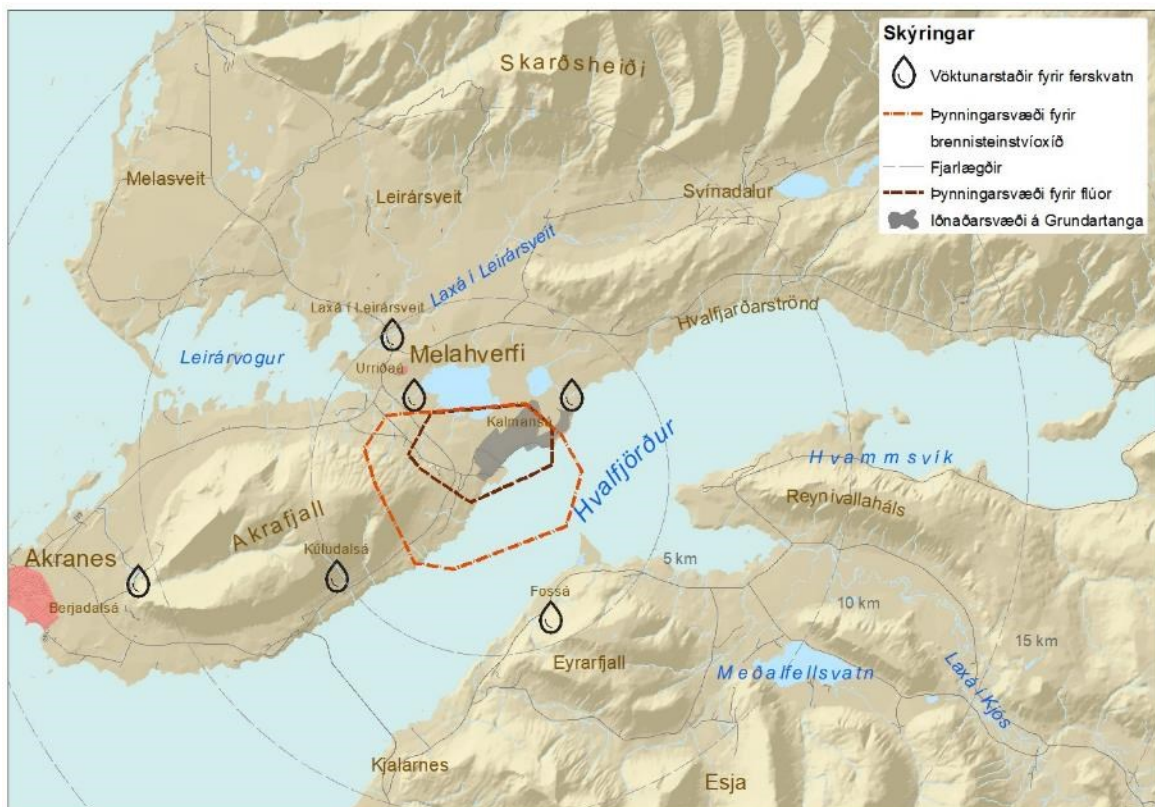


**MYND 4.18** Meðalsýrustig í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi á vöktunartímabilinu (apríl – október).

## 5 FERSKVATN

Vatnssýni voru tekin úr fimm ám norðan Hvalfjarðar, þ.e. 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). Þá voru einnig 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 26. apríl til 6. september 2022. 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. Í vatnssýnum var mælt sýrustig og leiðni ásamt styrk flúors, klórs, súlfats, natríns og kalsíns. 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.

Að þessu sinni 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.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2022.

Kalmansá og Urriðaá eru hreinar bergvatnsár en uppspretta þeirra er fyrst og fremst yfirborðsvatn, 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 – 2022 sem notaðar eru til

að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk flúors hafi átt sér stað í ánum á þessu tímabili.

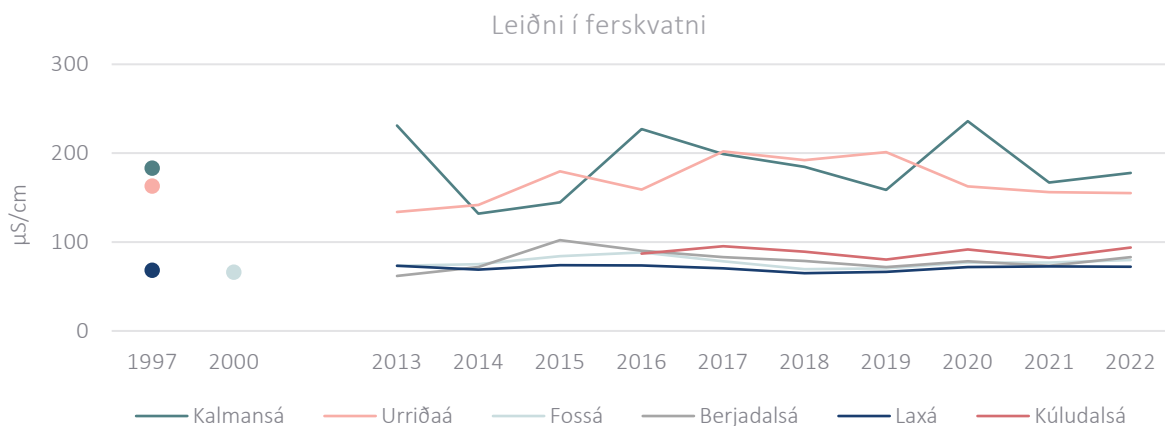
## 5.1 Niðurstöður

Niðurstöður benda ekki til breytinga á mengunarstigi yfirborðsárvatns frá því sem verið hefur undanfarin ár, heldur hefur ástand þess verið nokkuð svipað frá árinu 2006, en frá því ári mátti sjá nokkuð aukna mengun í ánum sem koma úr vötnum norðan Grundartanga, Eiðisvatni og Hólmavatni. Í heild teljast gildi árið 2022 í meðallagi.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á fersku vatni má sjá í viðauka C. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2012, sem má nálgast hjá Umhverfisstofnun.

### 5.1.1 Leiðni ferskvatns

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2022 mældist að meðaltali 167  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , minnst 139  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og mest 207  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Í dragánum mældist leiðni á bilinu 72 – 97  $\mu\text{S}/\text{cm}$  þar sem meðaltalið var 82  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Meðalleiðni allra ána var 110  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og er með lægra móti miðað við undanfarin ár, en breytileikinn hefur verið nokkur í gegnum árin (mynd 5.2). Efnainnihald vatns hefur áhrif á leiðni og því er eðlilegt að leiðni mælist hærri í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.



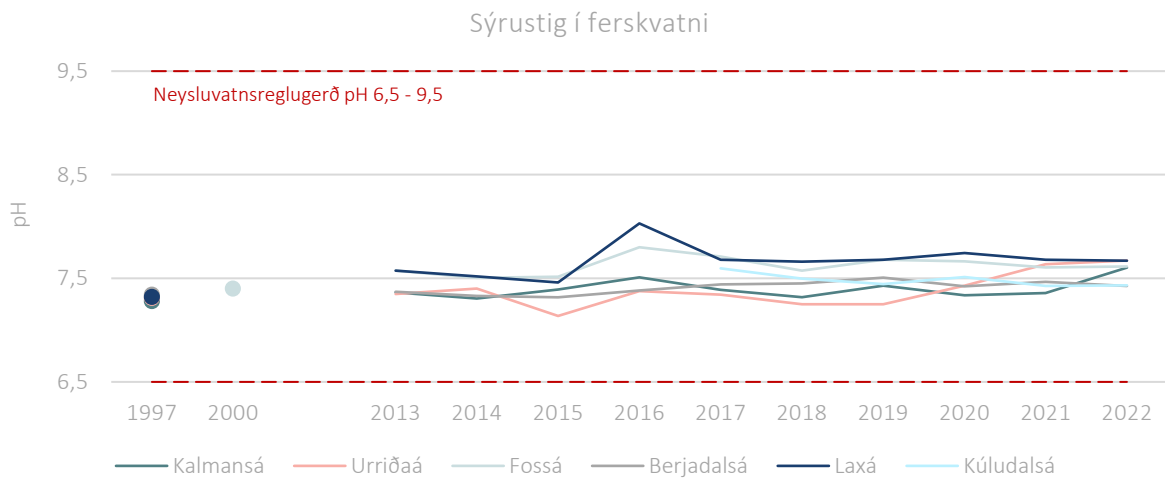
**MYND 5.2** Meðalleiðni í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2022, líkt og öll 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 7,64 og mældist á bilinu pH 7,08 – 8,45, er þetta hæsta sýrustig þessara áa frá upphafi vöktunar. Sýrustig dragána mældist að meðaltali pH 7,55 og var á bilinu pH 7,25 – 7,67. Heildarmeðaltal sýrustigs alla ána var 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, Urriðaá 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.

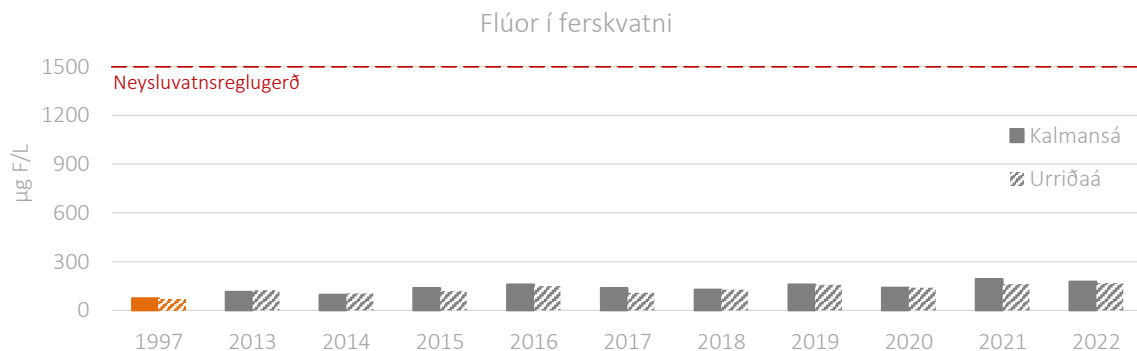


**MYND 5.3** Meðaltal sýrustigs í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.3 Flúor í ferskvatni

Meðalstyrkur flúors í vöktunarám hefur alltaf mælst langt undir hámarksgildi flúors í neytlavatni 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.

Meðalstyrkur flúors var 166 µg F/L í Urriðaá og 176 µg F/L Kalmansá árið 2022 (mynd 5.4), sem er hæsti styrkur sem mælst hefur frá upphafi vöktunar í Urriðaá og næst hæsti styrkur sem mælst hefur í Kalmansá. Meðalstyrkur flúors í dragánum var um fimm sinnum lægri, sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára en þó aðeins meiri munur en oftast. Í dragánum var meðalstyrkur flúors 35 µg F/L, aðeins lægra en árið áður, og á bilinu 27-42 µg F/L.



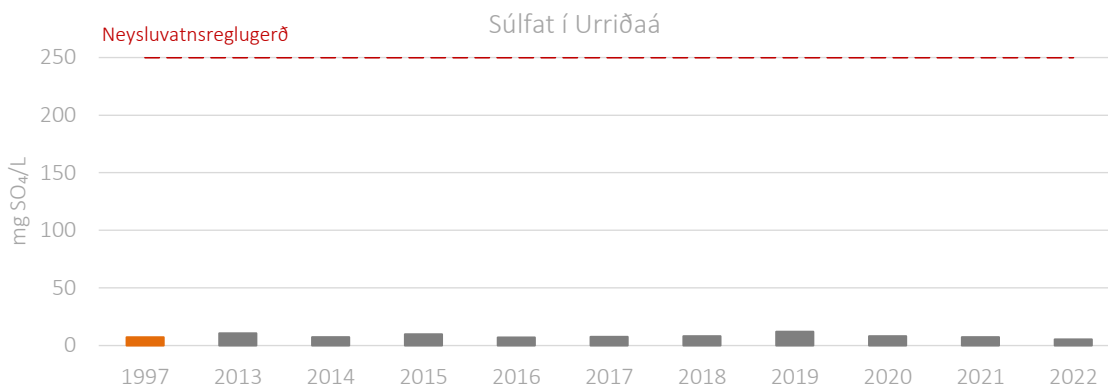
**MYND 5.4** Meðalstyrkur flúors í Urriðaá og Kalmansá síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn eru uppsprettur Kalmansár og Urriðaár. Þessi vötn eru staðsett afar 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.

Líkt og áður segir var styrkur flúors með mesta móti árið 2022 í Urriðaá og Kalmansá og marktæk hækkun var á flúor í báðum ám miðað við árið 1997 og miðað við árið 2007 í Urriðaá. Tölfræðiniðurstöður má sjá í viðauka C. Tekið er fram að öll gildi sem mældust sumarið 2022 eru langt undir þeim mörkum sem tilgreind eru í neysluvatnsreglugerð, sem eru 1.500 µg F/L.

#### 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  $\text{SO}_4$ /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 dragánna var 2,6 mg  $\text{SO}_4$ /L en 6,6 mg  $\text{SO}_4$ /L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.5 fyrir Urriðaá).



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

## 6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Á hafnarsvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga hafa iðjuverin heimild til koma föstum ónýtanlegum úrgangi í flæðigryfjur. Dæmi um úrgang í flæðigryfjur eru kerbrot, óendurvinnanlegar málmleifar og kola- og súralsryk. Sjór flæðir um gryfjurnar vegna sjávarfalla og því eru þær afmarkaðar með grjótgarði sem hindrar að föst efni berist til sjávar. Skeljasandi er blandað við kerbrotaúrganginn 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.

Á árinu 2022 voru þrisvar sinnum tekin sjósýni yfir sumartímamann á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Á hverjum stað voru sýni tekin á eins metra dýpi í eins metra og fjögurra metra fjarlægð frá grjótgarðinum (mynd 6.1). Auk þess voru tvö sýni tekin til viðmiðunar, annað í miðju fjarðar og hitt við Kalastaði. Sýni þaðan eru talin innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Í sjósýnunum var mældur styrkur arsens (As), króms (Cr), kopars (Cu), nikkels (Ni), blýs (Pb), járn (Fe), áls (Al), fosfórs (P) og vanadíns (V) auk magn sýaníðs (CN) og flúors (F). Sýni voru tekin dagana 1. júní, 14. júlí og 1. ágúst 2022. Sýni sem tekin voru í ágúst töpuðust í sendingu. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af Hafrannsóknastofnun [6].



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



## 6.1 Niðurstöður

Mengunar gætir í óverulegu mæli utan flæðigryfjugarðanna og eru mæliniðurstöður ársins 2022 svipaðar eða lægri en mælst hafa á undanförunum árum. Sýni mældust undir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki eða viðmiðunarmörk í starfsleyfi Norðuráls.

### 6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum

Þau efni sem mæld voru í sjósýnum fyrir utan flæðigryfjurnar; arsen, blý, króm, kopar, nikkell og sink, eru talin vera óæskileg í lífríki hafsins ef þau eru í miklu magni. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessi efni í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (tafla 6.2). Magn áls og flúors er borið saman við viðmiðunarmörk í frárennslis í starfsleyfi Norðuráls. Hins vegar eru engin viðmiðunarmörk til staðar fyrir vanadín, járn, fosfór og sýaníð í sjó. Meðalstyrk efna í sjósýnum er að finna í töflu 6.1. Meðalstyrk ásamt hæsta og lægsta mælda styrk þessara efna er að finna í viðauka D.

Arsen, króm, kopar, blý, nikkell og sink mældust í flestum tilvikum í lægri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Eins og áður mældist meðalstyrkur í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Ál mældist í einu tilfalli (austurendi, 1m) hærri en í viðmiðunarsýnum en undir viðmiðunarmörkum um frárennslis í starfsleyfi Norðuráls (20 mg/l). Járn, fosfór og vanadín mældust í öllum tilvikum í svipuðum styrk og viðmiðunarsýni.

### 6.1.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum, má sjá í töflu 6.1. Styrkur sýaníðs, bæði fyrir frítt sýaníð og heildar sýaníð, mældist í mörgum tilfellum undir greiningarmörkum (<0,001 mg/L). Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir sýaníð í sjó. Flúor mældist í hærri eða svipuðum styrk og í viðmiðunarsýnum, hæst að meðaltali (1,62 mg F/L) í sýni í 1m fjarlægð austanmegin gryfjunnar sem er undir viðmiðunarmörk í frárennslis í starfsleyfi Norðuráls (50 mg/l). Meðalstyrk, hæsta og lægsta mælda styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í viðauka D.

**TAFLA 6.1** Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2022. 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	Sýaníð** (Fritt) mg/L	Sýaníð** (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,61	0,32	0,9	0,8	0,4	1,8	151,4	1,34	27,1	<40	2,11	0,002	0,002
2 Austurendi - 4 m	1,57	0,16	0,8	1,3	<0,3	2,0	25,7	1,32	27,1	<40	2,06	0,002	0,002
3 Austanmegin - 1 m	1,68	0,24	1,3	<0,5	<0,3	1,5	31,9	1,62	31,3	<40	2,17	0,004	0,007
4 Austanmegin - 4 m	1,45	0,19	0,6	0,9	<0,3	1,3	30,2	1,56	33,7	<40	2,01	0,001	0,001
5 Miðja - 1 m	1,62	0,20	0,7	<0,5	<0,3	1,4	19,7	1,41	18,9	<40	2,16	0,001	0,001
6 Miðja - 4 m	1,39	0,16	<0,5	<0,5	<0,3	1,1	18,3	1,20	21,7	<40	2,09	0,001	0,001
7 Vestanmegin - 1 m	1,53	0,24	0,7	<0,5	<0,3	1,2	25,9	1,14	27,4	<40	2,03	0,001	0,001
8 Vestanmegin - 4 m	1,58	0,26	<0,5	<0,5	<0,3	1,1	48,8	1,19	27,9	<40	2,13	0,001	0,001
9 Vesturendi - 1 m	1,51	0,27	<0,5	<0,5	<0,3	1,8	19,5	1,18	36,2	<40	2,06	0,001	0,001
10 Vesturendi - 4 m	1,49	0,22	0,6	<0,5	<0,3	1,5	22,7	1,17	32,9	<40	2,03	0,001	0,001
Kalastaðir	1,59	0,28	<0,8	<0,8	<0,5	0,9	48,1	1,17	85,4	<60	2,44	0,001	0,001
Miðja fjarðar	1,54	0,20	<0,5	<0,5	<0,3	1,5	21,4	1,16	27,9	<40	2,05	0,001	0,001

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

\*\*Umhverfismörk ekki til.

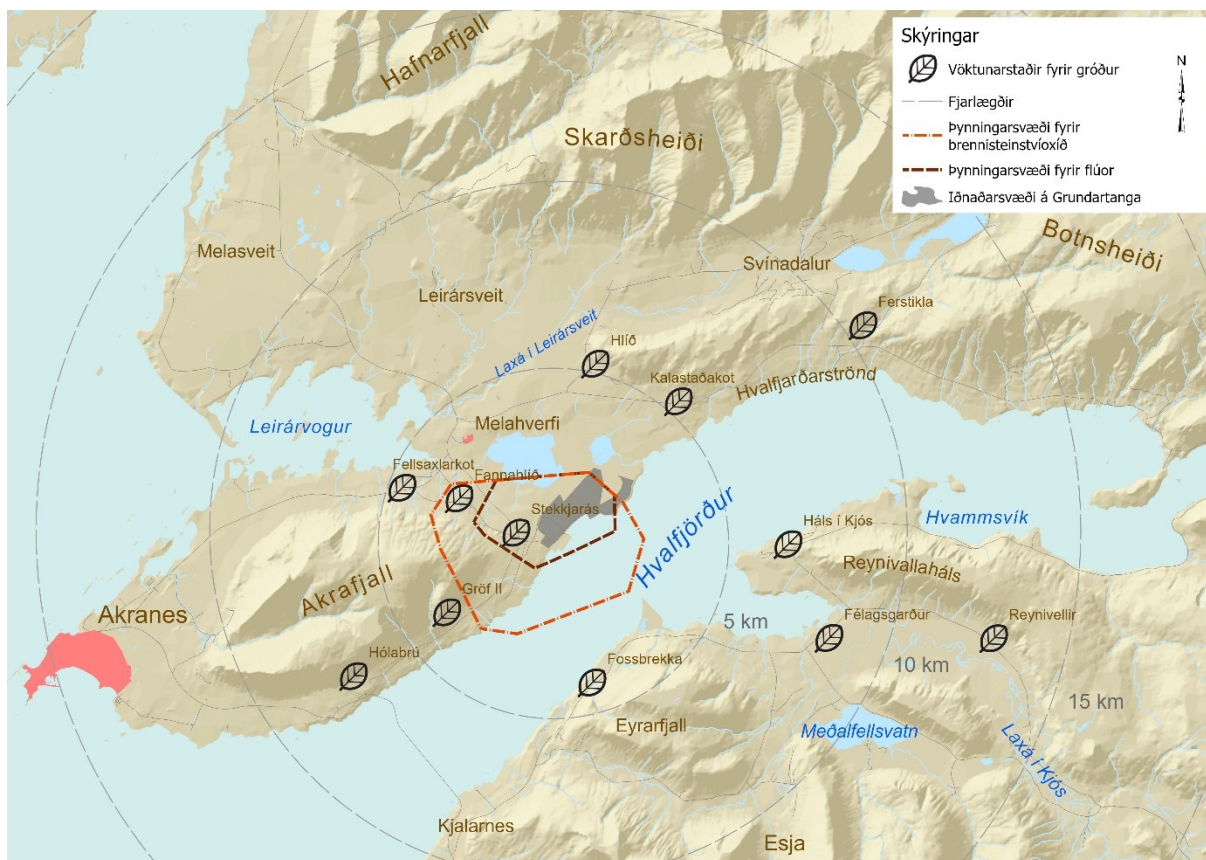
**TAFLA 6.2** Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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 miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem reynt er að velja sýnatökudaga þegar þurrt hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á tólf stöðum í Hvalfirði (mynd 7.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Tveir staðir liggja innan þynningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlíð. Árið 2022 bættist við einn nýr sýnatökustaður, Kalastaðakot.



