

# Umhverfisvöktun

IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2021



## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Júní 2022 / 2434-170

### SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

ISBN 978-9935-9675-0-3/112

### 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 2021

### VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2021

### VERKKAUPI

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

### HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Snævarr Örn Georgsson og Páll Höskuldsson

### ÚTDRÁTTUR

Árið 2021 fór fram vöktun á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028, með samþykki Umhverfisstofnunar. er

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

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.

Skýrslan inniheldur niðurstöður umhverfisvöktunar í Hvalfirði fyrir árið 2021.

## SAMANTEKT

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fór árið 2021 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 flæðigrýfja í sjó, lífríki sjávar, móareitum, gróðri og grasbitum.

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 2021 endurvann Alur 3.300 tonn af áli úr 6.200 tonnum af álgjalli. Ársframleiðsla Elkem var 113.734 tonn af 75% kísilmálm og 18.769 tonn af kísilryki og Norðurál framleiddi 315.000 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 bakgrunnsmælingar sem gerðar voru árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, og í sumum tilfellum miðað við árið 2007, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur.

Niðurstöður fyrir flúor og brennistein voru óvenjulega háar árið 2021 sem hugsanlega tengist staðsetningu mælistöðva, veðurfari og áhrif frá eldgosinu í Geldingadölum sem hófst 19. mars 2021 og stóð yfir allt sumarið fram á haust.

Niðurstöður fyrir ferskvatn, gras, sjó, lífríki sjávar (krækling) leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk voru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðum. Loftgæðamælingar á flúor á Kríuvörðu mældust utan viðmiðunarmarka starfsleyfis. Aðrar mælingar á flúor voru innan starfsleyfismarka Norðuráls auk þess sem aðrar loftgæðamælingar í andrúmslofti uppfylltu öll viðmiðunarmörk í reglugerðum. Ekki hafa verið skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir set, móareiti, gróður (lauf og barr), grasbita (sauðfé og hross) eða úrkomu. Í öllum tilfellum voru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þölmörkum gróðurs og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hafði hækkað samanborið við árið 1997 og hefur meðalstyrkur flúors í lömbum austan, norðan og norðvestur af iðnaðarsvæðinu ekki mælst jafn hár síðan 2007. Ekki var 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 flúors og flúors í svifryki í andrúmslofti á Kríuvörðu rúmlega tvöfaldaðist á milli ára og hafði aldrei mælst hærrí. Styrkurinn var umfram viðmiðunarmörk sem eru skilgreind í starfsleyfi Norðuráls. Aðrar mælingar á flúor voru innan starfsleyfismarka Norðuráls.

Styrkur brennisteinstvíoxíðs og brennisteinsvetnis var með því hæsta sem mælst hefur. Styrkurinn var þó í öllum tilvikum undir umhverfismörkum.

Styrkur nituroxíða, svifryks og bensó(a)pýrens mældist í öllum tilvikum undir skilgreindum umhverfismörkum.

Ekki eru skilgreind umhverfismörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Á Kríuvörðu mældist magn áfallins flúors og súlfats með úrkomu mjög hátt miðað við undanfarin ár. Á Gröf II mældist magn áfallins flúors og súlfats svipað og undanfarin ár. Sýrustig úrkomu mældist það lægsta frá upphafi mælinga á öllum mælistöðvum.

### **Ferskvatn**

Mælingar ársins 2021 í Kalmansá og Urriðaá skiluðu almennt sambærilegum niðurstöðum og fyrri ár nema hvað styrkur flúors var sá hæsti frá upphafi mælinga í báðum ám. 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 er um fjórum sinnum lægri en í Kalmansá og Urriðaá.

### **Sjór við flæðigryfjur**

Mengunar gætir í óverulegu mæli utan flæðigryfjugarðanna og voru mæliniðurstöður ársins 2021 svipaðar eða lægri en mælst hafa á undanförunum árum. Ekkert sýni mældist yfir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki.

Í sjósýnum við flæðigryfjurnar mældist arsen, króm, kopar, blý, nikkell, sink og vanadín í öllum tilvikum innan við umhverfismörk II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið). Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna losunar frá flæðigryfjum. Styrkur járn, áls og fosfórs mældist í öllum tilvikum svipaður og í viðmiðunarsýnum. Styrkur sýaníðs og flúors mældist svipaður og í viðmiðunarsýnum í flestum tilvikum.

### **Lífríki sjávar, kræklingur og sjávarset**

Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarsstöðum var lág, sem endurspeglar eðlileg afföll. Almennt virtist kræklingurinn þrífast ágætlega. Styrkur ólífræna snefilefna í kræklingi mældist á öllum vöktunarsstöðum svipaður eða lægri en í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis Ísland og alltaf lægri en norsk viðmiðunarmörk fyrir menguð svæði. Styrkur kadmíns, kvikasilfurs og blýs í kræklingi var í öllum tilvikum undir skilgreindum hámarksstyrk í matvælum. Styrkur PAH efna í kræklingi var óverulegur hvort sem um var að ræða vöktunarsýni eða viðmiðunarsýni og ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði.

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. PAH efni mældust í öllum sjávarsetsýnum, sem líklega má tengja við iðnaðarstarfsemi og skipaumferð á svæðinu. PAH efni mældust nokkuð hærrí í vöktunarsýnum miðað við viðmiðunarsýni. PAH efnin mældust undir norskum viðmiðum um litla eða óverulega mengun fyrir lífríkið í öllum tilvikum nema einu (S-2), þar sem fimm PAH efni féllu undir viðmiðunarflokk, þar sem vænta má neikvæðra áhrifa á lífverur eftir stutta útsetningu.

## Móareitir

Ekki var hægt að merkja miklar breytingar á gróðri í móareitum milli áráanna 2021 og 2015 en þó hafði tegundaauði og tíðni tegunda dregist lítillega saman í öllum reitum, hugsanlega vegna breyttrar landnýtingar eða breytinga á grunnvatnsborði. Fjölbreytugreining leiddi ekki í ljós ákveðnar stefnubundnar breytingar á þekju gróðurtegunda í reitunum.

## Gróður

### Gras

Niðurstöður fyrir flúor í grasi árið 2021 voru óvenjulegar. Hækkun var á flúor á öllum svæðum milli ára nema í Stekkjarási sem er innan þyningarsvæðisins. Mest var hækkunin í Kjós og í viðmiðunarsýnum í Skorradal og hefur viðlíka hækkun aldrei sést áður síðan þar hófst vöktun.

Í öllum tilvikum mældist flúor í grasi undir töldum þolmörkum grasa og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar, miðað við árið 1997 en engin breyting var miðað við árið 2007.

### Lauf

Niðurstöður fyrir flúor í laufi sýna sömu fylgni og grassýnin. Flúor hækkaði á milli ára á öllum svæðum nema Stekkjarás sem er innan þyningarsvæðis. Hækkunin var mest í Kjós og austan iðnaðarsvæðisins, og í viðmiðunarsýnunum í Skorradal.

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

### Barr

Engin breyting var á meðalstyrk flúors í eins árs eða tveggja ára barri norðan fjarðar miðað við árið 1997 og árið 2007. Hins vegar er hækkun á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri sunnan fjarðar miðað við árið 1997, en engin breyting miðað við árið 2007.

## Grasbítar

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

### Flúor í lömbum

Meðalstyrkur flúors, árið 2021, í lömbum austan, norðan og norðvestur af iðnaðarsvæðinu hafði ekki mælst jafn hár síðan 2007, meðalstyrkur flúors í lömbum frá öðrum vöktunarbæjum norðan fjarðar var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2007.

Ekki var greinilegt samband á milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Frá því að vöktun hófst hefur aldrei áður mælst hærri styrkur flúors í lambi. Í tveimur tilfellum mældist flúor yfir þeim mörkum sem talin eru valda tannskemmdum vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn og í einu tilfelli yfir þeim mörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum í dádýrum.

Árið 2021 var breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan fjarðar miðað við árin 1997 og 2020, en var óbreyttur miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar var meðalstyrkur flúors hærri árið 2021 miðað við árin 1997, 2007 og 2020.

#### *Flúor í fullorðnu fé*

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá einum bæ mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum sem talin eru valda tannskemmdum í dádýrum. Meðalstyrkur flúors frá öðrum fimm bæjum var yfir viðmiðum, þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn.

Árið 2021 var ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árin 2007 og 2020 en marktæk hækkun miðað við árið 1997. Sunnan fjarðar var marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé miðað við árin 1997, 2007 og 2020.

#### *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.



	Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum	
Sjór við flæðigrýfjur	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		
	Vanadín	Viðmiðunargildi ekki til	
	Fosfór		
Lífriki sjávar	Kræklingur	Kadmín	Reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum
		Kvikasilfur	
		Blý	
		Arsen	Viðmiðunargildi ekki til
		Ál	
		Flúor	
		Járn	
		Kopar	
		Króm	
		Nikkel	
		Selen	
		Sink	
		Vanadín	
		PAH <sub>16</sub>	
		Þyngd og lengd	
		Dánartíðni	
	Sjávarset	PAH <sub>16</sub>	Viðmiðunargildi ekki til
Mosa-reitir	Tegundafjöldi	Viðmiðunargildi ekki til	
	Þekja tegunda		
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		
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>10</b>
<b>2</b>	<b>STAÐHÆTTIR</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Þyningarsvæði</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Starfsemi</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Veðurfar</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Vöktunarstaðir</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Tölfræði</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>LOFTGÆÐI</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>18</b>
4.1.1	Flúor í andrúmslofti	18
4.1.2	Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið	19
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	21
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	23
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	23
4.1.6	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	25
4.1.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	25
<b>5</b>	<b>FERSKVATN</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>29</b>
5.1.1	Leiðni ferskvatns	29
5.1.2	Sýrustig ferskvatns	29
5.1.3	Flúor í ferskvatni	30
5.1.4	Súlfat í ferskvatni	31
<b>6</b>	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR</b>	<b>32</b>
<b>6.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>33</b>
6.1.1	Málmur og steinefni í sjósýnum	33
6.1.2	Sýanið og flúor í sjósýnum	33
<b>7</b>	<b>LÍFRÍKI SJÁVAR, KRÆKLINGUR OG SET</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>36</b>
7.1.1	Dánartíðni kræklinga	36
7.1.2	Ólífræn snefilefni í kræklingi	37
7.1.3	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í kræklingi	43
7.1.4	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í sjávarseti	44
<b>8</b>	<b>MÓAREITIR</b>	<b>47</b>
<b>8.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>48</b>
8.1.1	Fléttur, háplöntur og mosar	48
<b>9</b>	<b>GRÓÐUR</b>	<b>49</b>
<b>9.1</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>50</b>
9.1.1	Flúor í grasi	50
9.1.2	Flúor í laufi	52
9.1.3	Flúor í barri	53

9.2	<b>Pungmálmar og brennisteinn í mosa</b>	54
10	<b>GRASBÍTAR</b>	56
10.1	<b>Niðurstöður</b>	58
10.1.1	Flúor í lömbum	59
10.1.2	Flúor í fullorðnu fé	60
10.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	61
10.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	61
11	<b>HEIMILDASKRÁ</b>	62
VIÐAUKI A	<b>ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR</b>	65
VIÐAUKI B	<b>LOFTGÆÐI</b>	66
VIÐAUKI C	<b>FERSKVATN</b>	73
VIÐAUKI D	<b>SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR</b>	78
VIÐAUKI E	<b>LÍFRÍKI SJÁVAR</b>	80
VIÐAUKI F	<b>MÓAREITIR</b>	86
VIÐAUKI G	<b>GRÓÐUR</b>	87
VIÐAUKI H	<b>GRASBÍTAR</b>	97

## SKILGREININGAR

### Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
BaP	Bensó(a)þýren, efnisþáttur 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

Á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga starfa kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., álver Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla ehf. auk annarrar starfsemi. 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.

Árið 2021 var unnið samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og er gerð skv. starfsleyfum og samþykkt af Umhverfisstofnun [1].

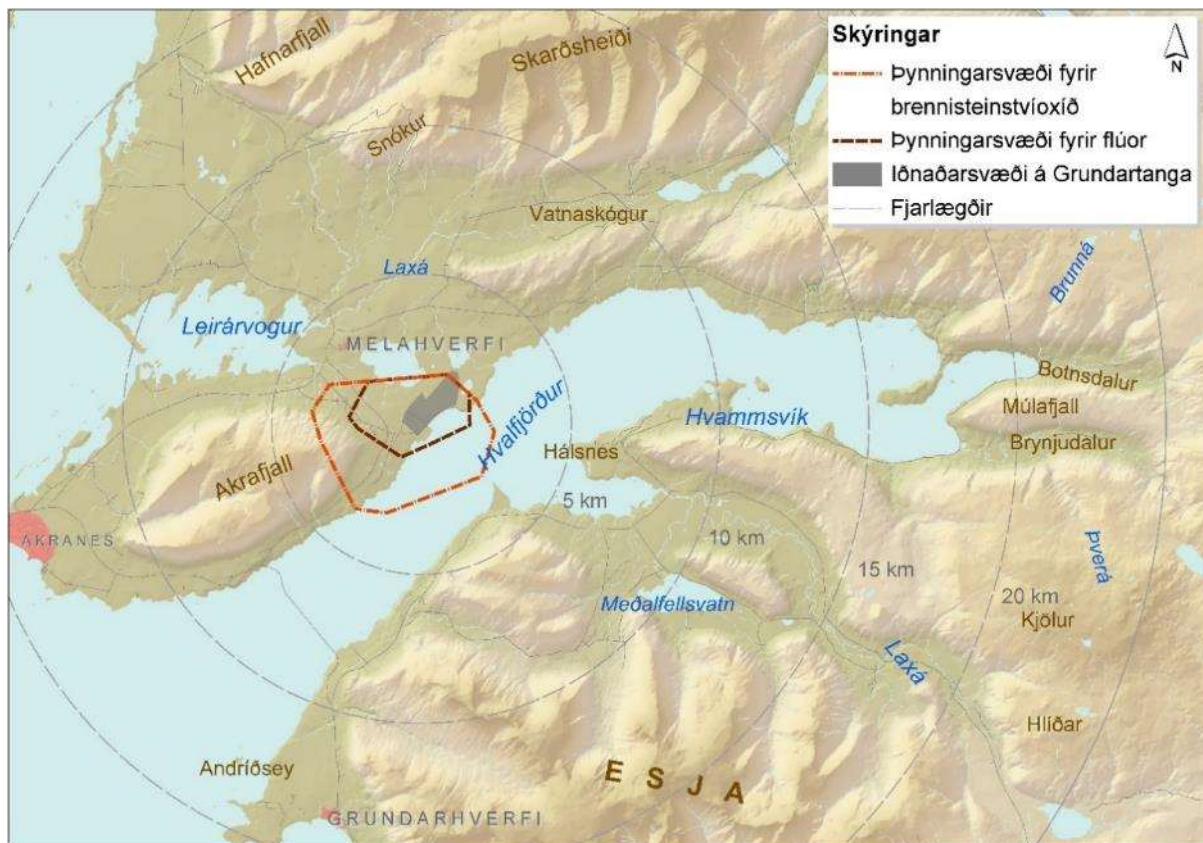
Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem voru framkvæmdar árið 2021. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Auk þess er mat lagt á breytileika mælinganna fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í tíu kafla. Kafli 1 inniheldur stuttan inngang sem lýsir tilgangi umhverfisvöktunarinnar. Í kafla 2 er lýsing á staðhættum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir umfang og mælipætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3. Í köflum 4 – 10 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, lífríki sjávar, móareiti, gróður 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 lífríki sjávar, viðauki F inniheldur upplýsingar um móarreiti og viðauki G inniheldur upplýsingar um gróður auk tölfræðigagna. Loks inniheldur viðauki H 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 (brútt 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 2021 framleiddi Elkem 113.734 tonn af 75% kísilmálmi og 18.769 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,88 % af samanlögðum rekstartíma allra ofna. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af kísilmálmi 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 2021 störfuðu um 600 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 315 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.

Rekstur gekk almennt vel árið 2021 og var losun innan starfsleyfismarkna nema hvað flúor mældist yfir starfsleyfismörkum á Kríuvörðu. Álver Norðuráls á Grundartanga var gangsett árið 1998 og hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári.

Alur Álvinnsla ehf endurvinnur álgjall sem fellur til við frumframleiðslu áls hjá álfyrirtækjum í landinu. Árið 2021 var framleitt um 3.300 tonn af áli úr 6.200 tonnum af álgjalli, fyrirtækið hefur starfsleyfi til þess að taka á móti allt að 15.000 tonnum af álgjalli árlega.

Alur hefur lagt mikla vinnu í að besta ferlana og hámarka endurheimtur áls og draga þannig úr umhverfisáhrifum. Endurheimtur hafa ekki verið hærri en árið 2021 sem hefur dregið úr myndun saltköku og öðrum úrgangsefnum sem falla til við endurvinnslu álgjalls og er flutt til endurvinnslu erlendis.

## 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.

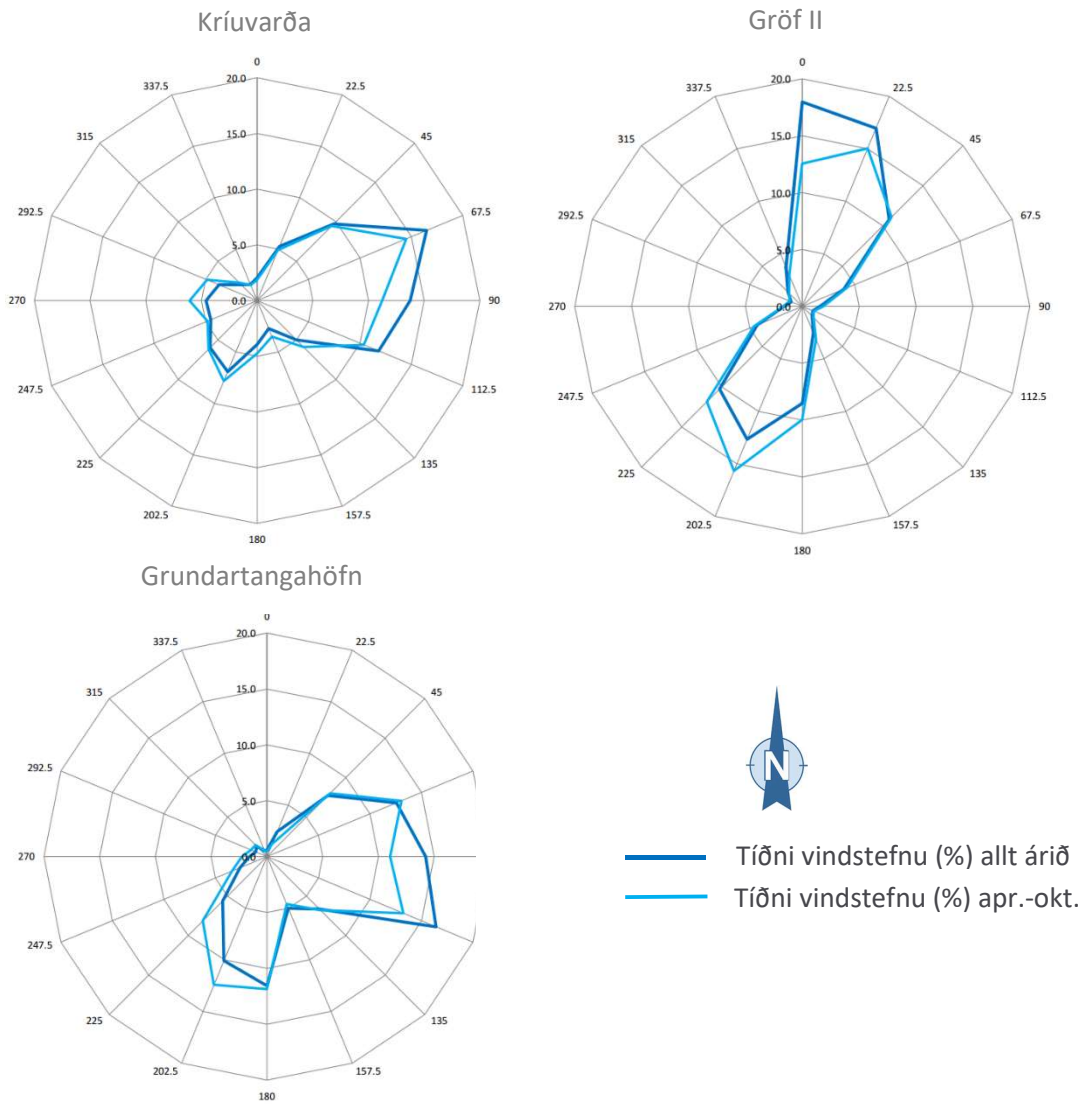
Veðurfar ársins 2021 var hagstætt, tíð var góð og illviðri fátíð. Hiti var rétt yfir meðallagi árána 1991 til 2020 og það var tiltölulega þurr um land allt. Árið var óvenju snjólétt suðvestanlands. Alhvítir dagar voru aðeins 17 í Reykjavík og hafa aðeins einu sinni verið færri.

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 2021 var 0,1-1,3 °C hærri en var árið 2020 og var vindurinn yfir heildina hægari en árið áður.

**TAFLA 2.1** Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2021 [2].

Veðurmælingastöð	janúar - desember		apríl - október	
	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]
Grundartangahöfn	5,9	6,3	8,6	5,9
Gröf II	5,1	5,1	7,7	4,8
Kríuvörða	5,1	5,3	8,0	4,9

Vindrósir fyrir allt árið 2021 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 2021 voru suðvestanáttir hlutfallslega algengari en oft áður og norðaustan- og austanáttir fátíðari. Þetta 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 2021 og allt árið 2021.

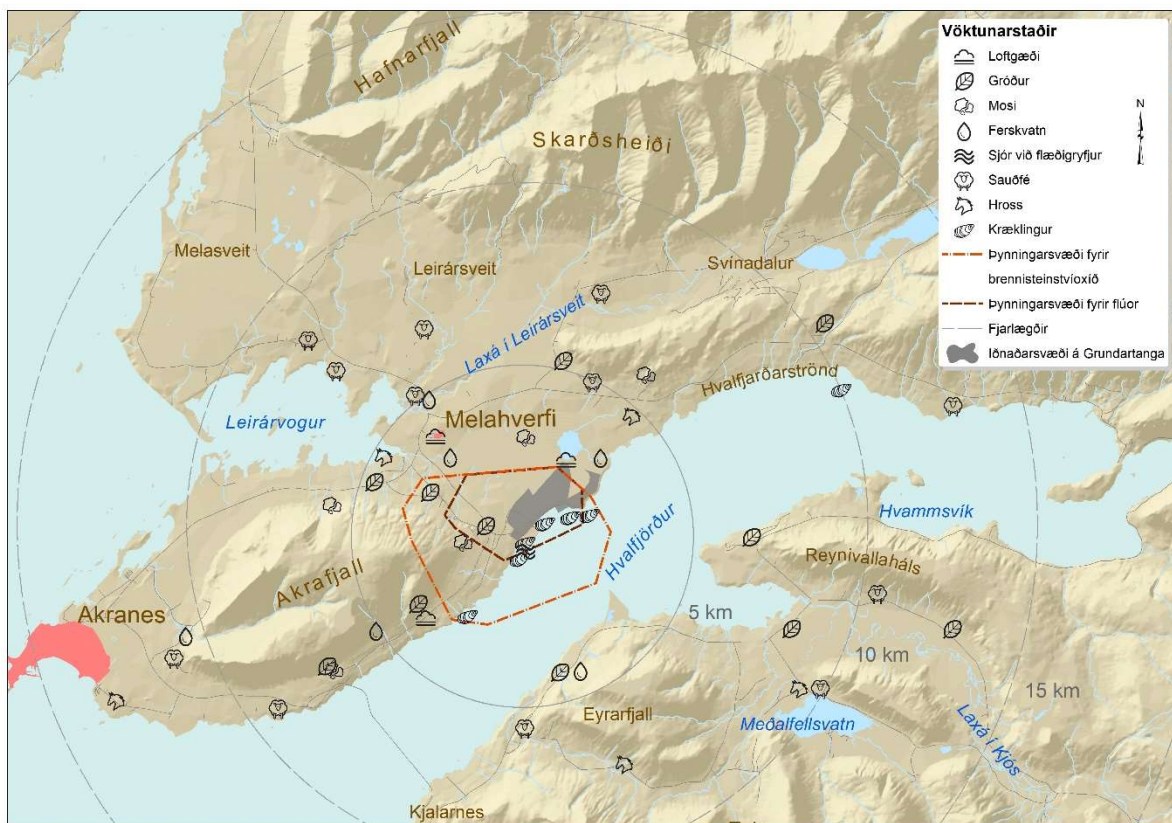


### 3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2021 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 2021, fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, lífríki sjávar, móareiti, gróður og grasbíta.



**MYND 3.1** Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2021 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, lífríki sjávar, móareiti, gróður og grasbíta.

#### 3.2 Tölfræði

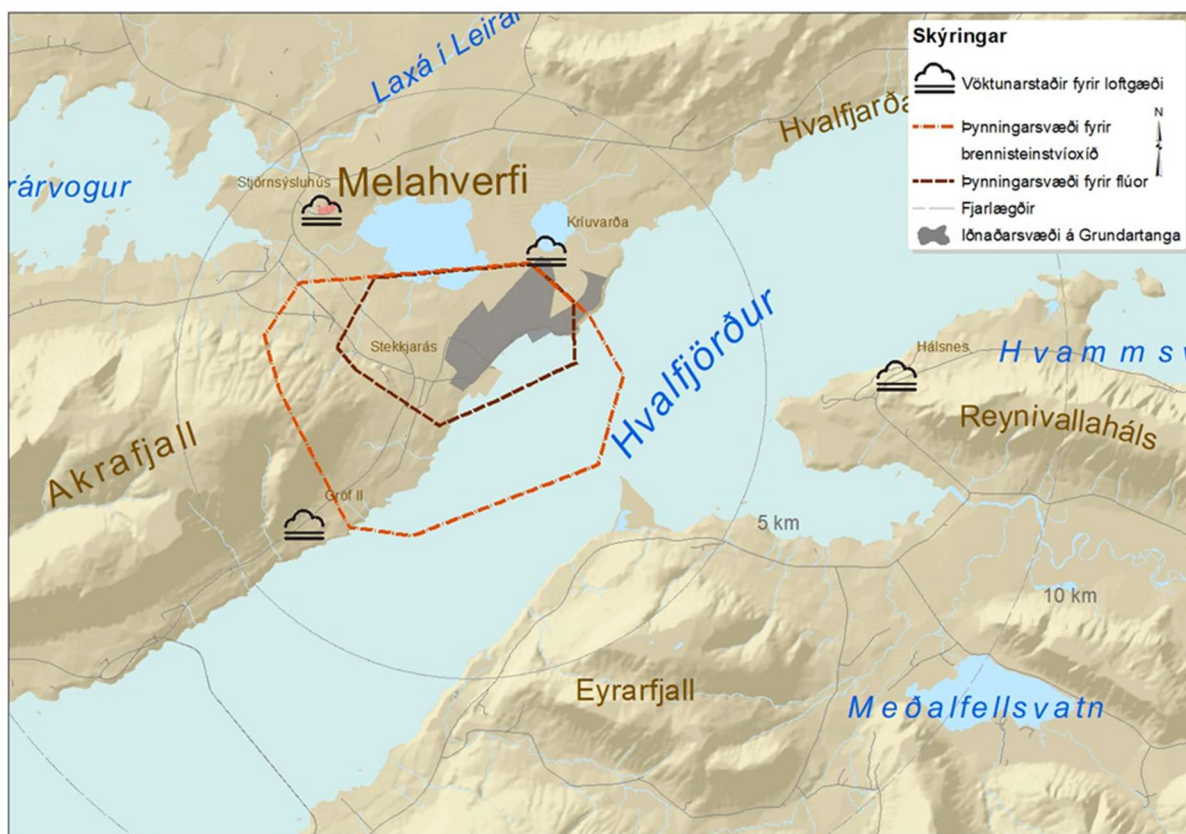
Frá árinu 1999 hefur farið fram árleg umhverfisvöktun á ferskvatni, gróðri og grasbítum. Grunnrannsóknir voru gerðar á svæðinu á árunum 1997 – 1998. Eins og áður er mat lagt á breytileika mælinganna á grundvelli tölfræðigreiningar á niðurstöðunum miðað við árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, 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, G og H.

**TAFLA 3.1** Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2021.

	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	Andrúmsloft: Flúor í lofti og ryki, brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki, svifryk, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni Úrkoma: klóríð, nitrát, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín	Norðan Hvalfjarðar: Kríuvarða, Gröf II, Melahverfi	Kríuvarða: allt árið Gröf II: allt árið Melahverfi: allt árið	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun*
		Sunnan Hvalfjarðar: Hálsnes	Þriðja hvert ár: apríl-október 2021	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Ferskvatn	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	Bergvatnsár: Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá Uppþök í yfirborðsvatni: Kalmansá, Urriðaá	20. apríl - 18. sept. 2021	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Sjór við flæðigryfjur	Málmar: arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín Sýnið, flúor og fosfór	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfjur auk tveggja viðmiðunarstaða	27. maí, 27. júlí og 25. ágúst 2021	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun
Lífriki sjávar	Líffræðilegir þættir kræklinga 16 PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvef kræklinga 16 PAH efni í sjávarseti	Kræklingur: Sex vöktunarstaðir á grunnsævi (1m og 5m) utan við Grundartanga auk viðmiðunarstað Set: Sýni tekin á sömu stöðum og kræklingur var hafður í búrum	24. júní – 15. sept. 2021 15. sept. 2021	Skipulag rannsóknar og undirbúningur sýna: Rannsóknasetur HÍ** Suðurnesjum Efnamælingar: Hafrannsóknastofnun, Mátis og Rannsóknastofna HÍ í lyfja- og eiturefnafræði
Gróður	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, lafi (birki, reynir) og barri (greni, bergfura, stafafura)	Norðan Hvalfjarðar: Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús, Hlíð Sunnan Hvalfjarðar: Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir Viðmiðunarsýni: Skorradalur	Gras: 18. júní, 7. júlí og 10. sept. 2021 Lauf: 18. júní og 10. sept. 2021 Barr: 24. nóv. 2021	Sýnataka og efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun, Skógrækt ríkisins
Mosar og fléttur	Klapparreitir: Gróður-breytingar fléttna og mosa, brennisteinn og flúor í fléttum Móareitir: Gróðurbreytingar	Klapparreitir: Rannsóknir fara fram þriðja hvert ár á sumartíma, síðast sumarið 2020. Móareitir: Rannsóknir á móareitum yfir sumartíma á sex ára fresti. Sýnataka fór fram 5.-7. júlí og 9. júlí 2021. Náttúrufræðistofnun Íslands		
Hey	Flúor og brennisteinn	Rannsókn annað hvert ár. Síðast mælt 2020. Næst mælt 2022		
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka  Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé  Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	Sláturfé: Norðan Hvalfjarðar: Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri Reynir, Innri Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Kiðafell, Meðalfell Grímsstaðir Viðmiðunarsýni: Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi Lifandi sauðfé: Norðan Hvalfjarðar: Vogatunga, Eystra Miðfell, Innri Hólmur, Hrafnabjörg Sunnan Hvalfjarðar: Grímsstaðir, Kiðafell Lifandi hross: Norðan Hvalfjarðar: Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur Sunnan Hvalfjarðar: Miðdalur, Meðalfell	Sláturfé: Haustslátrun 2021  Lifandi sauðfé og hross: janúar- mars 2022	Efnagreiningar: Hafrannsóknastofnun  Skoðun sauðfjár: Dýralæknirinn Mosfellsbæ  Skoðun lifandi grasbíta: Dýralæknirinn Mosfellsbæ

## 4 LOFTGÆÐI

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



**MYND 4.1** Staðsetning loftgæðamælistöðva í rekstri árið 2021.

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 2021. Niðurstöður mælinga á  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  og svifryki ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ), eru birtar á [www.loftgaedi.is](http://www.loftgaedi.is).

Loftgæðamælistöð	Sjálfvirkar mælingar allt árið	Sýnum safnað á síur allt árið	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk ( $\text{PM}_{10}$ , $\text{PM}_{2,5}$ ), $\text{SO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{NO}$ , $\text{NO}_x$	HF og F, S og $\text{PAH}_{16}$ efni í svifryki	$\text{NO}_3$ , Na, Ca, Cl, $\text{SO}_4$ , F, pH, leiðni
Gröf II		HF og F og S í svifryki	
Melahverfi	$\text{SO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$		
Hálsnes*		HF og F og S í svifryki	$\text{NO}_3$ , Cl, $\text{SO}_4$ , F, pH,
*Hálsnes var í rekstri apríl-október 2021			

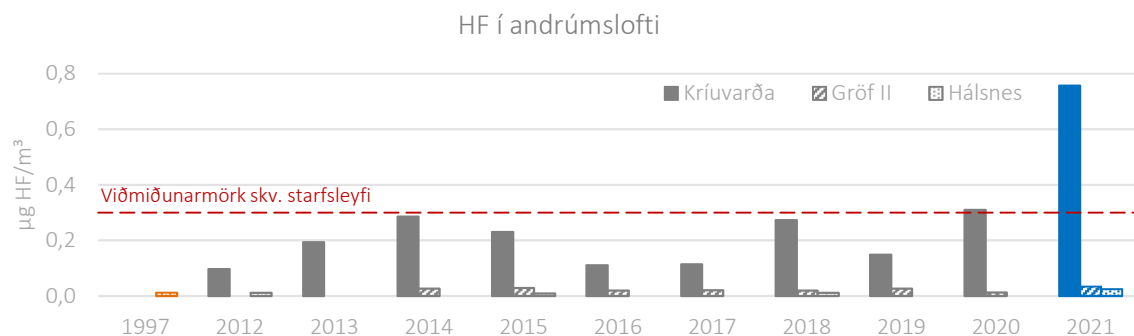
## 4.1 Niðurstöður

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 2011, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

### 4.1.1 Flúor í andrúmslofti

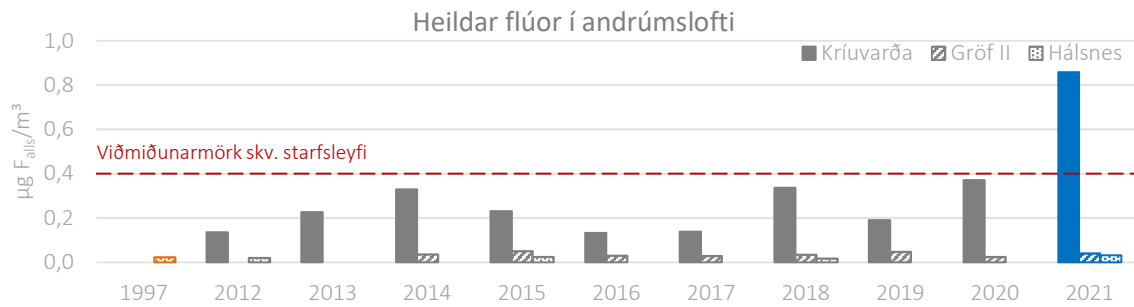
Styrkur loftkennds flúors í andrúmslofti (HF) var mældur allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til september, þar sem umhverfismörk fyrir flúor, sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, eiga við um það tímabil. Í viðauka B.a má sjá meðalstyrk flúors (HF) í hverjum mánuði 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 og bættist Hálsnes við á árinu. Á Kríuvörðu hafði meðalstyrkur loftkennds flúors aldrei mælst hærrí ( $0,76 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ ) og var langt yfir viðmiðunarmörkum ( $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$  tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, sbr. mynd 4.2. Styrkurinn mældist að meðaltali hæstur yfir mánuðina júní, júlí, ágúst og september en í þessum mánuðum ríkti þó nokkra daga suðvestanáttir sem höfðu mikil áhrif á niðurstöðurnar á Kríuvörðu. Styrkurinn mældist hæstur 30. ágúst ( $6,58 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ ) í suðvestan stinningsgölu. Á Gröf II og Hálsnesi var meðalstyrkur HF í samræmi við mælingar fyrri ára og langt innan viðmiðunarmarkna (mynd 4.2).



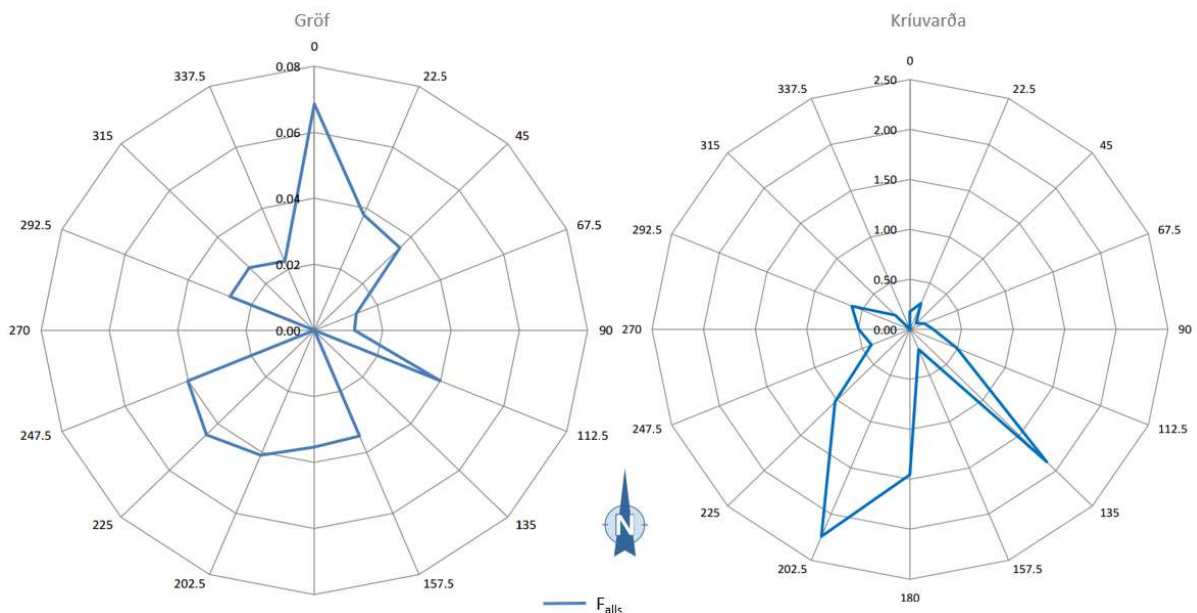
**MYND 4.2** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á starfsleyfistímabilinu (apríl - september) á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

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  $0,86 \mu\text{g F}/\text{m}^3$  á tímabilinu 1. apríl - 30. september, sem er yfir viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðuráls ( $0,4 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ ). Á Gröf II og Hálsnesi var meðalstyrkur heildarflúors í samræmi við mælingar fyrri ára og langt innan viðmiðunarmarkna.



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

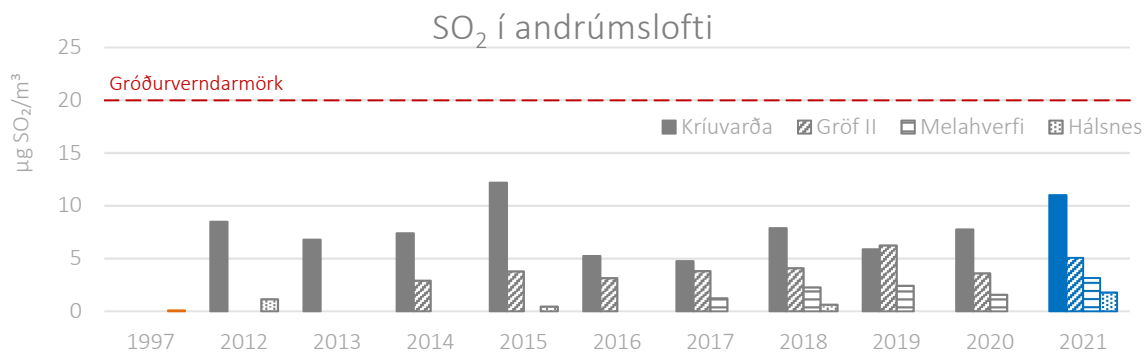
Vindáttir hafa mismunandi áhrif á flúormælingar á stöðvunum. Eins og áður mældist styrkur flúors hærri á Kríuvörðu en Gröf II og Hálsnesi og var áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi, sem er vegna nálægðar og afstöðu til iðnaðarsvæðisins. Á Gröf II mældist hærri styrkur flúors í norðanáttum. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mældaga á mynd 4.4 [2].



**MYND 4.4** Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2021 á Kríuvörðu og Gröf II. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

#### 4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið

Brennisteinstvíoxíð ( $\text{SO}_2$ ) var mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi (mynd 4.5 og mynd B.3 í viðauka). Styrkur  $\text{SO}_2$  mældist hærri á Kríuvörðu en Gröf II, líkt og áður. Styrkurinn á Hálsnesi og í Melahverfi var sá hæsti sem mælst hefur hingað til á þessum stöðum og á Kríuvörðu og Gröf II voru gildin í herra lagi, þó vel undir gróðurverndarmörkum ( $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ ) sem gilda utan þynningarsvæðis (mynd 4.5).

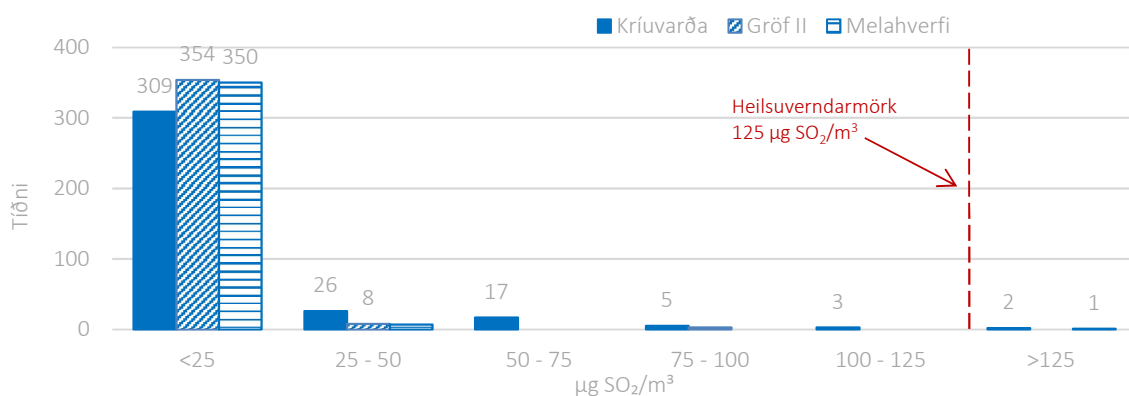


**MYND 4.5** Meðalstyrkur SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

Árið 2021 mældist SO<sub>2</sub> fjórtán sinnum 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, sunnanátt á Gröf II og í suðaustanátt í Melahverfi. Er það í samræmi við að meginuppspretta brennisteinstvíoxíðs tengist iðnaðarsvæðinu á Grundartanga, en líklegt er að eldgos í Geldingadölum á Reykjanesi hafi einnig veruleg áhrif, þar sem SO<sub>2</sub> mældist mun oftar úr suðvestlægri átt en gengur og gerist. Þetta er í fyrsta sinn frá upphafi mælinga sem SO<sub>2</sub> mældist yfir heilsuverndarmörkum í Melahverfi í suðsuðvestlægum áttum [2].

Á vöktunarstöðunum mældist sólarhringsmeðalstyrkur SO<sub>2</sub> þrisvar yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>), tvisvar á Kríuvörðu og einu sinni í Melahverfi, en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Þessi gildi mældust einnig í suðsuðvestlægum áttum og því líklegt að mengun frá eldgosinu í Geldingadölum hafi átt hlut að máli.

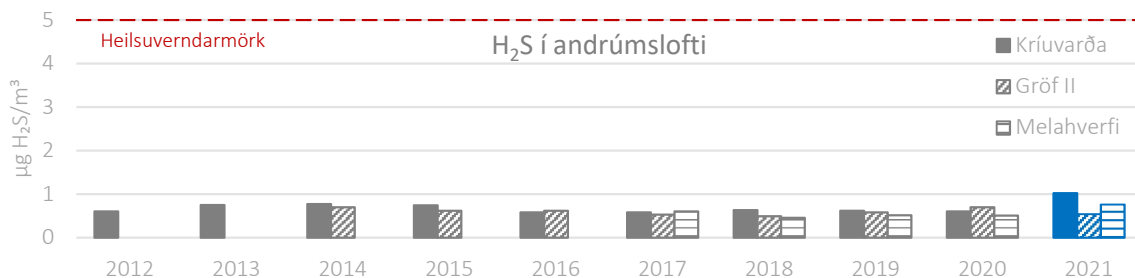
Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO<sub>2</sub> á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi yfir árið 2021. Mælingar eru skráðar alla daga ársins en alltaf detta einhverjir dagar út, sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu. Það munar þó litlu, engan dag vantar á Gröf II, einungis 3 daga á Kríuvörðu og 7 daga í Melahverfi.



**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

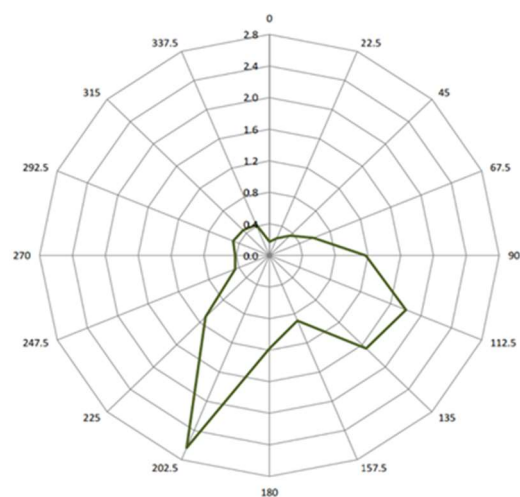
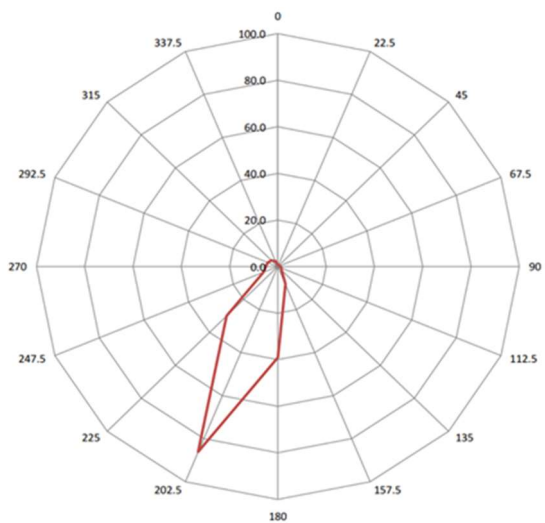
Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2021. Meðalstyrkur loftborins  $H_2S$  mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B [2].



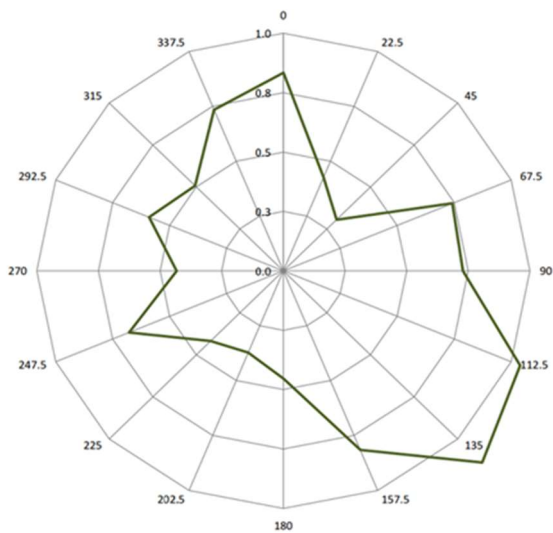
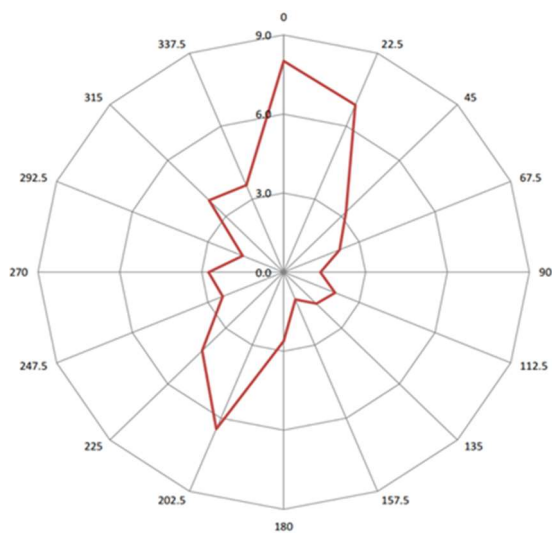
**MYND 4.7** Meðalstyrkur  $H_2S$  á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

Meginuppspretta  $SO_2$  á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem  $SO_2$  berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að Gröf II í norðaustanáttum (mynd 4.8). Uppspretta  $H_2S$  á Kríuvörðu og Gröf II er að suðaustan frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Niðurstöðurnar eru svipaðar og fyrri ár á öllum þremur mælistöðum, þó barst meira  $SO_2$  að Gröf II og Melahverfi úr suðvestri en fyrri ár og má tengja það við eldgosíð í Geldingadölum á Reykjanesi.

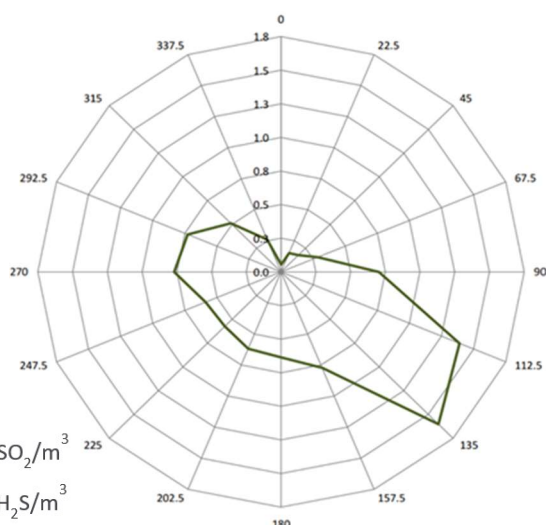
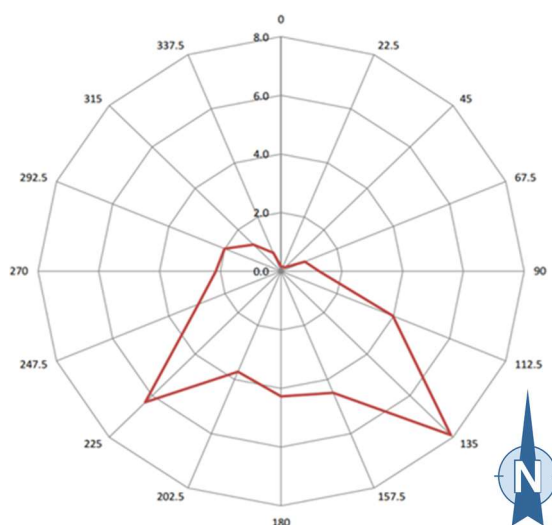
### Kríuvarða



### Gröf II



### Melahverfi



— µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
— µg H<sub>2</sub>S/m<sup>3</sup>

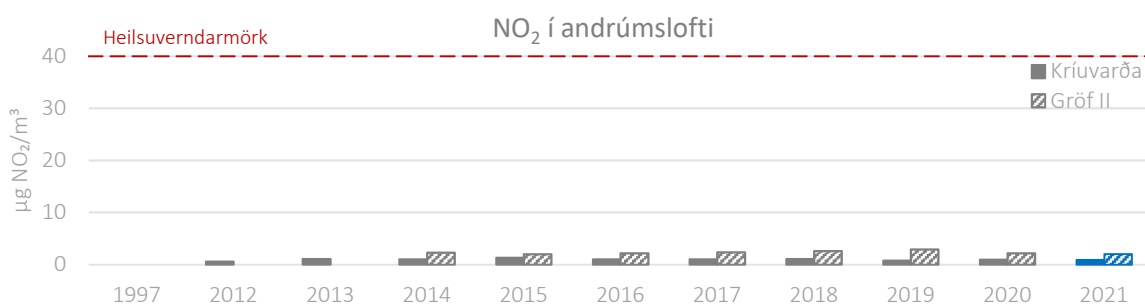
**MYND 4.8** Styrkur SO<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>S í mældum vindáttum árið 2021 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.



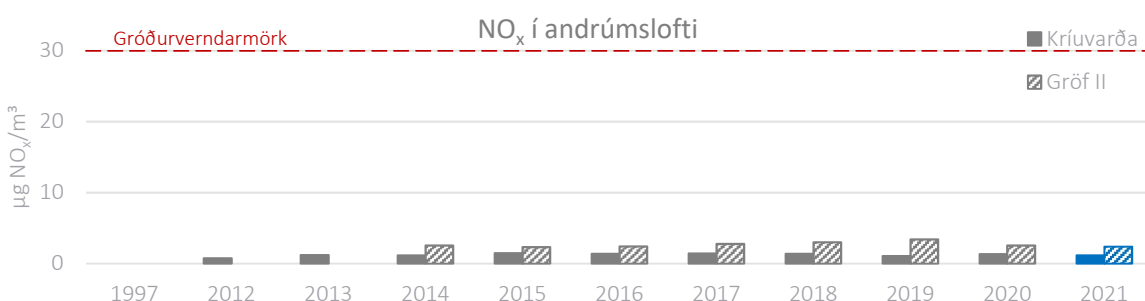
#### 4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs ( $\text{NO}_x$ ) og niturmónoxíðs ( $\text{NO}$ ) í andrúmslofti á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2021. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturtvíoxíð ( $\text{NO}_2$ ). Niðurstöðurnar voru sambærilegar á Kríuvörðu og undanfarin ár, en með lægsta móti á Gröf II sem gæti tengst minni umferð á árinu auk þess sem tíðni norðaustanátta var minni á árinu. 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).



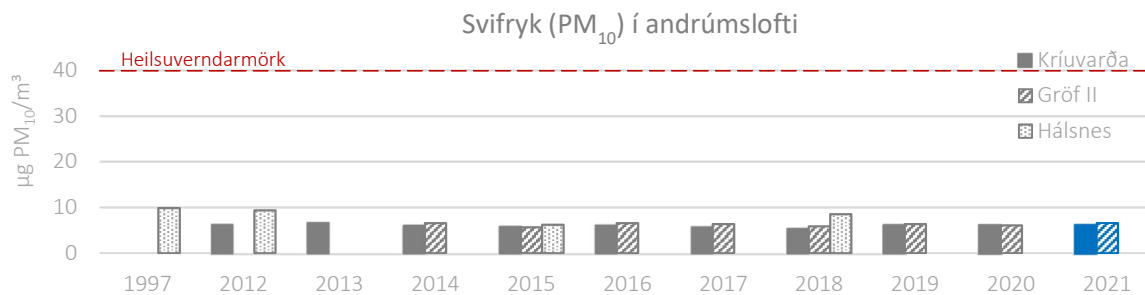
**MYND 4.9** Meðalstyrkur  $\text{NO}_2$  á Kríuvörðu og Gröf II.



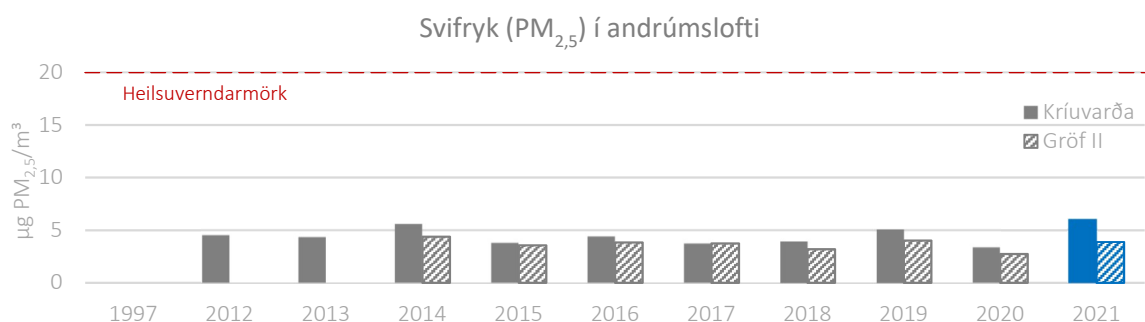
**MYND 4.10** Meðalstyrkur  $\text{NO}_x$  á Kríuvörðu og Gröf II.

#### 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 2021. Meðalstyrkur  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  mældist undir heilsuverndarmörkum og var meðalstyrkur  $\text{PM}_{10}$  svipaður og síðastliðin ár (myndir 4.11) en styrkur  $\text{PM}_{2,5}$  var í hærra lagi á Kríuvörðu en sambærilegur fyrri árum á Gröf II (mynd 4.12). Undanfarin ár hefur meðalstyrkur  $\text{PM}_{2,5}$  að meðaltali verið u.þ.b. 30% lægri en  $\text{PM}_{10}$  en 2021 var styrkurinn nánast hinn sami á Kríuvörðu. Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks  $\text{PM}_{10}$  einu sinni yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu á Kríuvörðu og tvisvar á Gröf, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B. Svifryk var ekki mælt á Hálsnesi.

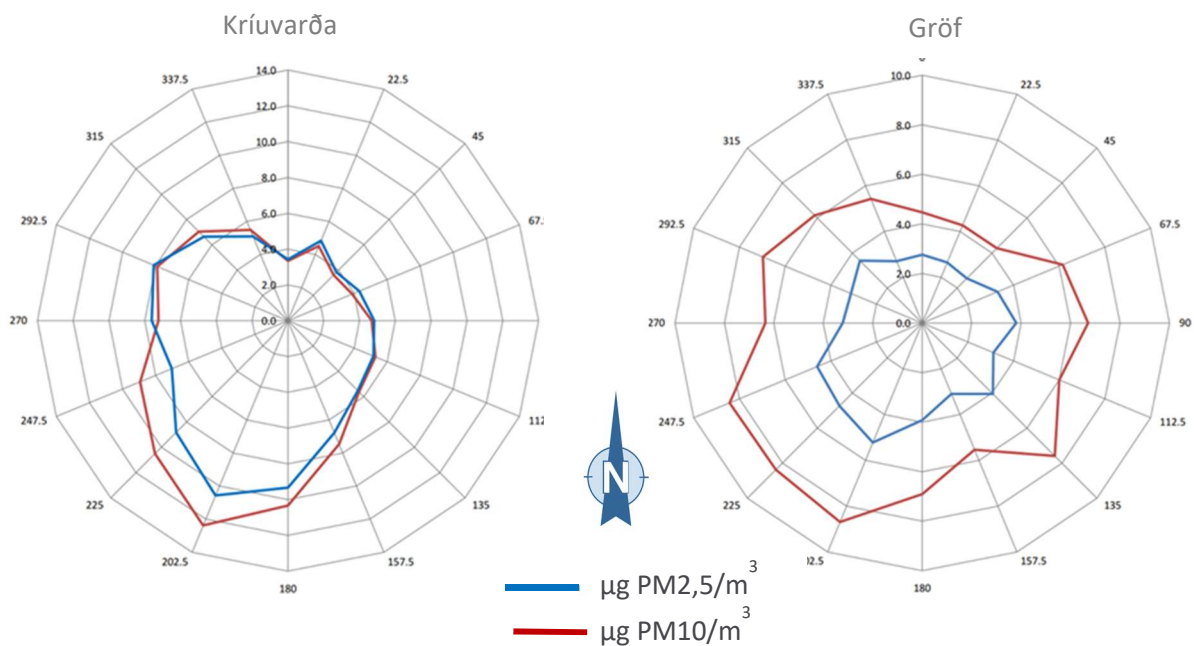


**MYND 4.11** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>10</sub>) í andrúmslofti á Krúuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.



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

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Krúuvörðu og Gröf II fyrir árið 2021. 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 Krúuvörðu og Gröf II, umferð í grennd við iðnaðarsvæðið og höfuðborgarsvæðið. Aðrar uppsprettur eru malarnámur við Stóru-Fellsöxl og Hólabrú austan Hvalfjarðarganga auk iðnaðarsvæðisins auk þess sem eldgosið í Geldingadölum á Reykjanesi gæti mögulega haft einhver áhrif á svifryksmagnið [2].

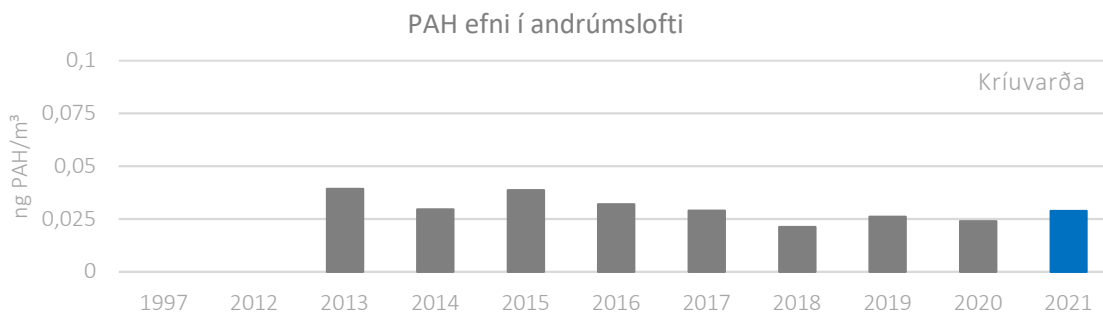


**MYND 4.13** Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2021. Athugið að vindrósinar eru ekki í sama kvarða.

#### 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 2021. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH<sub>16</sub> efna í andrúmslofti. Styrkur PAH<sub>16</sub> efnanna var svipaður og undanfarin ár (mynd 4.14).

Umhverfismörk hafa verið skilgreind fyrir bensó(a)pýren (1 ng BaP/m<sup>3</sup>), sem er eitt PAH<sub>16</sub> efnanna. BaP mældist langt undir þessum mörkum eða á bilinu 0,0005 – 0,0033 ng/m<sup>3</sup>.



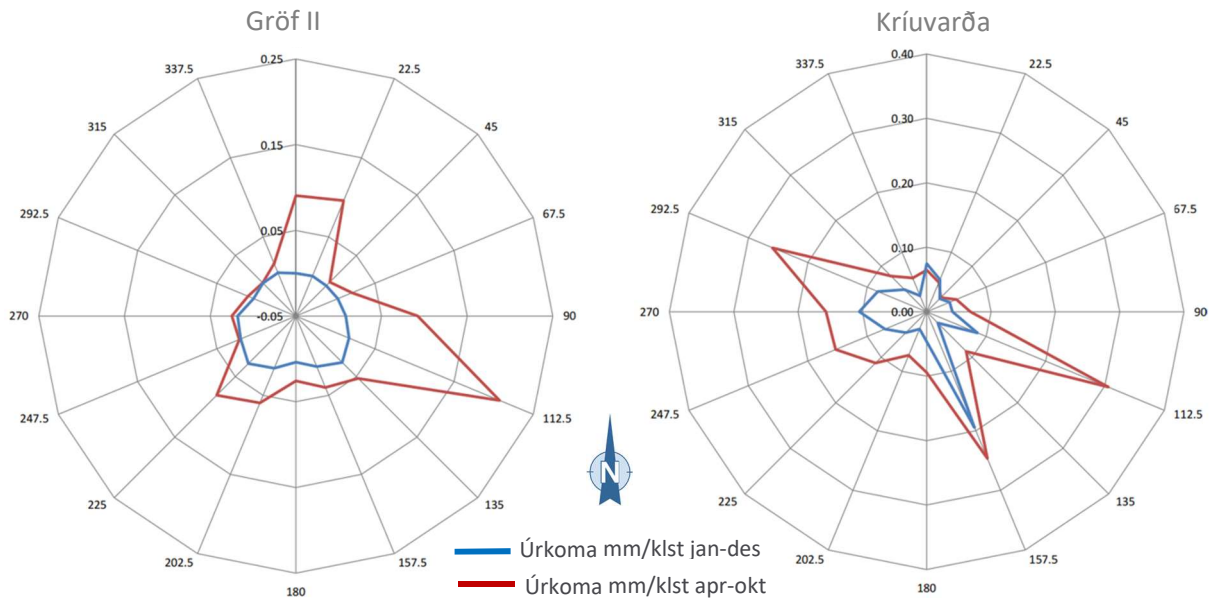
**MYND 4.14** Styrkur PAH<sub>16</sub> efna í svifryki á Kríuvörðu.

#### 4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Magn brennisteins, flúors og sýrustig er mælt í úrkomusýnum sem safnað er á Gröf II, Kríuvörðu, allt árið og Hálsnesi frá apríl til október. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennnd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur og auðvelt fyrir flugur og frjókorn að blandast sýnunum. Í úrkomunni eru einnig mæld efnin natrín, klór, kalsín og níturat [2] (sjá viðauka B.b). 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 endurspeglað að nokkru úrkomumagn þar sem áfallsgildi eru hærri í meiri úrkomu.

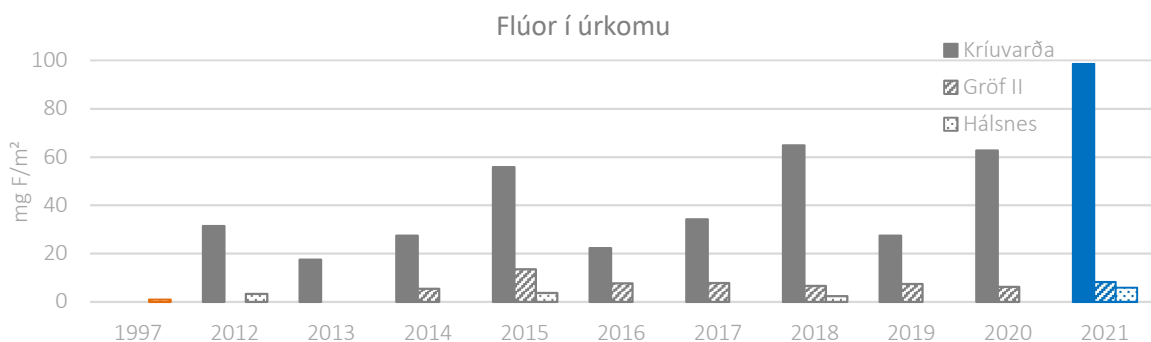
Á báðum stöðvum rigndi mest í austsuðaustanátt (mynd 4.15). Afstaða stöðvanna til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



**MYND 4.15** Megin úrkomuáttir á Gröf II og Kríuvörðu, tímabilin apríl – október og allt árið 2021. Ekki er sami kvarði á myndunum.