**MYND 7.1** Vöktunarstaðir gróðurs í Hvalfirði árið 2022.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 10. júní og 1. september 2022 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 11. júlí 2022. 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 25. nóvember 2022. 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 miðlungsþolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þolinna 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 2012, sem nálgast má á vef Umhverfisstofnunar.

### 7.1.1 Flúor í grasi

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í grasi undir hámarksgildi flúors í fóðri (30 µg F/g), skv. reglugerð nr. 340/2001 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 (13,3g F/g) mældist í júní við Stekkjarás. Til samanburðar mældist flúor hæst 1,9 µg F/g í grassýnum við Skorradal. Flúor í grasi árið 2022 lækkaði frá því árið áður og nær svipuðum gildum og fyrri ár. Styrkur flúors mældist töluvert hærri árið 2021 en mælt hafði í langan tíma, sem rakið var til eldgossins sem varð á því ári í Fagradalsfjalli. Meðaltal flúorstyrks allra svæða lækkaði nema á Stekkjarási, sem er innan þynningarsvæðisins (tafla 7.2 og mynd 7.2), þar var merki um hækkun á flúor í vef. Þessi meðaltalslækkun kemur til vegna mjög lágs flúorstyrks í grassýnum í júlí [7]. Styrkur flúors var breytilegur á sýnatökustöðunum á milli sýnatökutímabila (tafla 7.2). Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

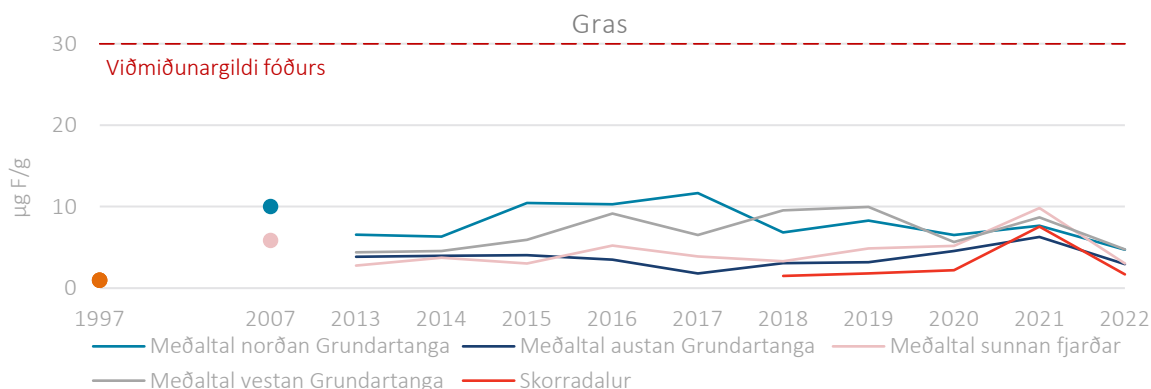
Hækkun var á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2022 miðað við árið 1997. Engin marktæk breyting var á styrk flúors sunnan fjarðar miðað við árið 2007 en marktæk breyting til minnkunar var á styrk flúors norðan fjarðar miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor nánast alltaf mælt hærri í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar, en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2022. Almennt er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan.

**TAFLA 7.2** Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2022 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfræðiúrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi						
	Vöktunarstaður	Júní (µg F/g þurrefni)	Júlí (µg F/g þurrefni)	September (µg F/g þurrefni)	Breyting 2022 m.v. 1997	Breyting 2022 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjarsás	13,3	9,4	13,2	Hækkun	Lækkun
	Fannahlíð	6,1	5,3	5,7		
	Fellsaxlarkot	4,7	5,0	4,5		
	Kalastaðrkot	4,4	2,3	2,1		
	Ferstikla	2,6	1,8	1,2		
	Gröf II við hús	2,7	3,9	4,7		
	Hólabrú	2,6	5,3	5,3		
	Hlíð	6,2	2,3	3,6		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	4,8	4,6	3,5		Engin breyting
	Fossbrekka	3,3	1,6	2,3		
	Háls í Kjós	2,2	1,8	1,4		
	Reynivellir	3,2	1,9	1,8		
Viðmiðunarstaður Skorradalur		1,9	-	1,5		
Talin þolmörk grasa					100-200 µg F/g í plöntuvef	
Talin þolmörk grasbita [9]					30 µg F/g í plöntuvef	
Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**					30 µg F/g fyrir sauðfé	

\*\* Samkvæmt reglugerð nr. 895/2009 um (46.) breytingu á reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri, er hámarksinnihald flúors fyrir grasbita 50 µg/g fóðurs með 12% rakainihaldi en 30 µg/g fyrir mjólkandi dýr.

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	10	11	1	Sumarið 2022 var í meðallagi hlýtt, júní var nokkuð hlýr, en júlí og ágúst kaldari en í meðalári. Úrkoma var undir meðallagi á Suðvesturlandi. Austanáttir voru óvenjulega ríkjandi og tíðni suðvestanáttá óvenjulega lág. Nánast þurr var síðustu 3 daga fyrir sýnatöku í júní og lítilsháttar úrkoma dagana fyrir sýnatöku í júlí. Nokkur úrkoma var dagana fyrir sýnatöku í september.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	-	1	15	
Lofthiti (°C)	11	11	11	
Meðalvindhraði (m/s)	8	4	4	
Vindáttir	A- áttir	SA-V áttir	A- 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

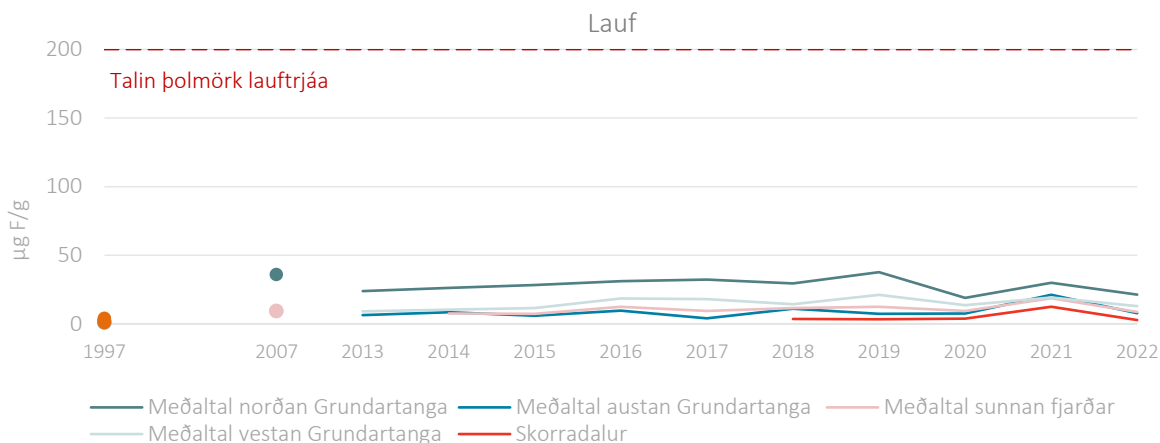
Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í laufi innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 7.3 og mynd E.2 í viðauka E. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum frá Stekkjarás í september (29,3) µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 3,2 µg F/g.

Styrkur flúors í laufsýnum sýndu sömu fylgni og flúor í grasi þ.e. töluverða lækkun frá því á árinu á undan og var styrkurinn sambærilegur við þann sem mældist árið fyrir gos (2020). Styrkur flúors lækkaði í laufi á öllum svæðum nema á Stekkjarási, þar sem styrkurinn stóð í stað á milli ára. Reynslan sýnir að reynitré taka meira til sín flúoríð úr umhverfinu og halda því lengur en aðrar plöntur sem sýni eru tekin af. Sýni af birki og reyniviðarlaufum sem tekin voru í júní í Kjós sem og sýni tekin austan við iðnaðarsvæðið sýndu hærri flúorstyrk árið 2022 en árið á undan, en í september innihéldu þessi sýni lægri flúorstyrk en 2021. Breytileiki er í flúorstyrk innan vaxtartímabils (tafla 7.3).

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E. Tafla 7.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2022 og niðurstöður tölfraeðigreiningar sem sýna að hækkun var á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2022 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum 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 2022 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfraeðiúrvinnslu. Sjá töflu 7.2 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Breyting 2022 m.v. 1997	Breyting 2022 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjars</i>	25,6	29,3	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	16,6	26,1		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	16,7	26,0		
	<i>Kalastaðakot</i>	7,5	9,1		
	<i>Ferstikla</i>	4,2	3,2		
	<i>Gröf II við hús</i>	9,3	12,0		
	<i>Hólalbrú</i>	13,8	16,6		
Sunnan fjarðar	<i>Hlíð</i>	9,2	14,5		
	<i>Félagsgarður</i>	7,7	11,0		
	<i>Fossbrekka</i>	2,7	3,7		
	<i>Háls í Kjós</i>	4,8	5,7		
	<i>Reynivellir</i>	8,4	13,0		
	<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>	2,4	3,2		
	<b>Talin þolmörk lauftrjáa</b>	200 µg F/g í plöntuvef			



**MYND 7.3** Meðalstyrkur flúors í lafi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga árið 2022, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar.

### 7.1.3 Flúor í barri

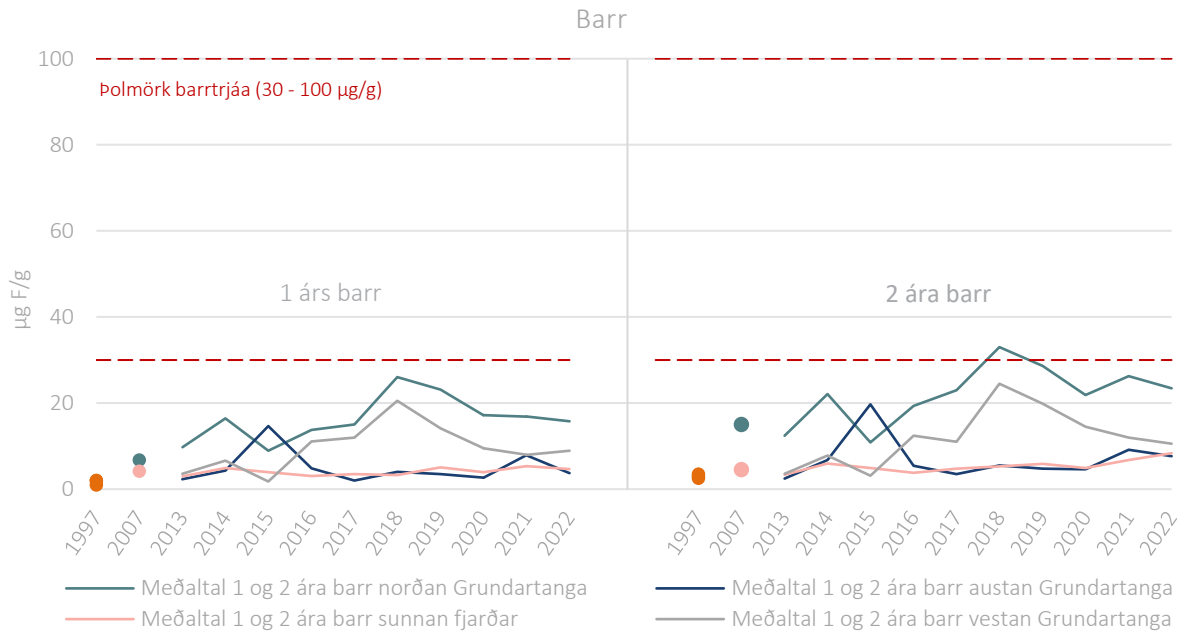
Í öllum tilvikum var meðalstyrkur flúors í bæði í eins árs og tveggja ára barri undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g (tafla 7.4). Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærri en flúor í eins árs barri. Mynd 7.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum.

**TAFLA 7.4** Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2022 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 2022 m.v. 1997	Breyting 2022 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	19,6	28,5	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	21,3	29,4		
	Fellsaxlarkot	10,3	17,5		
	Kalastaðakot*	5,0	9,2		
	Ferstikla*	2,3	4,8		
	Gröf II við hús*	9,8	9,5		
	Hlíð*	5,1	8,9		
Sunnan fjarðar	Hólabrú*	7,3	11,2	Hækkun	
	Félagsgarður	5,8	9,5		
	Fossbrekka	3,8	6,0		
	Háls í Kjós*	5,1	9,5		
	Reynivellir	4,0	8,4		
	Viðmiðunarstaður Skorradalur	2,5	2,2		
	<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. Mælingar við Kalastaðarkot hófust árið 2022.

Veðurfar við sýnatökur		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	25	Dagana fyrir sýnatöku var meðalhitastig rúmlega 5°C. Að kvöldi 22. nóvember fór hitastig undir frostmark. Austanáttir voru ríkjandi, með miklum vindhraða seinustu tvo dagana fyrir sýnatöku. Úrkomulaust var þrjá daga fyrir sýnatöku sem og á sýnatökudag, en þá hafði einnig lægt.



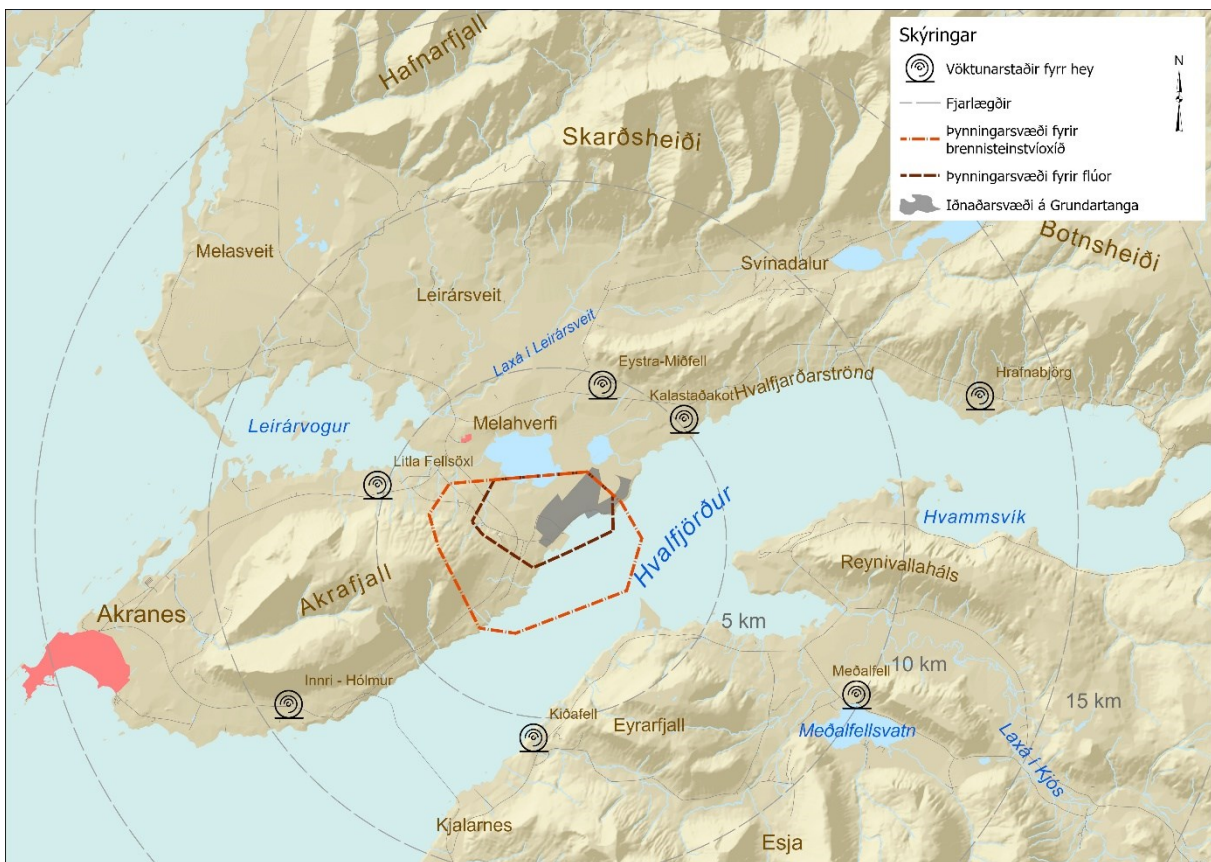
**MYND 7.4** Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri sunnan Hvalfjarðar árið 2022 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 2022 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir E.5 og E.6 í viðauka E).



## 8 HEY

Flúor og brennistein er mældur í heyi annað hvert ár. Árið 2022 fóru þessar mælingar fram í heyi frá sjö bæjum (Innra Hólmi, Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Kiðafelli, Litlu Felsöxl, Meðalfelli og Kalastaðakoti), sem staðsettir eru norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 9.1). Að þessu sinni bættust tveir nýir bæir við vöktun heys þ.e. Kalastaðakot norðan fjarðar og Meðalfell sunnan fjarðar. Ekki voru tekin sýni frá Grímstöðum, þar sem búskap hefur verið hætt. Samtals voru tekin 14 heysýni frá þessum bæjum úr opnum heyrúllum í febrúar 2023. Sýnin endurspeglar það hey sem gefið er í vetrargjöf. Dýralæknirinn í Mosfellsbæ sá um söfnun sýna og Efnagreiningar Hafrannsóknarstofnun sá um efnamælingar [13].



MYND 8.1 Vöktunarstaðir fyrir heyi í Hvalfirði árið 2022.

### 8.1 Niðurstöður

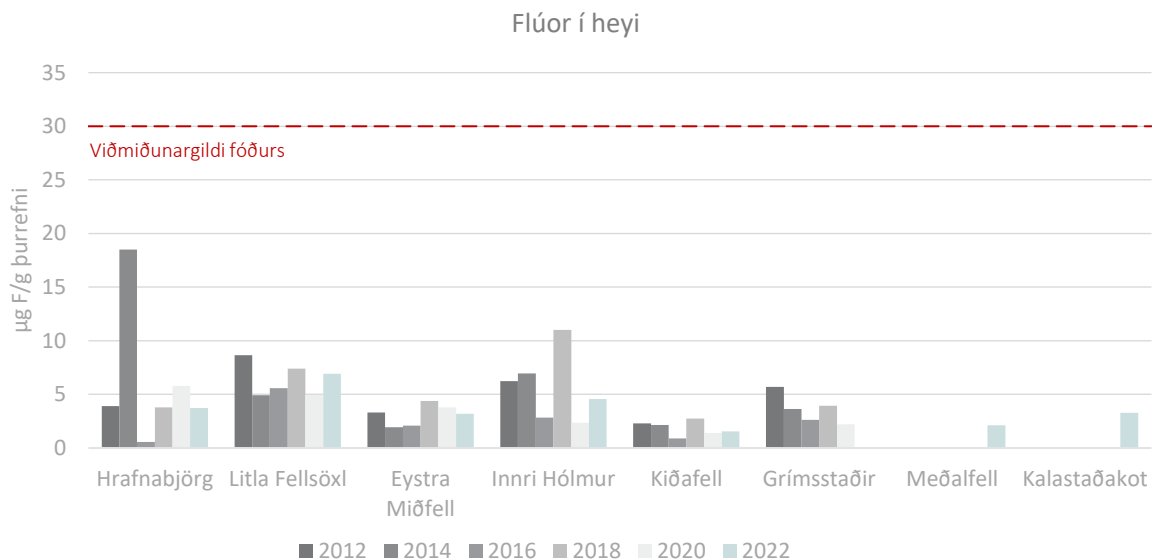
#### 8.1.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi frá árinu 2022 mældist í öllum tilfellum innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fóðri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50  $\mu\text{g}$  F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30  $\mu\text{g}$  F/g) miðað við 12% rakainnihald, sbr. reglugerð nr. 895/2009 um (46.) breytingu á reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri. Að auki mældist flúor innan talinna þolmarka grasbíta (30  $\mu\text{g}$  F/g þurrefni) (mynd 9.2) [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	3,3	1,7	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
		4,2	2,4	
	Eystra Miðfell	2,5	2,4	
		3,8	2,5	
	Litla Fellsöxl	5,2	1,3	
		8,7	1,5	
	Innri Hólmur	3,1	2,3	
		6,1	2,8	
Kalastaðakot	2,1	1,6		
	3,3	2,4		
Sunnan fjarðar	Kiðafell	1,4	1,3	
		1,7	1,6	
	Meðalfell	2,0	1,9	
		2,2	1,3	

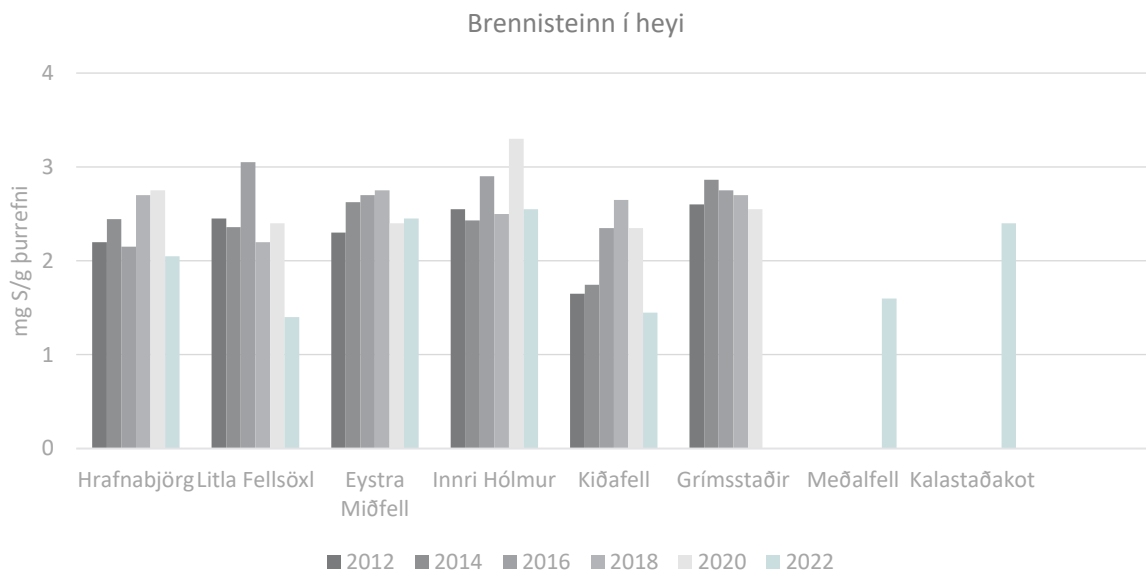
Styrkur flúors mældist hæstur í heysýni frá Litlu Fellsöxl og lægstur í heysýni frá Kiðafelli og Meðalfelli, sjá töflu 8.1. Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g [14] og 4,2 µg F/g í grasi og heyi [15]. Einnig má benda á að flúorstyrkur 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 2020 mældist flúor í heyi hærrí á Litlu Fellsöxl og Innri Hólmi en lægri eða svipaður á öðrum vöktunarstöðum.



**MYND 8.2** Meðalstyrkur flúors í heyi.

## 8.1.2 Brennisteinn í heyi

Í töflu 8.1 má einnig sjá niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Innri Hólmi og lægstur í sýnum frá Litlu Fellsöxl, Kiðafelli og Meðalfelli. 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 9.3 sýnir brennistein í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Miðað við árið 2020 var meðalstyrkur brennisteins svipaður á milli ára á Eystra Miðfelli en lægri á öðrum vöktunarstöðum.

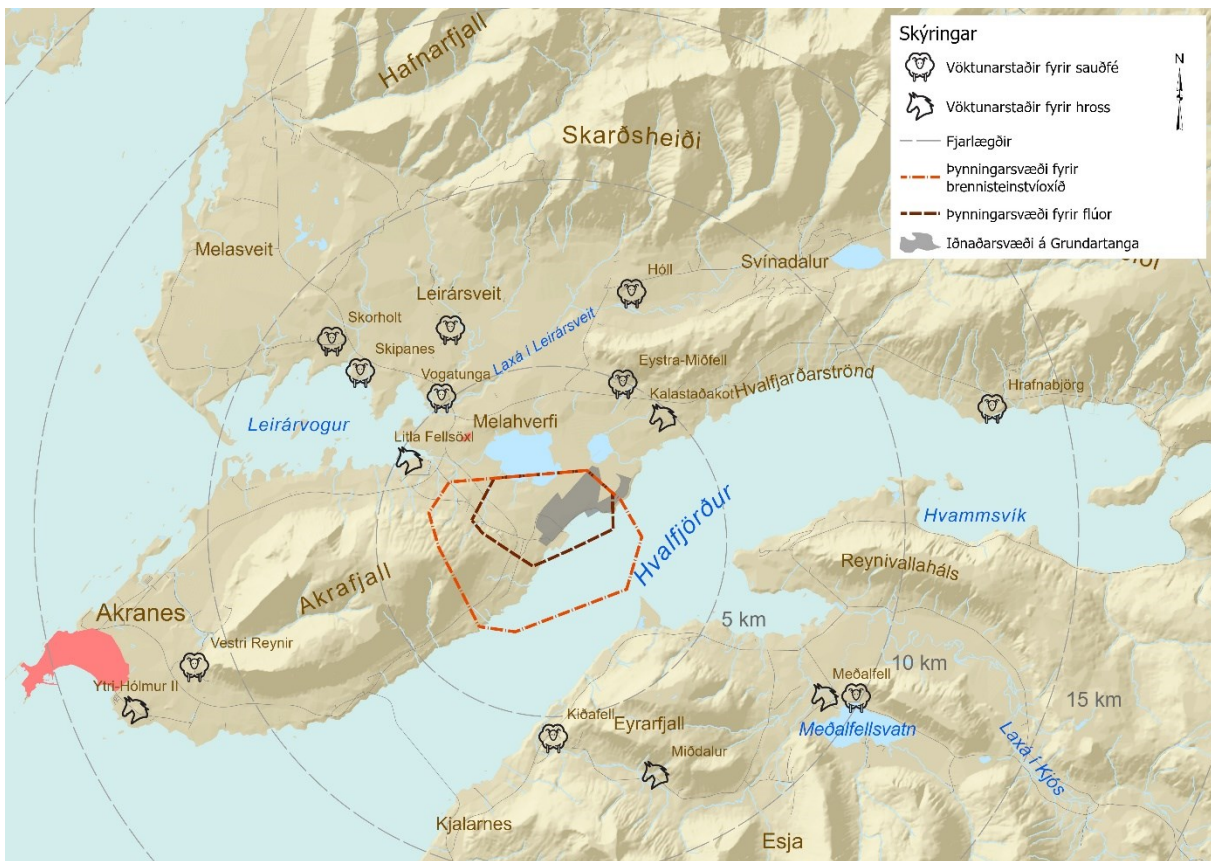


**MYND 8.3** Meðalstyrkur brennisteins í heyi.

## 9 GRASBÍTAR

Fylgst er með á áhrifum flúors á sauðfé og hross frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Vöktunarbæirnir 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. Einnig voru kjálkarnir 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 liðamóta í framfótum dýranna [19].

Þar sem grasbítar taka upp flúor með fóðri og vatni sem safnast fyrir í beinum þeirra með tíma, mælist flúor yfirleitt hærrí í eldra fé. Í vöktun iðjuveranna er leitast 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 eða frá bónda.



MYND 9.1 Vöktunarbæir fyrir sauðfé og hross árið 2022.

Sýni bárust frá 12 bæjum, af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2022 (mynd 9.1). Eins og áður 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 125 sýnum af beinösku kjálkabeina (67 lömb og 58 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru einnig skoðuð og mæld m.t.t. áhrifa flúors [18].

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. Rannsóknir liggja ekki fyrir um áhrif flúors á tennur sauðfjár og því er, líkt og undanfarin ár, miðað við niðurstöður norskrar rannsóknar á ungum dádýrum. Í töflu 9.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [12, 20]. Einnig má nefna til viðmiðunar að styrkur flúors mældist í kringum 180-200 µg F/g í beinösku 4-5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni flúormengun sumarlengt [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 hætta 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 mat ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi fjár frá fimm bæjum norðan og sunnan Hvalfjarðar (samtals 56 dýr), þ.e. frá Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu, Kiðafelli og Meðalfelli. Féð var á aldrinum 1-7 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. Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var 6 til 28 vetra. Þá var leitast 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 febrúar 2023.

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

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

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

## 9.1 Niðurstöður

Í viðauka F má sjá ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á grasbitum. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2012, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

Í töflu 9.3 má sjá meðalstyrk flúors frá vöktunarbæjum við Hvalfjörðinn og talin þolmörk dádýra. Þar má einnig sjá hvaða breytingar hafa orðið á styrk flúors árið 2022 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur). 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.

**TAFLA 9.3** Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbita á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfræðiúrvinnslu.

Vöktunarbæir	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2022 m.v. 1997	Breytingar 2022 m.v. 2007
<b>Lömb</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	93		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur, Vestri Reynir)</i>	312		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	182		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	198	Hækkun	Lækkun
<i>Bæir sunnan Hvalfjarðar</i>			
<i>Kiðafell, Grímsstaðir, Meðalfell</i>	198	Hækkun	Engin breyting
<b>Fullorðið fé</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.075		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.254		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	988		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	1.051	Hækkun	Engin breyting
<i>Allir bæir sunnan Hvalfjarðar</i>	945	Hækkun	Hækkun
<b>Viðmið</b>			
<b>Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum</b>	1.000 - 2.000		
<b>Veldur tannskemmdum í dádýrum</b>	>2.000		

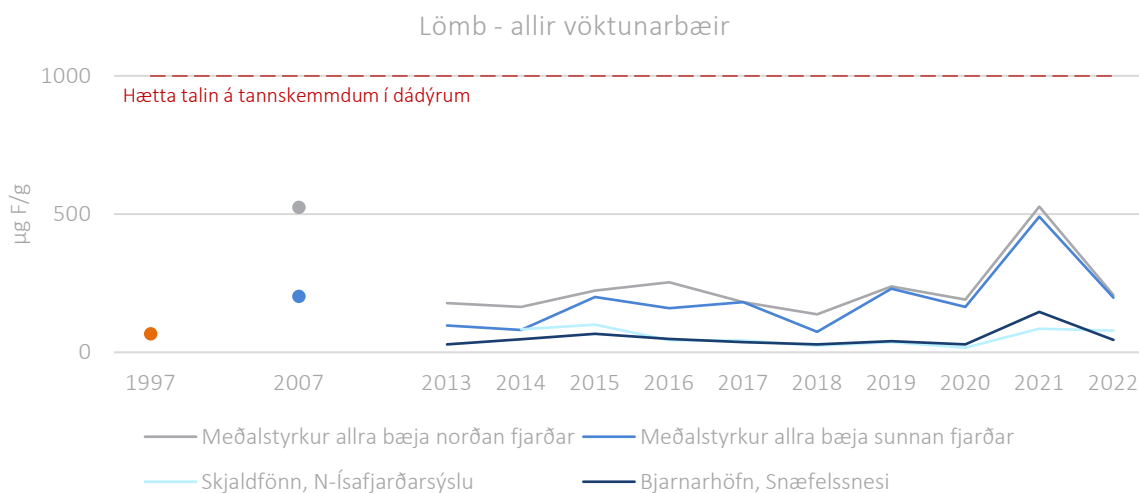
## 9.1.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist aldrei yfir þeim mörkum þar sem hættu er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000  $\mu\text{g F/g}$ , viðauki F). Hæstur var meðalstyrkurinn í kjálkabeinum lamba frá Innri Hólmi (355  $\mu\text{g F/g}$ , min: 314  $\mu\text{g F/g}$ , max: 394  $\mu\text{g F/g}$ ). Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í lömbum frá Hrafnabjörgum (93  $\mu\text{g F/g}$ ).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 198  $\mu\text{g F/g}$ , sem er marktæk lækkun frá árinu á undan, þar sem meðalstyrkurinn var 544  $\mu\text{g F/g}$  og hafði aldrei verið hærrí frá því að vöktun hófst. Meðalstyrkur flúors var sá sami frá vöktunarstöðum norðan fjarðar og sunnan fjarðar, 198  $\mu\text{g F/g}$  (mynd 9.2). Til viðmiðunar mældist flúor í kjálkabeinum lamba 78  $\mu\text{g F/g}$  frá Skjaldfönn og 45  $\mu\text{g F/g}$  frá Bjarnarhöfn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar var lækkun á flúor samanborið við árin 2007 og 2021.

Meðalstyrkur flúors, árið 2022, í lömbum frá svæðum austan, norðan, norðvestan og sunnan af iðnaðarsvæðinu var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2007.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarðar árið 2022 var marktækt hærrí en mældist árið 1997, en lækkaði miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar var meðalstyrkurinn hærrí árið 2022 miðað við árið 1997, óbreyttur miðað við 2007 en lægri miðað við árið 2021. Í gegnum árin hefur meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarða yfirleitt verið hærrí eða svipaður og meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki F.b). Árið 2022 mældist styrkur flúors svipaður í lömbum norðan fjarðar og sunnan fjarðar.



**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

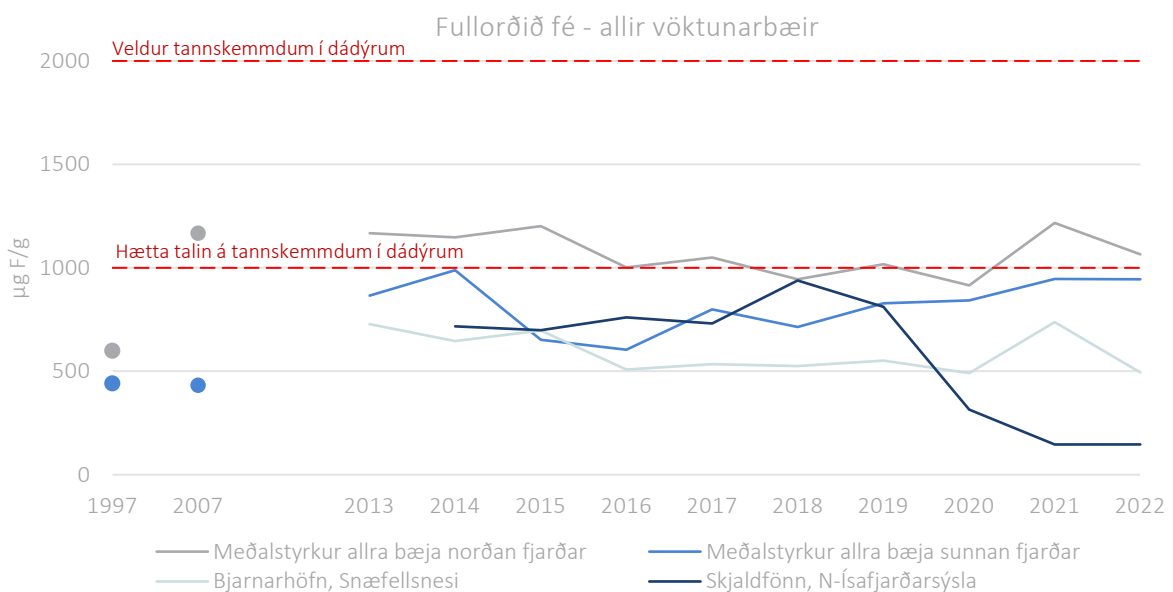
Flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma getur því verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2022 var um 6,3 vetra (yngst 1 vetra og elst 11 vetra).

Ekkert sýni mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum (2.000 µg F/g). Meðalstyrkur flúors mældist hæstur í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bænum Innri-Hólmi (1.568 µg F/g, min: 1.299 µg F/g, max: 1.786 µg F/g), sem er yfir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, viðauki F). Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öðrum sex bæjum Hrafnabjörg, Skipanes, Skorholt, Eystra Miðfell, Vogatunga og Meðalfell. Lægst mældist flúor í fullorðnu fé frá Hóli (811 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors úr fullorðnu fé 147 µg F/g frá Skjaldfönn (1 vetra gömul dýr) og 495 µg F/g frá Bjarnarhöfn (5-6 vetra gömul dýr).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 1.025 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 1.051 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 945 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 9.3). Meðalstyrkur flúors árið 2022 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 2022 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki F.c).

Árið 2022 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 marktæk breyting til hækkunar 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	43	12	12
Sæmileg	0	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g)	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g)	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra /meðalstyrkur (µg F/g)
Góð	8 / 996	2 / 952	5 / 195
Sæmileg	2 / 1.100	2 / 790	1 / 488
Slæm	5 / 1.050	8 / 981	2 / 552
Meðalaldur (ár)	6,1	6,5	3,3

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

Öll lömbin voru við góða tannheilsu en mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé. Hæsti styrkur flúors mældist í lambi frá Eystra-Miðfelli, 488 µg F/g árið 2022 en árið 2021 mældist hæsti styrkurinn 2.837 µg F/g í lambi frá sama bæ. Marktæk lækkun er á styrk flúors í beinösku lamba milli árána 2021 og 2022.

Hæsti styrkur flúors mældist í fullorðnu dýri frá Innri-Hólmi (1.786 µg F/g). Ekkert fullorðið dýr mældist yfir viðmiðunarmörkum, sem veldur tannskemmdum í dádýrum (2.000 µg F/g) árið 2022 miðað við fimm dýr árið 2021. Tuttugu og þrjú dýr mældust yfir viðmiðunarmörkum, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í dádýrum (1.000 µg F/g) árið 2022 miðað við tuttugu og tvö árið 2021. Dýrin voru ýmist með góða, sæmilega eða slæma tannheilsu. Breytingar sáust á glerungi tanna hjá einu lambi norðan fjarðar og sjö fullorðnum dýrum. Hins vegar sáust engar breytingar á tönnum lamba eða fullorðins fjár á vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar.

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. Engar breytingar á liðamótum voru greindar í hrossum né sauðfé.

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 var hægt að fullyrða að eyðingin væri að völdum flúors, þar sem tannsteinn getur t.d.

valdið skaða á tönnum og tannholdi. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Miðdal (0,40) og lægst í hrossum frá Meðalfelli (0,10). Hæsta meðaltalsgildi fyrir framtennur var í fé frá Miðfelli (0,03). Bólga var greind í vinstri fæti í einni fullorðinni kind frá Hrafnabjörgum, sennilega út frá sári sem var á fætinum [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 2022,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2023.
- [3] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað maí 2023].
- [4] Kristmann Gíslason, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga - Ferskvatnsmælingar 2022,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2023.
- [5] Camargo, Julio A., „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [6] Kristmann Gíslason, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á grundartanga. Mælingar í sjó við flæðigryfjur 2022,“ 6EM22015, Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, Reykjavík, 2023.
- [7] Dr. Kristmann Gíslason, „Gróðurskýrsla 2022. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Norðurál á Grundartanga ehf.,“ Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, 2023.
- [8] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolm, „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 2023, sem er liður í umhverfivöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lifandi búfé og hey.“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2023.
- [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 Líndal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson & Tryggvi Eiríksson, „Styrkur snefilefna í heyi.“ Fræðaping landbúnaðarins 2006, bls. 179-189, 2006.
- [18] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2022. Skýrsla vegna umhverfivöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2023.
- [19] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2023, sem er liður í umhverfivöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lifandi búfé.“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2023.
- [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 2021. Júní 2022.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2020. Apríl 2021.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2019. Apríl 2020.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Maí 2019.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Apríl 2018.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Apríl 2017.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Apríl 2016.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Apríl 2015.
- 9) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Apríl 2014.
- 10) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Apríl 2013.
- 11) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Apríl 2012.
- 12) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Apríl 2011.
- 13) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Apríl 2010.
- 14) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Apríl 2009.
- 15) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Maí 2008.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Október 2007.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Nóvember 2006.
- 18) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Apríl 2005.
- 19) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Apríl 2004.
- 20) 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 2022, 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>			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,28		
<i>Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)</i>	0,29	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	2,9		Mælt 20. sept í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,33		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)</i>	0,33	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	3,3		Mælt 20. sept í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,29		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	3,1		Mælt 16. mars í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,33		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	4,2		Mælt 16. mars í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)</i>	2,0		
<i>Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)</i>	6,9	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	122	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 3x árlega. Mælt 24.9 í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	247	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 24x árlega. Mælt 24.9 í SSV-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,8	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	5,1	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Má yfirstíga 5x árlega. Mælt 28. maí í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,53	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	9,4	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 7x árlega. Mælt 24.9 í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	24,8	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 24.9 í SSV-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,7	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	12,2		Mælt 24.9 í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	6,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	27,7	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 35x árlega. Mælt 27.9 í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	1,8		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	4,4	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<b>PAH efni - Bensó(a)þýren</b>			
<i>Mældur styrkur apríl – október (síur)</i>	$6 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

**TAFLA B.2** Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Gröf II árið 2022 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	0,03		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,40		Mælt 25. október í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,04		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,04	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,53		Mælt 25. október í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,03		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,44		Mælt 9. nóvember í N-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,06		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,28		Mælt 9. nóvember í N-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	1,4		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	3,9	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	58,4	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 9. nóvember í N-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	190	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 9. nóvember í N-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
Meðalstyrkur ársins	0,6	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	4,4	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 22. október í NNA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	2,5	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	20,3	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 25. október í NNA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,1		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	62,2	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 9. janúar í N-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	2,8	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	23,8		Mælt 25. október í NNA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,1		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	5,6	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	27,2	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 9. apríl í SSA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,4		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	3,3	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

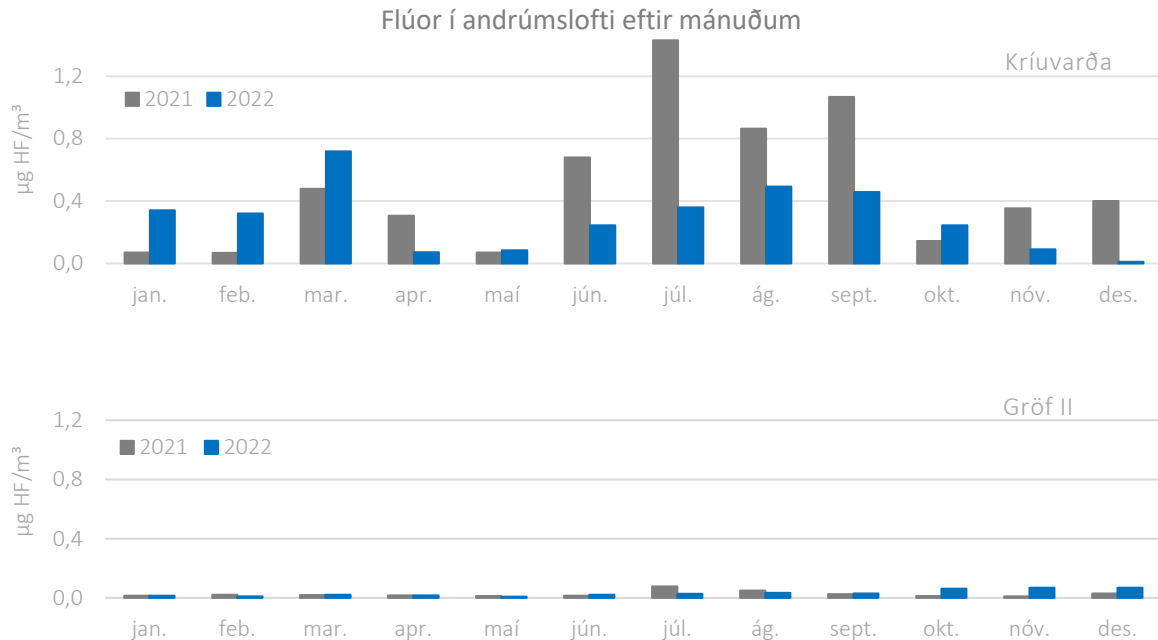


**TAFLA B.3** Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2022, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Viðmiðunargildi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Skýring
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,1	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	22,4	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 28. desember í NV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	110	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 13. ágúst í SSV-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>	5,9	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 4. des í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

### a. Flúor í andrúmslofti

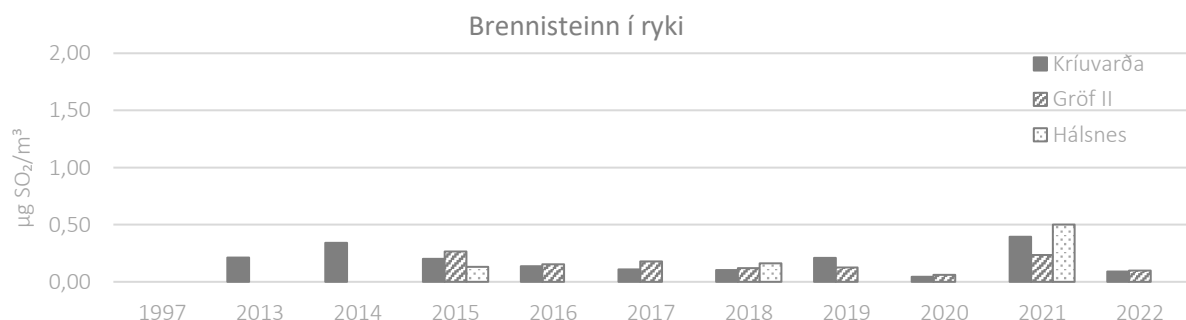
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2022 og til samanburðar árið 2021. Árið 2022 mældist styrkur HF töluvert lægri en árið 2021 á Kríuvörðu.