### Flúor

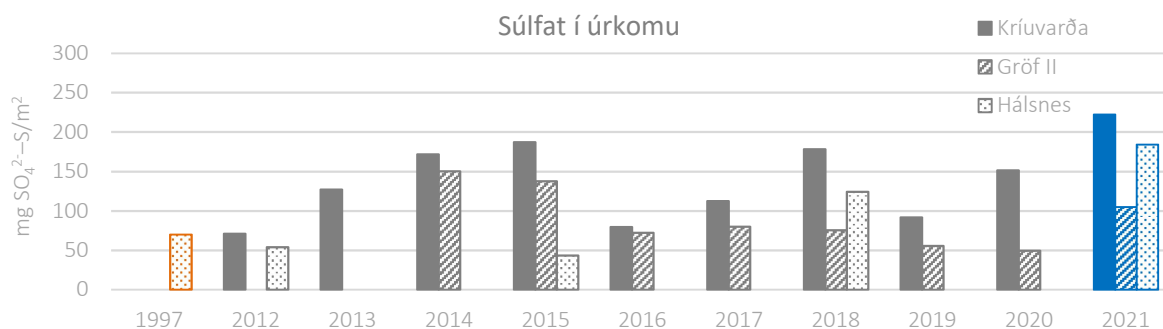
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu (apríl - október) hefur aldrei mælst hærra á Kríuvörðu en mældist litlu hærra á Gröf II miðað við árin á undan. Á Hálsnesi mældist flúor í úrkomu nú hærri en 2018, þegar stöðin var síðast í notkun (mynd 4.16). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir flúormagn í úrkomu.



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

## Súlfat

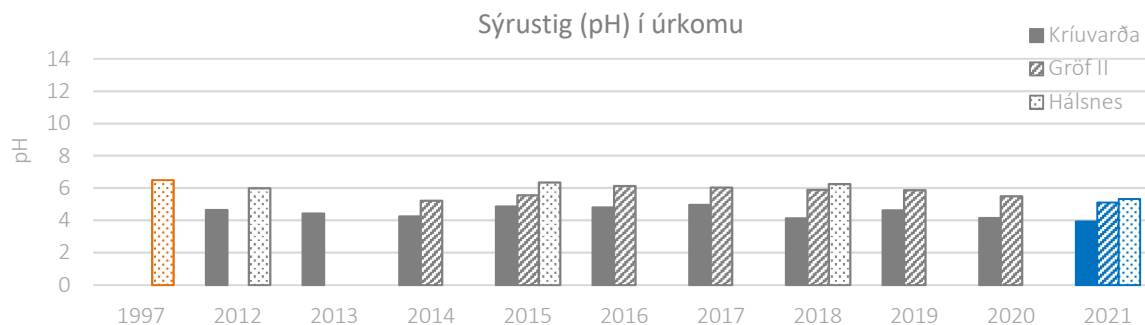
Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl - október, var mjög hátt á öllum stöðvum (mynd 4.17). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.



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

## Sýrustig

Á vöktunartímabilinu 2021 mældist sýrustig úrkomu lágt. Á öllum stöðvum var sýrustigið með því lægsta sem mælt hefur (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].

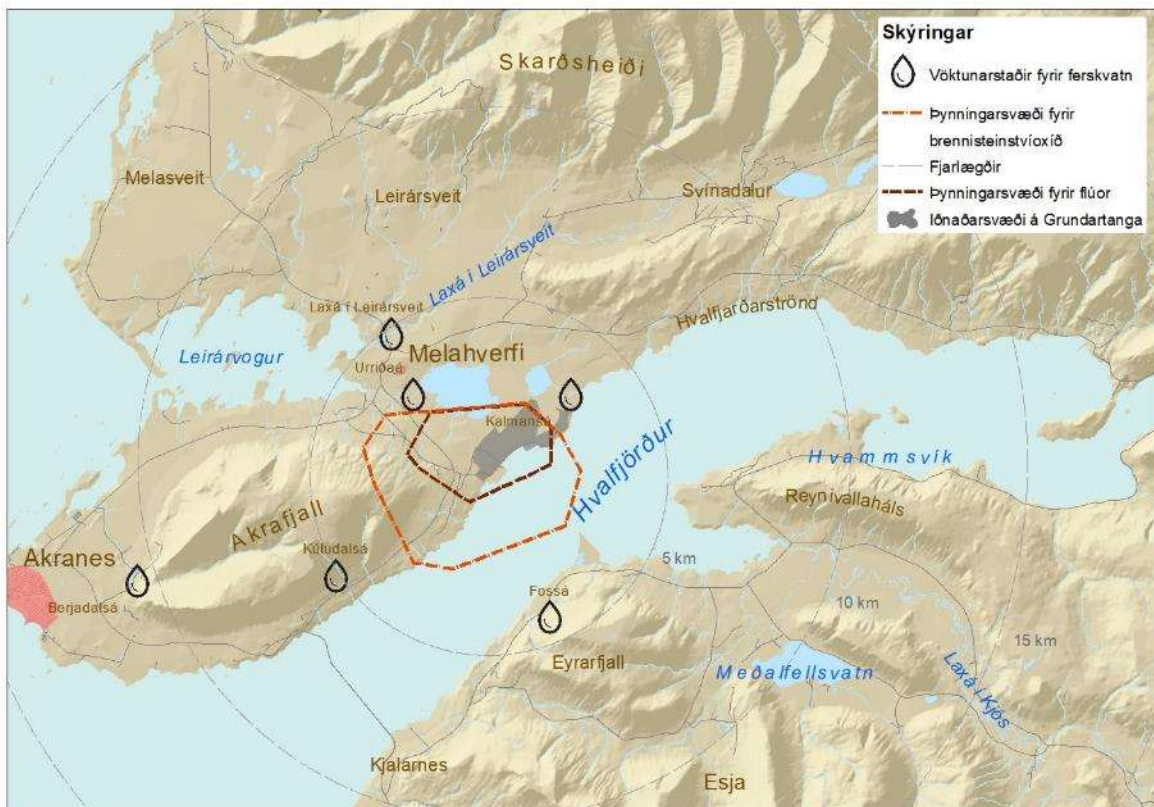


**MYND 4.18** Meðalsýrustig í úrkomu á Krúvörðu, Gröf II og Hálsnesi á vöktunartímabilinu (apríl – október).

## 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 20. apríl til 18. september 2021. 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.

Ekki þurfti að sleppa neinu sýni úr meðaltalsútreikningi vegna áhrifa frá hárrí sjávarstöðu 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 komu greinilega fram í mælingum á natríni og klóríði.



**MYND 5.1** Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2021.

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 – 2021 sem notaðar eru til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk flúors hafi átt sér stað í ánum á þessu tímabili.

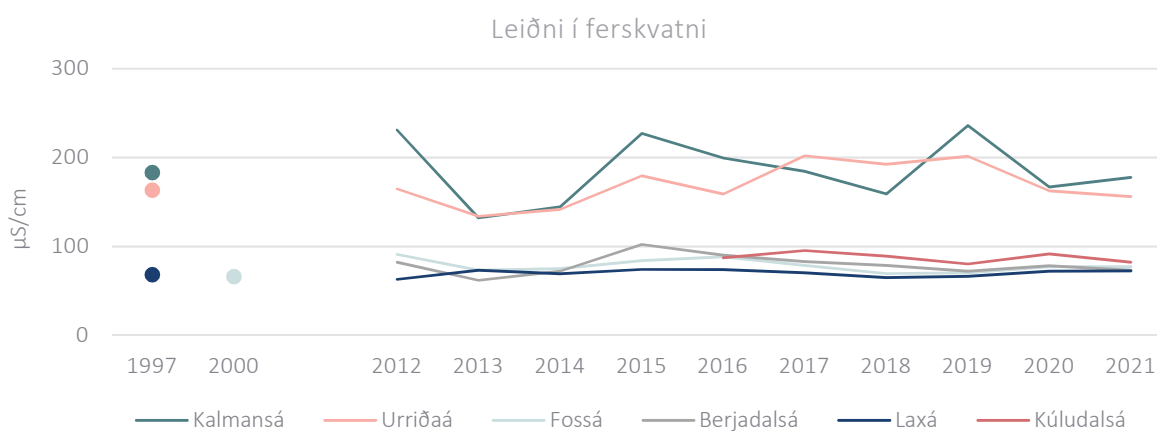
## 5.1 Niðurstöður

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 2021 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 2011, sem má nálgast hjá Umhverfisstofnun.

### 5.1.1 Leiðni ferskvatns

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2021 mældist að meðaltali 167  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , minnst 133  $\mu\text{S}/\text{cm}$  og mest 218  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Í dragánum mældist leiðni á bilinu 71 – 85  $\mu\text{S}/\text{cm}$  þar sem meðaltalið var 76  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Meðalleiðni allra ána var 107  $\mu\text{S}/\text{cm}$  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 hærrí í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.



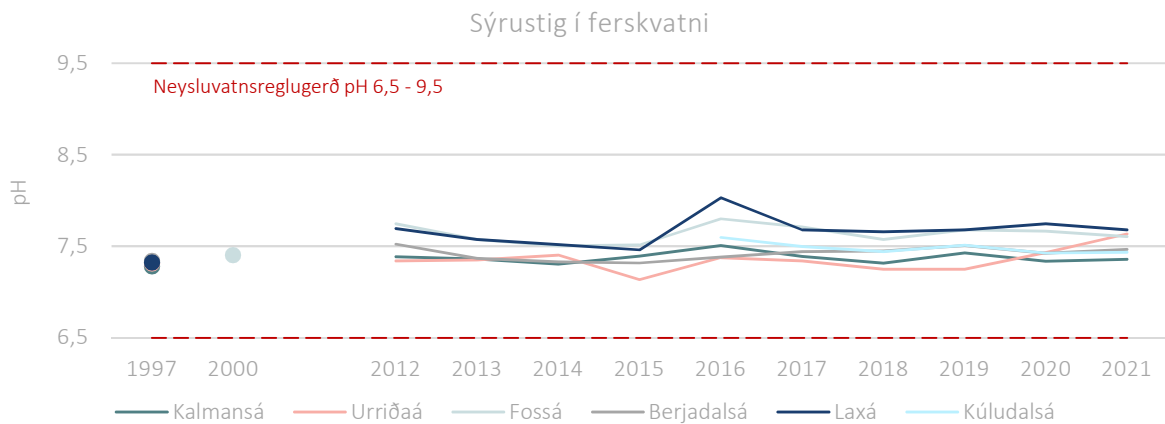
**MYND 5.2** Meðalleiðni í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2021, 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 7,50 og mældist á bilinu pH 7,12 – 8,26. Sýrustig dragáanna mældist að meðaltali pH 7,55 og var á bilinu pH 7,28 – 7,71. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var pH 7,53 sem er á svipuðu reki og meðaltal síðustu 10 ára.

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.

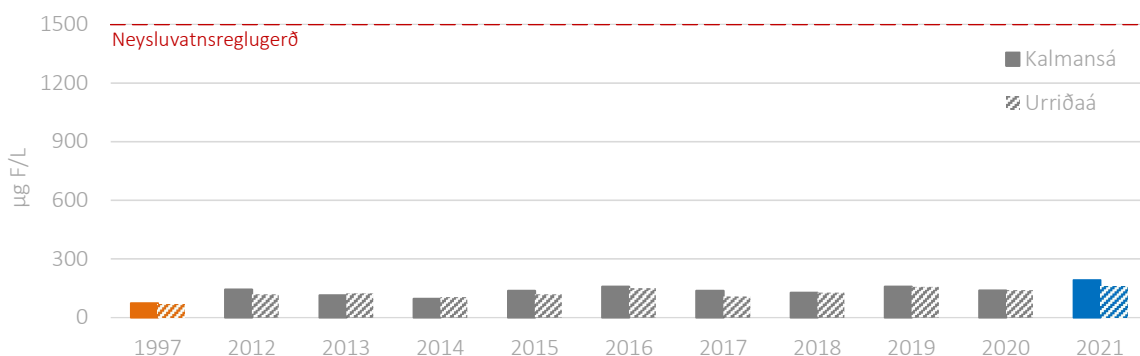


**MYND 5.3** Meðaltal sýrustigs í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

### 5.1.3 Flúor í ferskvatni

Meðalstyrkur flúors í vöktunarám hefur alltaf mælst langt undir hámarksgildi flúors í neysluvatni 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 161 µg F/L í Urriðaá og 192 µg F/L Kalmansá árið 2021 (mynd 5.4), sem er hæsti styrkur sem mælst hefur frá upphafi í báðum ám, litlu hærri en 2016 og 2019. Meðalstyrkur flúors í dragánum var um fjórum sinnum lægri, sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára. Í dragánum var meðalstyrkur flúors 38 µg F/L eða á bilinu 30-42 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 hafa áhrif á flúormagn í ánum. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur

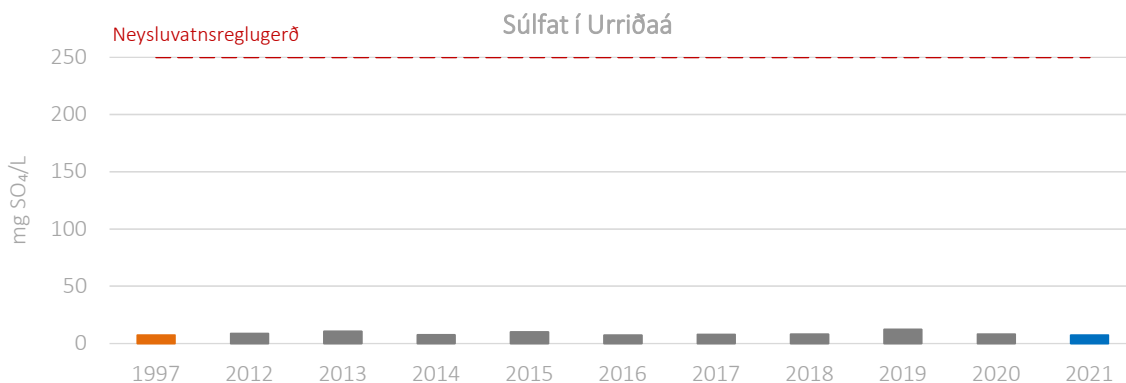


að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Vatnsmagn ána og vatnanna sem þær renna úr hefur einnig áhrif á styrk flúors og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu.

Í ágúst mældist í Kalmansá hæsta gildi frá upphafi mælinga, 294  $\mu\text{g F/L}$ . Á síðastliðnum 25 árum hafa alls 157 mælingar verið gerðar á flúor í Urriðaá, þar sem einungis 7 sinnum hefur flúor mælst yfir 180  $\mu\text{g F/L}$ , það gerðist þrisvar sinnum sumarið 2021. Marktæk hækkun varð á flúor í báðum ám miðaða við árið 1997 en ekki miðað við árið 2007. Tölfræðiniðurstöður má sjá í viðauka C. Tekið er fram að þessi háu gildi eru langt undir þeim mörkum sem tilgreind eru í neysluvatnsreglugerð, sem eru 1.500  $\mu\text{g F/L}$ .

#### 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  $\text{SO}_4/\text{L}$ ) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Líkt og með flúor var styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá hærri en mældur styrkur í dragánum og er það í samræmi við niðurstöður fyrri ára. Meðalstyrkur dragánna var 2,5 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$  en 8,3 mg  $\text{SO}_4/\text{L}$  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

Iðjuverin hafa heimild til koma föstum ónýtanlegum úrgangi í flæðigryfjur sem staðsettar eru á hafnarsvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. 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 2021 voru, tekin sjósýni þrisvar sinnum yfir sumartímann 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), sinks (Zn), járn (Fe), áls (Al), fosfórs (P) og vanadíns (V) auk magn síaníðs (CN) og flúors (F). Sýni voru tekin dagana 27. maí, 27. júlí og 25. ágúst 2021. 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 2021 svipaðar eða lægri en mælst hafa á undanförunum árum. Ekkert sýni mældist yfir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki.

### 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). Einnig var járn, ál, vanadín, fosfór, flúor og sýaníð mælt í sjósýnum, en engin umhverfismörk eru skilgreind fyrir þessi efni í reglugerðum. Meðalstyrk efna í sjósýnum er að finna í töflu 6.1. Meðalstyrk ásamt hæsta og lægsta mældu styrk þessara efna er að finna í viðauka D.

Króm, kopar, blý, nikkell, fosfór, sink, ál, og vanadín mældust í öllum 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. Það sama á við um styrk járn sem mældist í öllum tilvikum lægri eða í svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum og undir hámarksgildi fyrir járn í neysluvatni (200 µg /L).

Arsen mældist í nokkrum tilfellum hærri en í viðmiðunarsýnum en í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til þess að lítil útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni.

### 6.1.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum, má sjá í töflu 6.1. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir þessi efni í sjó. Styrkur sýaníðs, bæði fyrir frítt sýaníð og heildar sýaníð, mældist í mörgum tilfellum undir greiningarmörkum (<0,001 mg/L) en í öllum tilvikum undir hámarksgildi sýaníðs í neysluvatni (0,05 mg/L). Flúor mældist í hærri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, hæst að meðaltali (1,45 mg F/L) í sýni í 1m fjarlægð austanmegin gryfjunnar sem er rétt undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg F/L). Meðalstyrk, hæsta og lægsta mældu styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í viðauka D.

**TAFLA 6.1** Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2021. Litir vísa til umhverfismarka. Umhverfismörk eru ekki til fyrir ólituð efni.

Vöktunarstaður	As µg/L	Cr µg/L	Cu µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Zn µg/L	Al* µg/L	F* mg/L	Fe* µg/L	P* µg/L	V* µg/L	Sýanið* (Fritt) mg/L	Sýanið* (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,83	0,4	0,6	<0,5	<0,3	2	24,6	1,30	35,7	<40	2,17	<0,001	0,001
2 Austurendi - 4 m	1,93	0,2	<0,5	0,6	<0,3	<2	24,3	1,25	36,0	<40	2,10	<0,001	<0,001
3 Austanmegin - 1 m	1,92	0,4	<0,5	1,0	<0,3	2	29,6	1,45	40,0	<40	2,07	0,003	0,005
4 Austanmegin - 4 m	2,06	0,4	0,8	1,2	<0,3	3	30,1	1,39	42,7	<53	2,07	0,002	0,002
5 Miðja - 1 m	1,99	0,4	0,7	<0,5	<0,3	<2	22,7	1,38	18,7	<40	2,07	<0,001	<0,001
6 Miðja - 4 m	2,22	0,4	0,6	<0,5	<0,3	<2	18,4	1,26	25,7	<40	2,00	<0,001	<0,001
7 Vestanmegin - 1 m	1,91	0,3	<0,5	<0,5	<0,3	2	24,0	1,22	34,0	<40	2,17	<0,001	<0,001
8 Vestanmegin - 4 m	1,98	0,4	<0,5	<0,5	<0,3	2	24,5	1,23	36,7	<40	2,23	<0,001	<0,001
9 Vesturendi - 1 m	1,52	0,3	<0,5	<0,5	<0,3	2	26,3	1,26	34,3	<40	2,17	<0,001	<0,001
10 Vesturendi - 4 m	1,39	0,2	<0,5	<0,5	<0,3	3	28,9	1,26	40,3	<40	2,20	<0,001	<0,001
Kalastaðir	1,61	2,6	0,6	1,1	<0,3	2	67,7	1,24	174,3	<40	2,50	<0,001	<0,001
Miðja fjarðar	1,49	0,6	0,6	<0,5	<0,3	2	42,4	1,24	58,3	<40	2,20	<0,001	<0,001

\*Umhverfismörk ekki til. Hámarksstyrkur í neysluvatni: ál og járn 200 µg/L, sýanið 0,050 mg/L og flúor 1,5 mg F/L skv. neysluvatnsreglugerð, nr. 536/2001.

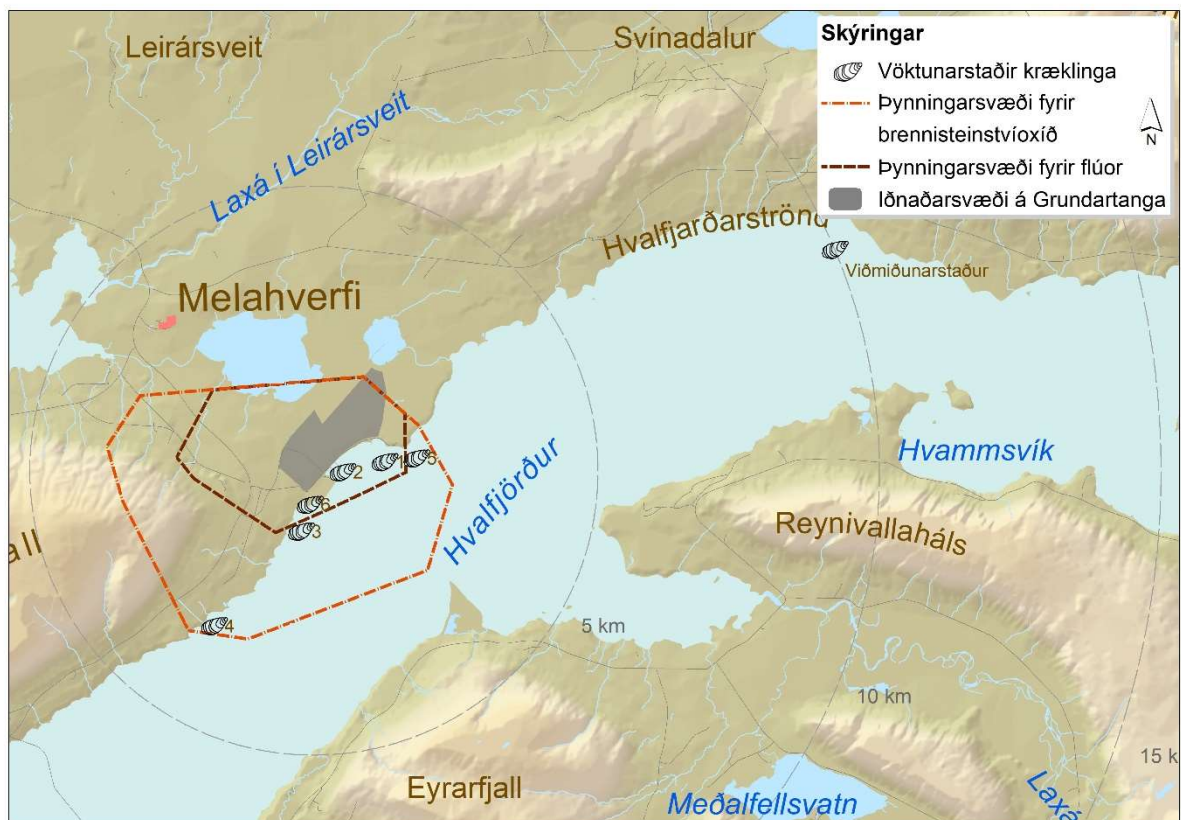
**TAFLA 6.2** Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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
Sínk (Zn)	<5	5-20	20-60	60-300	>300
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Krómi (Cr)	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Nikkel (Ni)	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Arsen (As)	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75

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

## 7 LÍFRÍKI SJÁVAR, KRÆKLINGUR OG SET

Rannsóknir á lífríki sjávar fóru fram árið 2021. Samkvæmt vöktunaráætlun skal meta hugsanleg áhrif iðnaðarsvæðisins á Grundartanga á lífríki sjávar á fimm ára fresti og hvort breytingar hafi átt sér stað frá fyrri árum. Rannsóknir á kræklingi fóru áður fram á þriggja ára fresti þ.e. 2000, 2004, 2007, 2011, 2013 og 2016 en set var rannsakað í fyrsta sinn árið 2013 og síðan 2016. Kræklingur var ræktaður í búrum á sex stöðum á grunnsævi meðfram strandlengjunni við Grundartanga og á viðmiðunarstað við Saurbæjarvík innar í Hvalfirði. Staðsetningu vöktunarstaðanna sex utan við Grundartanga auk viðmiðunarstaðar má sjá á mynd 7.1. Staðsetningin er sú sama og var árin 2013 og 2016. Hentugt er að nota krækling (*Mytilus edulis*) til vöktunar á ástandi sjávar með tilliti til mengunarefna og aðgengi efnanna að lífverum í sjó. Kræklingur er öflugur síari sem tekur upp lífrænar fæðuagnir, s.s. svif, bakteríur og lífrænar leifar, og þar með þau mengunarefni sem aðgengileg eru lífverum í sjó og safnar þeim í mjúkvæfi og skel. Efnagreiningar á mjúkvæfi kræklinga geta því endurspeglad nánasta umhverfi hans með tilliti til mengandi efna. Setsýni voru tekin á sömu stöðum og kræklingurinn var ræktaður til að meta mengunarálag á sjávarbotn í grennd við iðjuverin á Grundartanga.



**MYND 7.1** Vöktunarstaðir fyrir lífríki sjávar, kræklingur og sjávarset.

Kræklingi var safnað í fjöru við Fossá þann 24. júní 2021 og hafður í búrum í Sandgerði áður en búrunum var komið fyrir, þann 28. júní 2021, á viðmiðunarstað í Saurbæjarvík í Hvalfirði. Þar voru búrin í tvær vikur til aðlögunar áður en þau voru færð þann 11. júlí á sex mismunandi vöktunarstaði utan við Grundartanga og Katanes (mynd 7.1), þar sem þau voru í tvo mánuði [7]. Á hverjum vöktunarstað var 120 kræklingum (45-50 cm) komið fyrir í búrum á annars vegar 1 metra og hins vegar á 5 metra dýpi.

Áhersla var lögð á að kræklingurinn hefði gott rými til vaxtar og gæti síð sjó óhindrað allan tímann. Einnig var kræklingi úr einni lögn komið strax fyrir í frysti sem viðmiðunarsýni 1 og ein lögn látin liggja á viðmiðunarstaðnum í Saurbæjarvík (viðmiðunarsýni 2). Þann 15. september voru öll búrin tekin upp. Ólífræn snefilefni; arsen, kadmín, kopar, sink, króm, nikkell, kvikasilfur, selen, blý, vanadín, ál, járn og flúor voru mæld í kræklingssýnunum frá hverjum vöktunarstað og í viðmiðunarsýnunum tveimur, samtals í 16 sýnum. Að auki voru 16 fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efna) mæld í sömu sýnum [7].

PAH efni voru mæld í sjö setsýnum sem tekin voru með botngreip þann 15. september 2021 á sömu stöðum og kræklingur var ræktaður, fyrir utan staði 4 og 6, þar voru sýni tekin 50-100 m utar þar sem á botninum var samanburðarhæfara set [7].

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

## 7.1 Niðurstöður

Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarstöðum var lág, sem endurspeglar eðlileg afföll.

Styrkur ólífrænna snefilefna í kræklingi mældist á öllum vöktunarstöðum svipaður eða lægri en í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis Ísland og alltaf lægri en norsk viðmiðunarmörk fyrir menguð svæði. Styrkur kadmíns, kvikasilfurs og blýs í kræklingi var í öllum tilvikum undir skilgreindum hámarksstyrk í matvælum. Styrkur PAH efna í kræklingi var óverulegur hvort sem um var að ræða vöktunarsýni eða viðmiðunarsýni og ávallt undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir menguð svæði.

Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. PAH efni mældust í öllum sjávarsetsýnum, sem líklega má tengja við iðnaðarstarfsemi og skipaumferð á svæðinu. PAH efni mældust nokkuð hærrí í vöktunarsýnum miðað við viðmiðunarsýni. PAH efnin mældust undir norskum viðmiðum um litla eða óverulega mengun fyrir lífríkið í öllum tilvikum nema einu (S-2), þar sem fimm PAH efni féllu í viðmiðunarflokk, þar sem vænta má neikvæðra áhrifa á lífverur eftir stutta útsetningu.

Heilt yfir mældust takmörkuð áhrif iðjuvera á umhverfið í sjónum við iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

### 7.1.1 Dánartíðni kræklinga

Heildarfjöldi og fjöldi dauðra einstaklinga var talinn í hverju buri. Dánartíðni kræklinga á öllum vöktunarstöðum og á viðmiðunarstað var lág, að meðaltali 3,9% og almennt virtist kræklingurinn þrífast ágætlega. Dánartíðni var að meðaltali 4,5 kræklingar fyrir hverja 120. Lítil munur var á dánartíðni milli vöktunarstaða og í heildina um fáa dauða kræklinga að ræða. Að líkindum eru afföllin eðlileg [7]. Samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra einstaklinga í búrum má sjá í viðauka E.a.

## 7.1.2 Ólífræn snefilefni í kræklingi

Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í mjúkvæf kræklinga við Grundartanga fóru fram árin 2000, 2004, 2007, 2011, 2013 og 2016. Niðurstöður mælinga árið 2021 voru almennt svipaðar eða lægri samanborið við fyrri rannsóknir. Samanburður niðurstaðna er á þurrvigtagrunni þar sem innihald af sjó getur verið breytilegt þegar kræklingssýnin eru fryst. Niðurstöðurnar voru bornar saman við vöktunarniðurstöður kræklinga yfir 20 ára tímabil frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland [8], við niðurstöður í kræklingi sem safnað var á 11 stöðum í kringum Ísland árið 2011 [9] og óbirtum gögnum um efnainnihald kræklinga frá 7 stöðum í kringum landið frá 2021 [7]. Niðurstöðurnar voru einnig bornar saman við norsk viðmiðunargildi fyrir mengunarástand sjávar sem skipt hefur verið í fimm flokka út frá efnainnihaldi lífvera (þ.m.t. kræklinga) [10]. Svæði í flokki I teljast lítt eða ekki menguð en svæði í flokki V teljast vera mjög mikið menguð. Ómengað svæði er skilgreint sem svæði þar sem engin starfsemi af mannavöldum fer fram.

Leyfileg hámarksgildi, t.d. til manneldis, miða yfirleitt við votvigt. Í reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum eru gefin hámarksgildi fyrir blý (1,5 µg/g votvigt) og kadmín (1,0 µg/g votvigt) í samlokum (e. *bivalve molluscs*) og kvikasilfur (0,5 µg/g votvigt) í fiskafurðum. Öll mæld gildi í kræklingi við Grundartanga árið 2021 eru undir þessum hámarksgildum.

Í töflu 7.1 má sjá yfirlit yfir mælingar á ólífrænum snefilefnum í mjúkvæf kræklinga auk íslenskra náttúrulegra bakgrunnsgilda og norskra viðmiðunargilda.

**TAFLA 7.1** Niðurstöður mælinga á ólífrænum snefilefnum í kræklingi 2021.

Ólífræn snefilefni	Meðalstyrkur (µg/g þurrvigt)	Íslensk bakgrunnsgildi** (µg/g þurrvigt)	Norsk viðmiðunargildi (mg/kg þurrvigt) Flokkur I: lítt eða ekki menguð svæði***
Arsen (As)*	7,91 Min 7,05 (S5, 1 m) Max 8,92 (S1, 5 m) / 8,66 (Viðmið fryst, 5 m)	10,1	<10
Ál (Al)*	168 Min 100,0 (S5, 1 m) Max 243,8 (S4, 5 m) / 133 (Saurb.vík, 1 m)	-	-
Blý (Pb)*	0,081 Min 0,057 (S5, 1 m) Max 0,115 (S4, 5 m) / 0,09 (Viðmið fryst, 1 m)	0,15	<3
Flúor (F)	5,0 Min 4,4 (S4 5m) Max 6,4 (S6 5m) / 7,1 (Viðmið fryst, 5 m)	-	<15
Járn (Fe)*	252 Min 159 (S5, 1 m) Max 370 (S4, 5 m) / 195 (Viðmið fryst, 5 m)	-	-
Kadmín (Cd)*	1,46 Min 1,32 (S3, 1 m) Max 1,71 (VS4, 1 m) / 2,55 (Viðmið fryst, 5 m)	1,3-1,7	<2
Kopar (Cu)*	7,2 Min 6,4 (S2, 1 m) Max 8,1 (S1, 5 m) / 6,6 (Saurb.vík, 1 m)	6,6	<10
Krómi (Cr)*	0,59 Min 0,44 (S5, 1 m) Max 0,76 (S6, 5 m) / 0,59 (Viðmið fryst, 5 m)	-	<3
Kvikasilfur (Hg)*	0,031 Min 0,027 (S3, 1 m) Max 0,036 (S6, 5 m) / 0,048 (Viðmið fryst, 1 m)	0,041-0,049	<0,2
Nikkel (Ni)*	0,83 Min 0,63 (S5, 1 m) Max 1,11 (S6, 1 m) / 1,18 (Viðmið fryst, 1 m)	-	<5

Ólífræn snefilefni	Meðalstyrkur ( $\mu\text{g/g}$ þurrvigt)	Íslensk bakgrunnsgildi** ( $\mu\text{g/g}$ þurrvigt)	Norsk viðmiðunargildi ( $\text{mg/kg}$ þurrvigt) Flokkur I: lítt eða ekki menguð svæði***
Selen (Se)*	2,62 Min 2,25 (S1, 5m) Max 2,80 (S3, 5 m) / 3,51 (Viðmið fryst, 1 m)	2,1-3,5	-
Sink (Zn)*	76,0 Min 67,4 (S5, 1 m) Max 86,6 (S, 5 m) / 84,1 (Viðmið fryst, 5 m)	120	<200
Vanadín (V)*	1,95 Min 1,57 (S5, 1 m) Max 2,47 (S6, 5 m) / 2,22 (Viðmið fryst, 5 m)	-	-

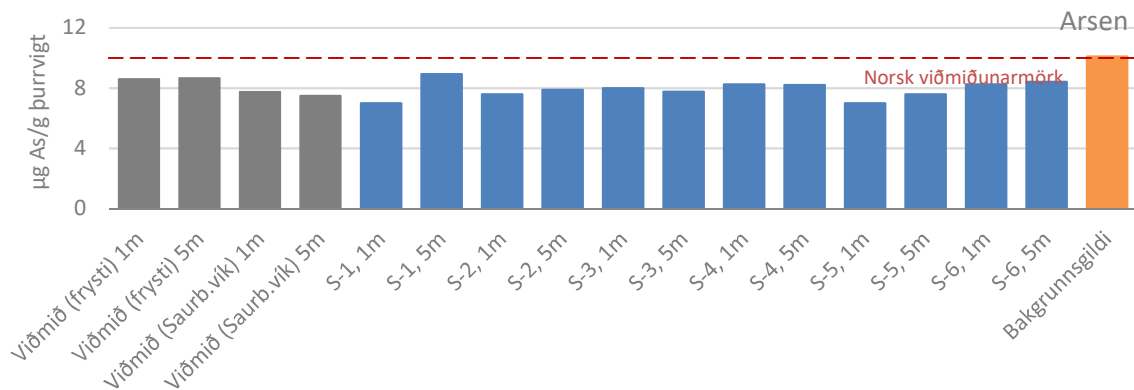
\* Óvissa fagglitra mælinga er 20%.