**MYND B.1** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II yfir árið 2022.

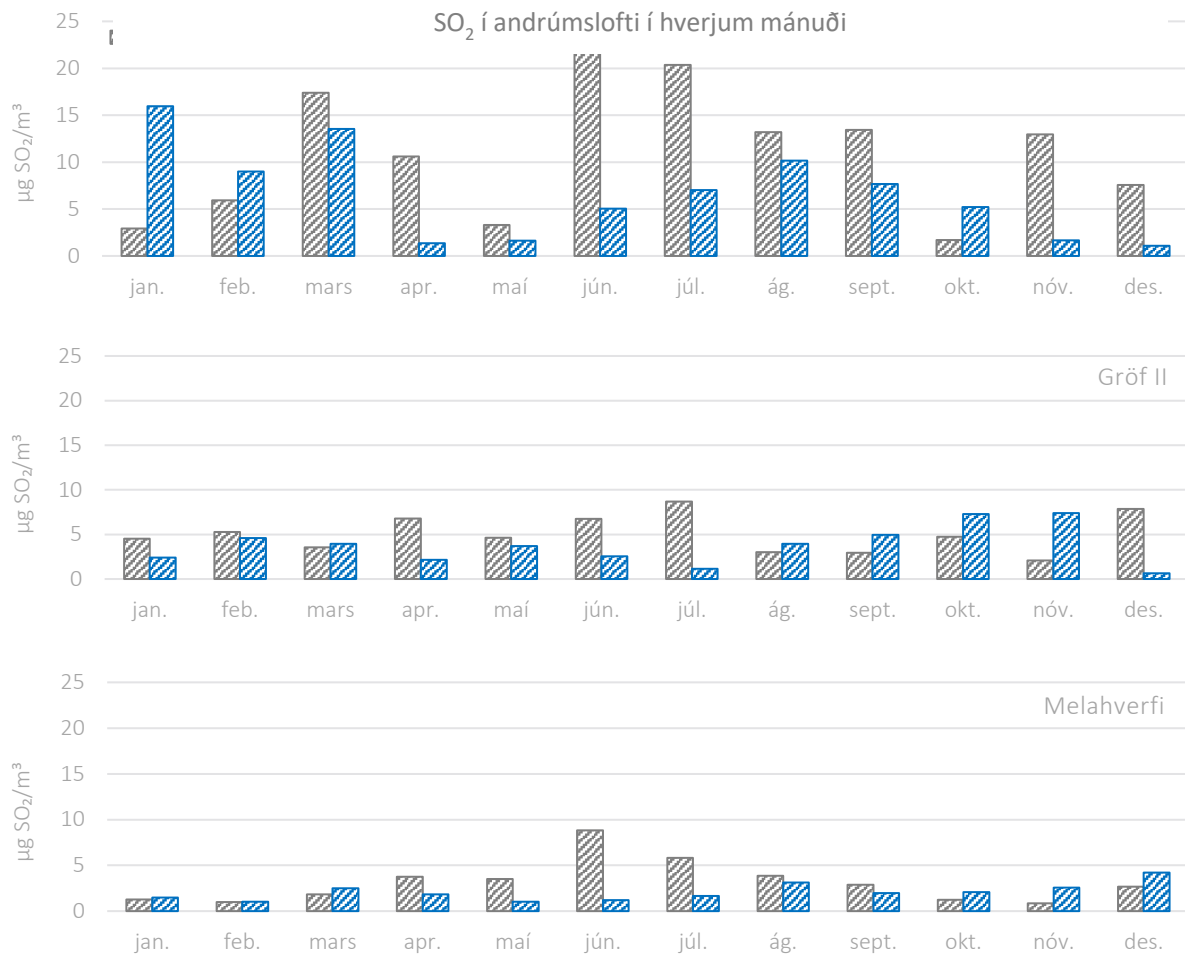
### b. Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

Mynd B.2 sýnir styrk brennisteins í ryksýnum sem safnað var á síur á vöktunarstöðunum. Brennisteinn í ryki á sér margar náttúrulegar uppsprettur, m.a. úr sjó og jarðvegi og er því ekki eiginlegur mælikvarði á mengun í Hvalfirði.



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

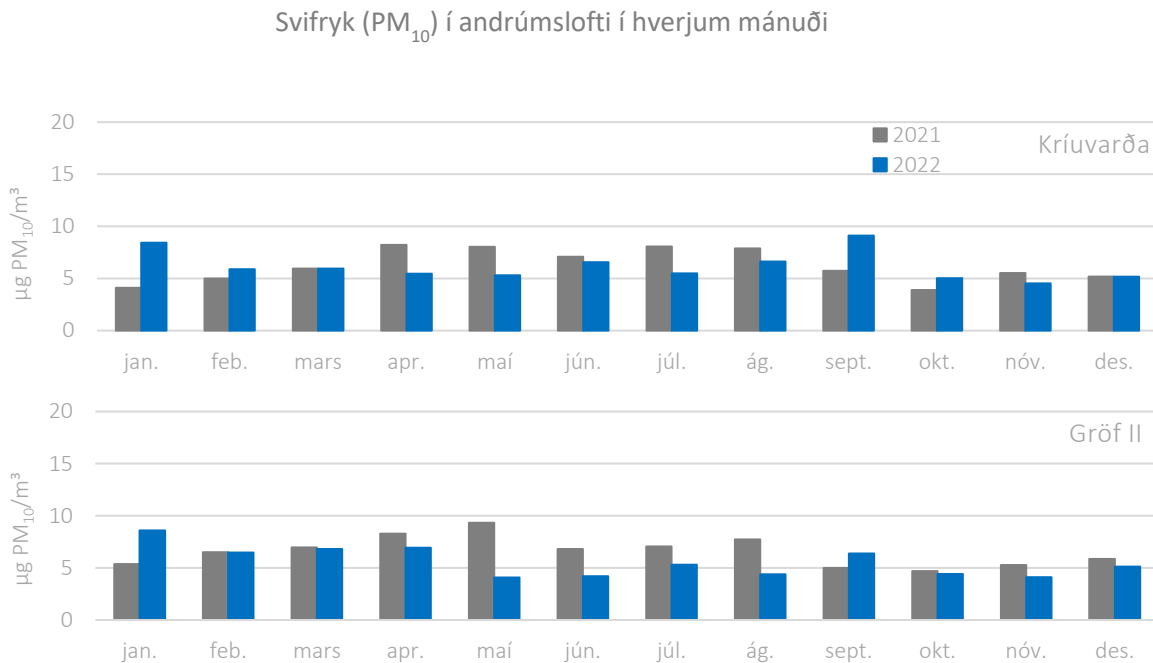
Mynd B.3 sýnir niðurstöður sjálfvirkra mælinga (flúrljómun) á meðalstyrk SO<sub>2</sub> í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2022 og til samanburðar árið 2021. Árið 2022 mældist styrkur SO<sub>2</sub> almennt lægri en árið 2021 á öllum stöðvum.



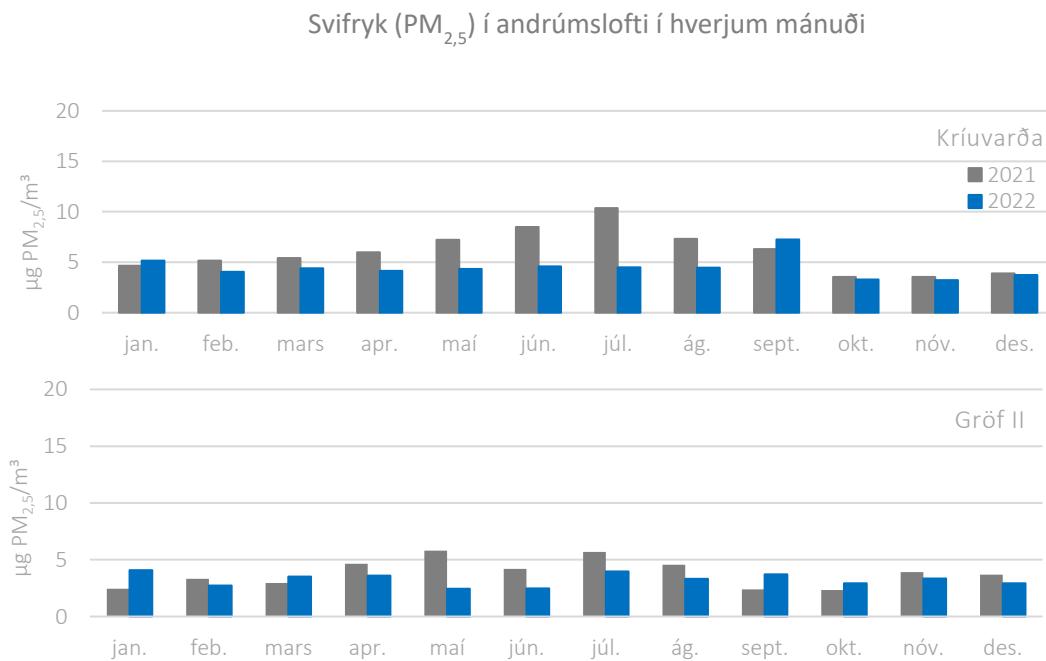
**MYND B.3** Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árin 2022 og 2021 á Krúuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

### 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 2022 eru nokkuð lægri en árið áður, einkum fyrir PM<sub>2,5</sub>.



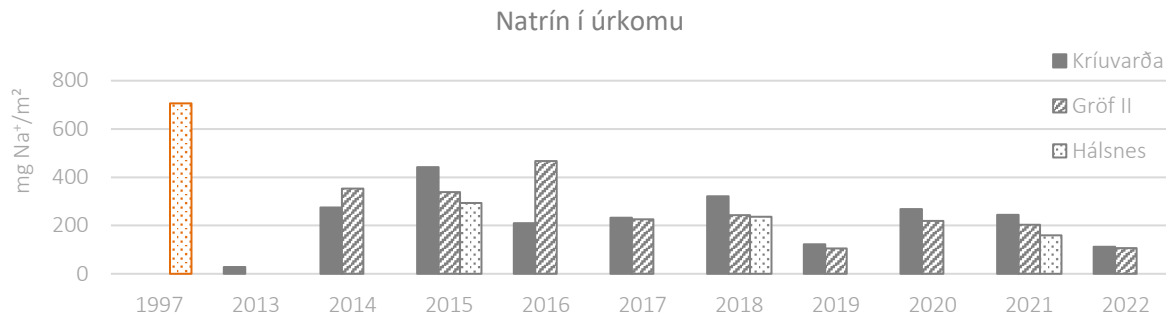
**MYND B.4** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>10</sub>) yfir árin 2022 og 2021 á Kríuvörðu og Gröf II.



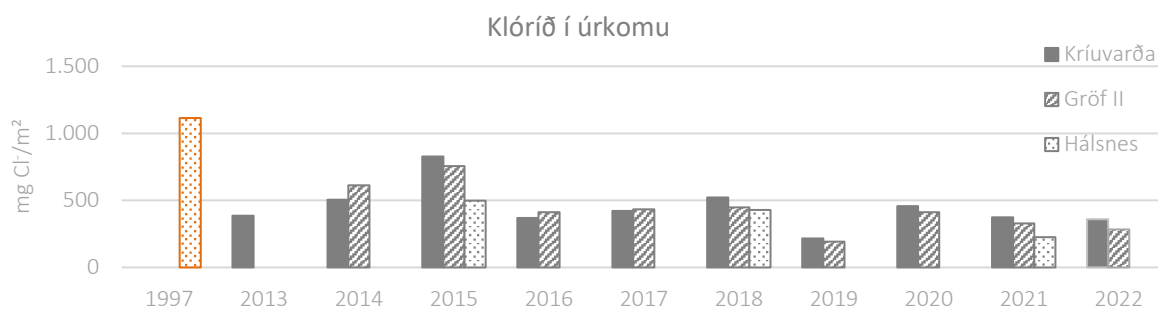
**MYND B.5** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>2,5</sub>) yfir árin 2022 og 2021 á Kríuvörðu og Gröf II.

#### d. Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klórs, kalsíns og nítrats var mælt í úrkomu á Gröf II og Kríuvörðu. Sýni voru yfirleitt þökkalega 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 2013 – 2022 og á Gröf II 2014-2022 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 og Gröf II.



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

## VIÐAUKI C FERSKVATN

### a. Niðurstöður mælinga

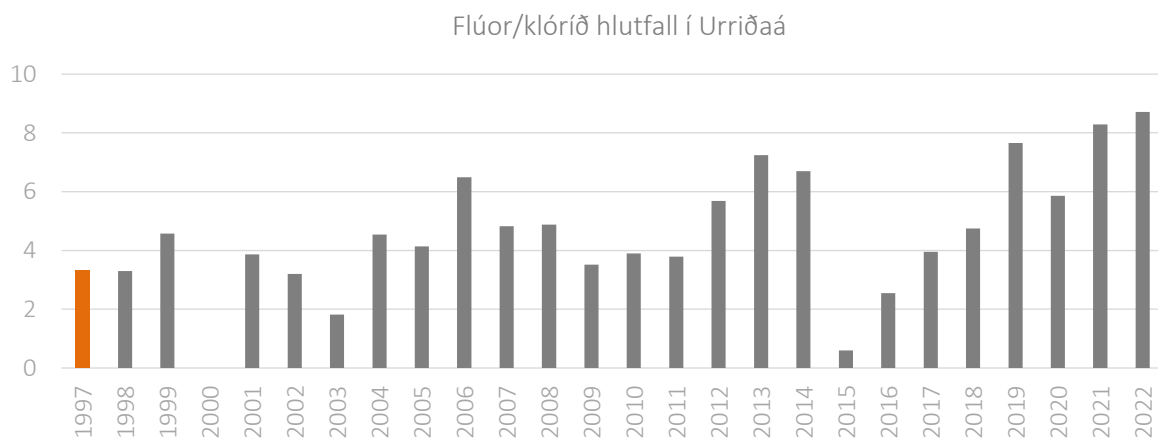
Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2022 í vöktunarám samanborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta.

**TAFLA C.1** Niðurstöður mælinga í vöktunarám árið 2022 (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)
<i>Kalmansá (6)</i>	176 Min 131 Max 206	22,2 Min 18,0 Max 25,3	7,7 Min 6,7 Max 8,9	7,60 Min 7,08 Max 8,45	178 Min 149 Max 207
<i>Urriðaaá (6)</i>	166 Min 143 Max 196	19,1 Min 10,6 Max 22,9	5,4 Min 1,9 Max 6,5	7,67 Min 7,33 Max 8,41	155 Min 139 Max 167
<i>Berjadalsá (3)</i>	27 Min 26 Max 28	13,9 Min 12,6 Max 15,4	2,8 Min 2,7 Max 2,9	7,43 Min 7,25 Max 7,52	83 Min 82 Max 86
<i>Fossá (2)</i>	34 Min 34 Max 34	9,7 Min 9,4 Max 10,0	2,0 Min 1,9 Max 2,1	7,62 Min 7,60 Max 7,63	80 Min 77 Max 83
<i>Laxá (2)</i>	36 Min 34 Max 38	7,5 Min 7,2 Max 7,8	2,1 Min 2,0 Max 2,1	7,67 Min 7,67 Max 7,67	72 Min 72 Max 73
<i>Kúludalsá (3)</i>	42 Min 40 Max 44	16,1 Min 13,6 Max 18,7	3,7 Min 3,6 Max 3,8	7,48 Min 7,30 Max 7,58	94 Min 88 Max 97
<b>Hámarksgildi skv. rg. 536/2001</b>	<b>1.500</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>6,5 – 9,5</b>	<b>Á ekki við</b>

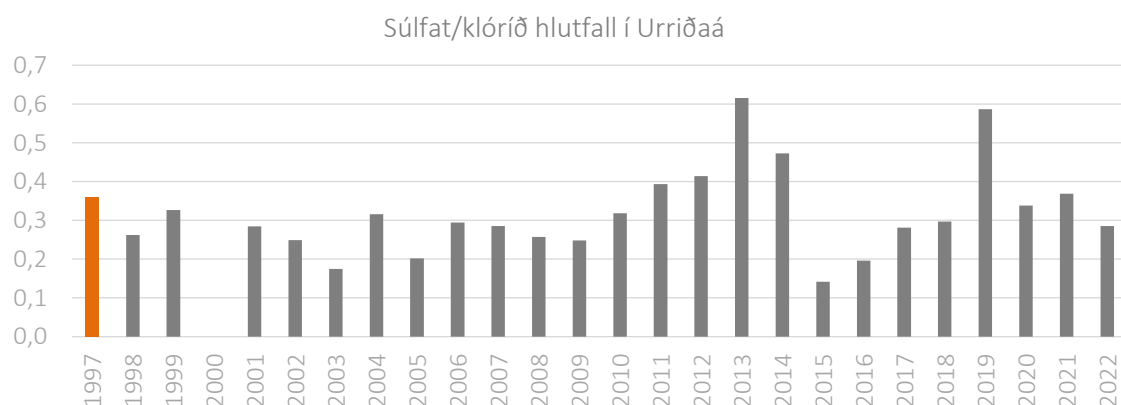
## b. Áhrif sjávar á mælingar

Til að meta áhrif frá sjó er mældur styrkur klóríðs í vöktunaránum. 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 súlfat/klóríð hins vegar, sjá myndir C.1 og C.2. Hlutfall flúor/klóríð er það hæsta frá upphafi vöktunar. Stöðug hækkun á hlutfalli flúor/klóríð var á árunum 2015-2019, sem gefur til kynna lægri styrk klóríðs á þeim tíma, 2020 lækkaði hlutfallið en var samt enn hátt. 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.



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

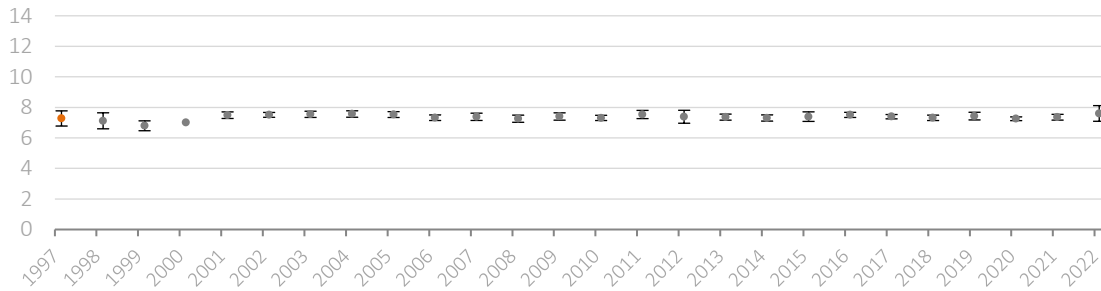
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfat/klóríð er aðeins undir meðaltali síðustu 10 ára. Magn súlfats mældist nokkuð undir meðaltali síðustu 10 ára. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



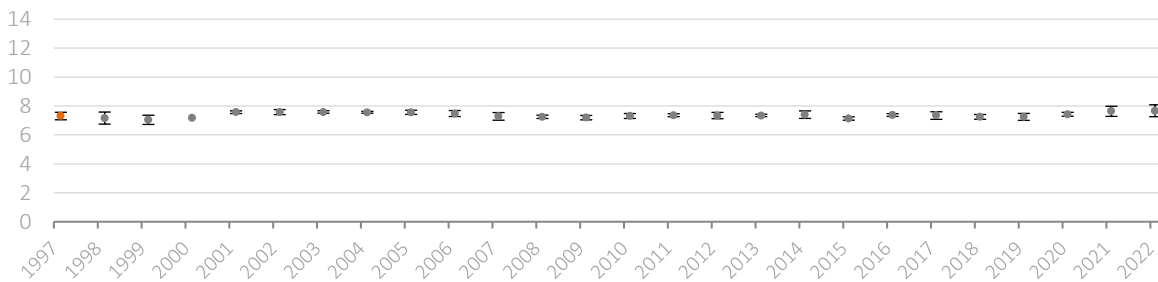
**MYND C.2** Meðaltal súlfat/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

### c. Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

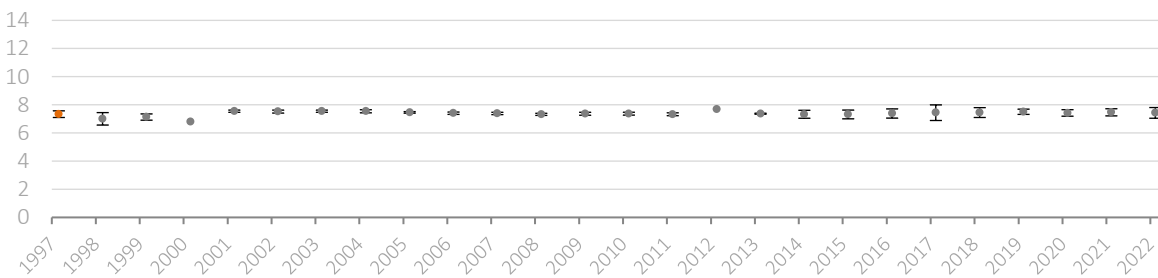
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2022 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2022. 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.



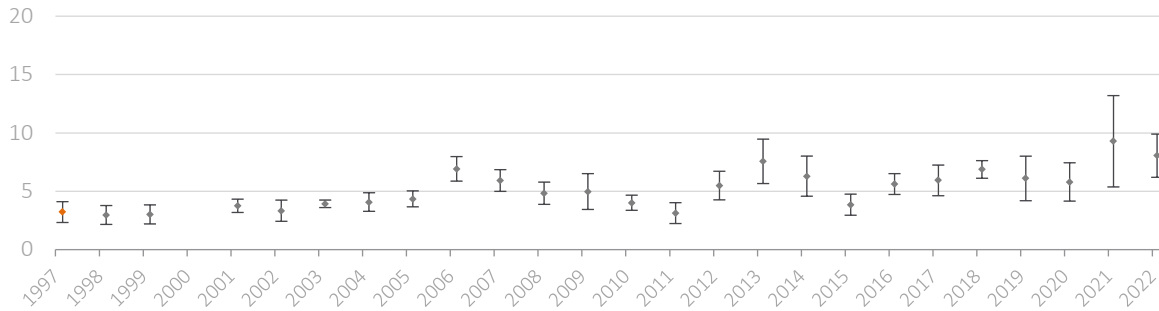
**MYND C.4** Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



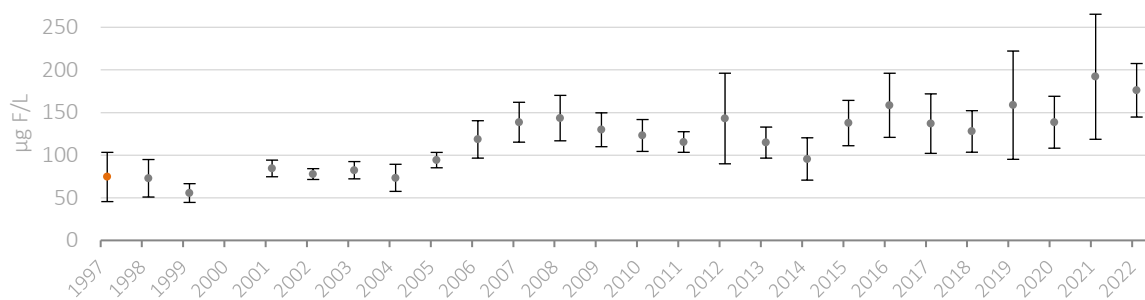
**MYND C.5** Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.



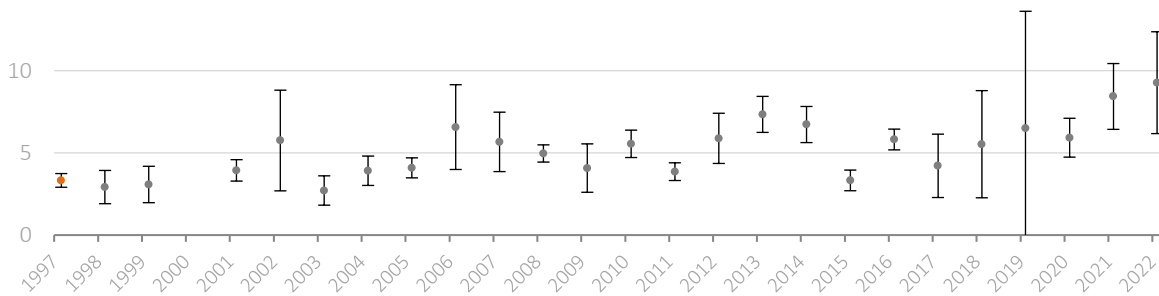
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á hlutfalli flúor/klóríð og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



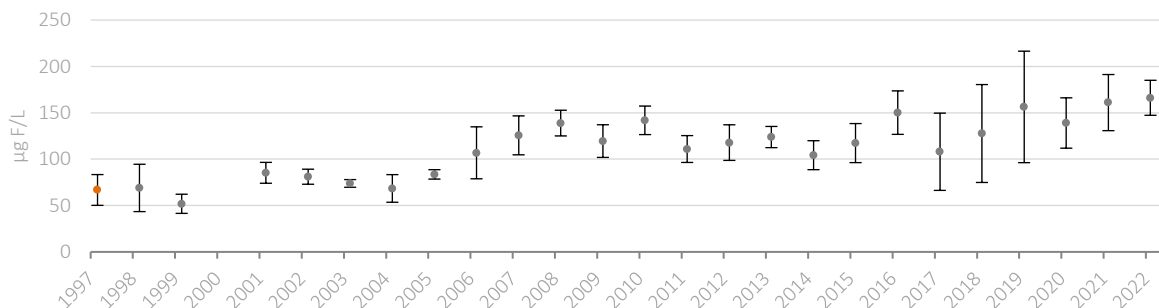
**MYND C.6** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



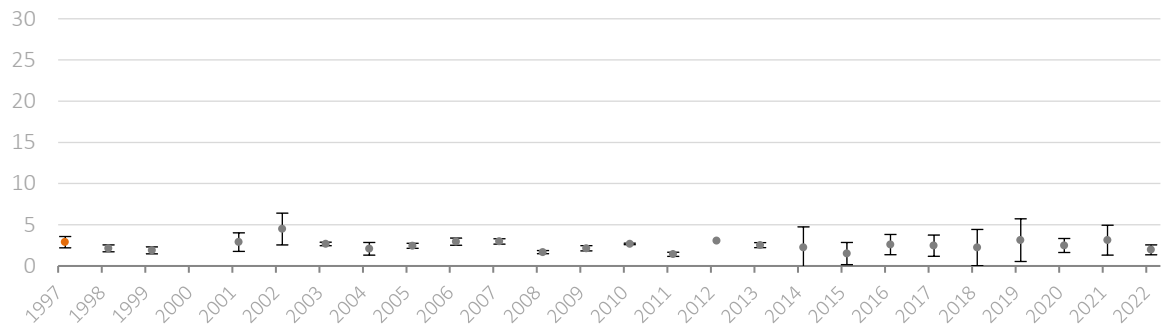
**MYND C.7** Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



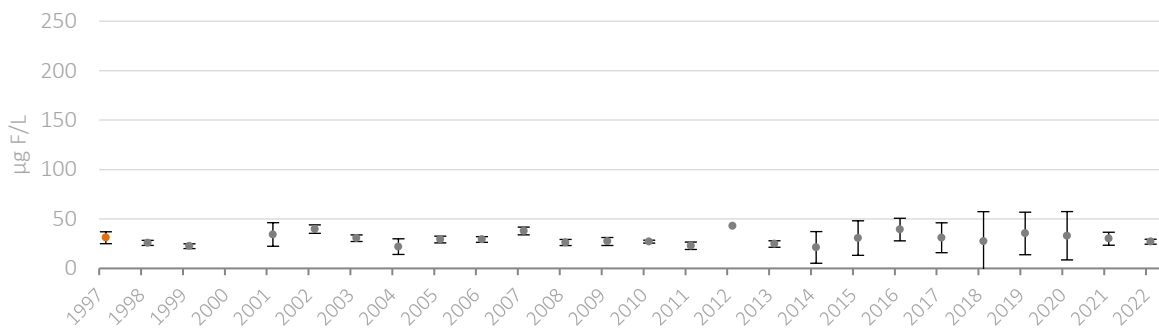
**MYND C.8** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



**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 og styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í júní og júlí árið 2022, auk meðaltal sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2018-2022, þegar það á við. Sýni tekin í ágúst töpuðust í sendingu. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	Sýnið* (fritt) mg/L	Júní Júlí	Sýnið* (heild) mg/L	Júní Júlí	F mg/L	Júní Júlí
1 Austurendi - 1 m	0,002	<0,0010	0,002	<0,0010	1,34	1,2
		0,0022		0,003		1,48
2 Austurendi - 4 m	0,002	<0,0010	0,002	<0,0010	1,32	1,16
		0,0023		0,0037		1,48
3 Austanmegin - 1 m	0,004	<0,0010	0,007	<0,0010	1,62	1,2
		0,007		0,013		2,04
4 Austanmegin - 4 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,56	1,12
		<0,0010		<0,0010		2,0
5 Miðja - 1 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,41	1,19
		<0,0010		<0,0010		1,63
6 Miðja - 4 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,20	1,18
		<0,0010		<0,0010		1,21
7 Vestanmegin - 1 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,14	1,1
		<0,0010		<0,0010		1,17
8 Vestanmegin - 4 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,19	1,18
		<0,0010		<0,0010		1,2
9 Vesturendi - 1 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,18	1,16
		<0,0010		<0,0010		1,19
10 Vesturendi - 4 m	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,17	1,11
		<0,0010		<0,0010		1,22
Kalastaðir	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,17	1,11
		<0,0010		<0,0010		1,23
Miðja fjarðar	0,001	<0,0010	0,001	<0,0010	1,16	1,16
		<0,0010		<0,0010		1,15
Meðaltal 2018-2022 Kalastaðir	0,003		0,003			
Meðaltal 2018-2022 Miðja fjarðar	0,003		0,003			

**TAFLA D.2** Meðalstyrkur og styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í júní og júlí árið 2022, auk meðaltal sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2018-2022, þegar það á við. Sýni tekin í ágúst töpuðust í sendingu. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	As		Cr		Cu		Ni		Pb		Zn		Al		Fe*		P*		V*	
	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí	µg/L	Júní Júlí
1 Austurendi - 1 m	1,61	1,55 1,67	0,32	0,14 0,50	0,88	0,64 1,12	0,82	0,85 0,79	0,48	<0,3 0,48	1,8	2,6 1,1	151,4	17,7 285	27,1	14 40	<40	<40 <40	2,11	2,0 2,3
2 Austurendi - 4 m	1,57	1,48 1,66	0,16	0,16 <0,1	0,75	0,59 0,91	1,34	<0,5 1,34	<0,3	<0,3 <0,3	2,0	2,6 1,4	25,7	16,7 34,7	27,1	23 31	<40	<40 <40	2,06	1,9 2,3
3 Austanmegin - 1 m	1,68	1,64 1,72	0,24	0,13 0,36	1,30	<0,5 1,30	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,5	1,3 1,7	31,9	16,1 47,7	31,3	21 42	<40	<40 <40	2,17	1,7 2,6
4 Austanmegin - 4 m	1,45	1,43 1,46	0,19	0,19 <0,1	0,58	<0,5 0,58	0,86	<0,5 0,86	<0,3	<0,3 <0,6	1,3	1,7 0,9	30,2	16,8 43,5	33,7	20 48	<40	<40 <40	2,01	1,8 2,2
5 Miðja - 1 m	1,62	1,50 1,74	0,20	0,20 0,20	0,66	0,66 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,4	1,9 0,9	19,7	14,1 25,3	18,9	16 22	<40	<40 <40	2,16	2,0 2,3
6 Miðja - 4 m	1,39	1,28 1,50	0,16	0,15 0,17	<0,5	<0,5 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,1	1,6 0,6	18,3	15,1 21,4	21,7	19 25	<40	<40 <40	2,09	1,8 2,4
7 Vestanmegin - 1 m	1,53	1,53 1,53	0,24	0,24 0,25	0,67	0,67 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,2	1,4 0,9	25,9	16,2 35,5	27,4	22 33	<40	<40 <40	2,03	1,8 2,3
8 Vestanmegin - 4 m	1,58	1,42 1,73	0,26	0,33 0,20	<0,5	<0,5 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,1	1,4 0,9	48,8	16,7 80,8	27,9	19 37	<40	<40 <40	2,13	1,9 2,4
9 Vesturendi - 1 m	1,51	1,38 1,63	0,27	0,27 0,27	<0,5	<0,5 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,8	1,6 2,1	19,5	15,6 23,4	36,2	44 28	<40	<40 <40	2,06	1,9 2,2
10 Vesturendi - 4 m	1,49	1,47 1,51	0,22	0,29 0,16	0,59	<0,5 0,59	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 0,3	1,5	1,0 2,1	22,7	16,6 28,8	32,9	21 45	<40	<40 <40	2,03	1,9 2,2
Kalastaðir	1,59	1,35 1,83	0,28	0,28 <0,2	<0,75	<0,5 <1	<0,75	<0,5 <1	<0,45	<0,3 <0,6	0,90	1,1 2,0	48,1	11,0 85,1	85,4	13 158	<60	<40 <80	2,44	2,2 2,7
Miðja fjarðar	1,54	1,52 1,56	0,20	0,15 0,25	<0,5	<0,5 <0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	1,5	2,5 0,7	21,4	22,3 20,4	27,9	31 15	<40	<40 <40	2,05	1,9 2,2
Kalastaðir Meðaltal 2018-2022	1,65		0,71		0,6		0,7		0,3		2,23		52,52		32,7		44		2,27	
Miðja fjarðar Meðaltal 2018-2022	1,76		0,31		0,5		0,6		0,3		2,22		30,52		29,5		40		2,14	
Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum		Lítill hættu á áhrifum		Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki		Áhrifa að vænta		Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði												

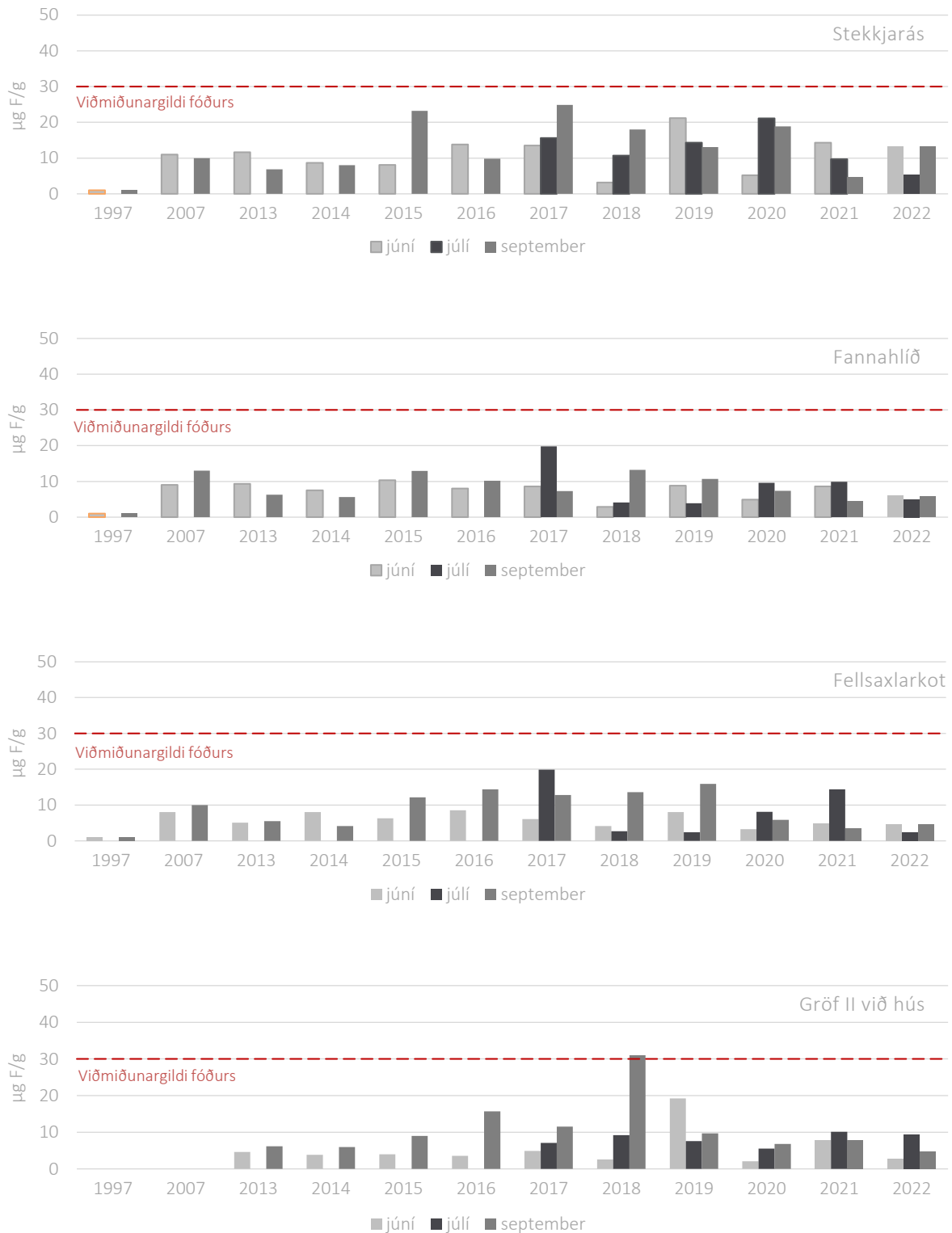
## VIÐAUKI E GRÓÐUR

Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum a og b. Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2022 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. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 91 sýnum af grasi og laufi og 50 sýnum af barri.

### a. Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.1, fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2013-2022 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við hús og 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 áranna 1998 til 2012, sem nálgast má á vef Umhverfisstofnunar.

## Flúor í grasi



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

Flúor í grasi (framhald)



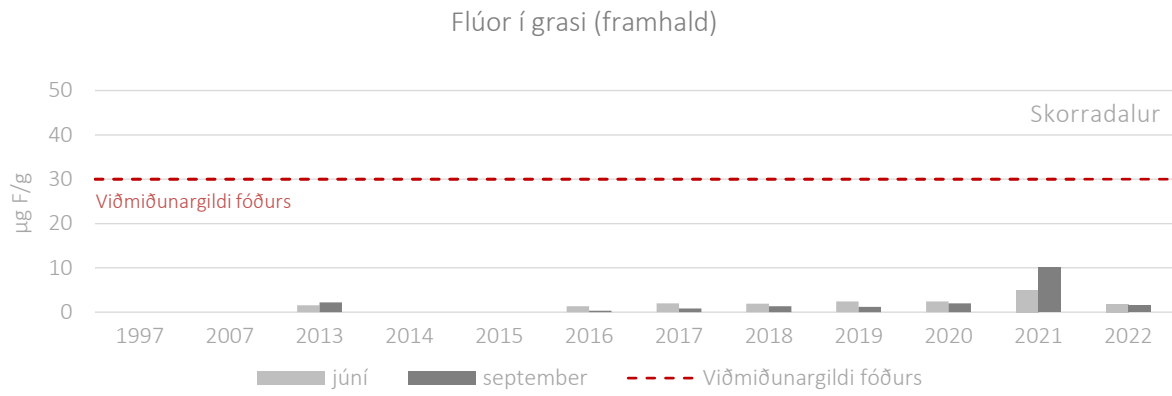
MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