\*\* Bakgrunnsgildi frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland yfir 20 ára vöktunartímabil [8]

\*\*\* Mengunarástand sjávar er skipt í flokka I-V miðað við efnainnihald í kræklingi. Svæði í flokki I teljast lítt eða ekki menguð, en svæði í flokki V telst vera mjög mikið mengað [10].

### Arsen

Styrkur arsens í mjúkvöðva kræklingi frá vöktunarstöðunum sex og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík, lækkaði líkt og í fyrri rannsóknum á meðan á eldinu stóð samanborið við fryst viðmiðunarsýni. Hugsanleg skýring gæti tengst líffræðilegum og árstíðarbundnum breytingum á efnasamsetningu kræklingi vegna hrygningar sem er líklega á tímabilinu júlí-ágúst (mynd 7.2). Styrkur arsens mældist í öllum tilvikum undir norskum viðmiðunarmörkunum ( $10 \mu\text{g As/g}$ ) fyrir flokk I, þ.e. lítt eða ekki mengað svæði.



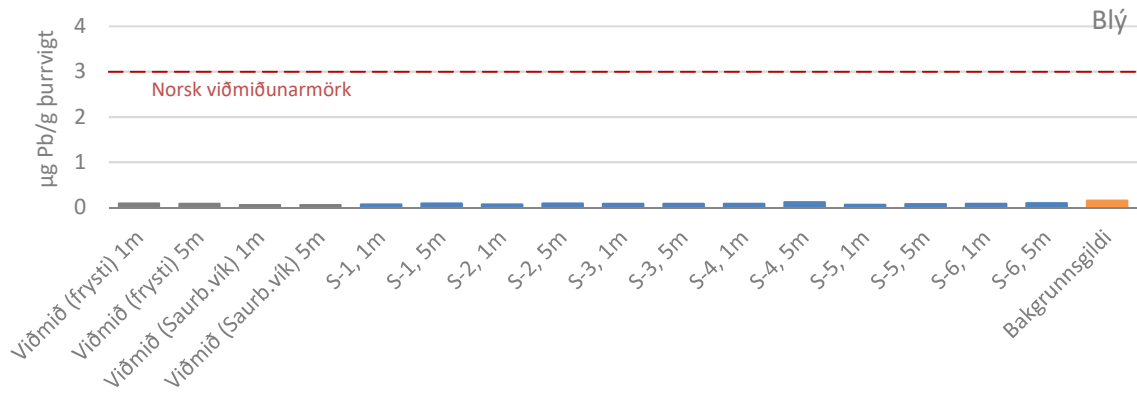
**MYND 7.2** Styrkur arsens í mjúkvæf kræklingi 2021, bakgrunnsgildi fyrir styrk arsens í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk.

Meðalstyrkur arsens á vöktunarstöðum árið 2021 var  $7,9 \mu\text{g As/g}$  þurrvigt. Rannsóknir sýna að meðalstyrkur arsens í kræklingi í Hvalfirði yfir 20 ára tímabil er í kringum  $10 \mu\text{g As/g}$  þurrvigt, sem er sambærilegur styrkur og frá lítt eða ómengduðum svæðum umhverfis Ísland [8]. Meðalstyrkur arsens í kræklingi árið 2021, frá 7 stöðum í kringum landið, var  $16,4 \mu\text{g As/g}$  þurrvigt, þar sem arsenstyrkur í Hvammsvík í Hvalfirði var  $9,0 \mu\text{g As/g}$  þurrvigt (óbirt gögn, Matís) [7]. Styrkur arsens í mjúkvöðva kræklingi við Grundartanga árið 2021 var í svipuðum styrk og í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið [7].



## Blý

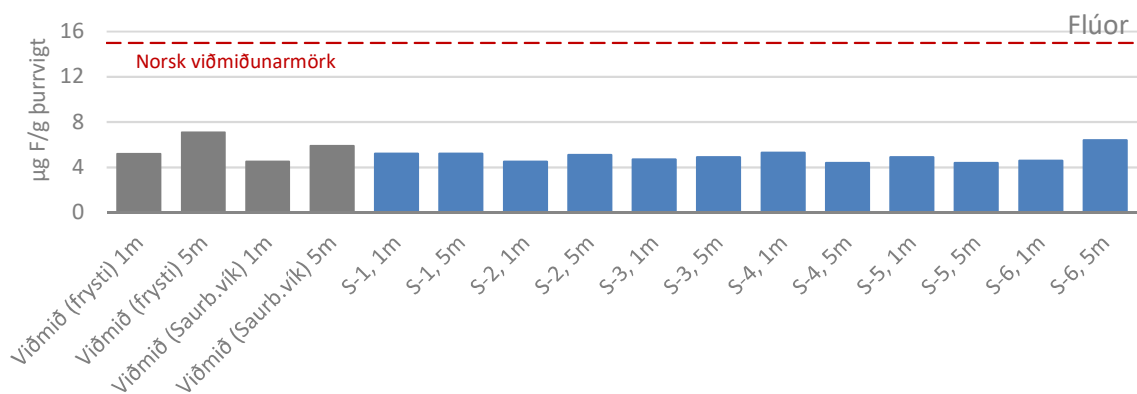
Eins og áður í umhverfsvöktun iðjuveranna, mældist styrkur blýs í mjúkvef kræklinga á öllum vöktunarstöðum langt undir viðmiðum fyrir flokk I í Noregi (3  $\mu\text{g Pb/g}$ ) (mynd 7.3). Meðalstyrkur blýs í mjúkvef kræklinga mældist 0,081  $\mu\text{g Pb/g}$  en meðalstyrkur blýs í kræklingi frá 11 stöðum umhverfis Ísland var árið 2011 að meðaltali 0,15  $\mu\text{g Pb/g}$ . Niðurstöður umhverfsvöktunar árið 2021 fyrir Hvammsvík í Hvalfirði eru svipaðar, þ.e. undir greiningarmörkum (óbirt gögn, Matís) [7].



**MYND 7.3** Styrkur blýs í mjúkvef kræklinga 2021, bakgrunnsgildi fyrir styrk blýs í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland ásamt norskum viðmiðunarmörkum.

## Flúor

Flúorstyrkurur í mjúkvef kræklinga (5,0  $\mu\text{g F/g}$  burrvigt) árið 2021 var á öllum vöktunarstöðum vel undir norskum viðmiðunarmörkum (15  $\mu\text{g F/g}$ ) í flokki I, og er sjórinn álitinn óverulega mengaður (mynd 7.4). Styrkur flúors í öllum vöktunarsýnum og viðmiðunarsýni við Saurbæjarvík mældist lægri en í frystu viðmiðunarsýni, þannig lækkaði styrkur flúors í kræklingi á meðan á eldinu stóð líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga. Ekki er kerfisbundinn munur í styrk flúors eftir dýpi (1 og 5 m) á vöktunarstöðunum sex.



**MYND 7.4** Styrkur flúors í mjúkvef kræklinga 2021 ásamt norskum viðmiðunarmörkum.

## Kadmín

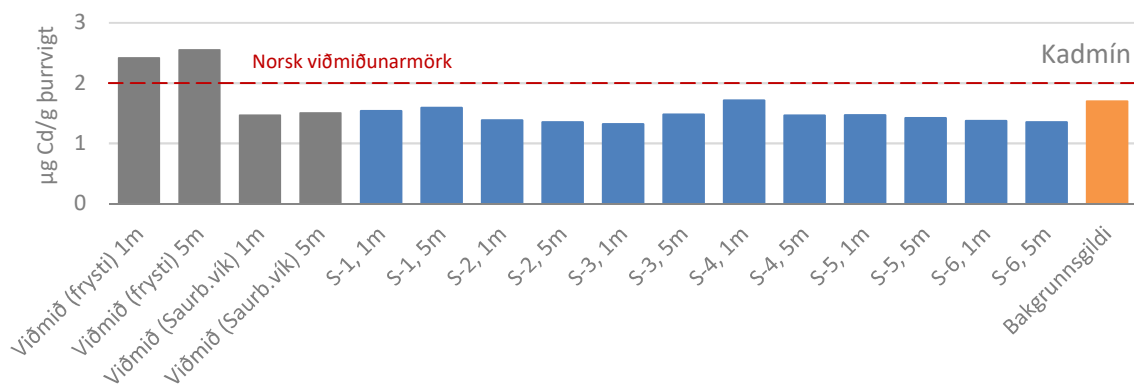
Árið 2021 mældist meðalstyrkur kadmíns 1,5  $\mu\text{g Cd/g}$  í mjúkvæf kræklinga á vöktunarstöðum, sem er svipaður og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík. Styrkurinn lækkaði á öllum þessum stöðum yfir vöktunartímanum samanborið við fryst viðmiðunarsýni (mynd 7.5) eins og fyrri ár, líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga. Þessi lækking bendir til að ekki sé um að ræða kadmínmengun frá iðnaðarsvæðinu. Styrkur kadmíns í frystum viðmiðunarsýnum var hærri en í öðrum sýnum eða 2,5  $\mu\text{g Cd/g}$  sem þó er lægra en í fyrri rannsóknum. Í töflu 7.2 má sjá hvernig styrkur viðmiðunarsýna sem fóru beint í frysti höfðu breyst frá árinu 2011. Hlutfallsleg lækking kadmíns yfir vöktunartímabilið var 1,7.

**TAFLA 7.2** Meðalstyrkur kadmíns ( $\mu\text{g/g}$  þurrvigti), samanburður árána 2011-2021

Ár	Viðmiðunarsýni (fryst) 1 m og 5 m	Vöktunarstöðvar 1-6 auk viðmiðunarsýna frá Saurbæjarvík	Hlutfall*
2021	2,5	1,46	1,7
2016	4,7	2,77	1,7
2013	3,46	1,86	1,9
2011	2,88	1,88	1,5

\* Viðmiðunarsýni (fryst)/vöktunarstöðvar og viðmiðunarsýni frá Saurbæjarvík.

Styrkur kadmíns var undir norsku viðmiðunargildum fyrir flokk I (<2  $\mu\text{g Cd/g}$  þurrvigti), þannig að svæðið er lítt eða óverulega mengað. Það er hins vegar þekkt að styrkur kadmíns í kræklingi við Ísland er nokkuð hár af náttúrulegum orsökum og mældist styrkur kadmíns á bilinu 1,3-1,7  $\mu\text{g Cd/g}$  yfir 20 ára vöktunartímabil í Hvalfirði sem eru sambærilegar niðurstöður fyrir krækling frá ómengduðum svæðum á Íslandi s.s. við Hvassahraun [8]. Meðalstyrkur kadmíns mældist 1,9  $\mu\text{g Cd/g}$  í mjúkvæf kræklinga frá 11 stöðum umhverfis Ísland var árið 2011 [9]. Styrkur kadmíns á votvigt í þessari rannsókn (0,3-0,4  $\mu\text{g Cd/g}$ ) var ávallt undir neyslumörkum Evrópusambandsins fyrir samlokur (1  $\mu\text{g Cd/g}$  votvigt), sbr reglugerð nr. 265/2010. Styrkur kadmíns í mjúkvöðva kræklinga við Grundartanga 2021 er því sambærilegur við styrk kadmíns í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið.

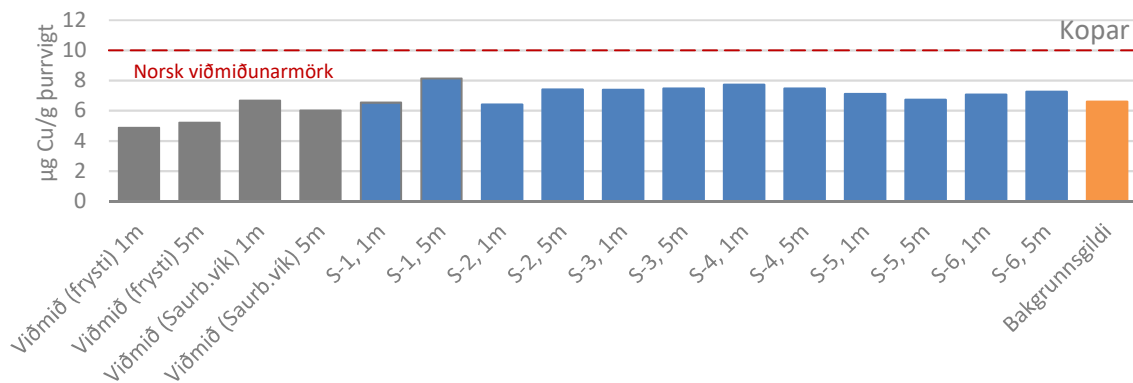


**MYND 7.5** Styrkur kadmíns í mjúkvæf kræklinga 2021, bakgrunnsgildi fyrir styrk kadmíns í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsku viðmiðunarmörk.

### Kopar

Styrkur kopars í krækling hækkaði yfir vöktunartímann á öllum vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýni í Saurbæjarvík miðað við fryst viðmiðunarsýni (mynd 7.6). Styrkurinn mældist hæstur á S-1, 5m ( 8,14  $\mu\text{g Cu/g}$  ), sem er um 60% hærri styrkur en mældist í frystum viðmiðunarsýnum (5,04  $\mu\text{g Cu/g}$ ). Meðalstyrkur kopars í öllum sýnum var norskum viðmiðum fyrir flokk I, (10  $\mu\text{g Cu/g}$ ), lítt eða óverulega mungað.

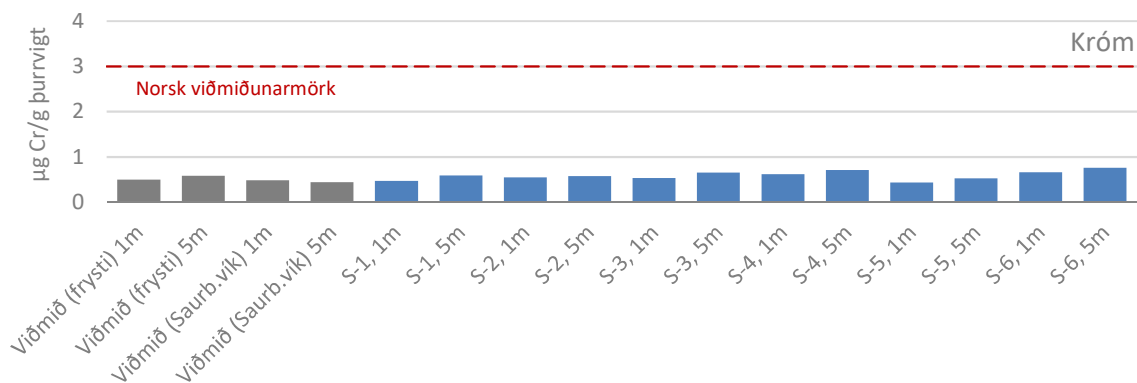
Meðalstyrkur kopars í mjúkvæf kræklinga mældist 7,2  $\mu\text{g Cu/g}$  á vöktunarstöðum árið 2021. Meðalstyrkur kopars í kræklingi, yfir 20 ára tímabil, frá vöktunarsvæðum umhverfis Ísland var 6,6 mg/kg og sýna niðurstöðurnar að styrkur kopars er svipaður á vöktunarstöðum sem eru skilgreindir sem iðnaðarsvæði [8].



**MYND 7.6** Styrkur kopars í mjúkvæf kræklinga 2021, bakgrunnsgildi fyrir styrk kopars í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk.

### Króm

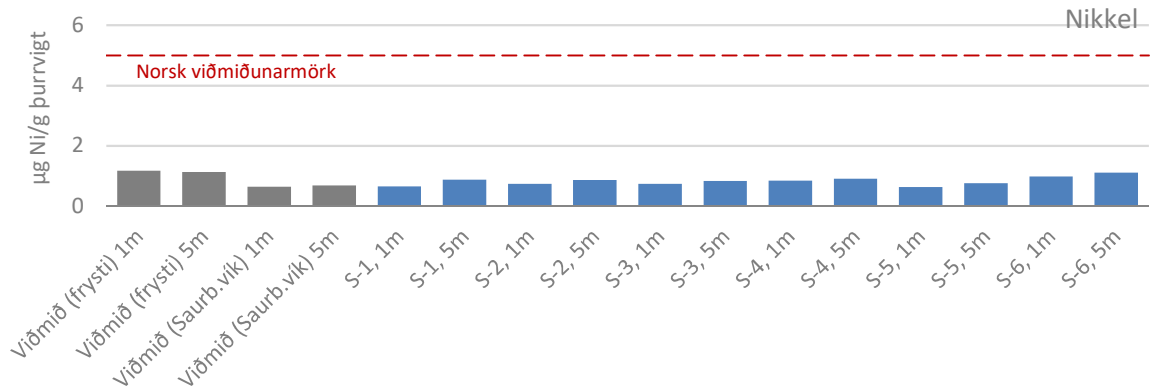
Meðalstyrkur króms í mjúkvæf kræklinga frá vöktunarstöðum ársins 2021 mældist 0,59  $\mu\text{g Cr/g}$ , hæstur á stöð S-6 (0,66 – 0,76  $\mu\text{g Cr/g}$ ). Í öllum tilvikum mældist styrkurinn langt undir norskum viðmiðum fyrir flokk I, (3  $\mu\text{g Cr/g}$ ), þ.e. svæði sem er lítt eða óverulega mungað, sbr. mynd 7.7. Sterk jákvæð fylgni er með styrk króms í kræklingnum og járns, sem bendir til áhrifa frá botni (setlögum). Því benda niðurstöðurnar til þess að uppruni króms sé af náttúrlegum toga en tengist ekki iðjuverunum [7].



**MYND 7.7** Styrkur króms í mjúkvæf kræklinga 2021 ásamt norskum viðmiðunarmörkum.

## Nikkel

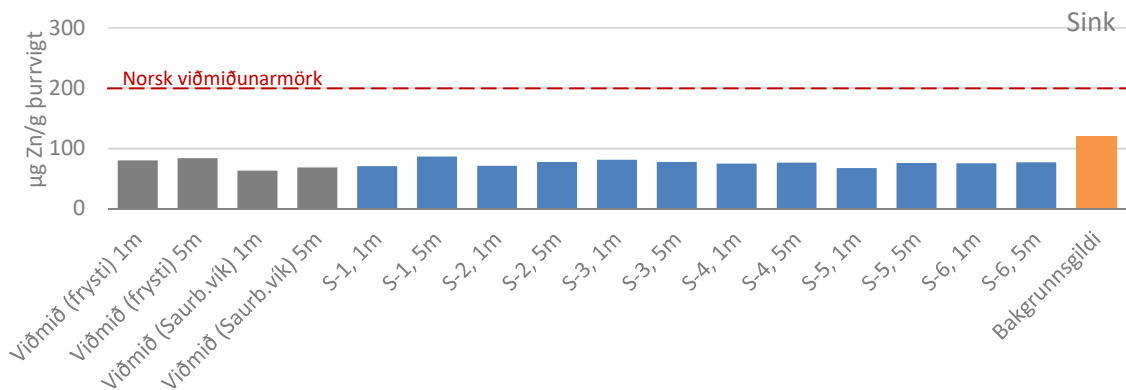
Meðalstyrkur nikkels í mjúkvef kræklinga árið 2021 mældist 0,83  $\mu\text{g Ni/g}$ , sem er langt undir norskum viðmiðum, (5  $\mu\text{g Ni/g}$ ), fyrir svæði sem eru lítt eða óverulega mengað. Öll sýnin mældust lægri en styrkur nikkels í frystu viðmiðunarsýnum (mynd 7.8). Meðalstyrkur nikkels mældist svipaður og á árunum 2016, 2013 og 2011 en lægri en mælingar frá fyrri vöktunarárum (2000, 2004 og 2007) [7].



**MYND 7.8** Styrkur nikkels í mjúkvef kræklinga 2021 ásamt norskum viðmiðunarmörkum.

## Sink

Meðalstyrkur sinks á vöktunarstöðunum var 76,0  $\mu\text{g Zn/g}$  árið 2021 og mældist í öllum tilvikum undir norskum viðmiðunarmörkum fyrir flokk I (200  $\mu\text{g Zn/g}$ ) (mynd 7.9). Styrkurinn lækkaði eða var svipaður og í frystum viðmiðunarsýnum á öllum vöktunarstöðum og það sama á við um kækling frá viðmiðunarstað í Saurbæjarvík. Meðalstyrkur sinks síðastliðin 20 ár í kræklingi frá ómengduðum svæðum umhverfis Ísland var 120  $\mu\text{g Zn/g}$  [8].



**MYND 7.9** Styrkur sinks í mjúkvef kræklinga 2021, bakgrunnsgildi fyrir styrk sinks í kræklingi frá ómengduðum svæðum við Ísland og norsk viðmiðunarmörk

## Önnur ólífræn snefilefni

Meðalstyrkur kvikasílfurs mældist á öllum vöktunarstöðum undir greiningarmörkum (< 0,05  $\mu\text{g Hg/g}$ ). Lægsta viðmiðunargildi Norðmanna er 0,2  $\mu\text{g Hg/g}$ . Meðalstyrkur kvikasílfurs yfir 20 ára

vöktunartímabil frá ómenguðum svæðum umhverfis Ísland hefur legið á bilinu 0,041 – 0,049 mg/kg [8]. Styrkur kvikasilfurs í mjúkvöðva kræklingi við Grundartanga árið 2021 er því sambærilegur við styrk kvikasilfurs í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis landið, sem eru sambærilegar niðurstöður og árin 2016, 2013 og 2011.

Styrkur selens lækkaði í kræklingnum á meðan á vöktunartímabilinu stóð á öllum vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum við Saurbæjarvík, líklega vegna líffræðilegra og árstíðarbundinna breytinga, sjá viðauka E.b. Meðalstyrkur selens var 2,61 µg Se/g sem er svipað og niðurstöður 20 ára árlegrar vöktunar í kræklingi frá ómenguðum stöðum umhverfis landið þar sem styrkurinn sveiflast á bilinu 2,1 – 3,5 µg Se/g [8]. Ekki hafa verið sett viðmiðunarmörk fyrir selen í kræklingi eða öðrum lífverum sjávar né eru til hámarksgildi fyrir styrk selens í matvælum enda um lífsnauðsynlegt snefilefni að ræða [7].

Ekki eru skilgreind viðmiðunargildi fyrir ál, járn og vanadín í mjúkvef kræklingi eða öðrum lífverum sjávar né hafa verið sett hámarksgildi á styrk þessara efna í matvælum. Ekki eru til íslensk bakgrunnsgildi fyrir styrk þessara efna í lífríki sjávar. Niðurstöðurnar benda til að styrkur járn og áls sé hér af náttúrulegum toga en tengist ekki iðnaðarsvæðinu á Grundartanga [7]. Niðurstöður mælinga fyrir þessi efni má sjá í viðauka E.b.

### 7.1.3 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í kræklingi

Mældur var styrkur 16 PAH efna í mjúkvef kræklingi frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum, sem helst þarf að rannsaka með tilliti til áhrifa og styrks í umhverfinu [7]. Niðurstöður mælinga má sjá í töflu 7.2 og viðauka E.c. Pýren, flúoranten og pentatren greindust yfir greiningarmörkum í öllum sýnum en ekki önnur PAH efni. Nokkur sýni (viðmiðunarsýni bæði fryst og frá Saurbæjarvík, S1 og S2) virtust hafa mengast af naftaleni við meðhöndlun sýna eða við sýnatökuna [7].

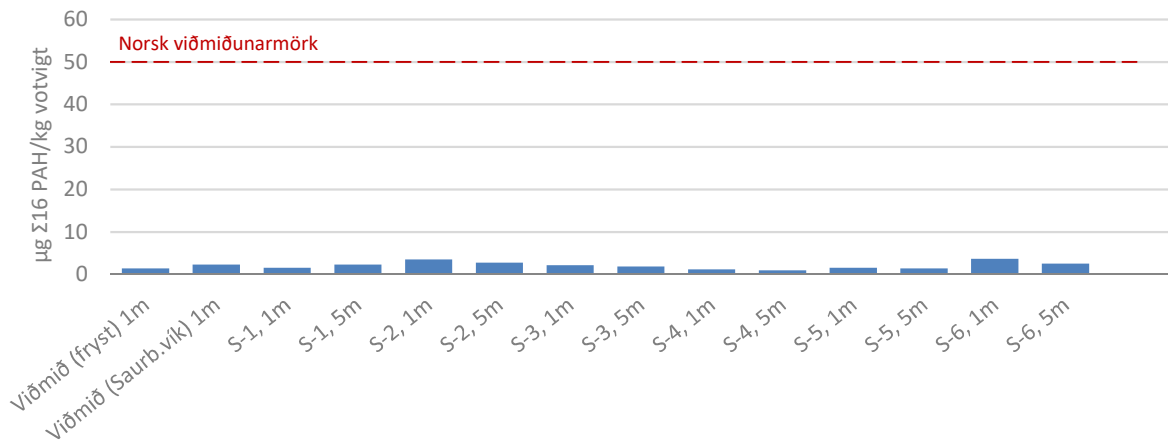
**TAFLA 7.3** Niðurstöður mælinga á PHA 16 efnum í kræklingi 2021.

Efni	Meðalstyrkur (µg/kg votvigt)	Norsk viðmiðunargildi (µg/kg votvigt) Flokkur I: lítt eða ekki mengað svæði
ΣPAH <sub>16</sub>	2,1* Min 0,9 (S-5, 1 m) Max 3,7 (S-6, 1 m)	<50

\* Heildarmagn 15 PAH efna (fyrir utan naftalen)

Norðmenn hafa skilgreint umhverfismörk fyrir 16 PAH efni (Σ16 PAH efna < 50 µg/ kg votvigt) í lægsta flokk I, þar sem mörk fyrir benzó(a)pýren er 1 µg/ kg votvigt. Öll kræklingssýni við Grundartanga árið 2021 falla í þennan flokk bæði hvað varðar heildarmagn PAH<sub>16</sub> efna og styrk benzó(a)pýren, þ.e. ómengað svæði [7]. Kræklingur tekinn í Reykjavíkurböfn og í Hvassahrauni sumarið 2004 sýndi nokkuð hærri heildarstyrk PAH<sub>16</sub> efna, 99 µg/kg í Reykjavík og 37 µg/kg í Hvassahrauni. Benzó(a)pýren mældist 4,3 µg/kg í Reykjavík 2,5 µg/kg í Hvassahrauni [7]. Séu niðurstöðurnar bornar saman við niðurstöður svipaðrar erlendar rannsóknar virðist ekki vera um mengun PAH efna að ræða á vöktunarstöðunum í Hvalfirði árið 2021 [7].

### 16 PAH efni í kræklingi



**MYND 7.10** Samanlögð PAH<sub>16</sub> efni í kræklingi á öllum sýnatökustöðum ásamt norskum viðmiðunarmörkum 2021

#### 7.1.4 Fjölrhinga arómatísk vetniskolefni (PAH) í sjávarseti

Árið 2013 voru í fyrsta sinn gerðar mælingar á PAH efnum í seti í umhverfisvöktun fyrir iðjuverin á Grundartanga. PAH efni greindust í öllum setsýnum utan við Grundartanga í Hvalfirði árið 2021, flest yfir greiningarmörkum. Í viðauka E.e má sjá nánari lýsingu á vöktunarstöðum fyrir sjávarset og viðmiðunarstað í Saurbæjarvík. PAH efni geta borist í set frá iðnaðarsvæði og skipaumferð [7].

Mjög lítið af PAH efnum greindust í viðmiðunarsýni frá Saurbæjarvík og í sýni S-5. Styrkur PAH<sub>16</sub> mældist hæstur í S-2 eins og árið 2016, um þrefalt hærra en á öðrum stöðum. Í öðrum sýnum voru hlutföll og magn svipuð og greindust árið 2016. Lægsti styrkur PAH<sub>16</sub> efna mældist í seti frá vöktunarstað S-5, sbr. mynd 7.11. Í viðauka E.d og töflum 7.4 og 7.5 má sjá heildarstyrk PAH<sub>16</sub> efna ásamt styrk benzó(a)þýrens sem er eittraðasta efnið í efnaflokknum. Ekki eru til íslensk viðmiðunargildi fyrir PAH efni í sjávarseti. Til eru norsk bakgrunnsgildi og viðmiðunargildi um magn einstakra PAH efna í sjávarseti til verndar lífríkifrá frá árinu 2007 sem sjá má í töflu 7.6 og viðauka E.d [11].

**TAFLA 7.4** Niðurstöður mælinga á PAH efnum í sjávarseti 2021.

PAH efni	Meðalstyrkur (µg/kg þurrvigt)	Hæsti og lægsti styrkur (µg/kg þurrvigt)
naftalen	19,3	Min 3,8 (S-5) Max 67 (S-2)
asenaftýlen	4,3	Min 0,38 (S-3) Max 11,4 (S-2)
asenaften	14,6	Min 1,8 (S-5) Max 58,6 (S-2)
flúoren	26,2	Min 2,2 (S-5) Max 121 (S-2)
fenantren	80,8	Min 4,7 (S-5) Max 368 (S-2)
antrasen	25,1	Min 2,1 (S-5) Max 115 (S-2)
flúoranten	102,7	Min 7,5 (S-5) Max 433 (S-2)
þýren	85,5	Min 9,8 (S-5)

		Max 338 (S-2)
benzó(a)antrasen	43,5	Min 4,3 (S-5) Max 190 (S-2)
krýsen	40,3	Min 3,5 (S-5) Max 163 (S-2)
benzó(b)flúoranten	42,9	Min 8,7 (S-5) Max 158 (S-2)
benzó(k)flúoranten	20,6	Min 4,5 (S-5) Max 77 (S-2)
benzó(a)pýren	47,0	Min 7,1 (S-5) Max 186 (S-2)
indenó(1,2,3-cd)pýren	29,5	Min 9,0 (S-5) Max 97(S-2)
dibenzó(a,h)antrasen	6,9	Min 1,5 (S-5) Max 24 (S-2)
benzó(ghi)perýlen	24,5	Min 4,8 (S-5) Max 87 (S-2)

TAFLA 7.5 Flokkun niðurstaða eftir vöktunarstöðum skv. norskum viðmiðunargildum

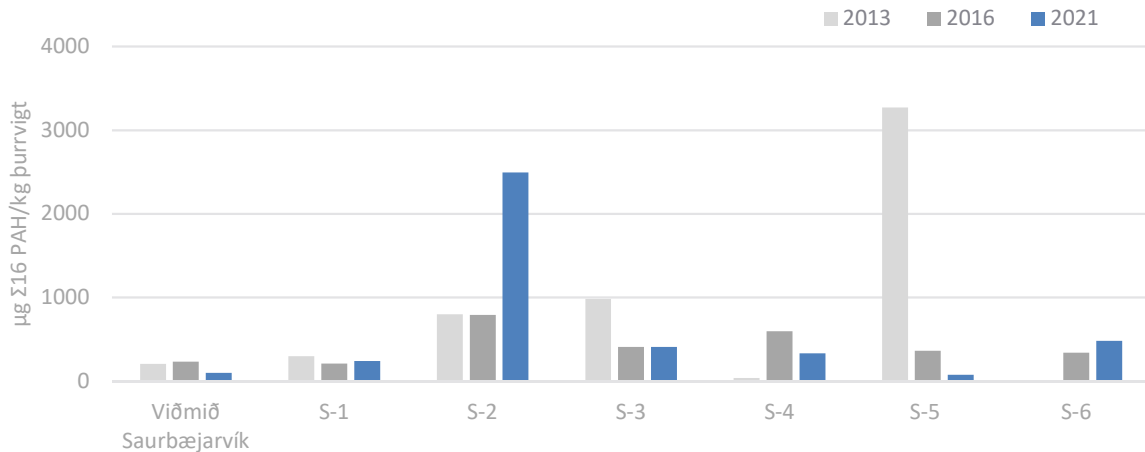
Efni	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	Saur- bæjarvík
Benzó(a)pýren (µg/kg) þurrvigt	21,8	186	26,8	29,9	7,1	44,2	10,2
ΣPAH <sub>16</sub> (µg/kg) þurrvigt	240	2.495	408	331	75,3	484	36,7

TAFLA 7.6 Norsk viðmiðunargildi um umhverfismörk PAH efna í sjávarseti [11]

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

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

### PAH<sub>16</sub> efni í seti



**MYND 7.11** Samanlögð PAH<sub>16</sub> efni í seti á öllum sýnatökustöðum frá upphafi vöktunar.

Miðað við viðmiðunargildi fyrir samanlagðan styrk PAH efna flokkast vöktunarstaðir S-1, S-5 og viðmiðunarstaður í flokk I (bakgrunnsgildi). Sýni frá vöktunarstöðum S-3, S-4 og S-6 falla undir flokk II, engin eituráhrif en sýni frá viðmiðunarstað S-3 fellur undir flokk III, þar sem gera má ráð fyrir einhverjum áhrifum á lífverur eftir langvarandi útsetningu [7]. Árið 2016 féllu öll sýni í flokk I og flokk II fyrir samanlögð PAH efni. Nokkur hækkun hafði orðið á svæði S-6, en um þreföld hækkun hafði orðið á svæði S-2, þar sem þrjú efnanna fóru í áhættuflokk IV, bráð eituráhrif eftir stutta viðkomu, sbr. mynd 7.11 og töflu E.3 í viðauka E.d. Um tíma voru stórsekkir með rafskautamassa geymdir á hafnarsvæðinu. Er hugsanlegt að útskolun úr efninu geti valdið hækkuðum gildum á PAH efnum sem mældust.

Ef samanburður er eingöngu gerður fyrir benzó(a)pýren, sem er það einstaka efni sem mest er fylgst með, þá falla öll setsýnin innan flokks II (engin eituráhrif) eins og var árið 2016 (tafla 7.6) [7].

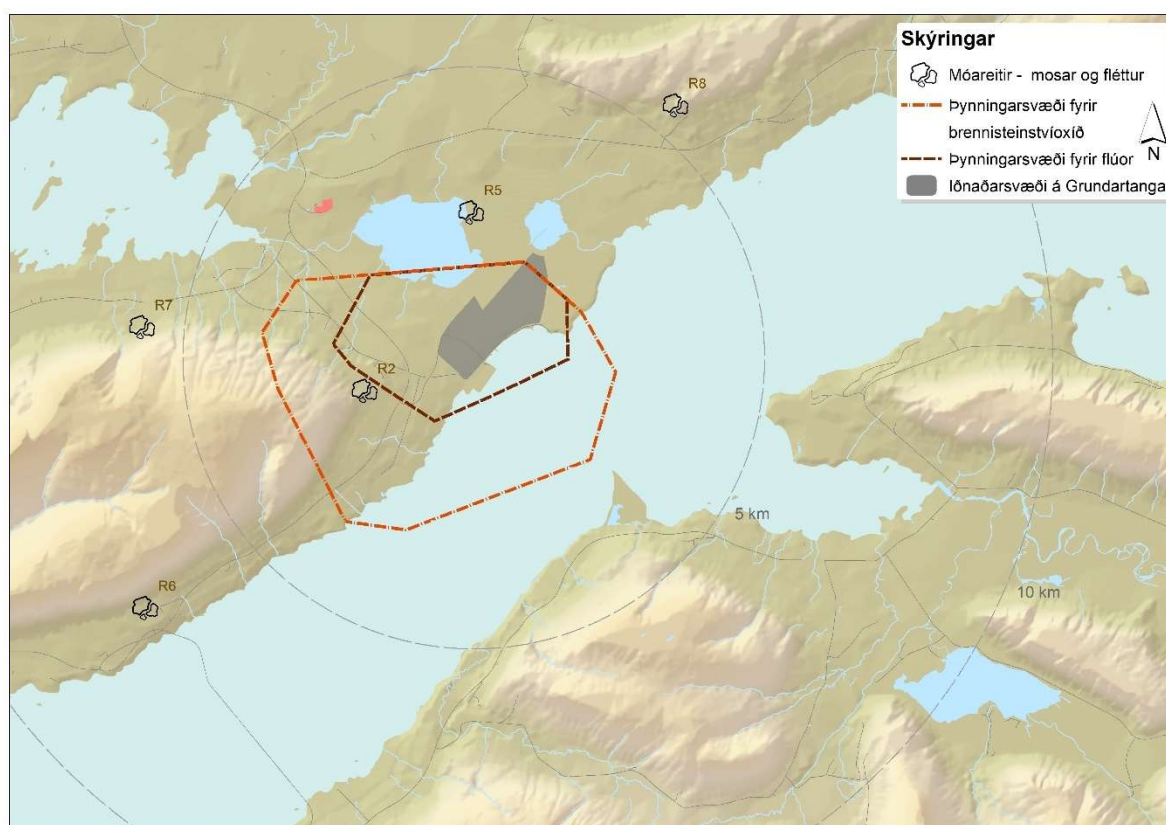
Ekki eru til nein opinber vöktunargögn á Íslandi fyrir PAH efni í seti við Ísland. Til eru gögn um PAH efni í seti frá Reyðarfirði frá árinu 2000 þegar umhverfismat var framkvæmt vegna fyrirhugaðs álvers þar [12]. Í þeirri rannsókn var styrkur samanlagðra 23 PAH efna á bilinu 23-100 µg/kg (þurrviggt) og meðaltalið var 57 µg g/kg (þurrviggt). Þetta eru því líklega einu bakgrunnsgildi fyrir PAH efni í seti sem til eru frá Íslandi. Samanlögð PAH<sub>16</sub> efna frá öllum vöktunarstöðunum í Hvalfirði árið 2021 mældust á bilinu 100-2.500 µg/kg þó að einungis 16 PAH efni væru mæld miðað við 23 PAH efni í sýnum frá Reyðarfirði.



## 8 MÓAREITIR

Vöktun á fjölbreytni mosa, blað- og runnfléttna í fimm móareitum hófst árið 2000. Staðsetning reita hefur breyst í gegnum árin en nú voru rannsakaðir sömu reitir og árið 2015, þegar síðasta rannsókn fór fram. Reitirnir eru allir staðsettir innan við 6,5 km frá iðnaðarsvæðinu, fyrir utan þynningarsvæði brennisteinstvíoxíðs í mismunandi stefnu frá iðnaðarsvæðinu ( mynd 8.1).

Reitur R2 er í lyngmóa ofan við Stekkjarás, R5 er í mýri eða hálfdeigu landi nærri Eiðisvatni, neðan við bæinn Galtarholt. R6 er í hallarmýri við suðurhlíðar Akrafjalls og R7 í hallarmýri við norðurhlíðar fjallsins. Reitur R8 er síðan í lyngmóa í Seldal, norðaustur af iðnaðarsvæðinu (mynd 8.1). Náttúrufræðistofnun Íslands hefur séð um að leggja út og vakta þessa reiti og er aðferðinni lýst í skýrslu stofnunarinnar [13]. Hver reitur er afmarkaður með tréhælum í hornum. Vettvangsvinna fór fram dagana 5.-7. júlí og 9. júlí 2021.



**MYND 8.1** Yfirlitskort yfir staðsetningu móareita í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.

## 8.1 Niðurstöður

Teknar voru myndir af öllum reitum og mat lagt á breytileika á þekju plantna. Ekki var hægt að merkja miklar breytingar á þekju gróðurs milli ára 2015 og 2021 en þó hafði tegundaauði dregist lítillega saman. Til að bera saman mismunandi reiti og breytingar milli ára var gerð fjölbreytugreining á hverjum reit til að meta þekju. Nánari umfjöllun má finna í viðauka F og skýrslu NÍ [13].

### 8.1.1 Fléttur, háplöntur og mosar

Í töflu 8.1 má sjá fjölda tegunda háplantna og fléttna í einstökum reitum. Reitir R2 og R5 voru settir út árið 2000 og reitir R6, R7 og R8 voru settir út árið 2015.

**TAFLA 8.1** Fjöldi tegunda háplantna og fléttna í einstökum reitum árin 2000, 2009, 2015 og 2021.

	Æðaplöntur				Fléttur			
	2000	2009	2015	2021	2000	2009	2015	2021
R2 -Stekkjárs	15	13	13	12	10	8	7	9
R5 - Eiðisvatn	26	25	23	22	13	8	5	3
R6 - Hólabrú			25	22			0	0
R7 - Skál			26	25			0	1
R8 - Seldalur			16	16			1	2

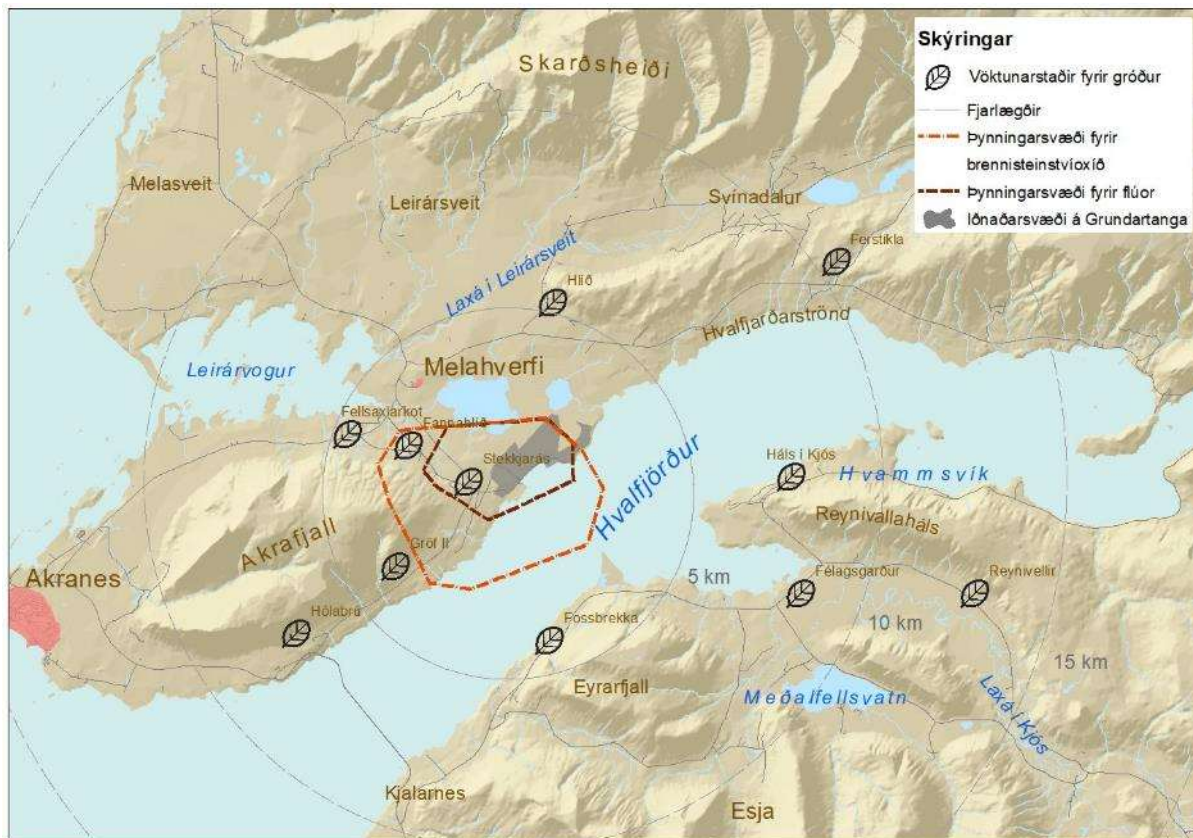
Fjöldi tegunda æðplantna og fléttna hafði örlítið dregist saman milli ára 2015 og 2021. Sérstaklega má benda á að fjöldi fléttutegunda í reit R5 hefur fækkað mikið í gegnum árin, þar sem þrjár tegundir fundust árið 2021 en 20 tegundir þegar vöktun hófst árið 2000. Þessi breyting gæti hugsanlega verið vegna breyttrar landnýtingar eða breytinga á grunnvatnsborði. Eins og áður var mun minna af fléttum í reitum R6, R7 og R8 miðað við eldri reiti R2 og R5.

Niðurstöður fjölbreytugreininga gáfu til kynna að minni breytileiki var innan reita en á milli þeirra. Reitir R2 og R8 eru staðsettir í lyngmóa, með svipaða tegundasamsetningu, þar sem þurrlendistegundir eru ráðandi og mosinn hraungambri ráðandi í sverðinum. Reitir R6 og R7 eru staðsettir í hallarmýri og innihalda svipaðar votlendistegundir svo sem mýrastör. Reitur R5 er þýfður og staðsettur í deiglendi og inniheldur fjölbreyttan þurrlendis- og votlendisgróður svo sem þúfnakollur, jarðraka og hraungambra.

Tíðni tegunda hefur breyst nokkuð síðan vöktun hófst. Á tímabilinu 2015-2021 dró úr tíðni tegunda í öllum reitum, sem hugsanlega getur verið vegna breyttrar landnýtingar eða breytinga á grunnvatnsborði.

## 9 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 (bergfuru, 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 þurr hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 9.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Tveir staðir liggja innan þyningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlíð.



**MYND 9.1** Vöktunarstaðir gróðurs í Hvalfirði árið 2021.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 18. júní og 10. september 2021 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 7. júlí 2021. 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 24. nóvember 2021. Söfnun og greining sýna var í höndum Hafrannsóknastofnunar [14]. 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 G). Ólíkar tegundir gróðurs eru taldar þola flúor misvel og má sjá viðeigandi viðmiðunarmörk í töflu 9.1.

**TAFLA 9.1** Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [15].

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 [16]. 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 [15].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungsþolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [17, 18, 19, 16].

## 9.1 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 [14]. Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka G. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2011, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

### 9.1.1 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 [16], sbr. töflu 9.2 og mynd G.1 í viðauka G.

Hæsti flúorstyrkur í grasi (23,2 µg F/g) mældist í júlí í Félagsgarði. Til samanburðar mældist flúor hæst 10,1 µg F/g í grassýnum við Skorradal. Niðurstöður fyrir flúor í grasi árið 2021 eru óvenjulegar. Hækkun var á öllum svæðum nema í Stekkjarási sem er innan þynningarsvæðisins (tafla 9.2 og mynd 9.2). Mest var hækkunin í Kjós sem er óvenjulegt þar sem norðvestanáttir voru ekki óvenjulega algengar í sumar auk þess sem viðlíka hækkun á flúor í viðmiðunarsýnum í Skorradal hefur aldrei sést áður síðan vöktun þar hófst. Hækkunin var minni og innan marka fyrri ára á vöktunarstöðum norðan og vestan við iðnaðarsvæðið. Hækkun á ársmeðaltali var í öllum tilvikum vegna sýna frá júlí og september. Hækkun mæligilda má líklega rekja til eldgossins í Fagradalsfjalli. Eldgos hófst í Geldingadölum þann 19. mars 2021 og stóð yfir fram í desember það ár. Með eldgosinu kom upp mikið magn loftkennds flúors og var losunin í byrjun maí 2021 um 8-9 tonn á dag borið saman við losun 0,33 tonn flúors á dag frá álveri Norðuráls árið 2020 [14]. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka G.

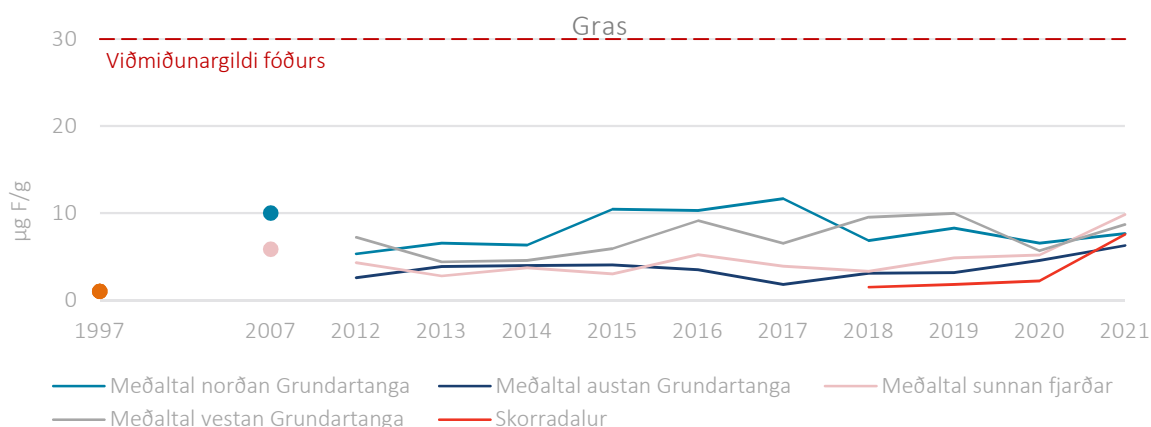
Hækkun var á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2021 miðað við árið 1997, en hins vegar er, líkt og undanfarin ár, ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærrí í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2021. Almenn er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan.

**TAFLA 9.2** Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2021 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfraeði-úrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi								
	Vöktunarstaður	Júní (µg F/g þurrefni)	Júlí (µg F/g þurrefni)	September (µg F/g þurrefni)	Breyting 2021 m.v. 1997	Breyting 2021 m.v. 2007		
Norðan fjarðar	Stekkjars	14	10	5	Hækkun	Engin breyting		
	Fannahlíð	9	10	5				
	Fellsaxlarkot	5	14	4				
	Ferstickla	2	10	3				
	Gröf II við hús	8	10	8				
	Hólabrú	4	15	7				
	Hlíð	3	12	7				
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	2	23	16				
	Fossbrekka	4	18	11				
	Háls í Kjós	2	12	3				
	Reynivellir	2	17	8				
Viðmiðunarstaður	Skorradalur	2	-	10				
<b>Talin þolmörk grasa</b>							100-200 µg F/g í plöntuvef	
<b>Talin þolmörk grasbíta [16]</b>							30 µg F/g í plöntuvef	
<b>Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**</b>					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 grasbíta 50 µg/g fóðurs með 12% rakainnihaldi en 30 µg/g fyrir mjólkandi dýr.

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	18	7	10	Sumarið 2021 var í meðallagi hlýtt, júní var kaldari en meðaltal síðustu ára en ágúst hlýrri en síðustu ár. Úrkoma var undir meðallagi á suðvesturlandi um sumarið (Veðurstofan) en mælingar vantar á stöðvunum í Hvalfirði. Þrátt fyrir litla úrkomu var lítið um úrkomulausa daga í júní. Nánast þurrt var síðustu 5 daga fyrir sýnatöku í júlí. Þurrt hafði verið 5. og 6. september en lítilsháttar úrkoma síðustu 3 dagana fyrir sýnatöku í september.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	-	-	-	
Lofthiti (°C)	6,7	12	10	
Meðalvindhraði (m/s)	6	3	4	
Vindáttir	NA- áttir	SA-V áttir	SV- áttir	



**MYND 9.2** Meðalstyrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga árið 2021, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar.

### 9.1.2 Flúor í laufi

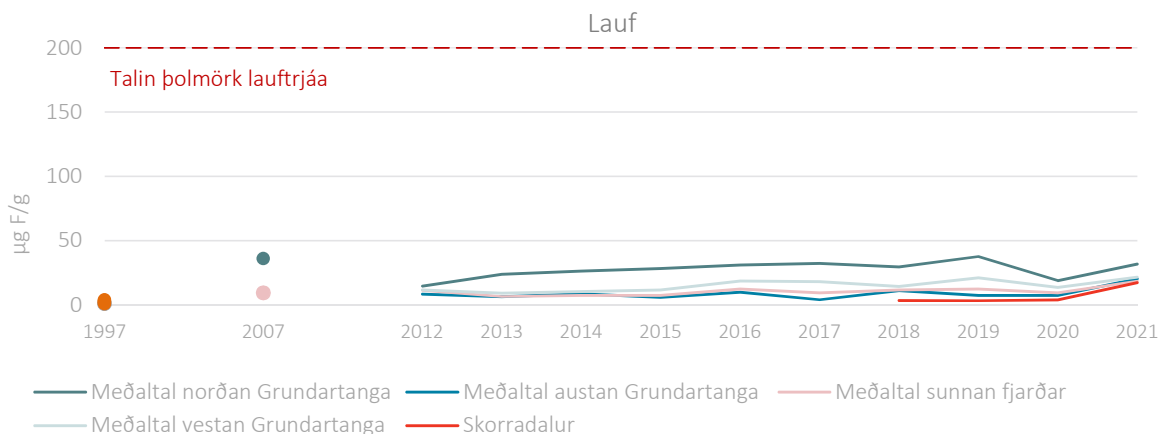
Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í laufi innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 9.3 og mynd G.2 í viðauka G. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum frá Fellsaxarkoti í september (51,3 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 22,6 µg F/g.

Niðurstöður ársins í laufsýnum sýndu sömu fylgni og grassýnin. Öll svæði hækkuðu nema Strekkjarás sem er innan þyngingarsvæðis. Hækkunin var mest í Kjós og austan iðnaðarsvæðisins, og í viðmiðunarsýnunum í Skorradal, en innan marka fyrri ára norðan og vestan svæðisins. Hækkun á ársmeðaltali kom í öllum tilvikum frá september sýnum.

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka G. Tafla 9.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2021 og niðurstöður tölfræðigreiningar sem sýna að hækkun var á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2021 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum miðað við árið 2007 (mynd G.3 í viðauka G). Mynd 9.3 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 9.3** Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2021 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfræðiúrvinnslu. Sjá töflu E.1 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Breyting 2021 m.v. 1997	Breyting 2021 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjars</i>	22	31	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	18	35		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	22	51		
	<i>Ferstikla</i>	3	25		
	<i>Gröf II við hús</i>	16	24		
	<i>Hólabrú</i>	16	30		
	<i>Hlíð</i>	7	46		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	5	40		
	<i>Fossbrekka</i>	3	20		
	<i>Háls í Kjós</i>	3	20		
	<i>Reynivellir</i>	4	33		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		12	23		
<b>Talin þolmörk lauftrjáa</b>		200 µg F/g í plöntuvef			



**MYND 9.3** Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga árið 2021, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar

### 9.1.3 Flúor í barri

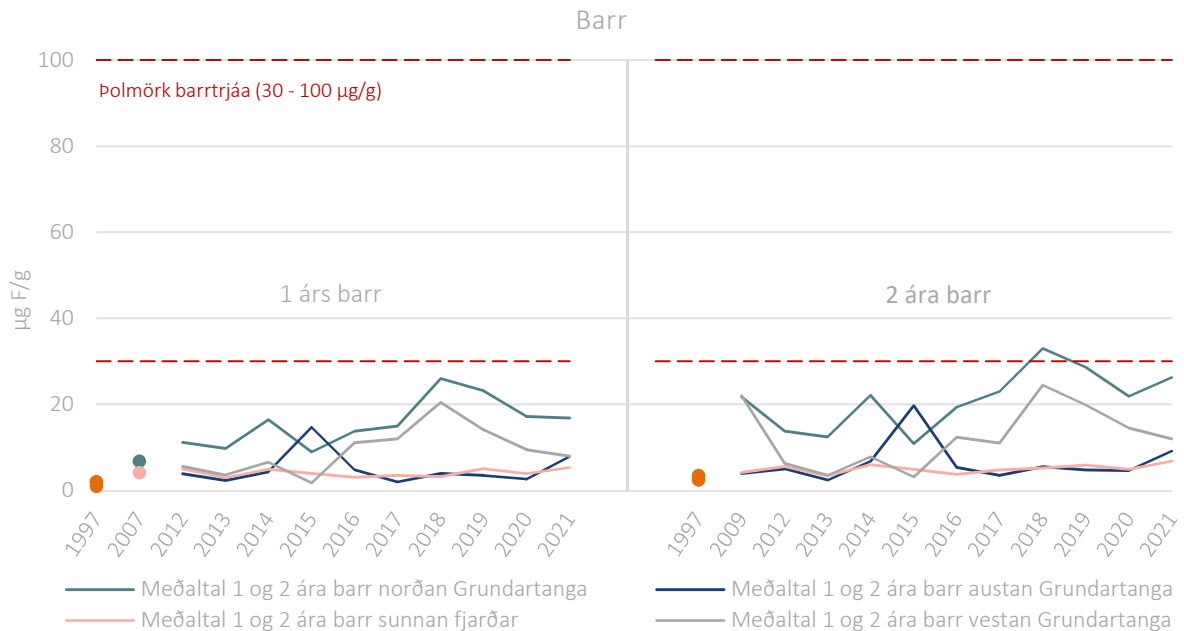
Í öllum tilvikum var meðalstyrkur flúors í eins árs barri undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g (tafla 9.4). Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri fór á einum stað, Fannahlíð, yfir neðri mörk þessara þolmarka, 30 µg F/g. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærrí en flúor í eins árs barri. Mynd 9.4 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 9.4** Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2021 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfraeðilegrar 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 2021 m.v. 1997	Breyting 2021 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	9	13	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	24	36		
	Fellsaxlarkot	10	17		
	Ferstikla*	6	10		
	Gröf II við hús*	7	12		
	Hlíð*	10	8		
Sunnan fjarðar	Hólabrú*	9	12	Hækkun	Engin breyting
	Félagsgarður	6	8		
	Fossbrekka	5	6		
	Háls í Kjós*	4	5		
	Reynivellir	7	8		
	Viðmiðunarstaður Skorradalur	4	5		
	<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.

Veðurfar við sýnatökur		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	24	Á sýnatökudag var úrkomulítið og kalt. Suðvestanáttir höfðu verið ríkjandi dagana fyrir sýnatöku. Engin úrkoma mældist á sýnatökudag en hafði verið nokkur dagana áður. Meðalhitastig tímabilsins var 2 °C.



**MYND 9.4** 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 2021 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 9.4). Greinilegur munur var á flúorstyrk í barri norðan og sunnan fjarðar. Árið 2021 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir G.5 og G.6 í viðauka G).

## 9.2 Þungmálmar og brennisteinn í mosa

Ísland er þátttakandi í evrópsku vöktunarverkefni sem hefur það að meginmarkmiði að fylgjast með losun þungmálma í andrúmslofti með því að mæla styrk þeirra í mosa víðs vegar um Evrópu. Í þessum tilgangi hefur sýnum af tildurmosa (*Hylocomium splendens*), sem er einn af algengustu mosum Íslands, verið safnað víðs vegar um landið á fimm ára fresti, fyrst árið 1990. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur séð um sýnatöku og gefið út niðurstöður þessara rannsókna og var síðasta skýrsla gefin út árið 2018 [20]. 164 mosasýnum (158 sýni af tildurmosa og 6 sýni af hraungambra) var síðast safnað á svæðum í kringum iðjuverin frá júlí - september árið 2020. Niðurstöður efnagreininga má sjá í töflu 9.5 [21].

Náttúrufræðistofnun Íslands hefur reiknað út mengunarstuðla út frá bakgrunnsgildum allra mælinga frá árunum 1990-2015 [20]. Hér eru mælingar ársins 2020 settar upp miðað við þá mengunarstuðla, sbr. töflur 9.5 og 9.6. Engin frekari úrvinnsla eða túlkun gagna hefur átt sér stað.

Engar skemmdir á mosa höfðu komið fram á sýnatökustöðunum.



**TAFLA 9.5** Mæliniðurstöður efnamælinga. Litir vísa til mengunarflokka. Öll mæligildi eru gefin upp í mg/kg.

Vöktunarstaðir	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	S	V	Zn	Skemmdir
Vöktunarstaðir utan þynningarsvæða												
Grundartangi G1B	0,217	0,030	2,2	6,3	1100	0,054	10,263	0,585	550	2,8	11,8	Engar
Grundartangi, Kalastaðakot G2	0,097	0,053	4,1	5,5	871	0,099	5,099	0,219	661	3,9	13,6	Engar
Grundartangi, Kalastaðakot G3	0,157	0,024	2,8	5,4	1126	0,037	5,925	0,472	632	4,0	18,5	Engar
Grundartangi, Eiðisvatn G5	0,178	0,025	3,1	5,2	1095	0,063	8,116	0,489	663	3,0	21,7	Engar
Grundartangi G6	0,339	0,022	8,9	23,0	1912	0,070	12,341	1,881	825	2,1	36,4	Engar
Gröf	0,142	0,028	2,2	380	902	0,069	3,354	13,298	731	2,0	65,7	Engar
Fornibær	0,111	0,006	3,4	4,6	1357	0,119	4,739	0,231	615	4,6	20,6	Engar
Galtarvík	0,127	0,014	4,6	4,6	982	0,100	6,840	0,322	689	3,9	14,8	Engar
Eyri Kjós	0,102	0,007	1,8	5,3	1412	0,080	1,988	0,307	570	3,7	10,6	Engar
Stóri-Botn	0,090	0,044	2,4	5,5	835	0,038	2,776	0,439	581	2,6	17,2	Engar
Vöktunarstaðir innan þynningarsvæða												
Mörk	0,259	0,038	5,4	6,9	1862	0,049	11,966	0,731	720	6,3	21,9	Engar
Akrafjall	0,144	0,025	2,4	5,6	990	0,070	4,675	0,360	833	2,8	13,8	Engar
Galtalækur	0,182	0,013	4,0	12,3	1376	0,075	7,650	0,775	671	3,5	18,1	Engar
Kjalardalur	0,142	0,001	3,2	5,7	1741	0,060	5,280	0,433	624	4,5	20,5	Engar

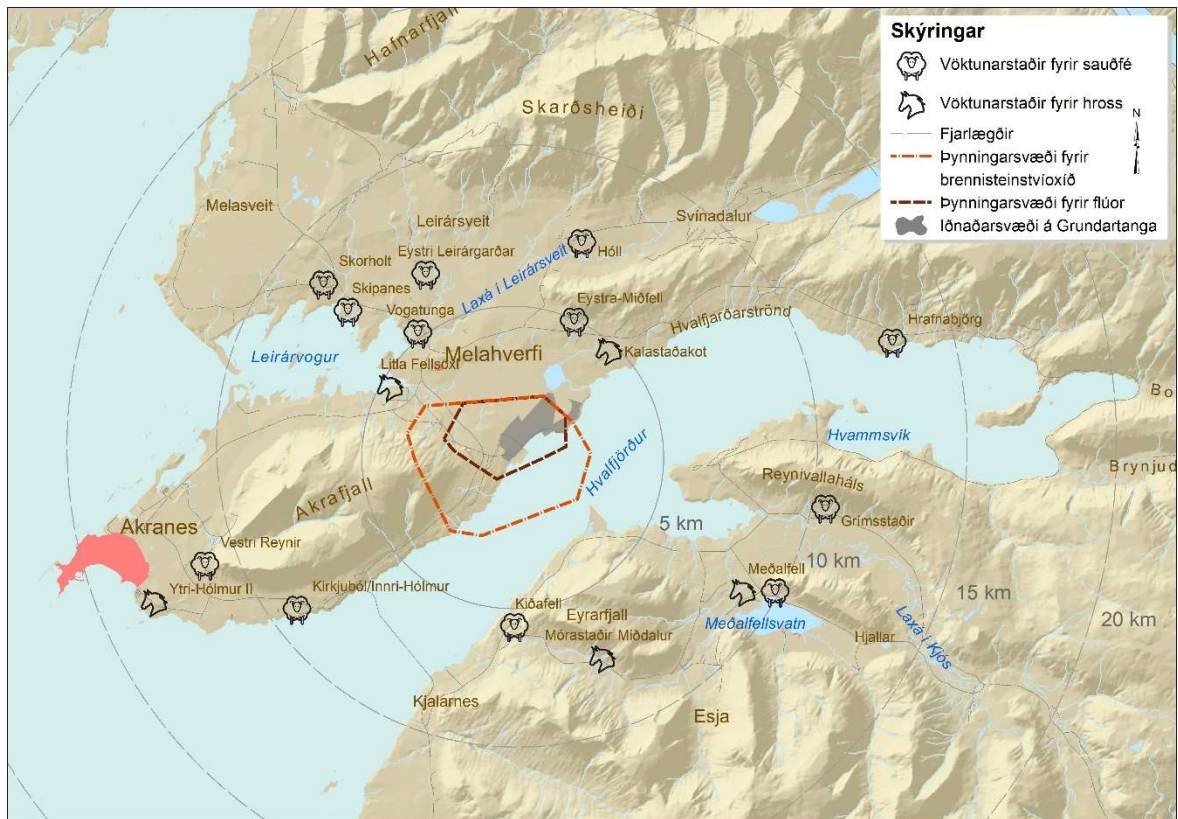
**TAFLA 9.6** Flokkun mengunar miðað við bakgrunnsgildi [20].

	I	II	III	IV	V	VI
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Arsen (As)	<0,16	0,16-0,32	0,32-0,56	0,56-1,28	1,28-4,34	>4,34
Bór (B)	<4,25	4,25-8,50	8,50-14,88	14,88-34,02	34,02-114,81	>114,81
Kadmín (Cd)	<0,076	0,076-0,152	0,152-0,265	0,265-0,606	0,606-2,045	>2,045
Króm (Cr)	<3,24	3,24-6,47	6,47-11,33	11,33-25,90	25,90-87,40	>87,40
Kopar (Cu)	<11,09	11,09-22,18	22,18-38,81	38,81-88,70	88,70-299,37	>299,37
Járn (Fe)	<4.999	4999-9.999	9.999-17.498	17.498-39.996	39.996-134.985	>134.985
Kvikasilfur (Hg)	<0,07	0,07-0,14	0,14-0,24	0,24-0,56	0,56-1,87	>1,87
Nikkel (Ni)	<4,71	4,71-9,42	9,42-16,49	16,49-37,70	37,70-127,22	>127,22
Blý (Pb)	<1,73	1,73-3,46	3,46-6,06	6,06-13,85	13,85-46,74	>46,74
Brennisteinn (S)	<722	722-1.445	1.445-2.529	2.259-5.780	5.780-19.507	>19.507
Vanadín (V)	<19,17	19,17-38,33	38,33-67,08	67,08-153,33	153,33-517,48	>517,48
Sink (Zn)	<27,55	27,55-55,10	55,10-96,42	96,42-220,39	220,39-743,81	>743,81
	Engin mengun	Vísbending um mengun	Lítilsháttar mengun	Nokkur mengun	Veruleg mengun	Mjög mikil mengun

## 10 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 10.1). 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 [22]. 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 [23].