## Flúor í grasi (framhald)



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

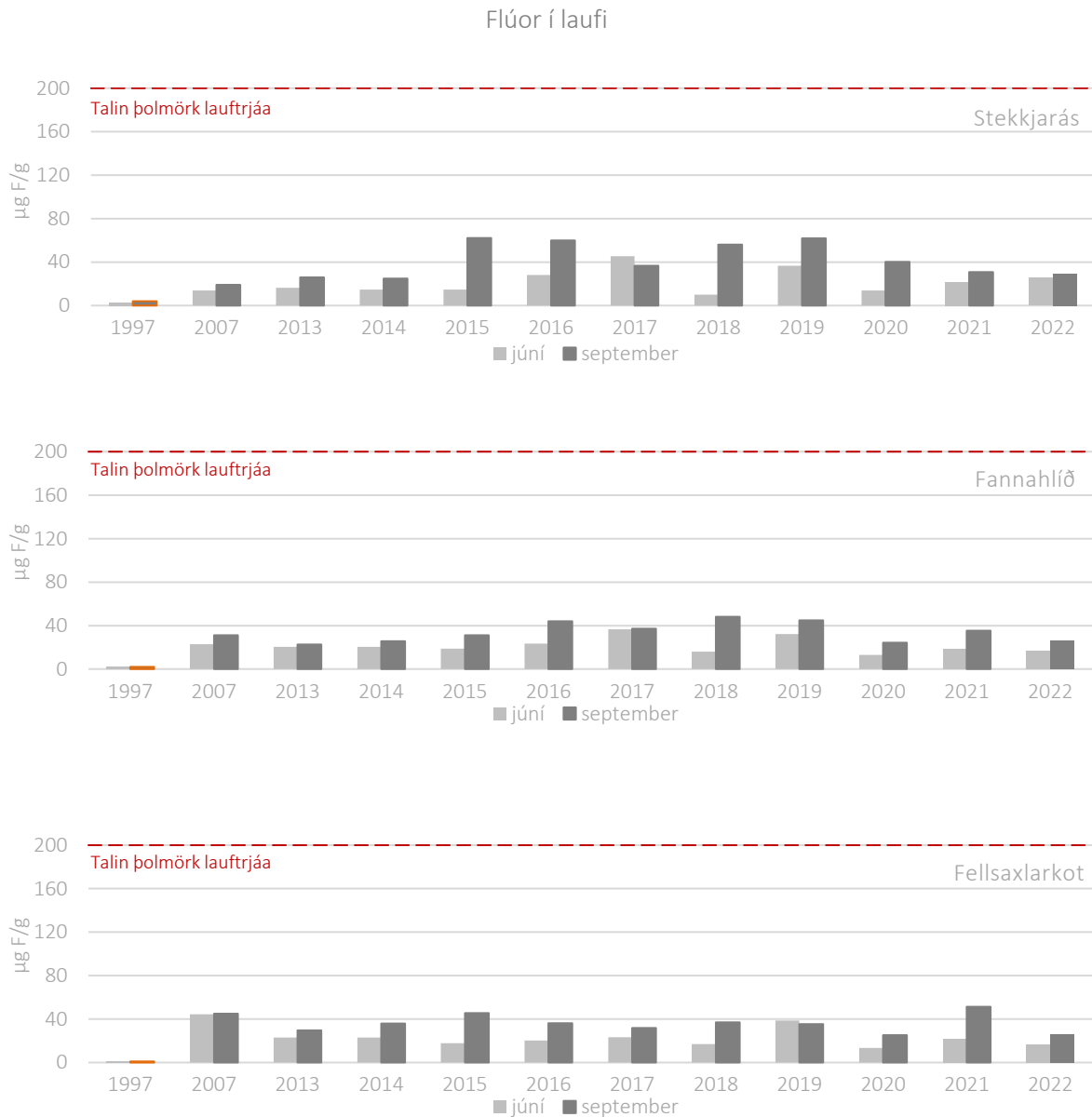




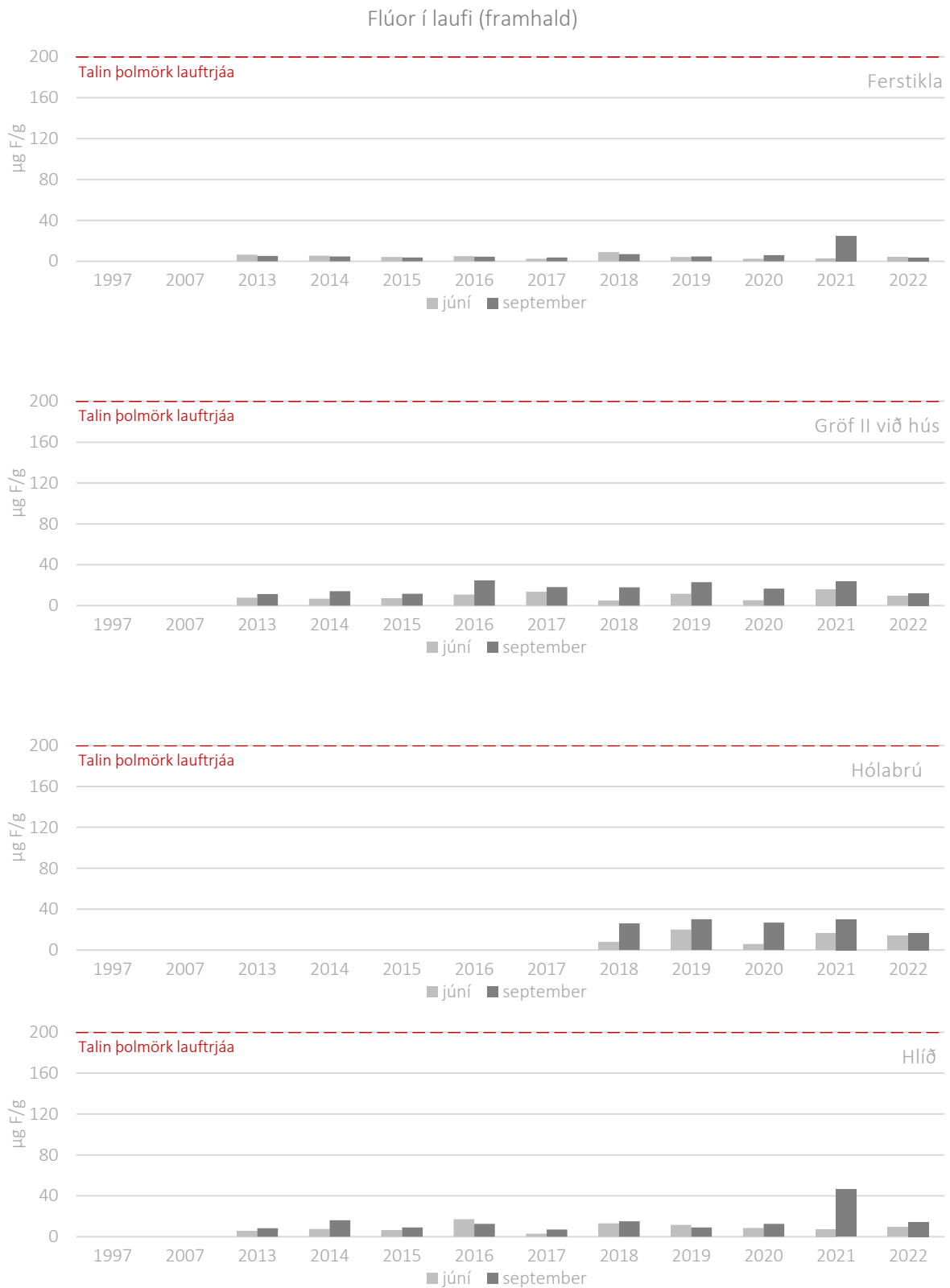
**MYND E.1** (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

## b. Flúor í laufi

Meðalstyrk flúors í laufi á vöktunarstöðunum þrettán má sjá á mynd E.2 fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2013 - 2022 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 ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2012, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

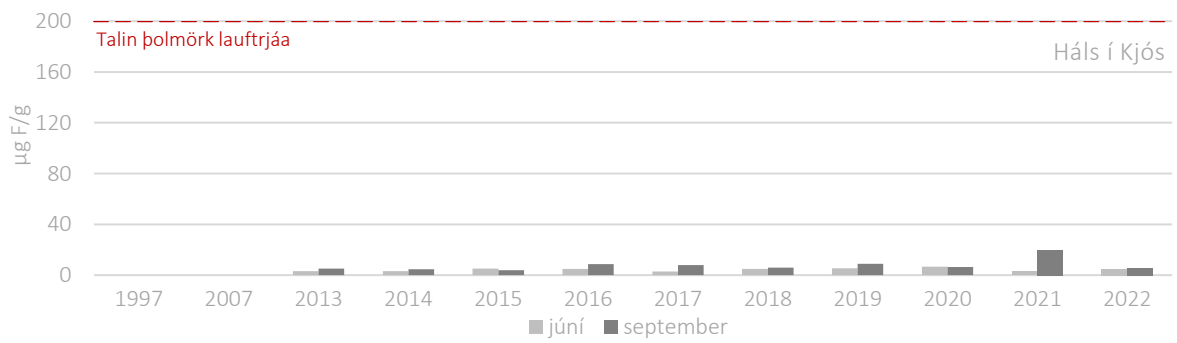
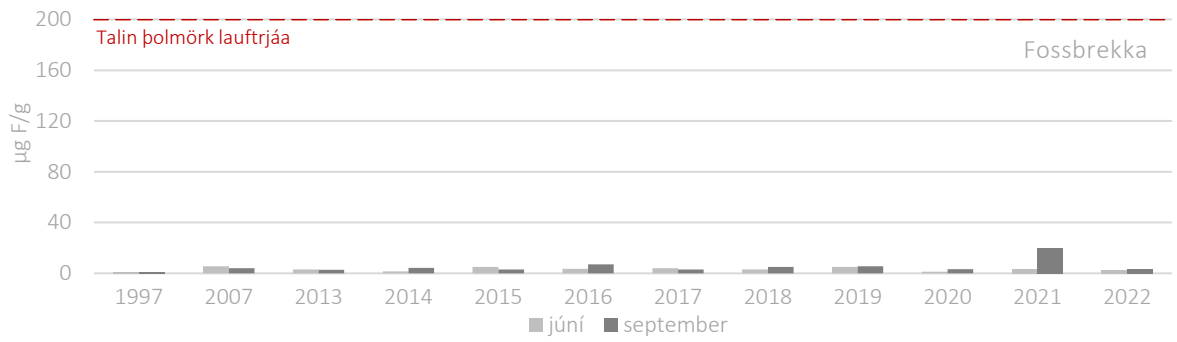
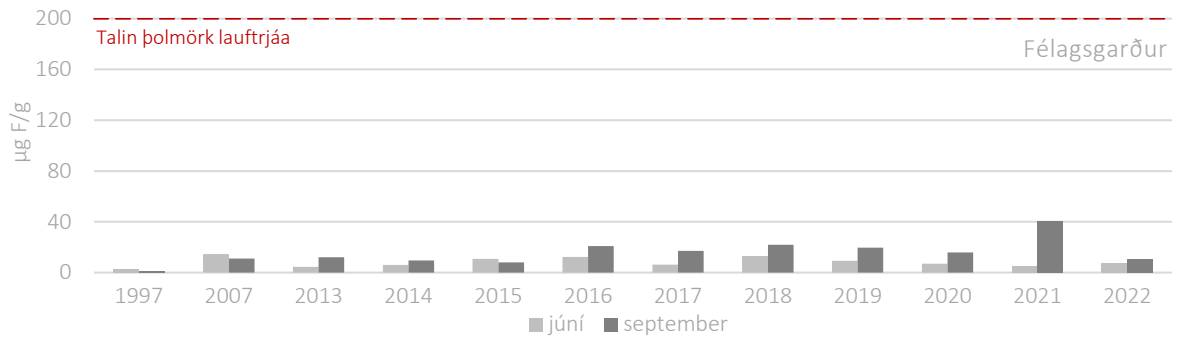


**MYND E.2** Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



**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)

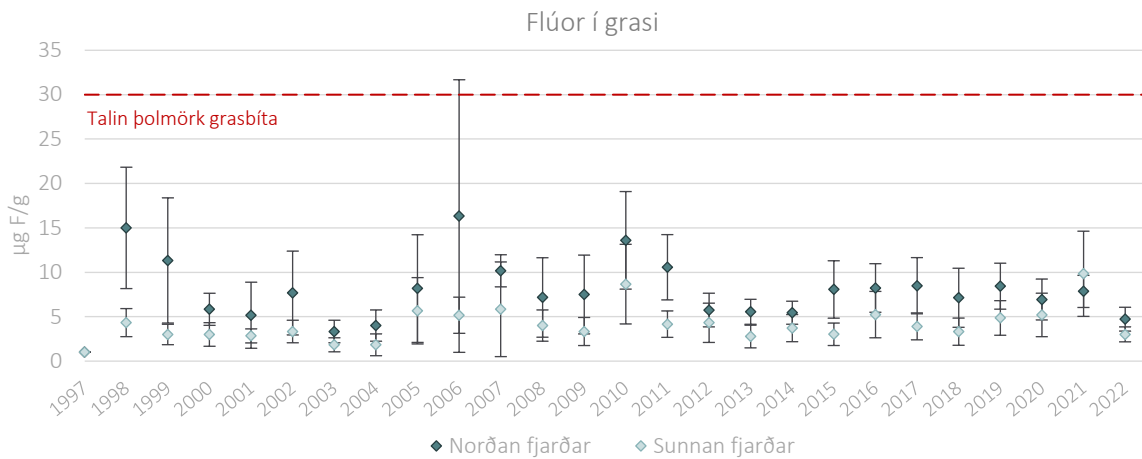


**MYND E.2** (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

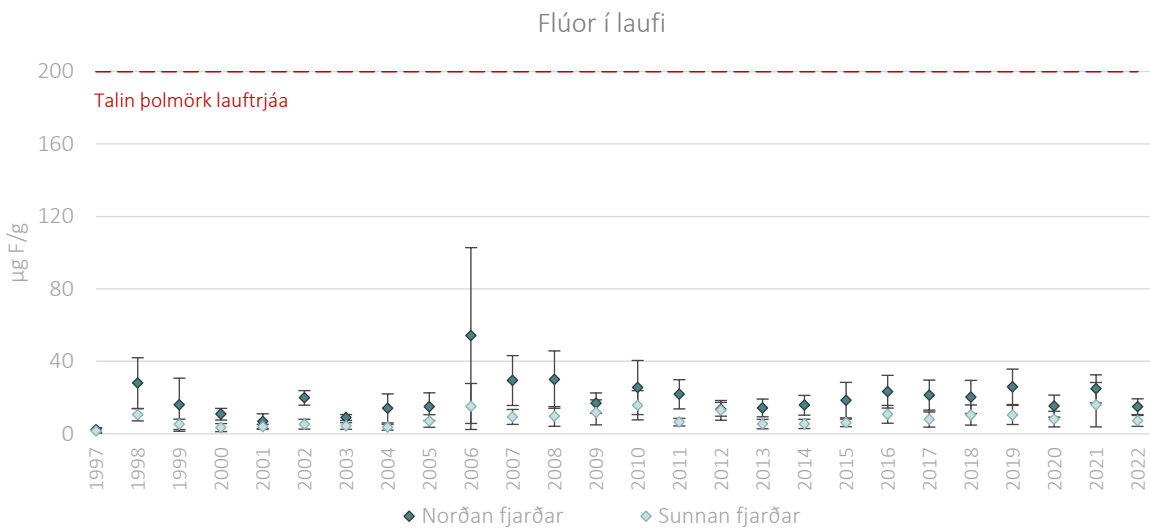
### c. Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2022 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 - 2022 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 - E.6.

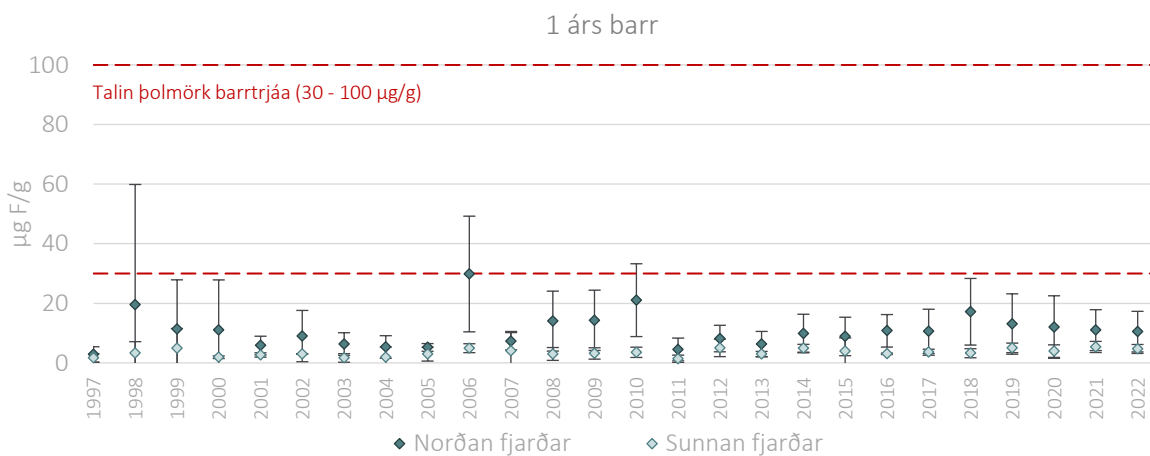
Mynd E.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd E.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir E.5 og E.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri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



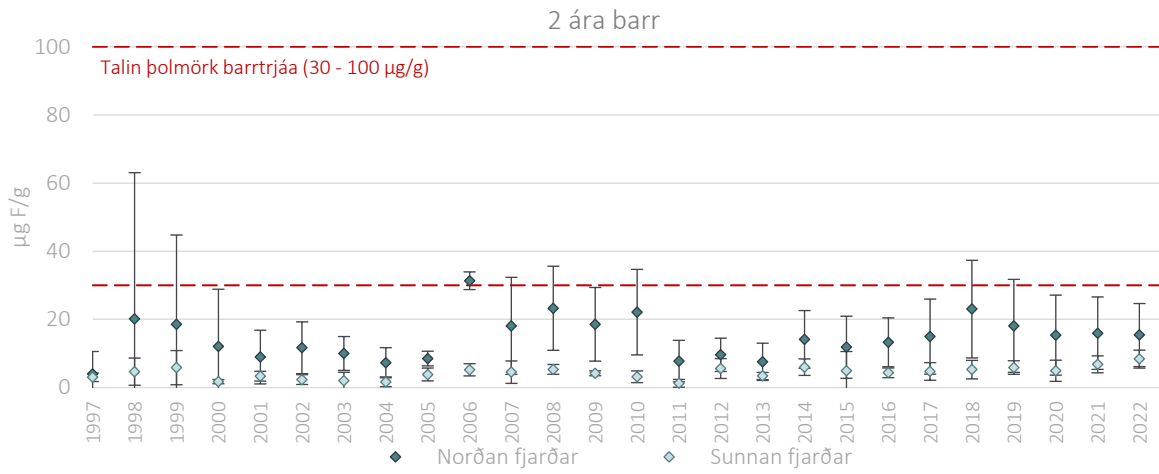
**MYND E.3** Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



**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

Styrkur flúors var mældur í beinösku í samtals 125 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

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

	Móttækin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystra Miðfell	5	4	5	4	0	0
	Eystri Leirárgarðar	10	4	10	3	0	1
	Hóll	4	4	3	1*	1	2
	Hrafnabjörg	4	3	4	2	0	1
	Innri Hólmur	4	4	4	3	0	1
	Skipanes	4	6	4	6	0	0
	Skorholt	4	7	4	6	0	1
	Vestri Reynir	4	4	4	4	0	0
	Vogatunga	4	2	4	1	0	1
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	4	4	4	4	0	0
	Kiðafell	4	4	4	4	0	0
	Meðalfell	4	4	4	4	0	0
<b>Viðmiðunarsýni – sauðfé</b>							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsnes)	4	4	4	4	0	0
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðar)	8	4	8	3	0	1
	Samtals	<b>67</b>	<b>58</b>				

\* Ekki reyndist unnt að meta ástand glerungs hjá 1 dýri, þar sem allar framtennur vantaði.



**TAFLA F.2** Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lægsta 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	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
<b>Norðan Hvalfjarðar</b>			
Eystra Miðfell	488	1.570	8
	445	1.405	8
	437	1.117	7
	389	904	4
	295		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	411 / (295-488)	1.249 / (904-1.570)	
Eystri Leirárgarðar	90	438	6
	101	597	6
	146	667	6
	106	680	6
	70		
	85		
	88		
	184		
	83		
	120		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	107 / (70-184)	596 / (438-680)	
Hóll	105	969	10
	90	791	11
	109	817	10
	104	668	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	102 / (90-109)	811 / (668 - 969)	
Hrafnabjörg	61	843	5
	102	1.363	8
	103	1.018	6
	105		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	93 / (61-105)	1.075 / (843 - 1.363)	
Innri Hólmur	326	1.681	5
	394	1.786	5
	314	1.507	6
	387	1.299	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	355 / (314-394)	1.568 / (1.299 – 1.786)	
Skipanes	107	1.351	10
	78	1.243	9
	109	1.083	7
	141	951	3
		676	5
		877	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	109 / (78-141)	1.030 / (676 – 1.351)	
Skorholt	141	1.313	9
	230	1.398	8
	271	1.090	8
	214	974	6
		749	6
	938	8	
	868	6	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	214 / (141-271)	1.047 / (749 – 1.398)	

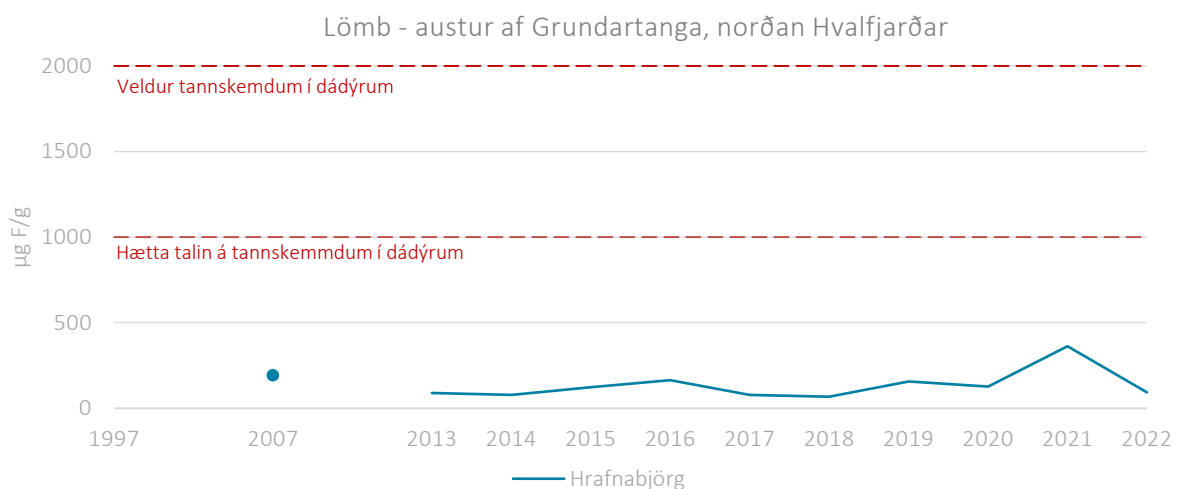
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
<b>Norðan Hvalfjarðar (framhald)</b>			
Vestri Reynir	210	909	1
	271	750	1
	294	1.274	7
	296	822	1
Meðalstyrkur / (Min-Max)	268 / (210-296)	939 / (750-1.274)	
Vogatunga	131	1.427	5
	199	1.113	6
	222		
	254		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	202 / (131-254)	1.270 / (1.113-1.427)	
<b>Sunnan fjarðar</b>			
Grímsstaðir	214	876	6
	210	1.060	6
	276	906	6
	287	858	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	247 / (210-287)	925 / (858-1.060)	
Kiðafell	165	674	10
	70	578	8
	146	963	8
	128	1.008	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	127 / (70-165)	806 / (578-1.008)	
Meðalfell	199	1.437	6
	261	1.159	6
	216	1.071	6
	201	745	1
Meðalstyrkur / (Min-Max)	219 / (199-261)	1.103 / (745-1.437)	
<b>Viðmiðunarstaðir</b>			
Bjarnarhöfn	41	573	6
	34	530	6
	31	387	5
	36	488	5
	63		
	59		
	54		
	45		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	45 / (31-63)	495 / (387-573)	
Skjaldfönn	46	103	1
	49	180	1
	107	151	1
	110	152	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	78 / (46-110)	147 / (103-180)	

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

### Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

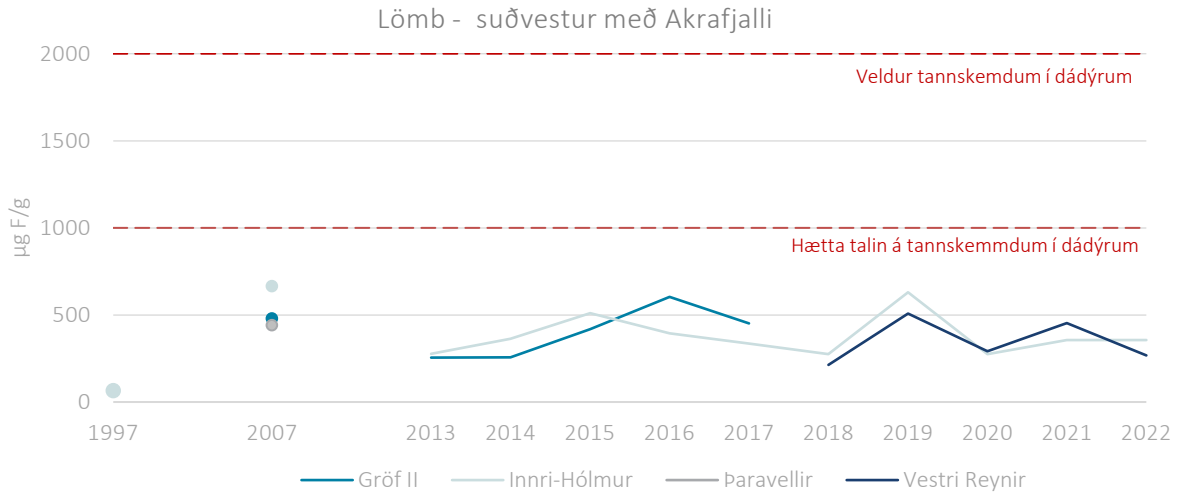
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2013-2022 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við.

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 2022 miðað við árin 1999, 2007 og 2021. (mynd F.11).



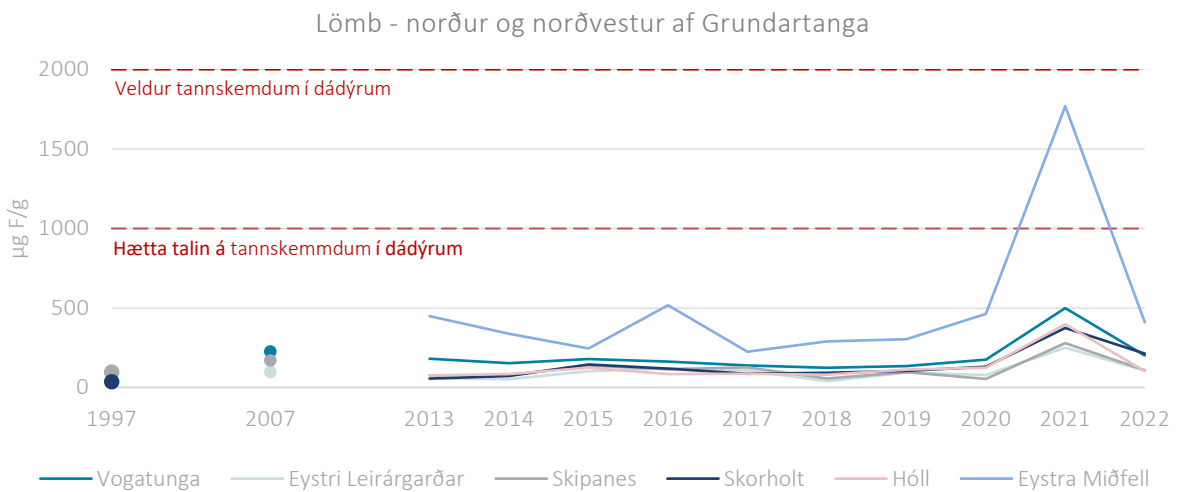
**MYND F-1** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd F.2 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Eins og áður var marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2022 miðað við árið 1997, hins vegar var marktæk lækkun miðað við árið 2007. Engin breyting var á meðalstyrk flúors milli áranna 2021 og 2022 (mynd F.12).



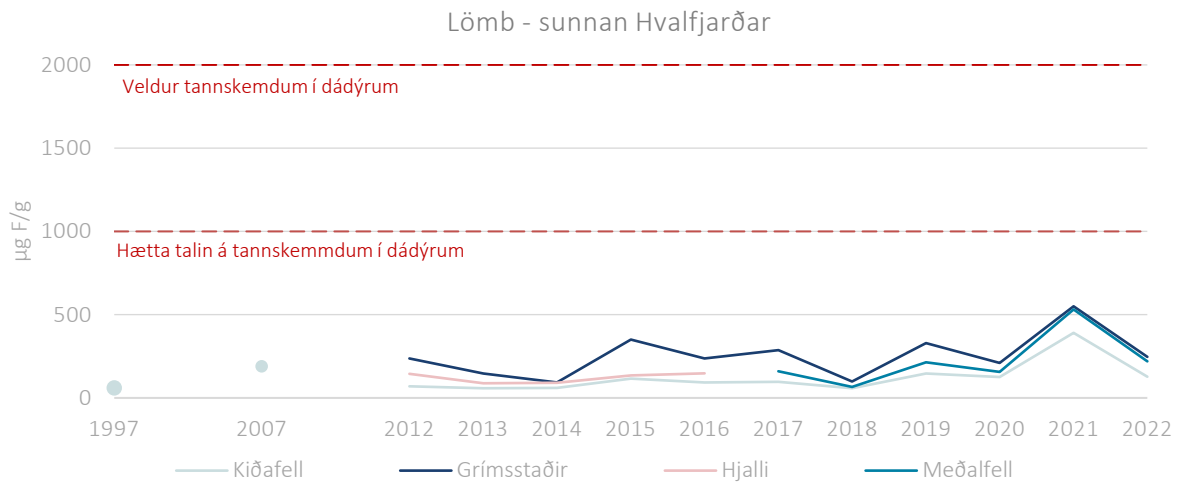
**MYND F.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd F.3 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2022 miðað við árið 1997, engin breyting miðað við árið 2007 en lækkun miðað við árið 2021 (mynd F.13).



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

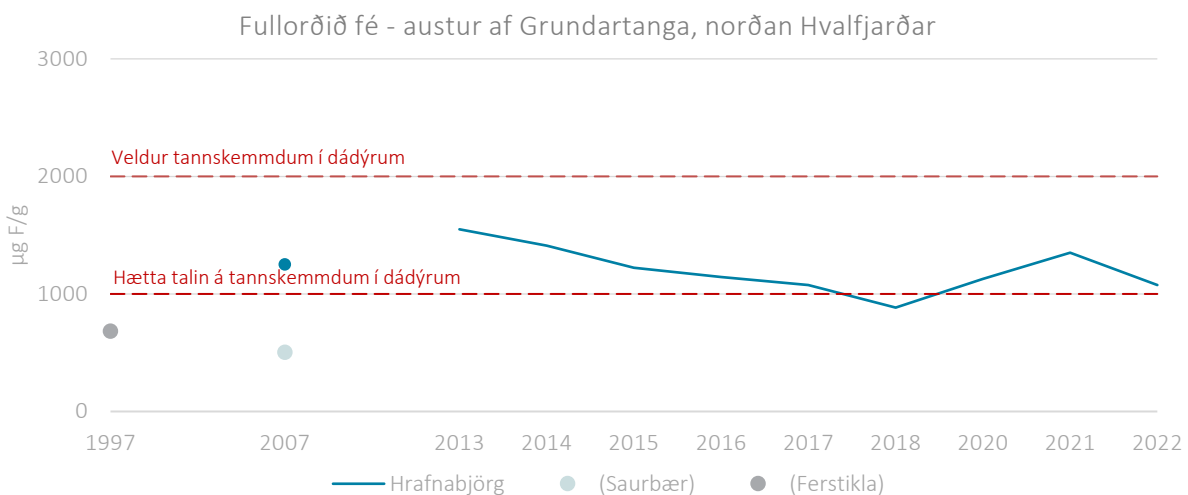
Mynd F.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2022 miðað við árið 1997, engin breyting miðað við árið 2007. Marktæk breyting til lækkunar var á styrk flúors árið 2022 miðað við árið 2021 (mynd F.14).



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

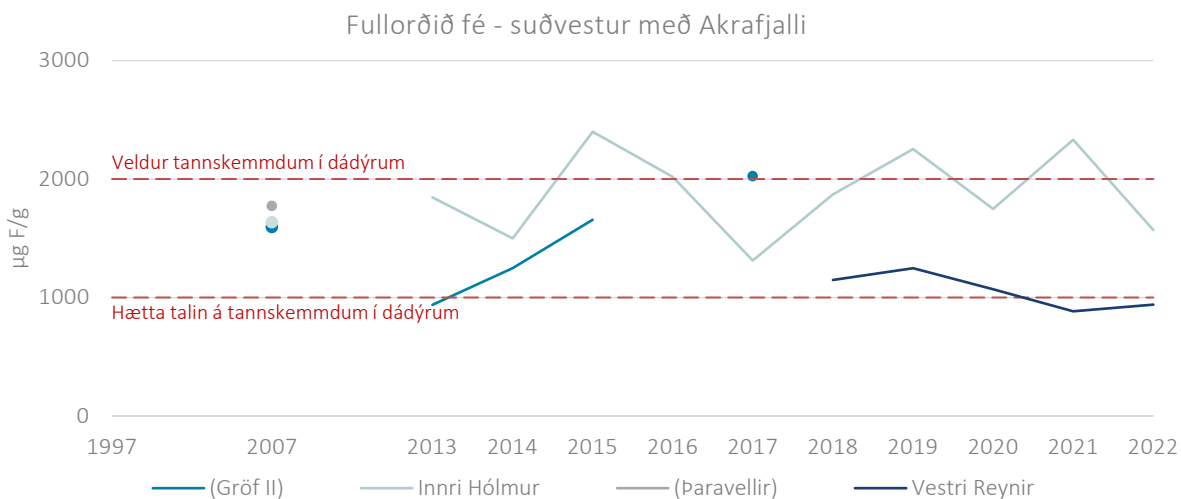
#### Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu (mynd F.5). Árið 2022 var engin breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum miðað við árið 1997, 2007 eða 2021 (mynd F.17).



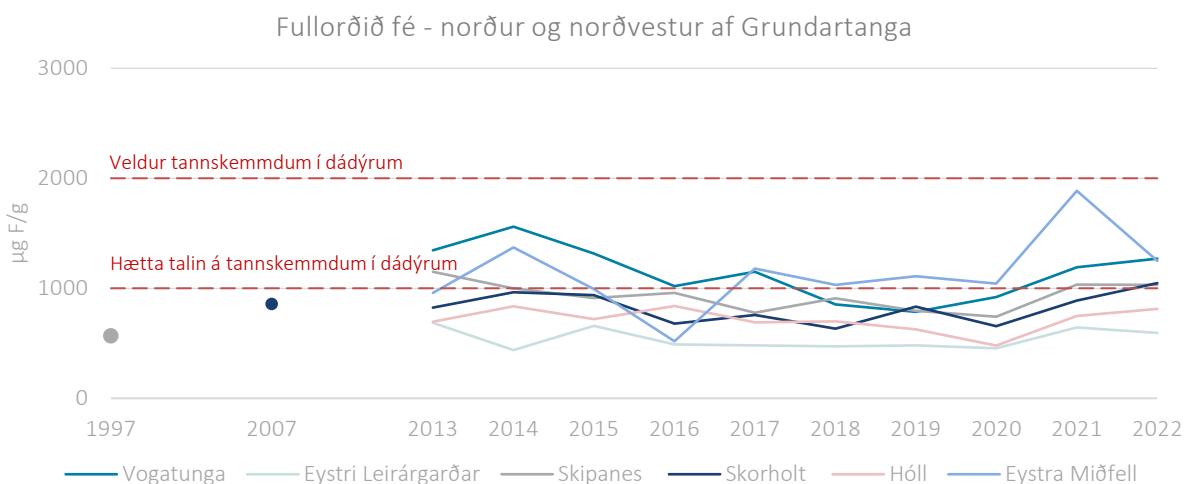
**MYND F.5** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997. Engin sýni bárust árið 2019.

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 2022 miðað við árin 1997, 2007 og 2021 (mynd F.18).



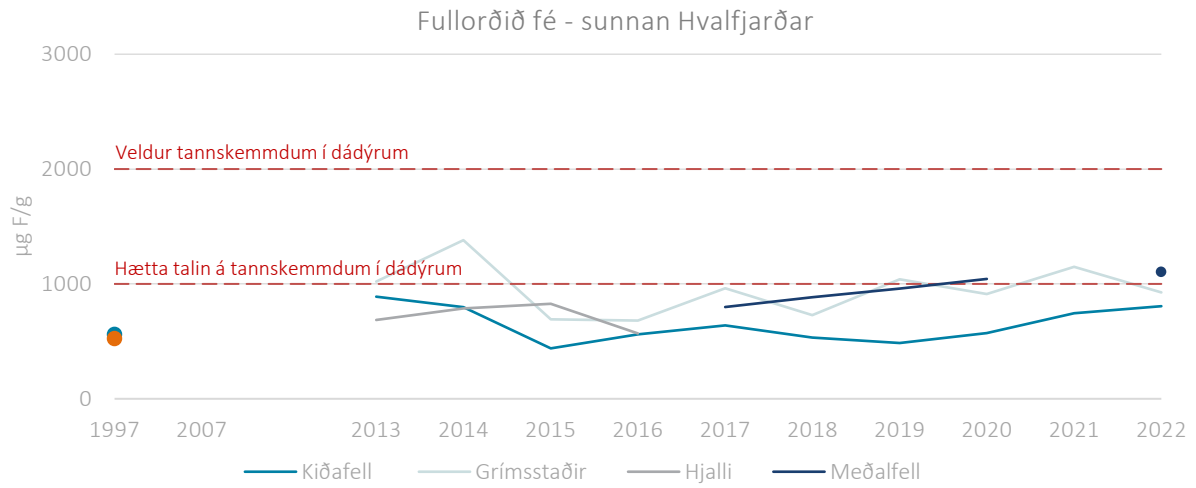
**MYND F.6** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd F.7 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Hækkun var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2022 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árin 2007 og 2021 (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. Árið 2022 var flúorstyrkurinn hærrí kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 1997 og 2007 en styrkurinn var óbreyttur miðað við árið 2021 (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 hrossum)

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. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [23], sjá töflu 10.2 í kafla 10.

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			
Meðalfell	25.02.2023	10	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,03	0	0,10	0
Hrafnabjörg	14.02.2023	10	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,10	0,15
Eystra Miðfell	14.02.2023	10	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,05
Vogatunga	14.02.2023	10	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kiðafell	14.02.2023	10	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0,05

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 10.2 í kafla 10.

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	25.02.2023	6	14	0	0,33	0,67	0,67	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0
Litla Fellsöxl	14.02.2023	6	19	0	0	0,83	0,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0
Miðdalur	14.02.2023	6	13	0	0,67	1,33	1,33	0,67	0	0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,40	0
Meðalfell	25.02.2023	6	14	0,5	0,83	1,00	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0
Kalastaðakot	25.02.2023	6	14	0	0,17	0,50	0,17	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0

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

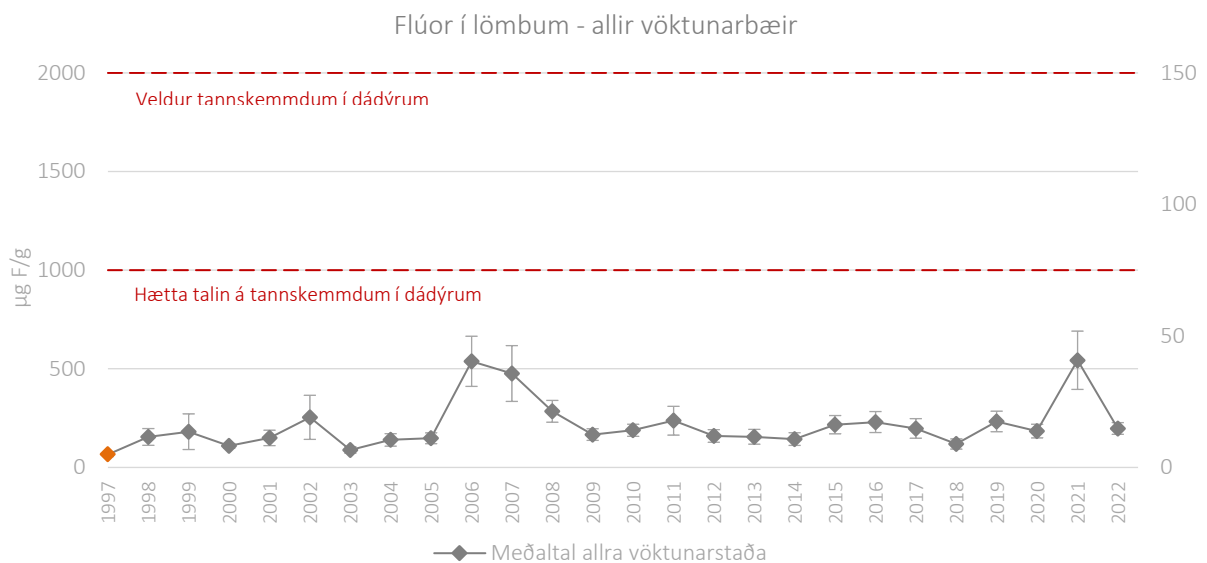


#### d. Tölfræðiniðurstöður grasbíta

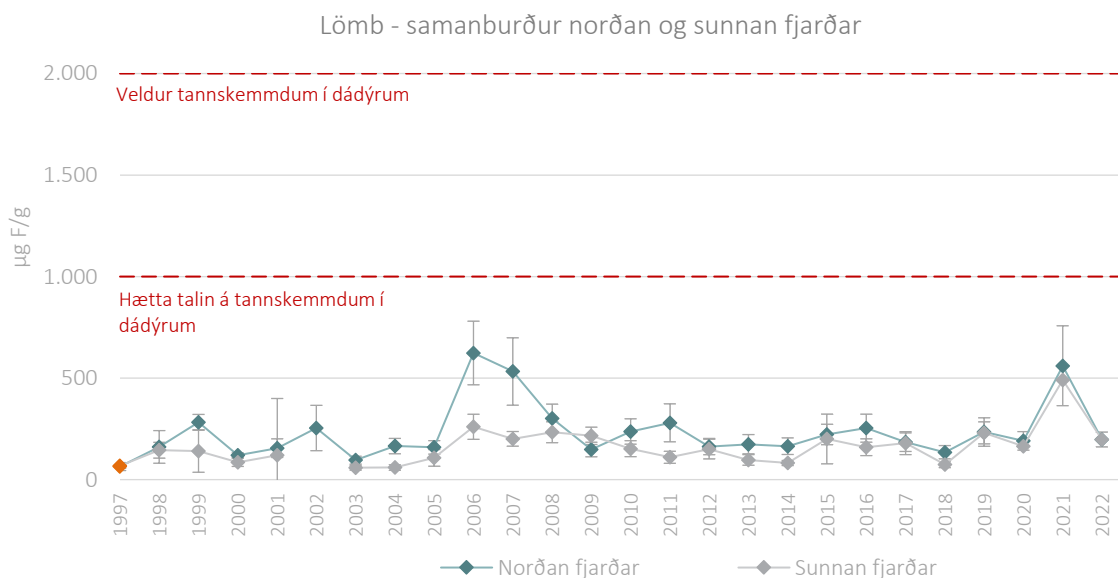
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2022 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

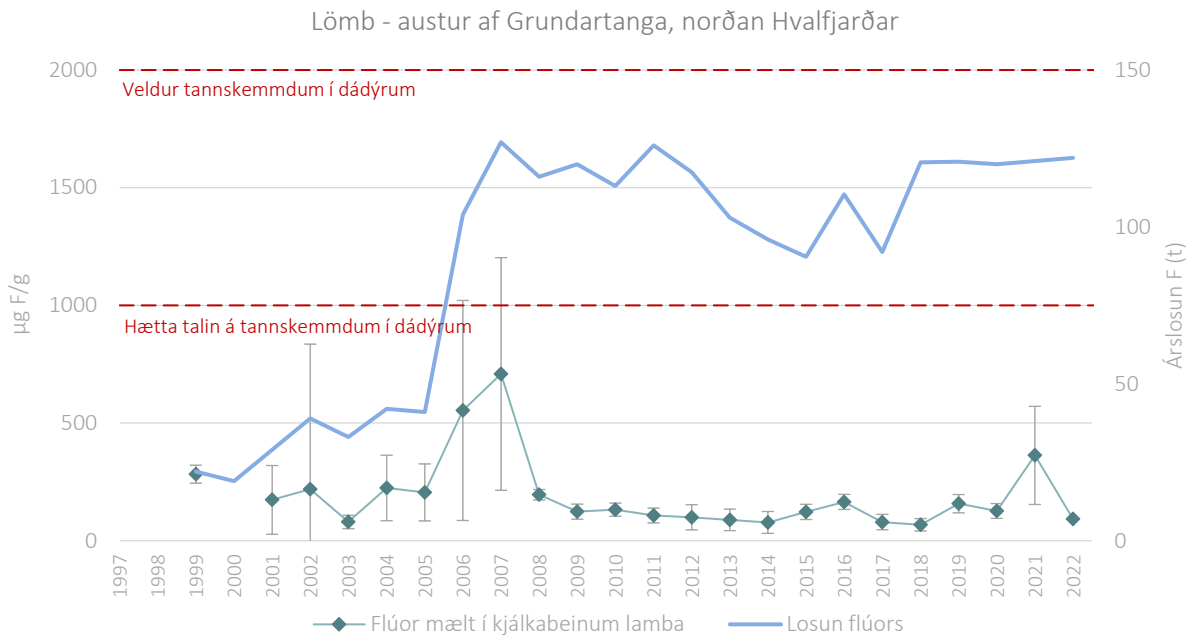
#### Lömb



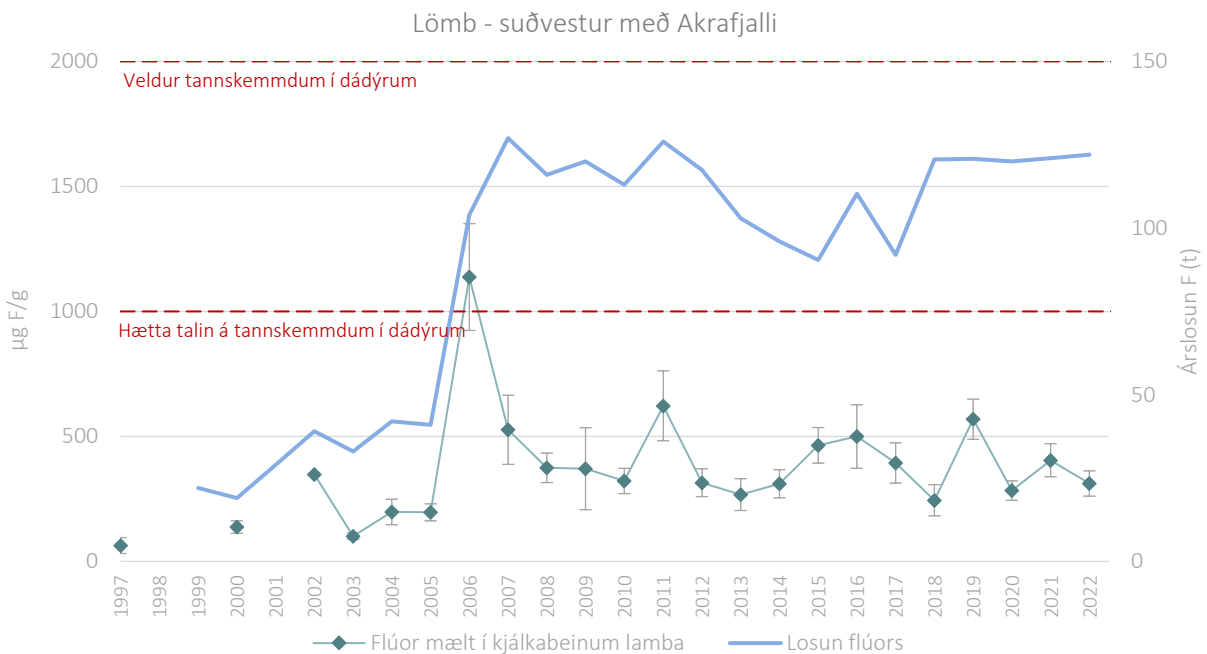
**MYND F.9** Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