Grasbítar taka upp flúor með fóðri og vatni sem safnast fyrir í beinum þeirra með tíma. Styrkur flúors mælist 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 10.1 Vöktunarbær fyrir sauðfé og hross árið 2021.

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2021, bárust frá 12 bæjum (mynd 10.1). Til viðmiðunar bárust, eins og áður, kjálkabein úr lömbum og fullorðnu fé frá bæjunum Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit, og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Alls var flúor mældur í 105 sýnum af beinösku kjálkabeina (57 lömb og 48 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru einnig skoðuð og mæld [22].

Flúor getur safnast upp í kjálkum og tönnum grasbíta, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [22]. Uppsprettur flúors geta einnig verið af náttúrulegum uppruna og má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjó [16]. Þölmörk 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 10.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [19, 24]. 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 [25]. 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 [25]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jörturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [26].

Talið er að ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g sé hættu á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár [16].

**TAFLA 10.1** Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta, byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [19, 24].

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 sex bæjum norðan og sunnan Hvalfjarðar (samtsals 56 dýr), þ.e. frá Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu, Kiðafelli, Innri Hólmi og Grímsstöðum. Féð var á aldrinum 1-10 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 27 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 janúar – mars 2022. Að þessu sinni voru hross frá Meðalfelli skoðuð í stað hrossa frá Skipanesi og Morastöðum.

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

**TAFLA 10.2** Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [23].

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.

## 10.1 Niðurstöður

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfissvöktun á grasbítum má sjá í viðauka H. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfissvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2011, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

Í töflu 10.3 má sjá meðalstyrk flúors frá vöktunarbæjum við Hvalfjörðinn og talin þolmörk dádýra. Þar má einnig sjá hvaða breytingar hafa orðið á styrk flúors árið 2021 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur). Í viðauka H 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 10.3** Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfræðiúrvinnslu.

Vöktunarbæir	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2021 m.v. 1997	Breytingar 2021 m.v. 2007
<b>Lömb</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	363		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur, Vestri Reynir)</i>	405		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	360		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	527	Hækkun	Engin breyting
<i>Bæir sunnan Hvalfjarðar</i>			
<i>Kiðafell, Grímsstaðir, Meðalfell</i>	491	Hækkun	Hækkun
<b>Fullorðið fé</b>			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.351		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.607		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.065		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	1.217	Hækkun	Engin breyting
<i>Allir bæir sunnan Hvalfjarðar</i>	947	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		

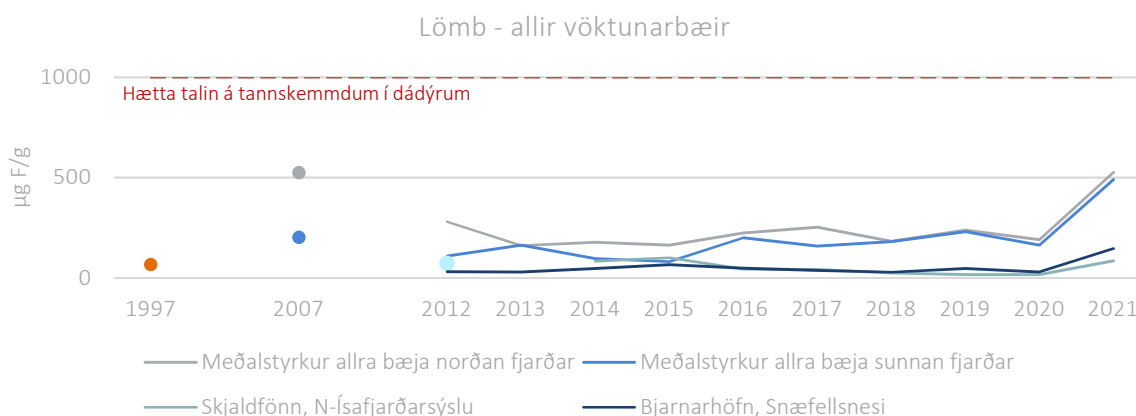
## 10.1.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist, í tveimur lömbum, frá Eystra Miðfelli yfir þeim mörkum sem valda tannskemmdum í dádýrum (2.000  $\mu\text{g F/g}$ , viðauki H) og í einu lambi yfir þeim mörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000  $\mu\text{g F/g}$ , viðauki H). Í öðrum tilvikum mældist flúor í lömbum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000  $\mu\text{g F/g}$ , viðauki H). Hæstur var meðalstyrkurinn í kjálkabeinum lamba frá Eystra Miðfelli (1.770  $\mu\text{g F/g}$ , min: 849  $\mu\text{g F/g}$ , max: 2.837  $\mu\text{g F/g}$ ) og hefur aldrei mælst hærra flúor gildi áður í lambi síðan vöktun hófst. Lægsti meðalstyrkur flúors mældist í lömbum frá Eystri Leirárgörðum (251  $\mu\text{g F/g}$ ).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 518  $\mu\text{g F/g}$ , og hafði aldrei verið hærra frá því að vöktun hófst. Frá vöktunarstöðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 527  $\mu\text{g F/g}$  og 491  $\mu\text{g F/g}$  sunnan fjarðar (mynd 10.2). Til viðmiðunar mældist flúor í kjálkabeinum lamba 85  $\mu\text{g F/g}$  frá Skjaldfönn og 146  $\mu\text{g F/g}$  frá Bjarnarhöfn, sem líka er með því hæsta sem mælst hefur á þessum stöðum. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar er engin breyting á flúor samanborið við árið 2007. Marktæk breyting er til hækkunar á meðalstyrk flúors milli árana 2020 og 2021.

Meðalstyrkur flúors, árið 2021, í lömbum austan, norðan og norðvestur af iðnaðarsvæðinu hafði ekki mælst jafn hár síðan 2007, meðalstyrkur flúors í lömb frá öðrum vöktunarbæjum norðan fjarðar var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2007. Meðalstyrkur flúors í lömbum frá svæðum sunnan fjarðar hafði aldrei mælst hærra síðan vöktun hófst.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarðar árið 2021 var marktækt hærra en mældist árið 1997, en óbreyttur miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar hafði meðalstyrkur flúors aldrei verið hærra og var hann marktækt hærra árið 2021 miðað við árin 2007 og 1997. Meðalstyrkur flúors var marktækt hærra árið 2021 miðað við árið 2020 bæði í dýrum norðan fjarðar og sunnan fjarðar. Í gegnum árin hefur meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarða yfirleitt verið hærra eða svipaður og meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki H.b). Árið 2021 mældist styrkur flúors svipaður í lömbum norðan fjarðar og sunnan fjarðar.



**MYND 10.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

### 10.1.2 Flúor í fullorðnu fé

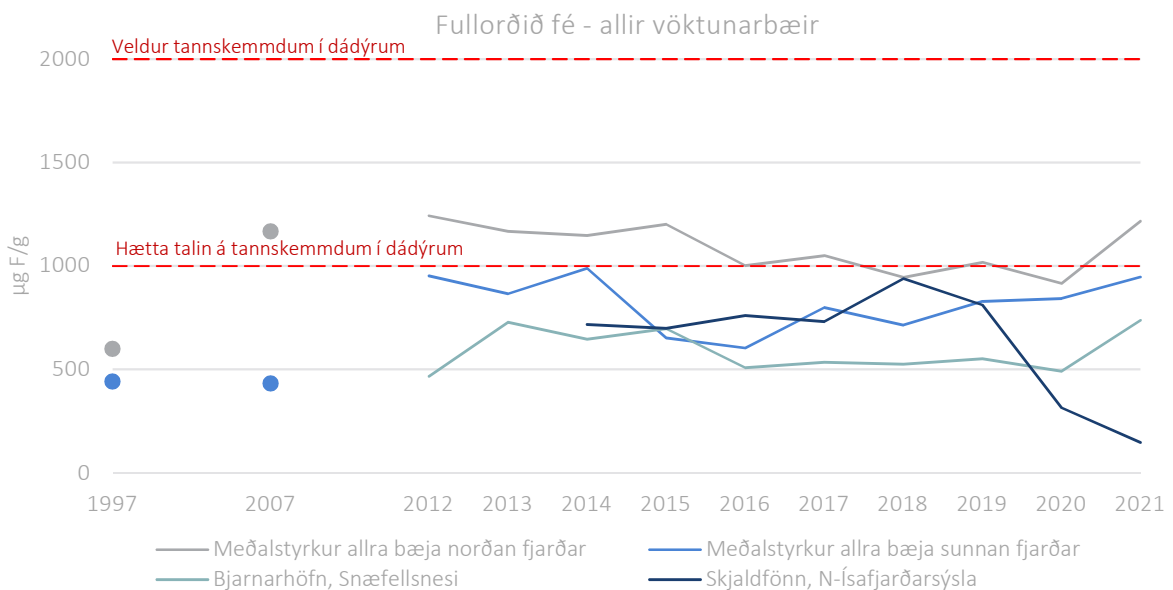
Flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma getur því verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2021 var um 6,5 vetra (yngst 1 vetra og elst 10 vetra).

Meðalstyrkur flúors mældist hæstur í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bænum Innri-Hólmi (2.330 µg F/g, min: 1.949 µg F/g, max: 2.882 µg F/g), sem er yfir þeim styrk flúors sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum (2.000 µg F/g). Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öðrum fimm bæjum Hrafnabjörg, Skipanes, Eystra Miðfell, Vogatunga og Grímsstaðir, þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum. Lægst mældist flúor í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgörðum (644 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors úr fullorðnu fé 147 µg F/g frá Skjaldfönn (1-4 vetra gömul dýr) og 738 µg F/g frá Bjarnarhöfn (7 vetra gömul dýr).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 1.168 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 1.217 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 947 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 10.3). Meðalstyrkur flúors árið 2021 mældist í svipuðu magni og árin 2010 og 2011 og var marktækt hærri en mældist árið 2020, sem er breyting frá síðust 12 árum þar sem styrkurinn hafði farið lækandi, sérstaklega í dýrum norðan fjarðar.

Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2021 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki H.b).

Árið 2021 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, 2007 og 2020.



**MYND 10.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

## 10.1.3 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 10.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka H.c [22].

**TAFLA 10.4** Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	37	12	8
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 / 1.431	2 / 1.068	3 / 116
Sæmileg	7 / 1.151	2 / 1.076	2 / 834
Slæm	19 / 1.177	3 / 848	2 / 394
Meðalaldur (ár)	6,2	7,1	5,2

\* 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 meðalstyrkur flúors mældist í fullorðnu fé frá Eystra Miðfelli (1.886 µg F/g). Í tuttugu og tveimur dýrum mældist flúor yfir viðmiðunarmörkum (1.000 µg F/g) miðað við þrjú dýr árið 2020. Dýrin voru ýmist með góða, sæmilega eða slæma tannheilsu. Ekki reyndist unnt að meta ástand glerungs framtanna í sex dýrum norðan Hvalfjarðar þar sem margar framtannur vantaði í dýrin. Engar breytingar sást á glerungi framtanna í kindum frá bæjum sunnan Hvalfjarðar. Hins vegar sást breytingar á glerungi framtanna í lambi frá Eystri Leirargörðum (220 µg F/g) og í lambi frá Skipanesi (327 µg F/g). Engar breytingar sást á glerungi framtanna fullorðins fjár sem voru með flúormagn yfir viðmiðunargildum (1.000 µg F/g). Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum [22].

## 10.1.4 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 bólgur voru greindar í liðamótum hrossa eða sauðfé.

Í viðauka H.c má sjá yfirlit yfir niðurstöður skoðunar tanna og liðamóta framfóta í lifandi sauðfé og hrossum, sbr. matskerfi í töflu 8.2. 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 (0,44) og lægst í hrossum frá Meðalfelli (0,07). Hæsta meðaltalsgildi fyrir framtannur var í fé frá Kiðafelli (0,03). Bólgur voru greindar á vinstri fæti í einni fullorðinni kind frá Grímstöðum [23].

## HEIMILDASKRÁ

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Önnur endurskoðun 28.03.2018,“ 2018. [Á neti]. Available: [https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskyrslur/alver/Voktunaraaetlun\\_2018\\_2021\\_2endursk\\_28032018.pdf](https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskyrslur/alver/Voktunaraaetlun_2018_2021_2endursk_28032018.pdf).
- [2] Elín Jónsdóttir, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar-desember 2021,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2022.
- [3] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað apríl 2022].
- [4] Kristmann Gíslason, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga - Ferskvatnsmælingar 2021.,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2022.
- [5] Camargo, Julio A., „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [6] Kristmann Gíslason, „Umhverfisvöktun Hvalfirði, Mælingar í sjó við flæðigryfjur 2021.,“ 6EM21035, Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, Reykjavík, 2022.
- [7] Halldór Pálmar Halldórsson, Hermann Dreki Guls, Natasa Desnica, Julija Igrorsdóttir, Kristín Ólafsdóttir og Branka Borojevic, „Könnun á ólífrænum snefilefnum og arómatískum fjölhringjum (PAH) í kræklingi og seti við Grundartanga, Hvalfirði, 2021,“ Skýrsla Matís 16-22, ISSN 1670-7192, Reykjavík, 2022.
- [8] Erla Sturludóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, Hrönn Jörundsdóttir, Elín Magnúsdóttir, Kristín Ólafsdóttir & Gunnar Stefánsson, „Spatial and temporal trends of contaminants in mussel sampled around the Icelandic coastline.,“ *Science of the environment*, 454, 500-509, 2013.
- [9] H. Jörundsdóttir, N. Desnica, Ragnarsdóttir, H. Gunnlaugsdóttir, „Monitoring of the marine biosphere around Iceland 2011 and 2012,“ Matis - Icelandic Food and Biotech R&D, Reykjavík, Iceland, 2013.



- [10] J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sorensen, Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. 97:03, Norway: Norsk institutt for vannforskning, 2004.
- [11] STF (Statens forurensningstilsyn (Norwegian Pollution Control Authority), Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. 2229/2007, 12 bls., Norway: STF (Statens forurensningstilsyn (Norwegian Pollution Control Authority), 2007.
- [12] Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000, Ísland: Hafrannsóknastofnun Fjölrit nr. 85, 1-136, 2001.
- [13] Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen, „Vöktun á móareitum við Grundartanga í Hvalfirði fyrir árið 2021,“ Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-22001, 2022.
- [14] Dr. Kristmann Gíslason, „Gróðurskýrsla 2021. Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Norðurál á Grundartanga ehf.,“ Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, 2022.
- [15] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolm, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [16] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Sigurður H. Magnússon, „Þungmálmar og brennisteinn í mosa á Íslandi 1990-2015. Áhrif frá iðjuverum og eldvirkni, NÍ-18006,“ Náttúrufræðistofnun Íslands, Garðabær, 2018.

- [21] Járngerður Grétarsdóttir og Sunna Björk Ragnarsdóttir, Vöktun þungmálma og brennisteins með mælingum á mosa. Lokabréf2021\_ElkemIsland. Tilvísun 202003-0028. Náttúrufræðistofnun Íslands, Garðabær, 2021.
- [22] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2021. Skýrsla vegna umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2022.
- [23] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2022, sem er liður í umhverfsvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lifandi búfé,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2022.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [27] 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 2020. Útgefin í apríl 2021.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2019. Útgefin í apríl 2020.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Útgefin í maí 2019.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Útgefin í apríl 2018.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Útgefin í apríl 2017.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Útgefin í apríl 2016.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Útgefin í apríl 2015.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
- 9) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
- 10) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
- 11) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
- 12) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
- 13) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
- 14) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
- 15) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
- 18) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
- 19) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

## VIÐAUKI B LOFTGÆÐI

**TAFLA B.1** Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Kríuvörðu árið 2021, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Viðmiðunargildi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Skýring
<b>F (síur, apríl - október)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,67		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,76	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	5,97		Mælt 30. ágúst í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,76		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,86	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	6,58		Mælt 30. ágúst í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
Meðalstyrkur HF	0,50		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	5,97		Mælt 30. ágúst í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,59		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	6,58		Mælt 30. ágúst í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	3,7		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	11	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	188	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 3x árlega. Mælt 25.6 í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	575	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 24x árlega. Mælt 27. júní í SSV-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
Meðalstyrkur ársins	1,0	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	7,0	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Má yfirstíga 5x árlega. Mælt 23. júlí í A-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	0,9	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	11	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 7x árlega. Mælt 30. ágúst í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	29	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 17. feb í SSV-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Meðalstyrkur ársins	1,2	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	12		Mælt 1. sept. í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	6,2	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	55	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 35x árlega. Mælt 26. maí í A-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,7		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
Meðalstyrkur ársins	6,0	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<b>PAH efni - Bensó(a)þýren</b>			
Mældur styrkur apríl – október (síur)	$5 \cdot 10^{-7} - 3,3 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

**TAFLA B.2** Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Gröf II árið 2021 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>	0,03		
<i>Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)</i>	0,03	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,26		Mælt 7. júlí í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,04		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)</i>	0,04	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,26		Mælt 7. júlí í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>F (síur, allt árið)</b>			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,26		Mælt 7. júlí í SV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,04		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,28		Mælt 21.-23. desember í N-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)</i>	2,2		
<i>Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)</i>	5,1	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	89	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 27. júní í SV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	859	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 5. júlí í S-átt.
<b>H<sub>2</sub>S</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,54	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	8,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 29. jan í NA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<b>NO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,0	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	13	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 29. jan í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	59	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 23. desember í N-átt.
<b>NO<sub>x</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,4	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	15		Mælt 29. jan í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,2		
<b>Svifryk (PM<sub>10</sub>)</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	6,6	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	59	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 26. maí í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	1,2		
<b>Svifryk (PM<sub>2,5</sub>)</b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,9	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

**TAFLA B.3** Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2021, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

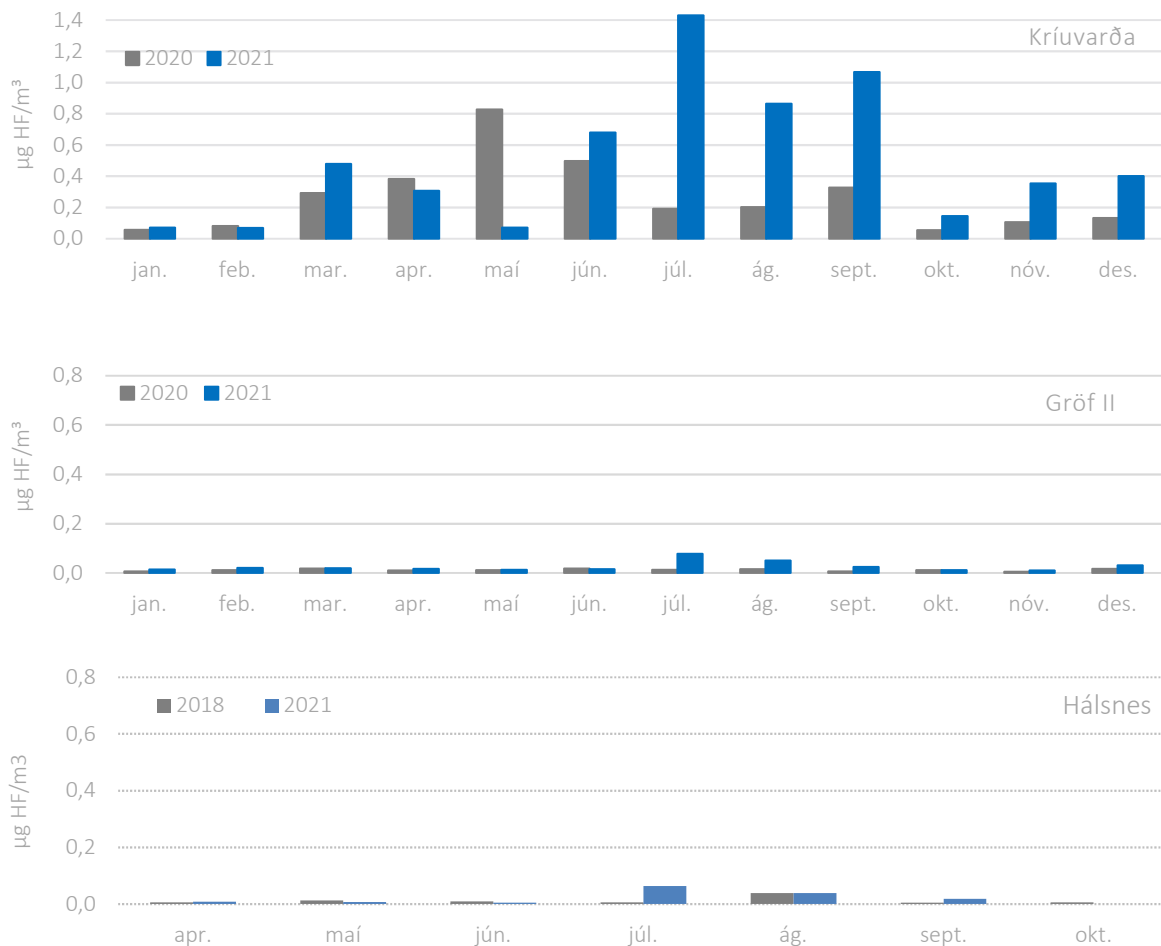
Mælipáttur	Styrkur (µg/m <sup>3</sup> )	Viðmiðunargildi (µg/m <sup>3</sup> )	Skýring
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,2	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	146	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 27. júní í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	427	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 27. júní 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>	7,5	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 29. júní í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

**TAFLA B.4** Niðurstöður loftgæðamælinga á Hálsnesi árið 2021 meðalstyrkur og hæstu og lægstu gildi mælingartímabilsins ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m <sup>3</sup> )	Viðmiðunargildi (µg/m <sup>3</sup> )	Skýring
<b>F (síur, apríl - október)</b>			
<i>Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)</i>	0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,13		Mælt 1.-5. júlí
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)</i>	0,03	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,15		Mælt 30. júní
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
<b>SO<sub>2</sub></b>			
<i>Meðalstyrkur apríl-sept. (loftkennt á síum)</i>	1,8		

### a. Flúor í andrúmslofti

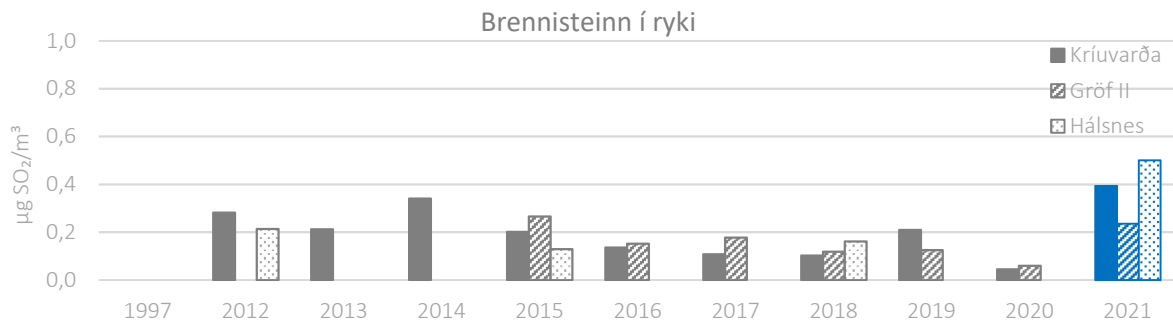
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2021 og til samanburðar árið 2020 og á Hálsnesi árið 2021 og 2018 til samanburðar. Árið 2021 mældist styrkur HF almennt hærra en árið 2020 á Kríuvörðu.



**MYND B.1** Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi yfir árið 2021.

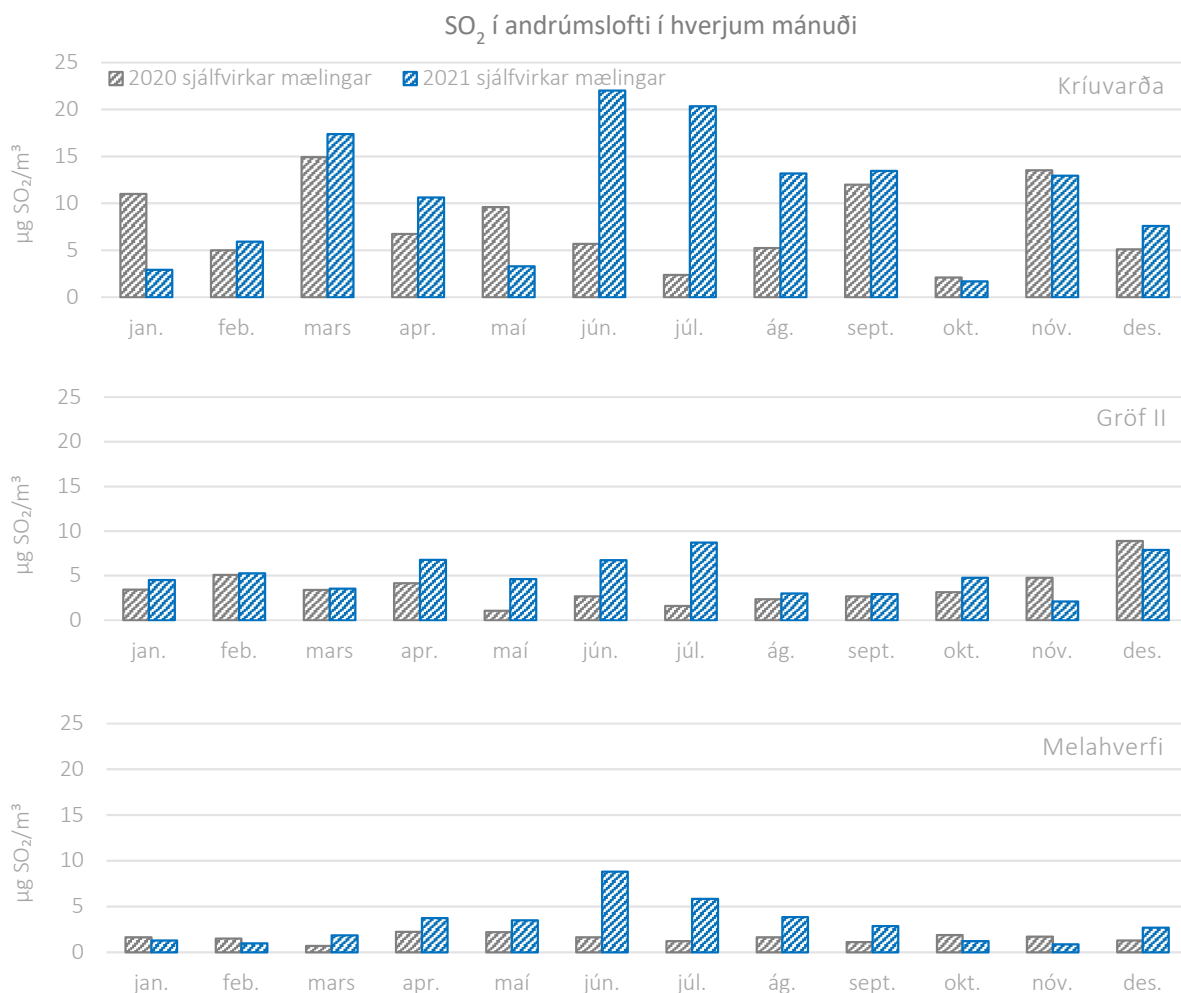
### b. Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

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 2021 og til samanburðar árið 2020. Árið 2021 mældist styrkur SO<sub>2</sub> almennt hærri en árið 2020 á öllum stöðvum.

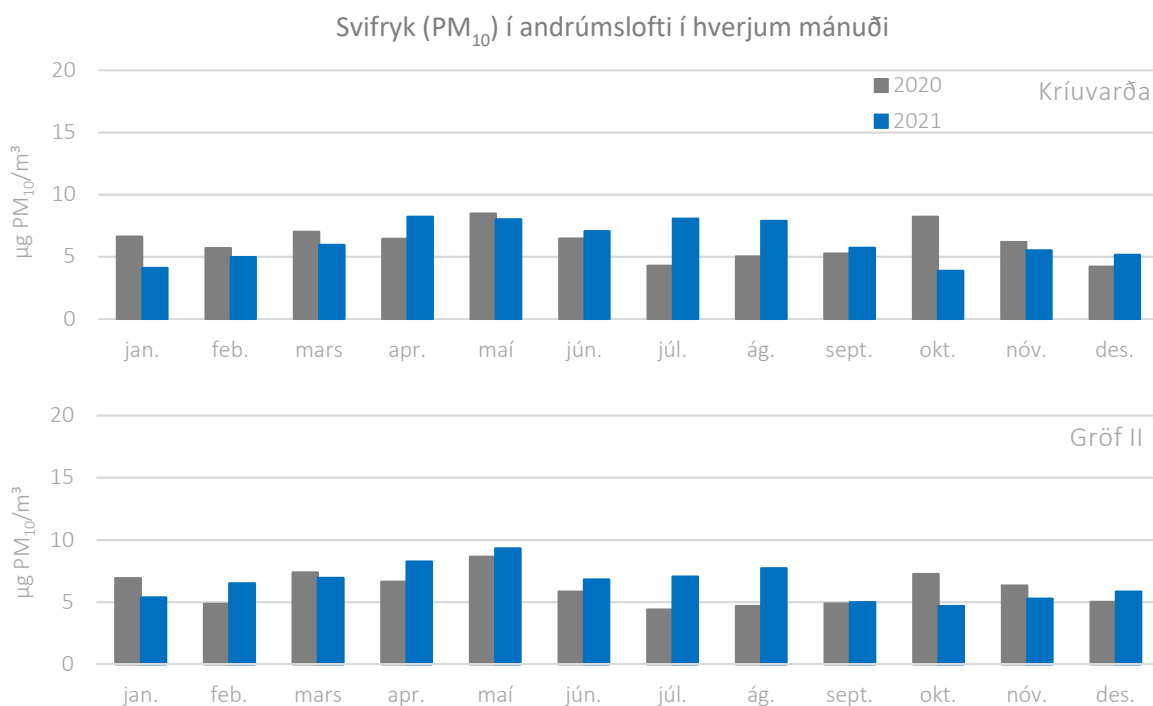


**MYND B.3** Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árið 2021 og 2020 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

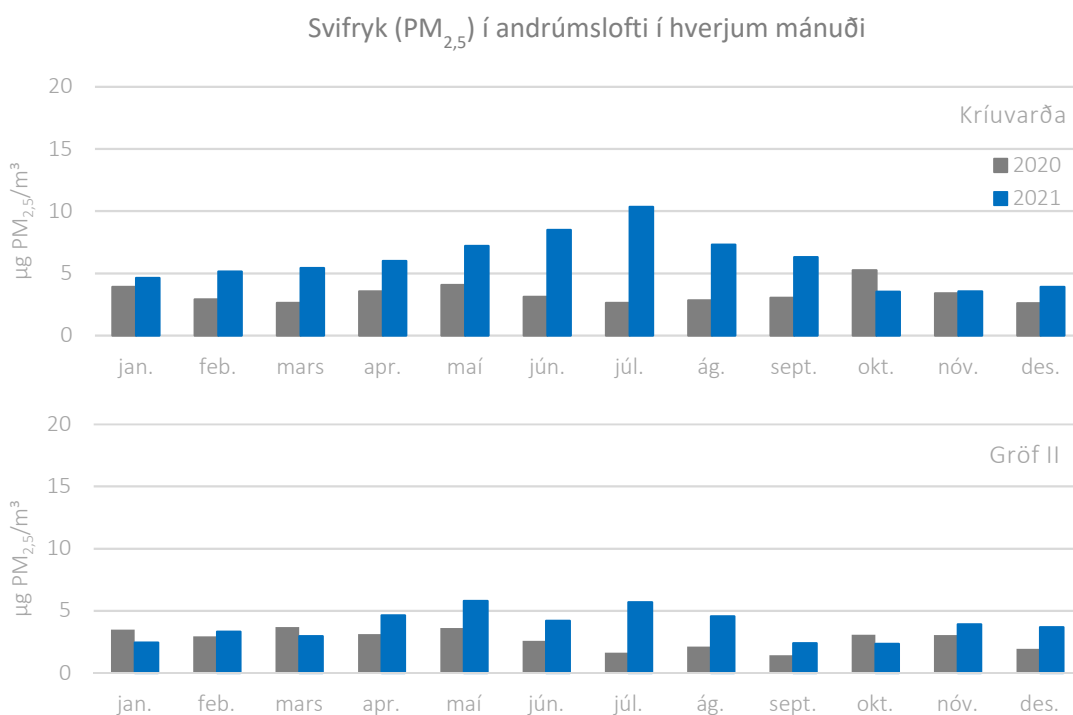


## c. Svifryk í andrúmslofti

Meðalstyrkur svifryks, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á myndum B.4 og B.5. Mælingar ársins 2021 eru nokkuð hærra en árið áður, einkum fyrir PM<sub>2,5</sub>.



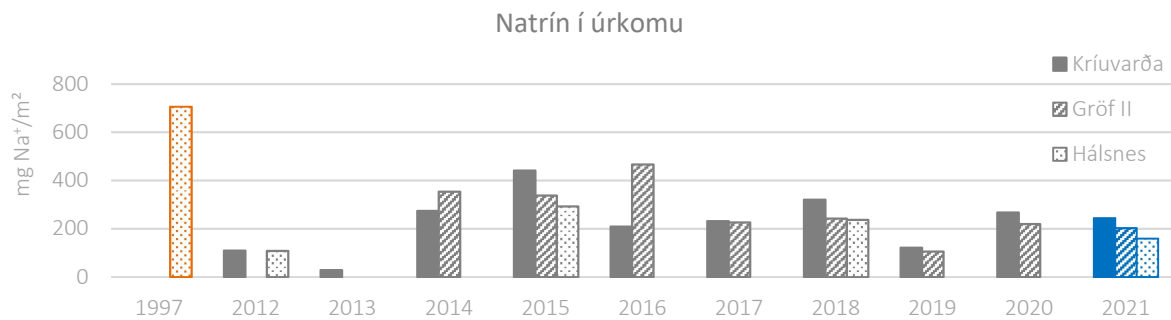
**MYND B.4** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>10</sub>) yfir árin 2021 og 2020 á Kríuvörðu og Gröf II.