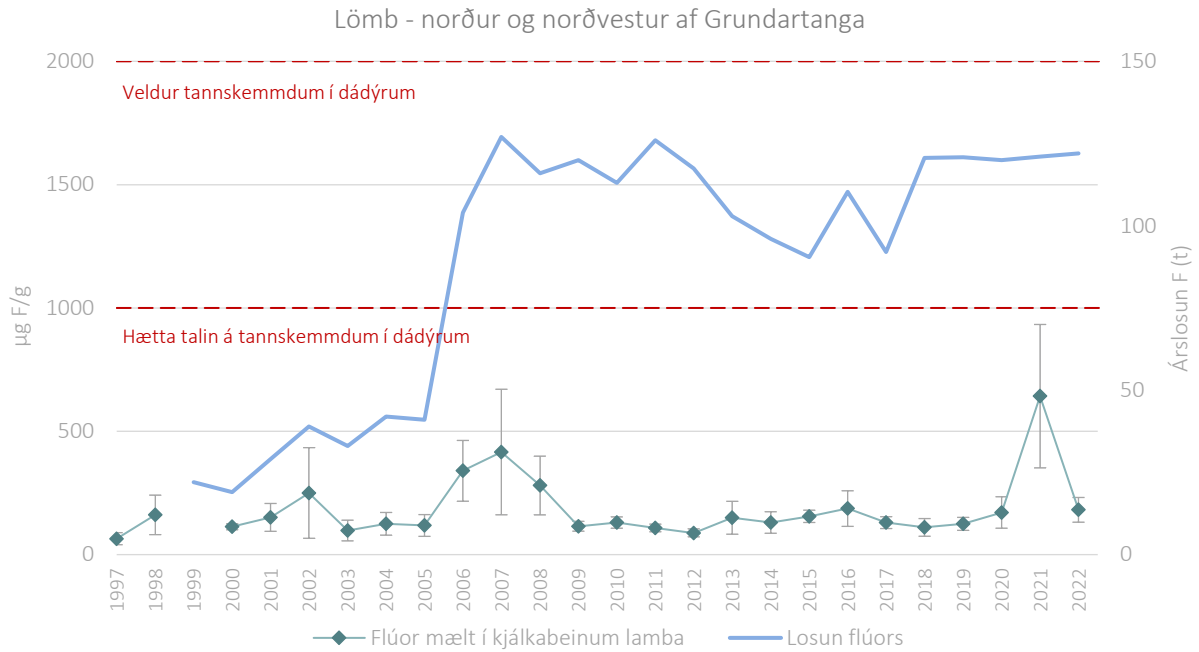
**MYND F.10** Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar, ásamt 95% öryggisbilum.



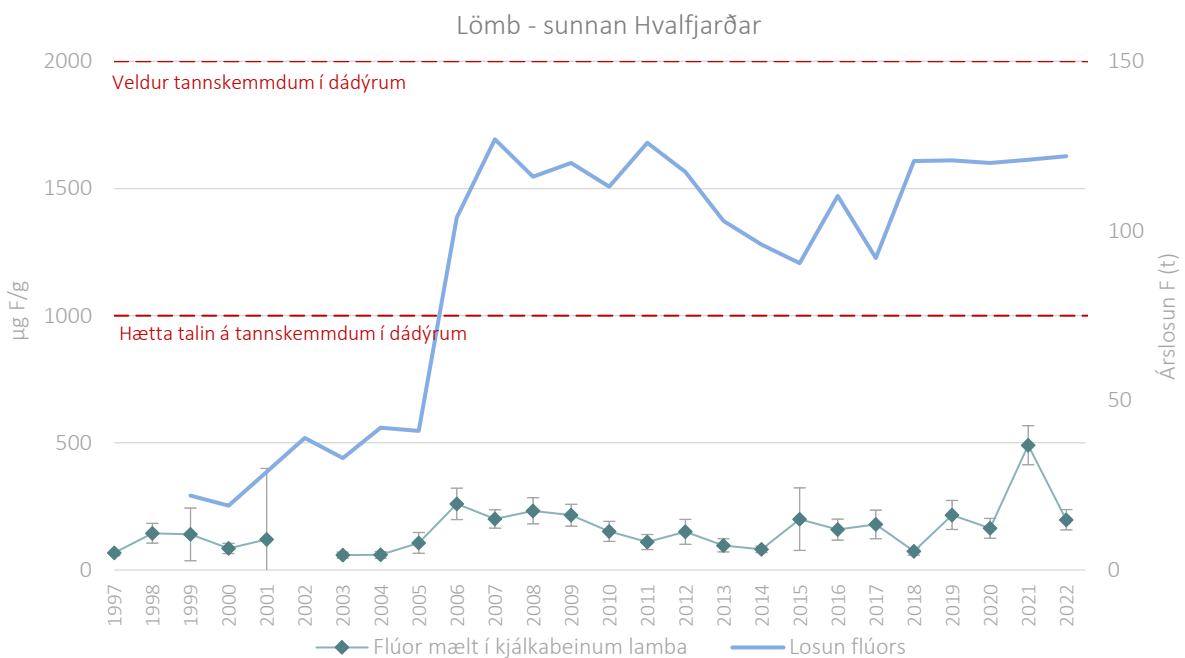
**MYND F.11** Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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

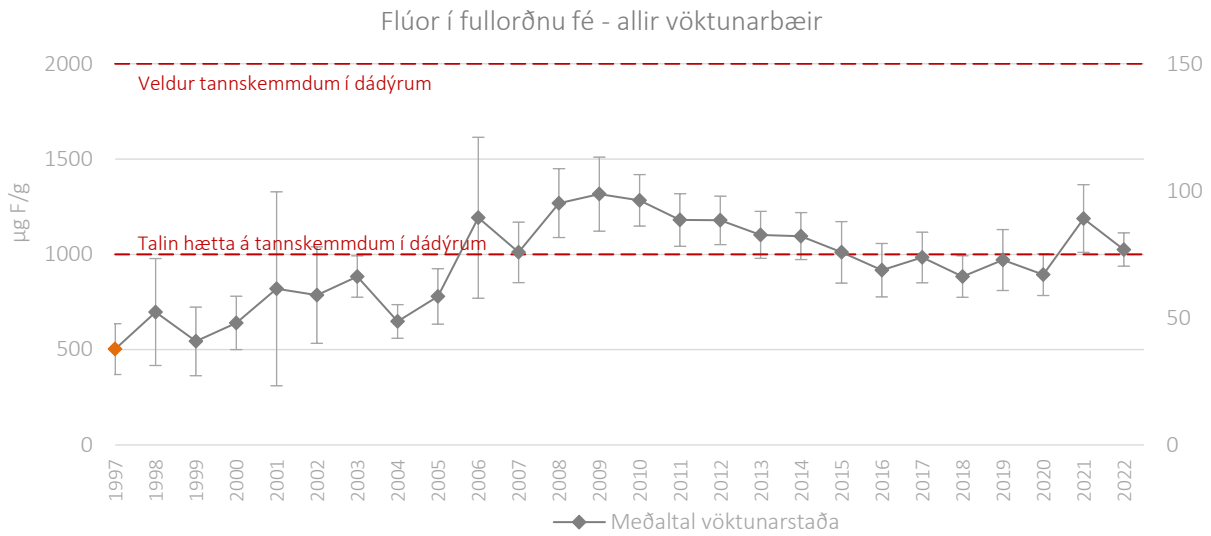


**MYND F.13** Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

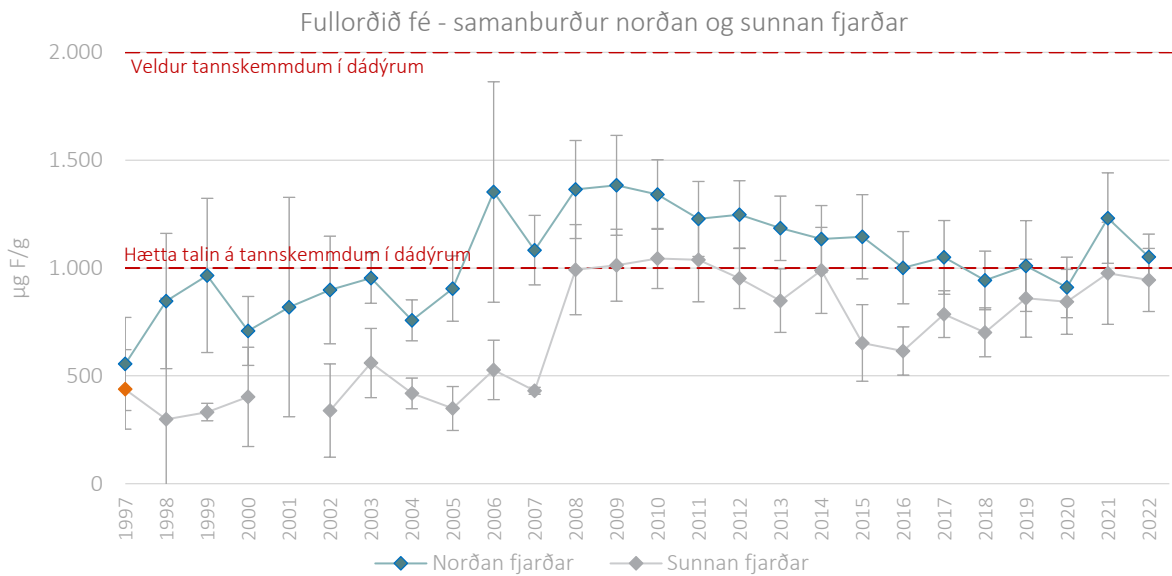


**MYND F.14** Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

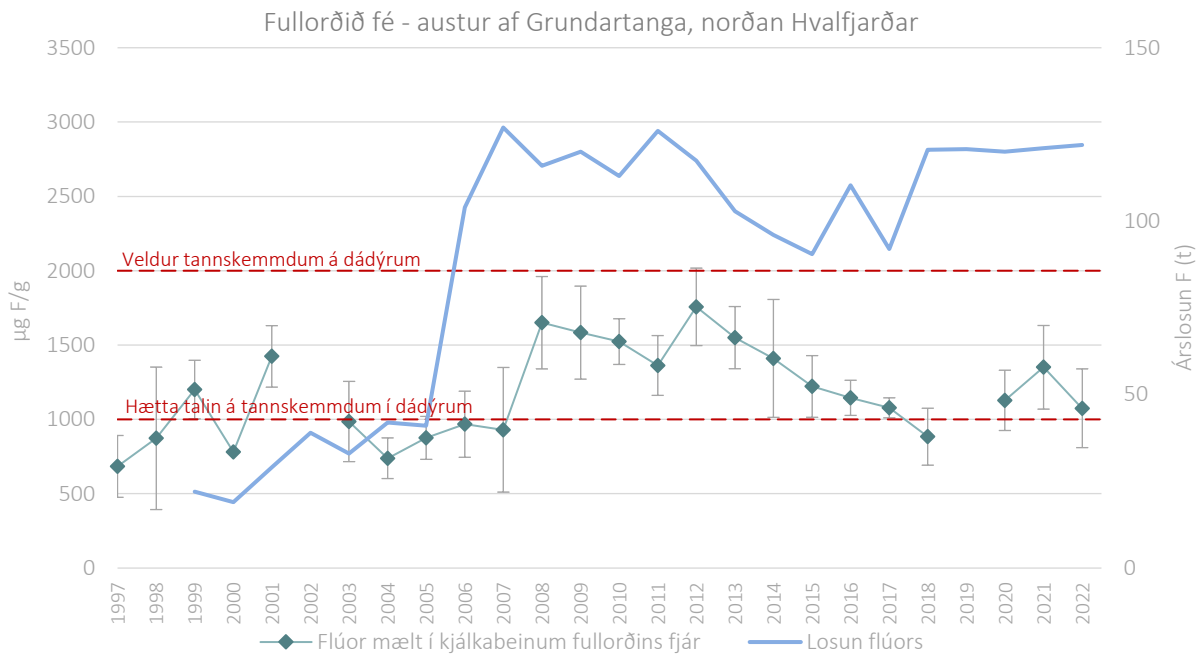
## Fullorðið fé



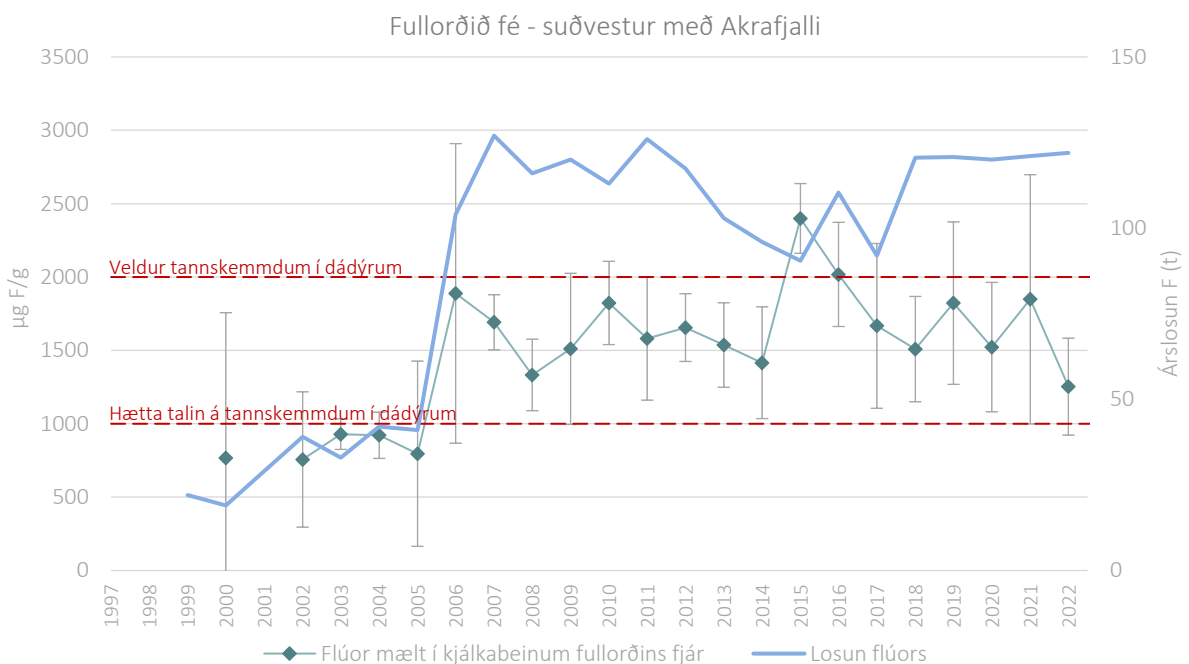
**MYND F.15** Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



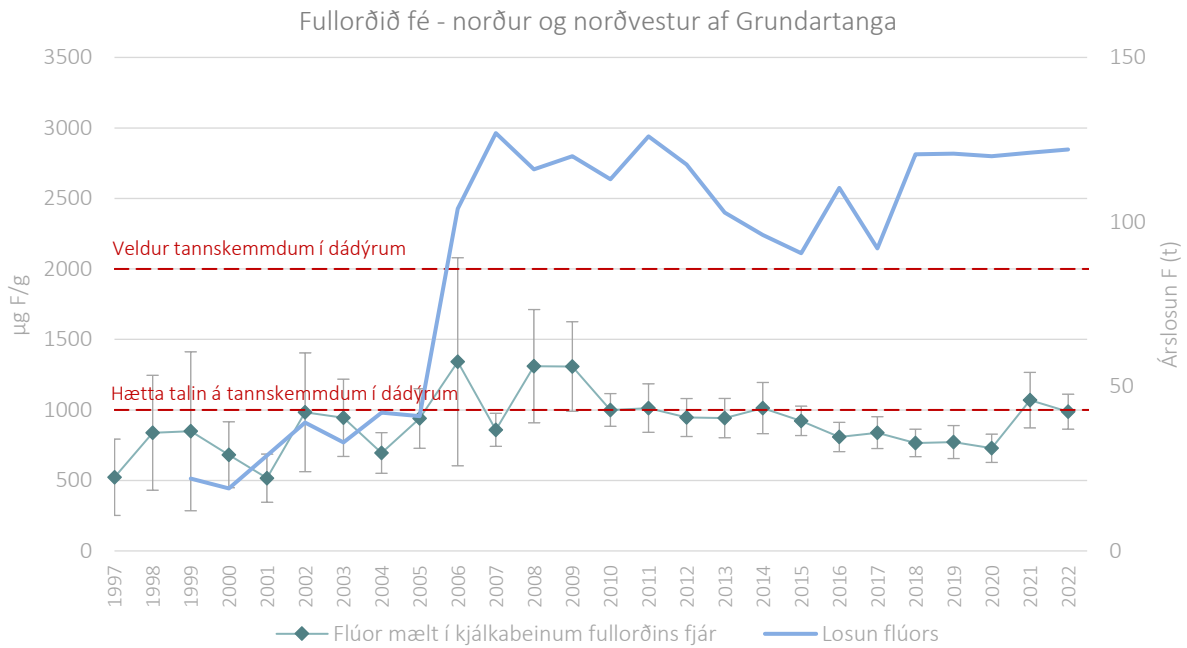
**MYND F.16** Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar.



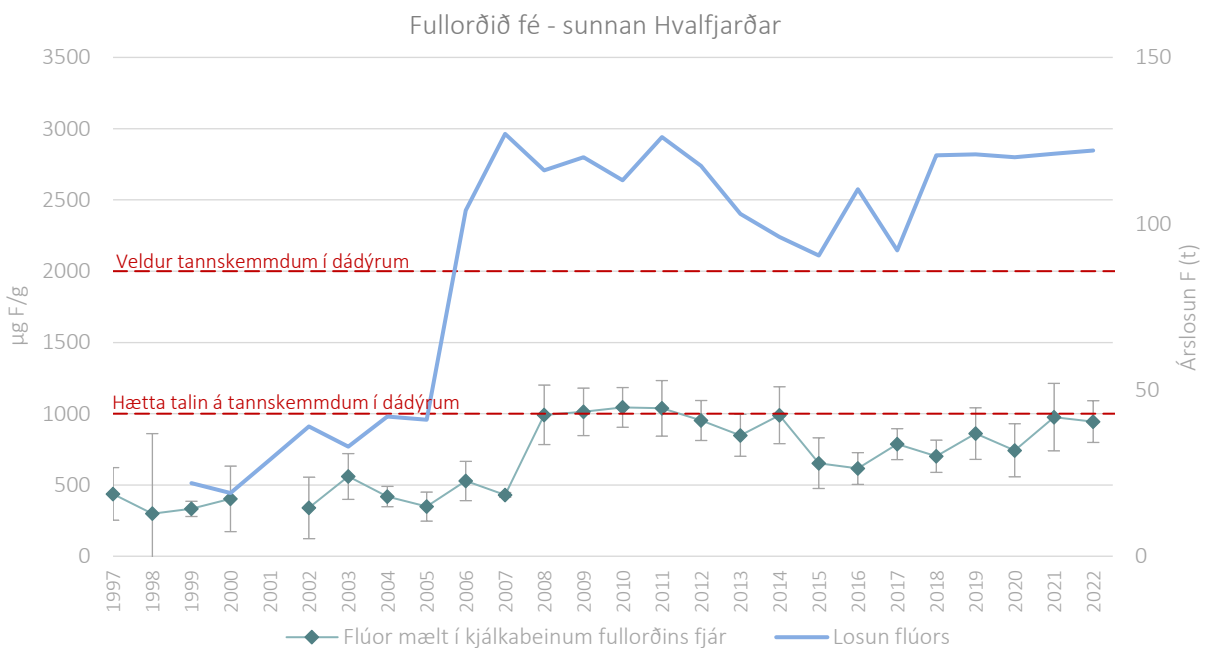
**MYND F.17** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu. Engin sýni bárust frá Hrafnabjörgum árið 2019.



**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.