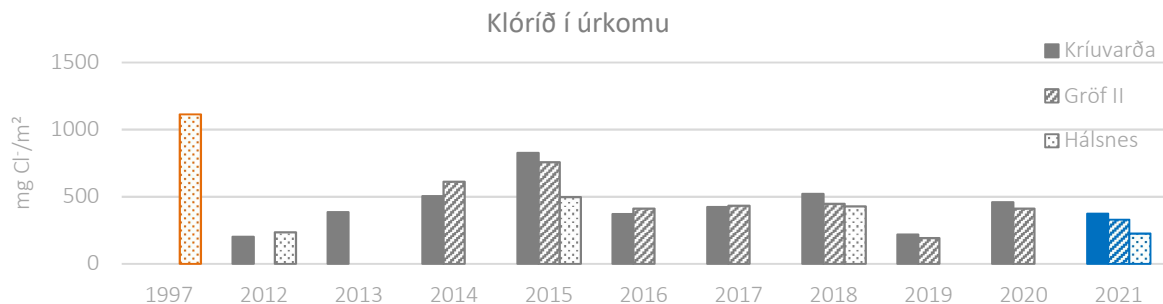
**MYND B.5** Meðalstyrkur svifryks (PM<sub>2,5</sub>) yfir árin 2021 og 2020 á Kríuvörðu og Gröf II.

#### d. Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klórs, kalsíns og nítrats var mælt í úrkomu á Gröf II og Kríuvörðu. Sýni voru yfirleitt þokkalega tær. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið. Meðalstyrkur natríns og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu 2012 – 2021 og á Gröf II 2014-2021 er birtur á myndum B.6 og B.7 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár). Á báðum stöðum mældist styrkur natríns og klóríðs lægri en árið 2020 (og árið 2018 í tilviki Hálsness) en sambærilegur við árin þar á undan.



**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

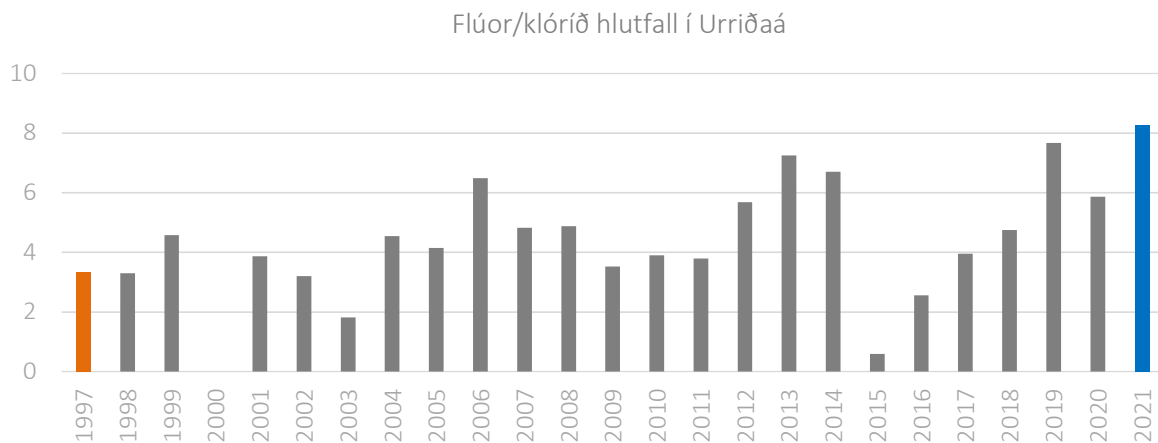
Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2021 í vöktunarám samanborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta.

**TAFLA C.1** Niðurstöður mælinga í vöktunarám árið 2021 (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>	192 Min 113 Max 294	21,6 Min 15,9 Max 29,3	9,4 Min 7,0 Max 11,9	7,36 Min 7,12 Max 7,55	178 Min 133 Max 218
<i>Urriðaaá (6)</i>	161 Min 119 Max 189	19,4 Min 16,9 Max 25,2	7,2 Min 6,1 Max 7,8	7,64 Min 7,36 Max 8,26	156 Min 134 Max 166
<i>Berjadalsá (3)</i>	30 Min 28 Max 33	9,8 Min 8,3 Max 10,5	2,7 Min 2,5 Max 3,1	7,47 Min 7,35 Max 7,54	73 Min 71 Max 76
<i>Fossá (2)</i>	39 Min 38 Max 39	9,5 Min 8,6 Max 10,4	1,7 Min 1,7 Max 1,8	7,61 Min 7,54 Max 7,67	77 Min 73 Max 81
<i>Laxá (2)</i>	42 Min 38 Max 45	7,4 Min 7,2 Max 7,6	1,9 Min 1,8 Max 2,1	7,68 Min 7,65 Max 7,71	73 Min 71 Max 74
<i>Kúludalsá (3)</i>	41 Min 37 Max 44	11,6 Min 10,7 Max 12,6	3,6 Min 3,4 Max 3,8	7,43 Min 7,28 Max 7,55	82 Min 80 Max 85
<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>

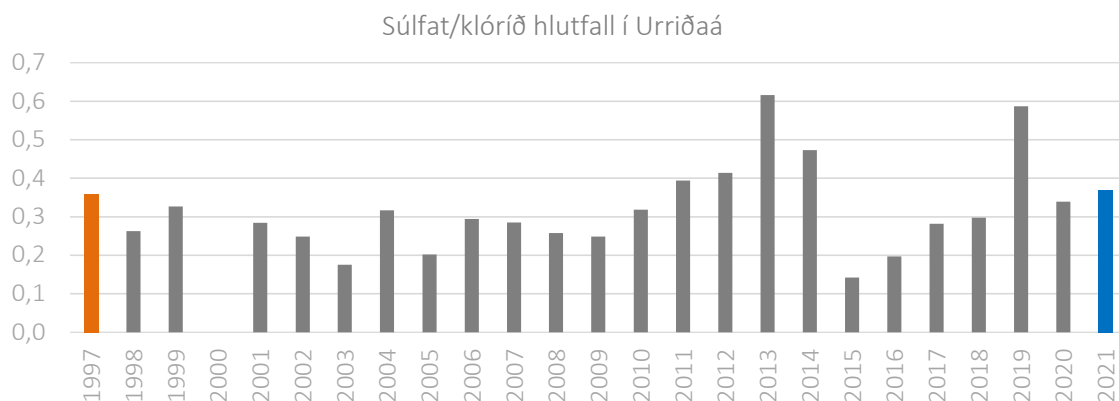
## b. Áhrif sjávar á mælingar

Mældur er styrkur klóríðs í vöktunaránum til að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysl vatni 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 mælinga. 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.



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

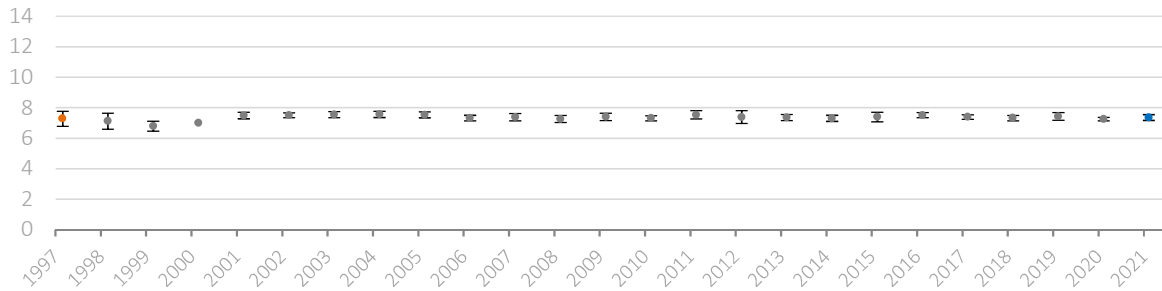
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfat/klóríð er sambærilegur meðaltali síðustu 10 ára. Magn súlfats mældist nokkuð undir meðaltali síðustu 10 ára. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



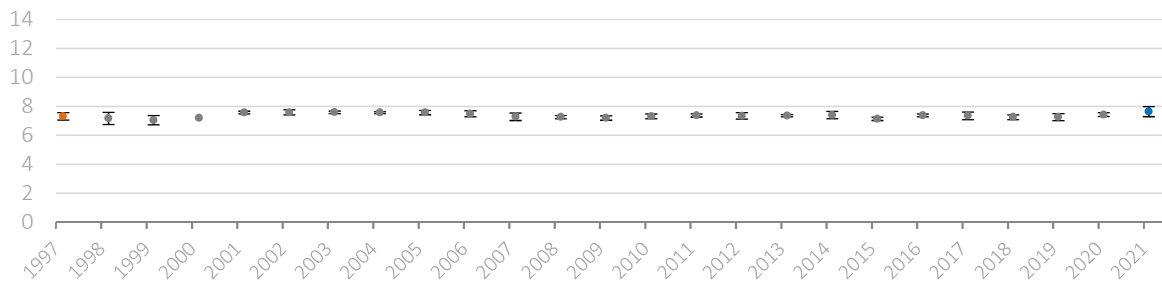
**MYND C.2** Meðaltal súlfat/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

### c. Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

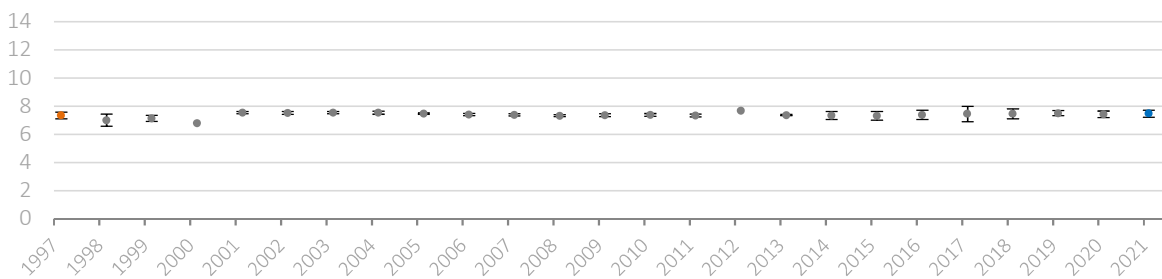
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2021 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2021. 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.

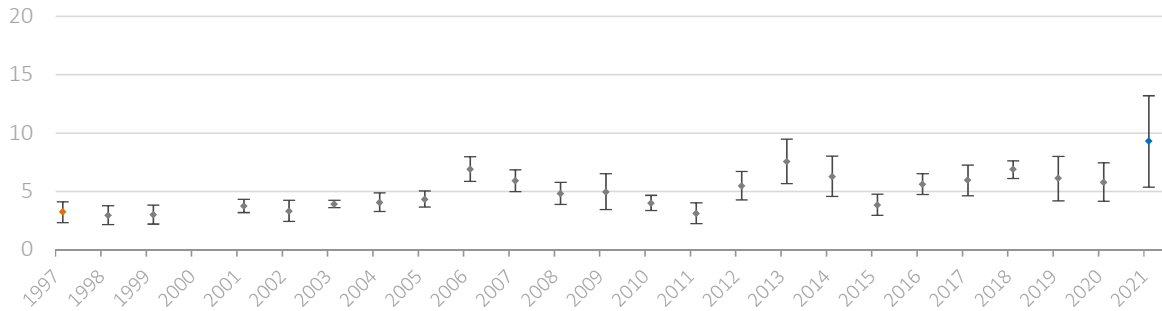


**MYND C.4** Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

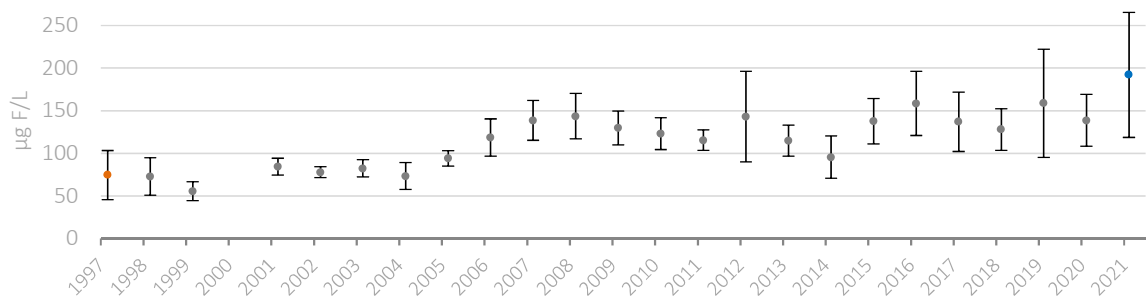


**MYND C.5** Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

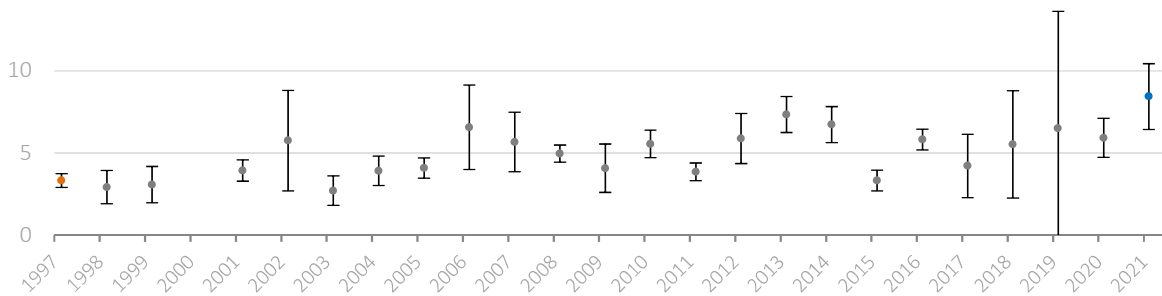
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á hlutfalli flúor/klóríð og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



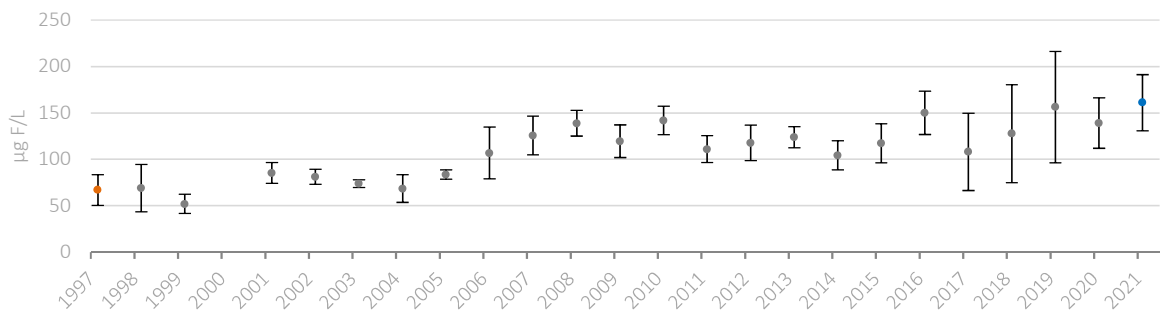
**MYND C.6** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



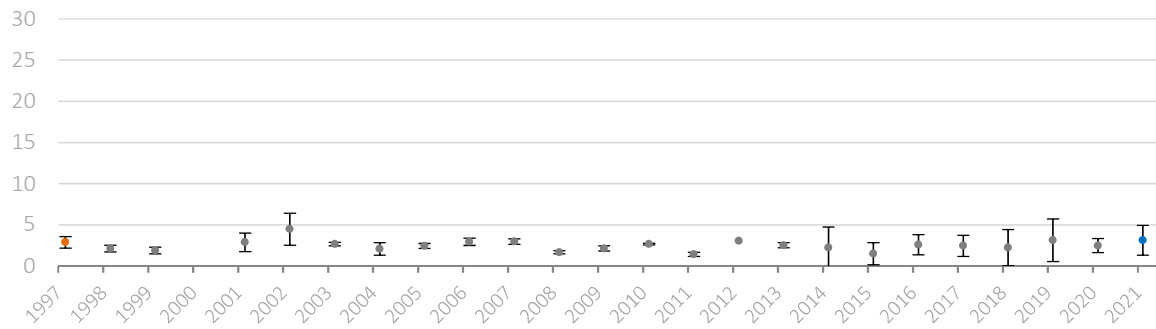
**MYND C.7** Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



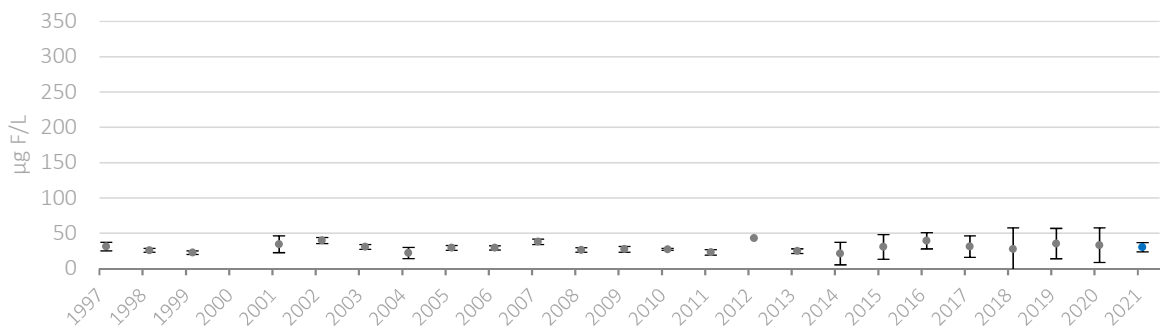
**MYND C.8** Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



**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, hæsta og lægsta gildi efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2021, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2014-2020, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	Sýaníð* (frítt) mg/L	Min Max	Sýaníð* (heild) mg/L	Min Max	F* mg/L	Min Max
1 Austurendi - 1 m	<0,0010	<0,0010	0,0011	<0,0010	1,30	1,19
		0,0016		0,0023		1,5
2 Austurendi - 4 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,25	1,2
		<0,0010		0,0011		1,3
3 Austanmegin - 1 m	0,0030	<0,0010	0,0043	<0,0010	1,45	1,23
		0,0079		0,012		1,77
4 Austanmegin - 4 m	0,0012	<0,0010	0,0012	<0,0010	1,39	1,21
		0,0025		0,0026		1,72
5 Miðja - 1 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,38	1,3
		<0,0010		<0,0010		1,46
6 Miðja - 4 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,26	1,25
		<0,0010		<0,0010		1,27
7 Vestanmegin - 1 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,22	1,19
		<0,0010		<0,0010		1,25
8 Vestanmegin - 4 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,23	1,21
		<0,0010		<0,0010		1,25
9 Vesturendi - 1 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,26	1,23
		<0,0010		<0,0010		1,29
10 Vesturendi - 4 m	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,26	1,25
		<0,0010		<0,0010		1,27
Kalastaðir	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,24	1,21
		<0,0010		<0,0010		1,29
Miðja fjarðar	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1,24	1,21
		<0,0010		<0,0010		1,27
Miðgildi 2014-2020 Kalastaðir	<0,0010		<0,0010			
Miðgildi 2014-2020 Miðja fjarðar	<0,0010		<0,0010			



**TAFLA D.2** Meðalstyrkur, hæsta og lægsta gildi efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2021, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2016-2020, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með \*.

Vöktunarstaður	As	Min	Cr	Min	Cu	Min	Ni	Min	Pb	Min	Zn	Min	Al*	Min	Fe*	Min	P*	Min	V*	Min
	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max	µg/L	Max
1 Austurendi - 1 m	1,83	1,43 2,45	0,40	0,3 0,6	0,56	0,5 0,65	<0,5	<0,5 0,74	<0,3	<0,3	2,00	<2 3	24,6	20,4 27	35,7	35 37	<40	<40 <40	2,17	1,9 2,4
2 Austurendi - 4 m	1,93	1,52 2,66	0,22	<0,1 0,4	<0,5	<0,5 0,5	0,55	<0,5 0,86	<0,3	<0,3	<2	<2 2	24,3	18,1 32,1	36,0	24 45	<40	<40 <40	2,10	1,8 2,4
3 Austanmegin - 1 m	1,92	1,52 2,57	0,37	0,2 0,6	<0,5	<0,5 0,65	1,02	<0,5 1,9	<0,3	<0,3	2,33	<2 3	29,6	14,7 44,9	40,0	23 67	<40	<40 <40	2,07	1,8 2,3
4 Austanmegin - 4 m	2,06	1,5 2,6	0,43	0,3 0,5	0,65	<1 0,93	1,00	<1 2	<0,3	<0,3	3,00	<2 5	30,1	18,1 44,3	42,7	27 71	<40	<40 <40	2,07	1,8 2,3
5 Miðja - 1 m	1,99	1,46 2,82	0,35	<0,1 0,6	0,64	<0,5 1	<0,5	<0,5 0,66	<0,3	<0,3	<2	<2 2	22,7	12,7 33	18,7	16 24	<40	<40 <40	2,07	1,8 2,3
6 Miðja - 4 m	2,22	1,44 2,68	0,37	0,2 0,5	0,52	<0,5 0,7	<0,5	<0,5 0,84	<0,3	<0,3	<2	<2 3	18,4	17 20,4	25,7	22 33	<40	<40 <40	2,00	1,8 2,2
7 Vestanmegin - 1 m	1,91	1,48 2,58	0,27	0,2 0,3	<0,5	<0,5 0,7	<0,5	<0,5 0,5	<0,3	<0,3	2,33	<2 3	24,0	17,2 33,1	34,0	28 43	<40	<40 <40	2,17	1,9 2,4
8 Vestanmegin - 4 m	1,98	1,42 2,71	0,37	0,3 0,5	<0,5	<0,5 0,75	<0,5	<0,5 0,61	<0,3	<0,3	2,33	<2 3	24,5	19,6 33,2	36,7	30 48	<40	<40 <40	2,23	1,9 2,6
9 Vesturendi - 1 m	1,52	1,47 1,56	0,53	0,3 1	<0,5	<0,5 0,7	<0,5	<0,5 0,58	<0,3	<0,3	2,33	<2 4	26,3	23,1 30,2	34,3	33 37	<40	<40 <40	2,17	1,9 2,4
10 Vesturendi - 4 m	1,39	1,24 1,48	0,23	0,2 0,3	<0,5	<0,5 0,7	<0,5	<0,5 0,5	<0,3	<0,3	2,67	<2 4	28,9	21,2 42,3	40,3	31 56	<40	<40 <40	2,20	1,9 2,4
Kalastaðir	1,61	1,51 1,8	2,63	0,3 7,2	0,54	<0,5 0,8	0,97	<0,5 2,42	<0,3	<0,3	2,00	<2 3	67,7	17,1 118	174,3	26 385	<40	<40 <40	2,50	2,2 2,9
Miðja fjarðar	1,49	1,46 1,53	0,60	0,3 1,1	0,55	<0,5 0,76	<0,5	<0,5 0,67	<0,3	<0,3	2,33	<2 3	42,4	37,5 51,2	58,3	50 73	<40	<40 <40	2,20	1,9 2,5
Kalastaðir Miðgildi frá 2016-2020	1,65		0,25		0,7		0,6		0,3		2		42,86		40		41		2,15	
Miðja fjarðar Miðgildi frá 2016-2020	1,87		0,25		0,5		0,5		0,3		3		28,73		40		40		2,15	

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 LÍFRÍKI SJÁVAR

### a. Dánartíðni

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

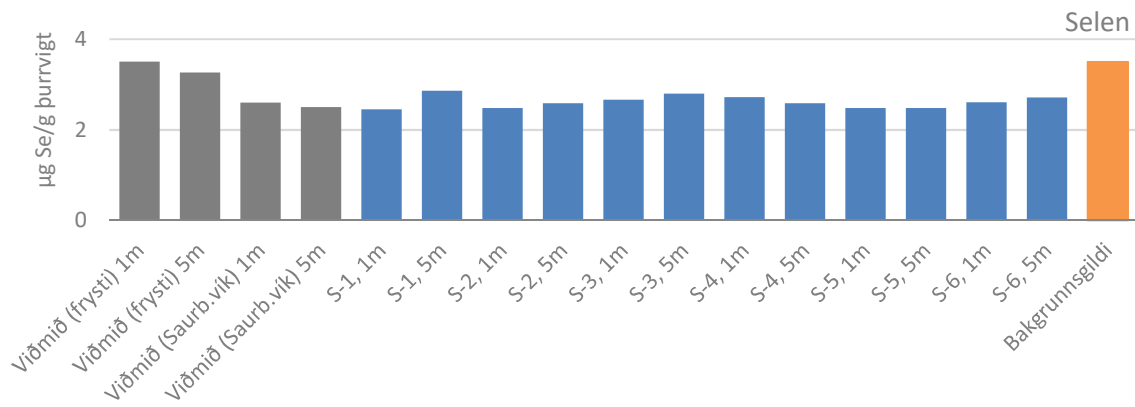
**TAFLA E.1** Samantekt á heildarfjölda og fjölda dauðra kræklinga í búrum

Stöð	Heildarfjöldi einstaklinga	Fjöldi dauðra einstaklinga	%*
Viðmiðunarsýni (fryst), 1m	120	5	4,2
Viðmiðunarsýni (fryst), 5m	120	2	1,7
S1-1	120	6	5,0
S1-5	120	4	3,3
S2-1	120	7	5,8
S2-5	120	6	5,0
S3-1	120	0	0,0
S3-5	120	6	5,0
S4-1	120	8	6,7
S4-5	120	3	2,5
S5-1	120	5	4,2
S5-5	120	5	4,2
S6-1	120	4	3,3
S6-5	120	2	1,7
Viðmiðunarsýni (Saurbæjarvík), 1m	120	4	3,3
Viðmiðunarsýni (Saurbæjarvík), 5m	80	5	6,3

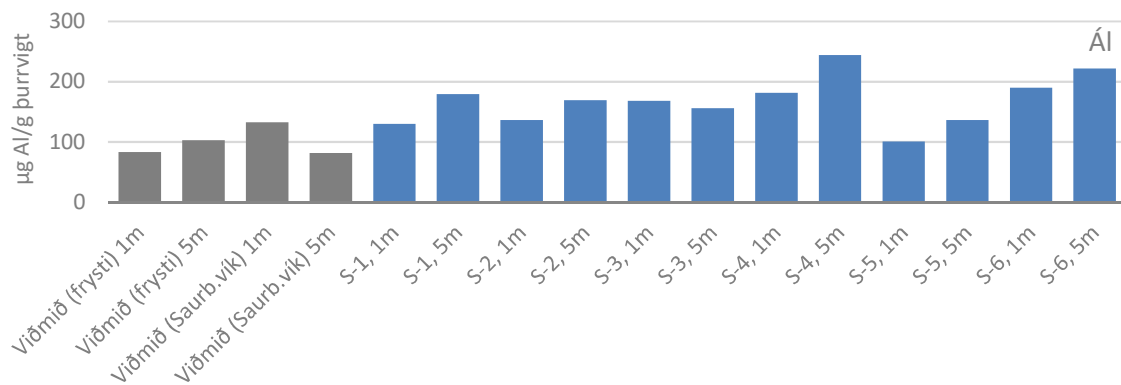
\* Miðað við 120 kræklinga í byrjun

### b. Mælingar á styrk ólífrænna snefilefna í kræklingi

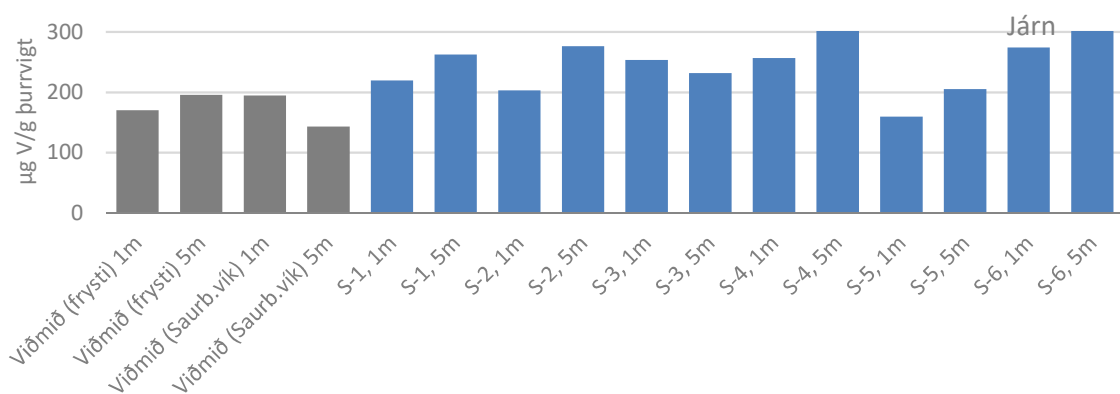
Niðurstöður mælinga á styrk selens, áls, járns og vanadíns í mjúkvef kræklinga frá öllum vöktunarstöðum og viðmiðunarsýnum má sjá á myndum E.1 – E.4.



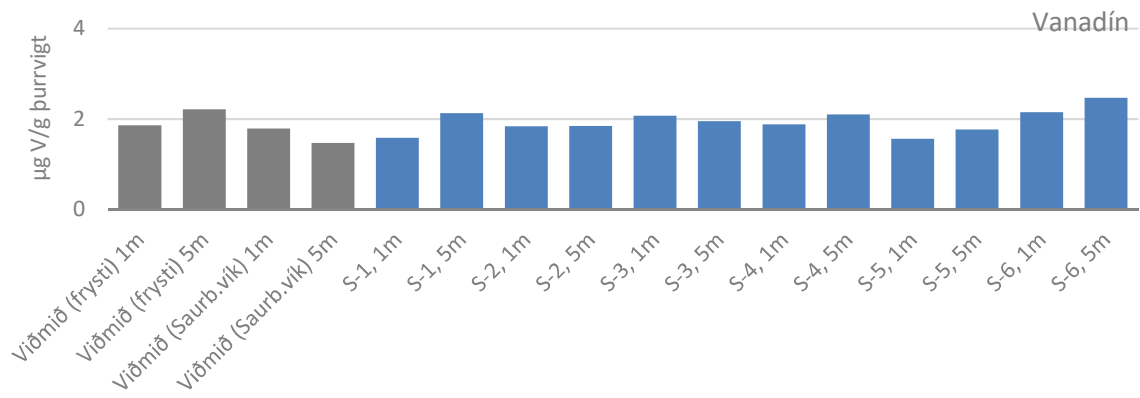
**MYND E.1** Styrkur selens í mjúkvef kræklinga 2021 og bakgrunnsildi fyrir styrk selens í kræklingi frá ómenguðum svæðum við Ísland.



**MYND E.2** Styrkur áls í mjúkvef kræklinga 2021.



**MYND E.3** Styrkur járn í mjúkvef kræklinga 2021.



**MYND E.4** Styrkur vanadíns í mjúkvef kræklings 2021.

## c. Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í kræklingi

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

**TAFLA E.2** Styrkur PAH efna í µg/kg (votvigt) í krækling eftir vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum.

Efni	Saubæjar-													
	Fryst-1m	vík 1m	S-1, 1m	S-1, 5m	S-2, 1m	S-2, 5m	S-3, 1m	S-3, 5m	S-4, 1m	S-4, 5m	S-5, 1m	S-5, 5m	S-6, 1m	S-6, 5m
naftalen	18,2*	28,6*	19,0*	22,3*	25,3*	21,2*	< 3	3,2*	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
asenaftýlen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
asenaften	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
flúoren	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
fenantren	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,54	0,74	0,61	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,81	< 0,5
antrasen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
flúoranten	0,77	1,2	0,85	1,1	1,6	1,2	1,3	1,1	1,1	0,93	0,99	0,91	1,6	1,6
pýren	0,63	1,1	0,70	0,67	1,1	0,98	0,80	0,75	< 0,5	< 0,5	0,55	0,51	1,3	0,90
benzó(a)antrasen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Krýsen	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(b)flúoranten	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(k)flúoranten	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
benzó(a)pýren	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
indenó(1,2,3-cd)pýren	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
dibenzó(a,h)antrasen	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
benzó(ghi)perýlen	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Summa PAH <sub>16</sub> efna**	1,4	2,3	1,5	2,3	3,5	2,7	2,1	1,9	1,1	0,93	1,5	1,4	3,7	2,5
% þurrvigt	19	25		24	24	22	24	22	23		24	23	23	

Blámerkt gildi eru gildi yfir magngreiningarmörkum

\*Sýni menguðust við sýnatöku

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

#### d. Mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH) í seti

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

**TAFLA E.3** Styrkur PAH efna í µg/kg (þurrvig) í seti eftir vöktunarstöðum og í viðmiðunarsýnum.

Efni	S-1,	S-2,	S-3,	S-4,	S-5,	S-6,	Viðmiðunarsýni Saurbæjarvík
naftalen	5,2	67,0	15,7	4,7	3,8	15,7	<3
asenaftýlen	<1	11,4	0,38	1,2	<1	0,43	<1
asenaften	6,9	58,6	16,4	2,7	1,8	29,9	1,2
flúoren	8,2	121	19,0	4,7	2,2	20,8	2,2
fenantren	25,9	368	55,2	23,0	4,7	43,4	7,9
antrasen	7,8	115	10,9	11,9	2,1	11,1	3,1
flúoranten	35,1	433	73,2	58	7,5	66,2	9,5
pýren	31,8	338	59,3	57,5	9,8	57,4	16,7
benzó(a)antrasen	15,1	190	22,4	25,1	4,3	36,4	4,1
krýsen	15,9	163	28,3	23,9	3,5	36,7	7,0
benzó(b)flúoranten	22,5	158	29,3	28,2	8,7	43,8	10,5
benzó(k)flúoranten	10,1	76,8	13,3	14,4	4,5	18,9	4,5
benzó(a)pýren	21,8	186	26,8	29,9	7,1	44,2	10,2
indenó(1,2,3-cd)pýren	17,1	97,3	18,6	23,7	9,0	26,3	11,4
dibenzó(a,h)antrasen	3,9	24,4	4,8	4,8	1,5	7,9	2,0
benzó(ghi)perýlen	12,9	87,3	14,6	17,7	4,8	24,5	9,5
Summa PAH <sub>16</sub> efna	240	2.495	408	332	75,2	484	100

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

	I	II	III	IV	V
	Bakgrunn	God	Moderat	Dárlig	Svært dárlig
Eining (µg/kg), þurrvig	Bakgrunnur	Engin eituráhrif	Síðkomin áhrif eftir langa viðkomu (exposure)	Bráð eituráhrif eftir stutta viðkomu (exposure)	Mikil og útbreidd bráð áhrif
naftalen	<2	2-290	290-1000	1000-2000	>2000
asenaftýlen	<1,6	1,6-33	33-85	85-850	>850
asenaften	<2,4	2,4-160	160-360	360-3600	>3600
flúoren	<6,8	6,8-260	260-510	510-5100	>5100
fenantren	<6,8	6,8-500	500-1200	1200-2300	>2300
antrasen	<1,2	1,2-31	31-100	100-1000	>1000
flúoranten	<8	8-170	170-1300	1300-2600	>2600
pýren	<5,2	5,2-280	280-2800	2800-5600	>5600
benzó(a)antrasen	<3,6	3,6-60	60-90	90-900	>900
krýsen	<4,4	4,4-280	280-280	280-560	>560
benzó(b)flúoranten	<46	46-240	240-490	490-4900	>4900
benzó(k)flúoranten		<210	210-480	480-4800	>4800
benzó(a)pýren	<6	6-420	420-830	830-4200	>4200
indenó(1,2,3-cd)pýren	<20	20-47	47-70	70-7000	>7000
dibenzó(a,h)antrasen	<12	12-590	590-1200	1200-12000	>12000
benzó(ghi)perýlen	<18	18-21	21-31	31-310	>310
Summa PAH <sub>16</sub> efna	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000

## e. Staðsetningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnsets

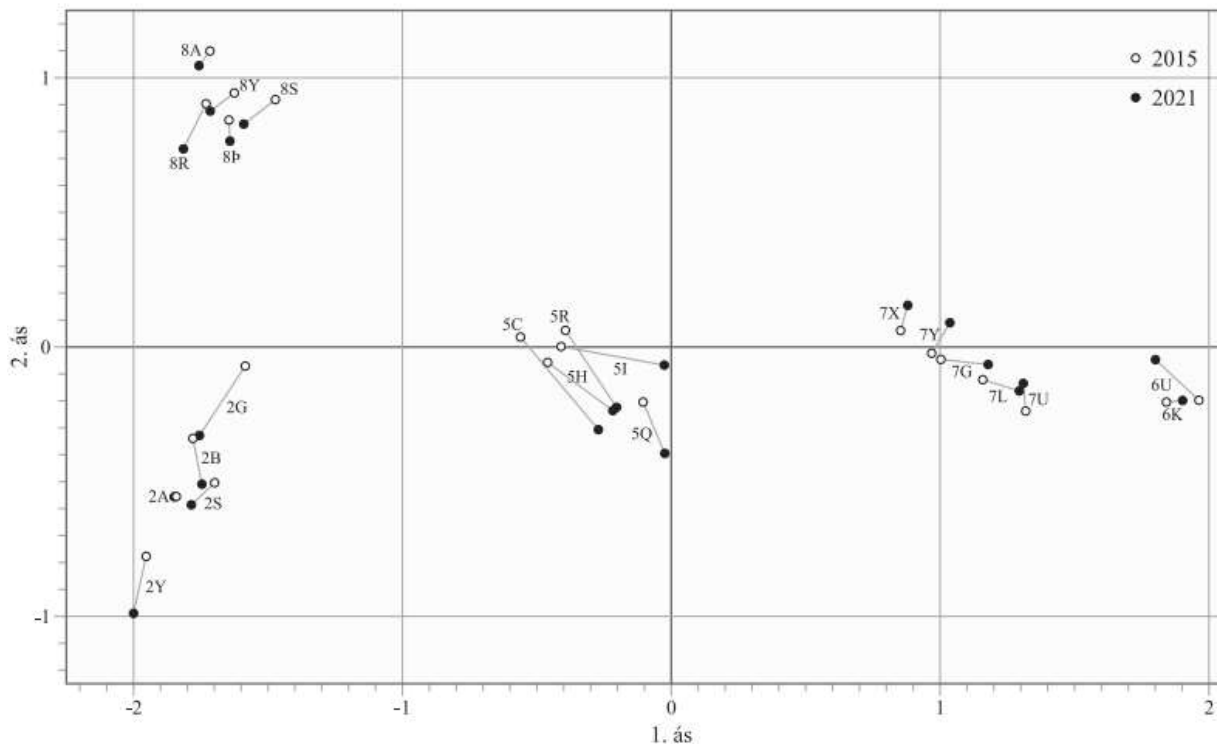
Númer stöðva, GPS staðsetningar botngreipastöðva við Grundartanga og viðmiðunarstaðar í Saurbæjarvík, dýpi og lýsingu á stöðvum og setsýnum má sjá í töflu E.5.

**TAFLA E.5** Staðsetningar og lýsingar á vöktunarstöðum botnsets við iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

Stöð	N-breidd	V-breidd	Lýsing á stöðvum	Dýpi árið 2021 faðmar / metrar	Lýsing á seti
1	64°21,639'	21°45,369'	Utan við grynningar út af Katanesi	7,9 / 14,2	Nokkuð fínt set, gott sýni. Töluvert af skeljabrotum, slöngustjörnum og kóralþörungum.
2	64°21,551'	21°46,348'	Um 230 m austan við bryggjukant Grundartangahafnar	5,6 / 10,1	Fínt set, gott sýni. Lítið af sjáanlegum þörungum og dýrum.
3	64°21,005'	21°47,220'	Um 650 m vestan við grjótgarð kerbrotagryfju	8,0 / 14,4	Fínt set en töluvert af kóralþörungum og skeljabrotum.
4	64°20,005'	21°48,945'	Um 3 km vestan við verksmiðjussvæðið á Grundartanga, við Galtarvíkurhöfða	11,8 / 21,2	Nokkuð fínt set. Prófað nokkrum sinnum í kringum en sýnin ýmist sandur/gróft set eða greipin tóm (harður botn).
5	64°21,694'	21°44,842'	Utan við Katanes, um 450 m austan við stöð 1	7,3 / 13,2	Fínt set, gott sýni. Töluvert af skeljabrotum, kóralþörungum, slöngustjörnum og öðrum smáum dýrum.
6	64°21,097'	21°47,138'	Um 250 m vestan við bryggjukant, við grjótgarð kerbrotagryfju	6,8 / 12,2	Nokkuð fínt set, þó mögulega grófara en innar í firðinum.  2016 var prófað fyrst á 64°21,119';21°47,070' (13,5 m) og 64°21,124';21°47,038' (16 m) en sýnin þar of sandkennd/gróf.
Viðmið	64°24,028'	21°35,824'	Í Saurbæjarvík, um 8 km austan við Katanes	10,3 / 18,5	Fínt set, gott sýni. Dálítið af skeljabrotum og slöngustjörnum.

## VIÐAUKI F MÓAREITIR

Til að bera saman mismunandi reiti og breytingar milli ára var gerð DCA-hnitun (Detrended correspondence analysis) á gögnunum með hjálp „vegan“-pakkans (Oksanen o.fl. 2007) í tölfraeðiforritinu R (R Core Team 2021). Um er að ræða fjölbreytugreiningu þar sem hverjum reit eru fundin hnit í tvívíðu rúmi sem grundvallast á breytilegri þekju allra tegunda sem mældar voru í viðkomandi reitum. Leitast er við að draga saman upplýsingarnar sem fólgnar eru í margvíðu rúmi (með jafnmarga ása og fjöldi tegunda). Fyrsti ásinn skýrir stærstan hluta af breytileika í gagnasafni, annar ás þann næstmesta og síðan koll af kalli. Að jafnaði láta menn nægja að skoða fyrstu tvo ásana enda skýra þeir mestan hluta breytileikans [13].



**MYND 11.1** DCA-hnitun á reitunum fimm sem mældir voru 2015 og 2021. 1. Ás skýrir u.þ.b. 60% af þeim breytileika sem fjórir fyrstu ásarnir skýra og 2. Ás u.þ.b. 20% .



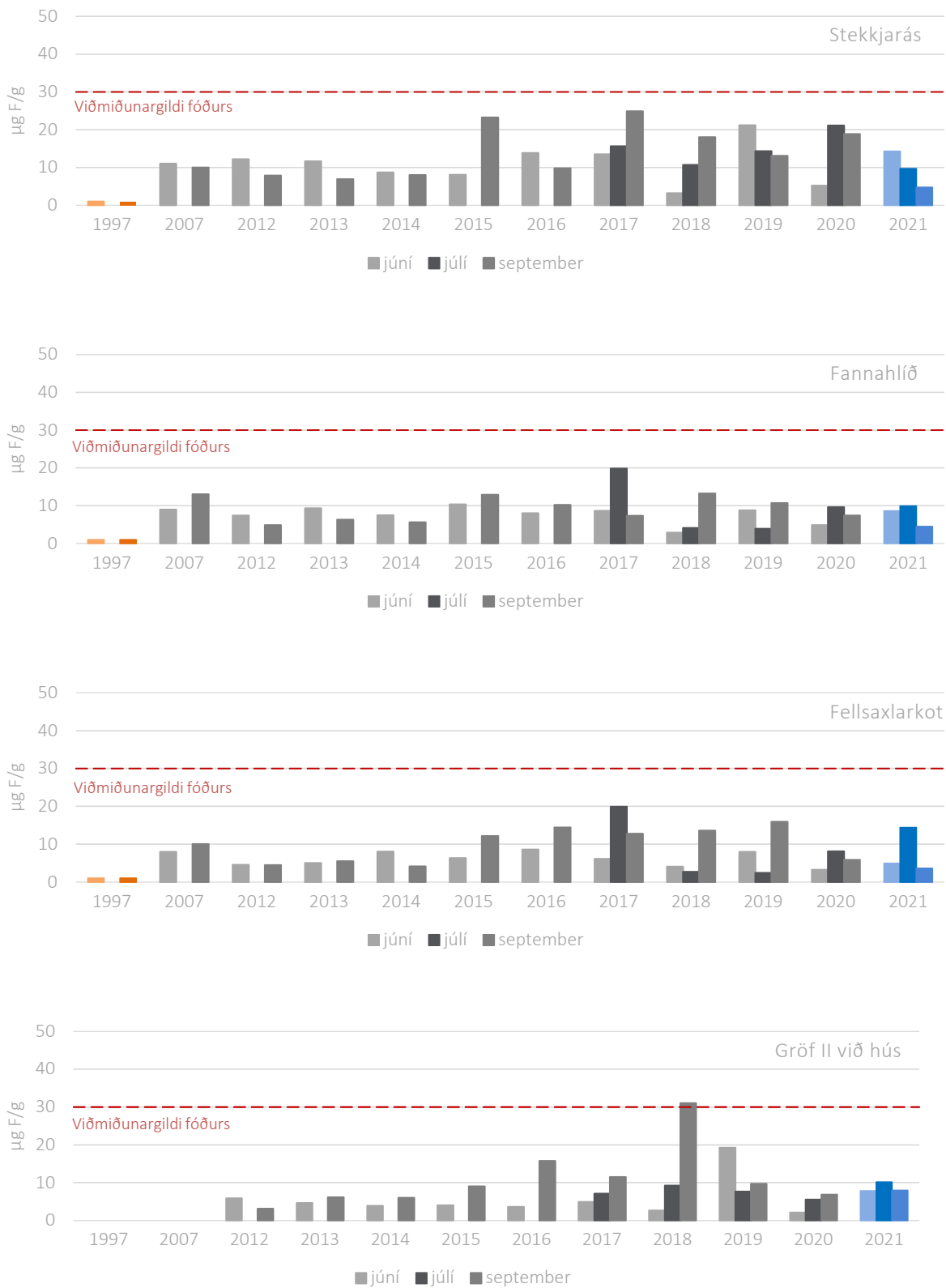
## VIÐAUKI G GRÓÐUR

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 2020 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 82 sýnum af grasi og laufi og 56 sýnum af barri.

### a. Flúor í grasi

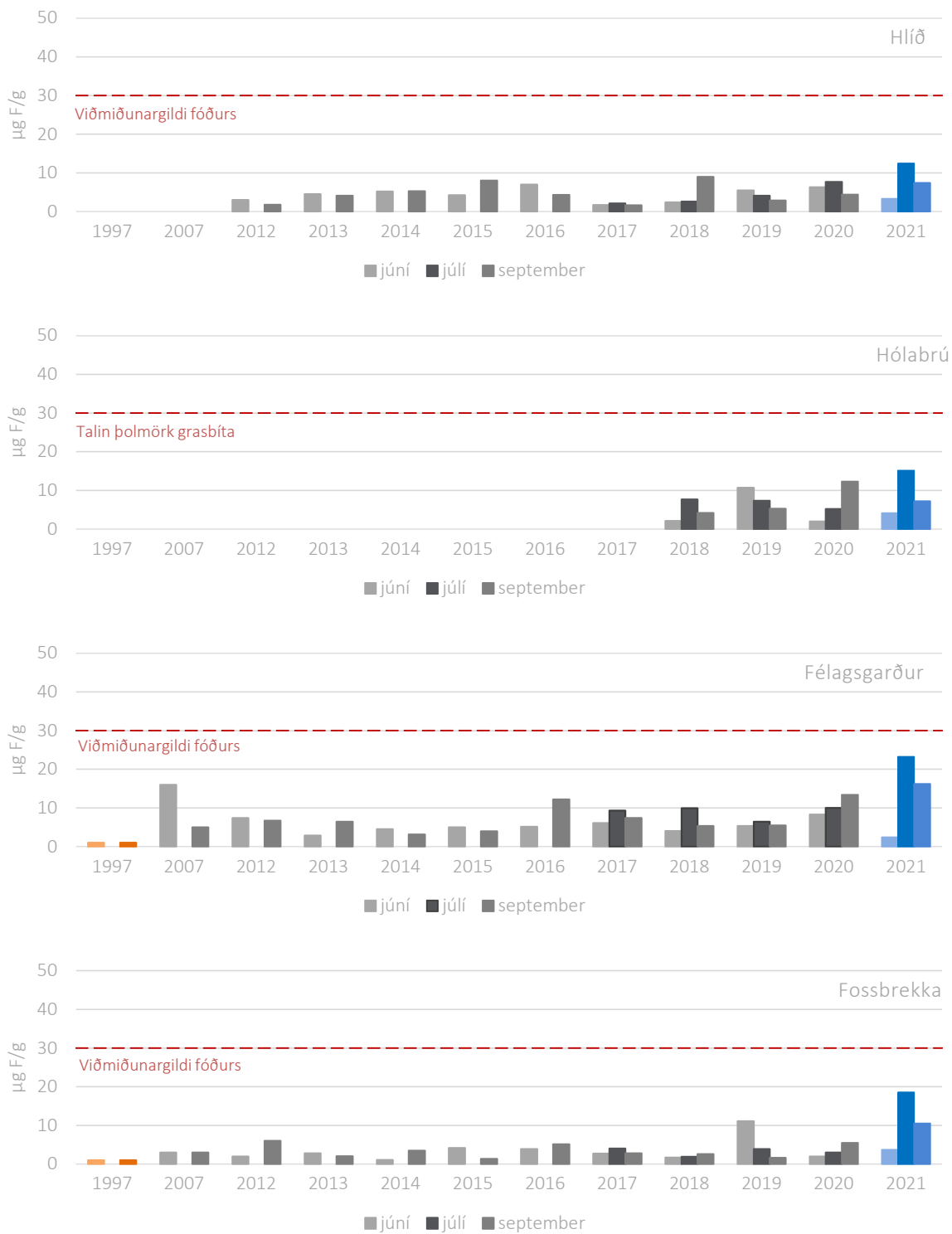
Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd G.1, fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2012-2021 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hófust mælingar árið 2009 og við Gröf II við hús árið 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011 og við Hólabrú árið 2018. Til viðmiðunar eru tekin sýni í Skorradal. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [16] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [15]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2011, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

## Flúor í grasi



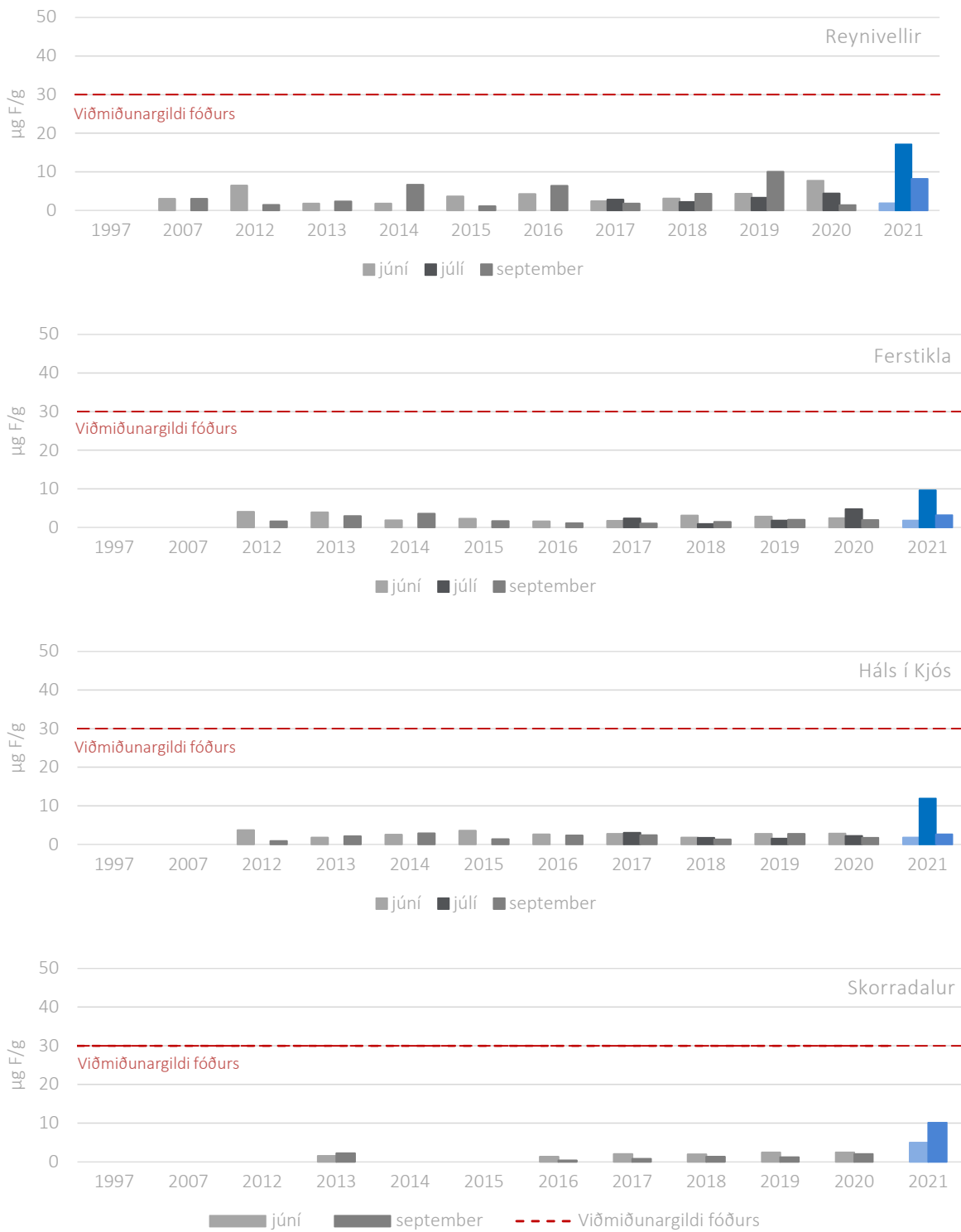
**MYND G.1** Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í grasi (framhald)



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

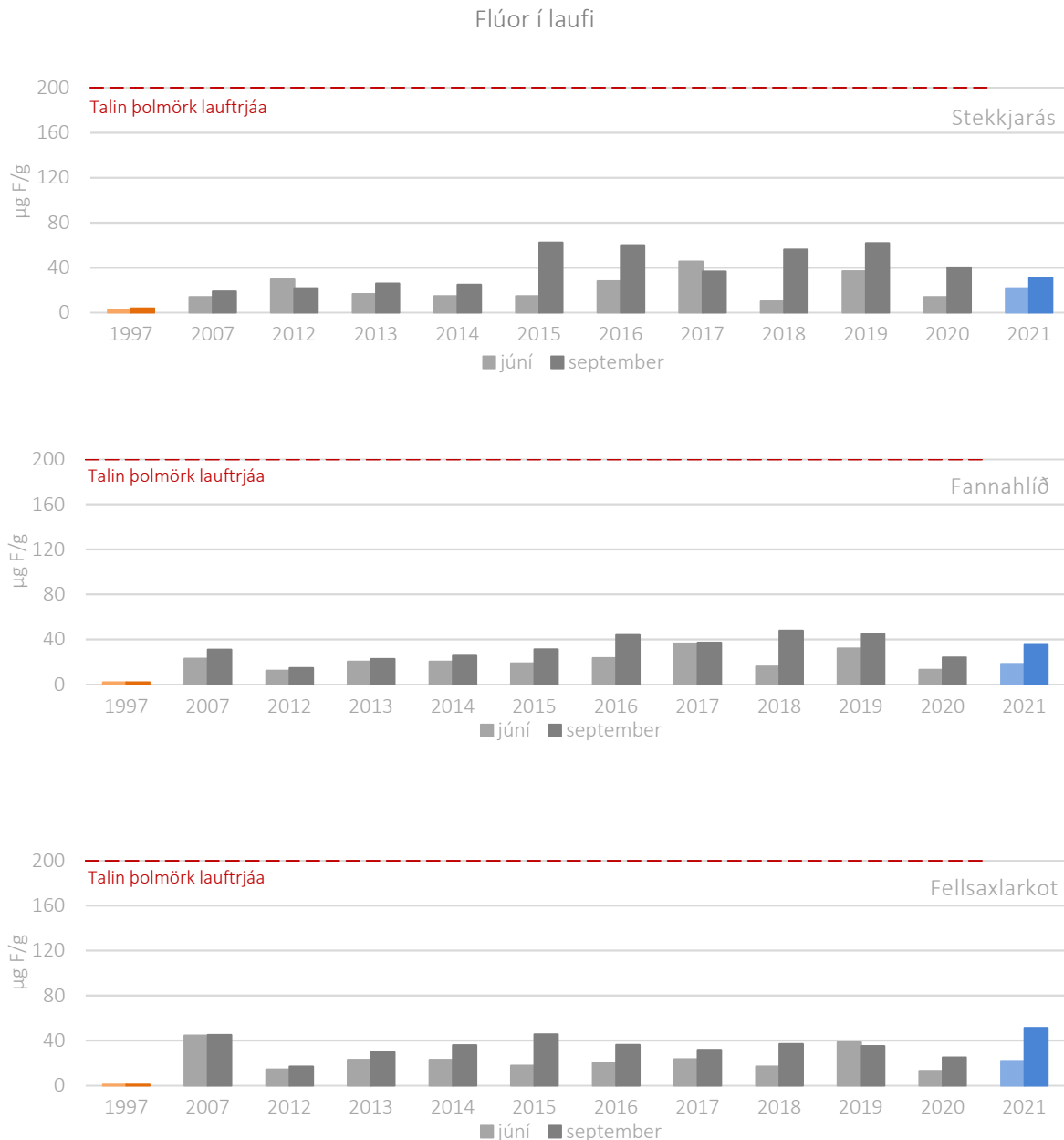
### Flúor í grasi (framhald)



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

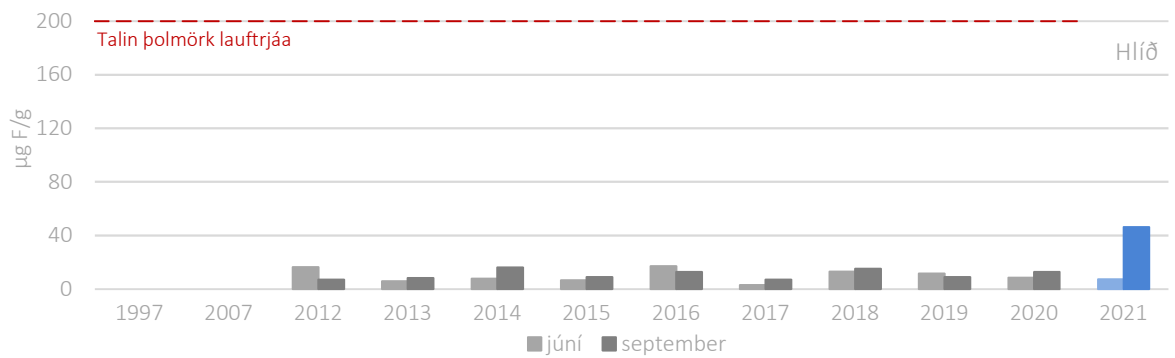
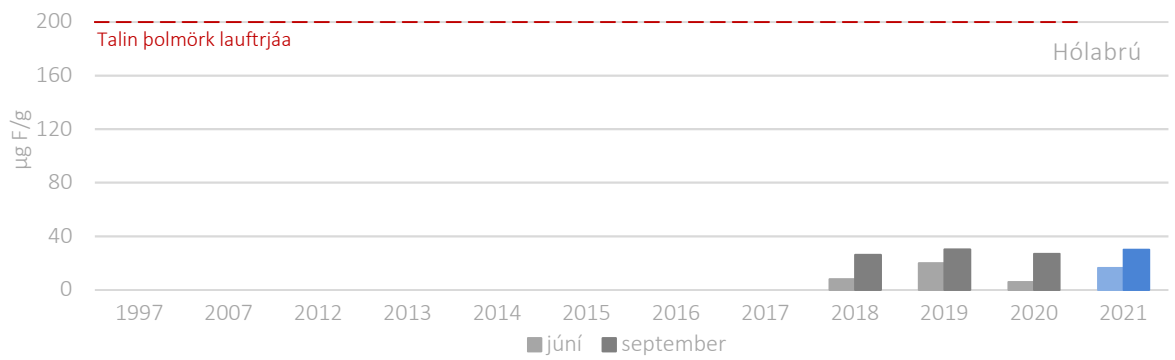
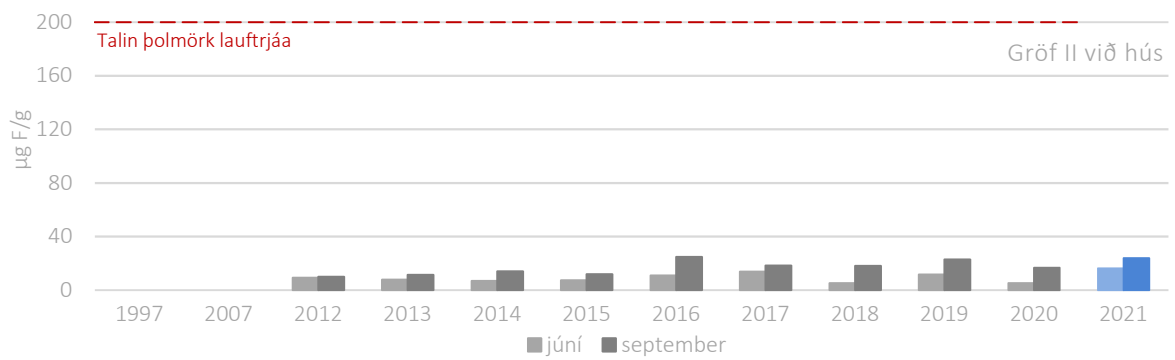
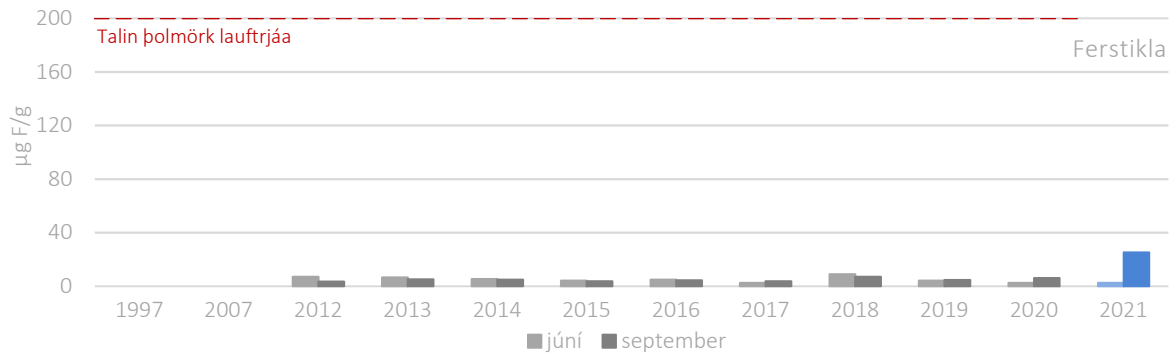
**b. Flúor í laufi**

Meðalstyrk flúors í laufi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd G.2 fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2012 - 2021 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 og árið 2018 hófust mælingar við Hólabrú. Mælingar í Skorradal fóru áður fram árið 2013 og síðan árlega frá árinu 2016. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g [15]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2011, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.



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

### Flúor í laufi (framhald)

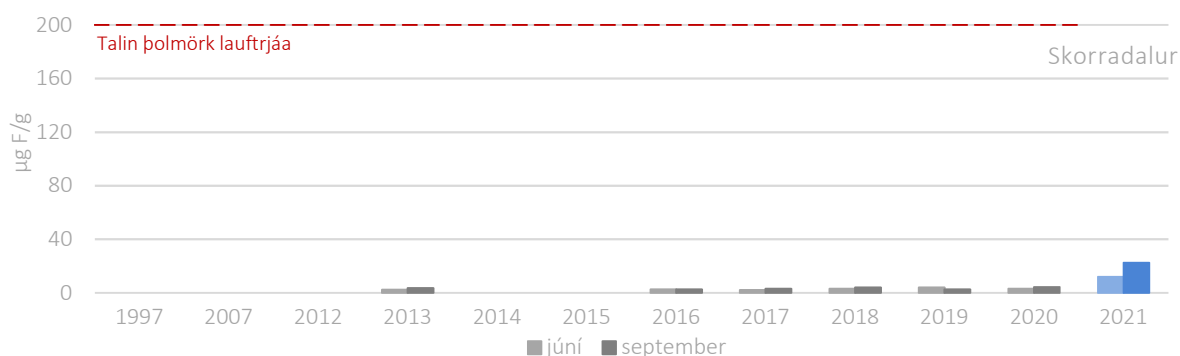


**MYND G.2** (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



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

### Flúor í laufi (framhald)

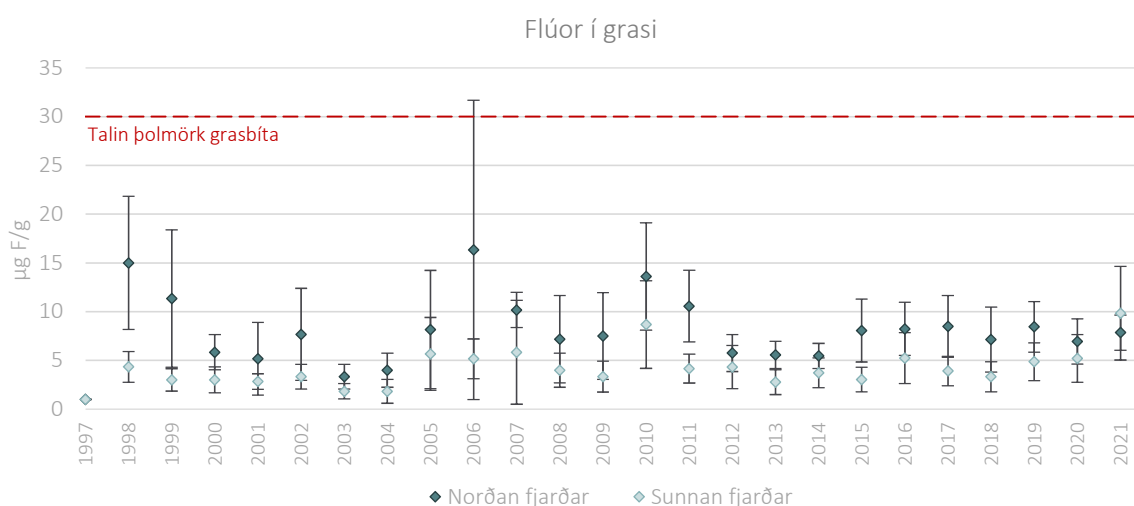


**MYND G.2** (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

### c. Tölfræðiniðurstöður gróðurs

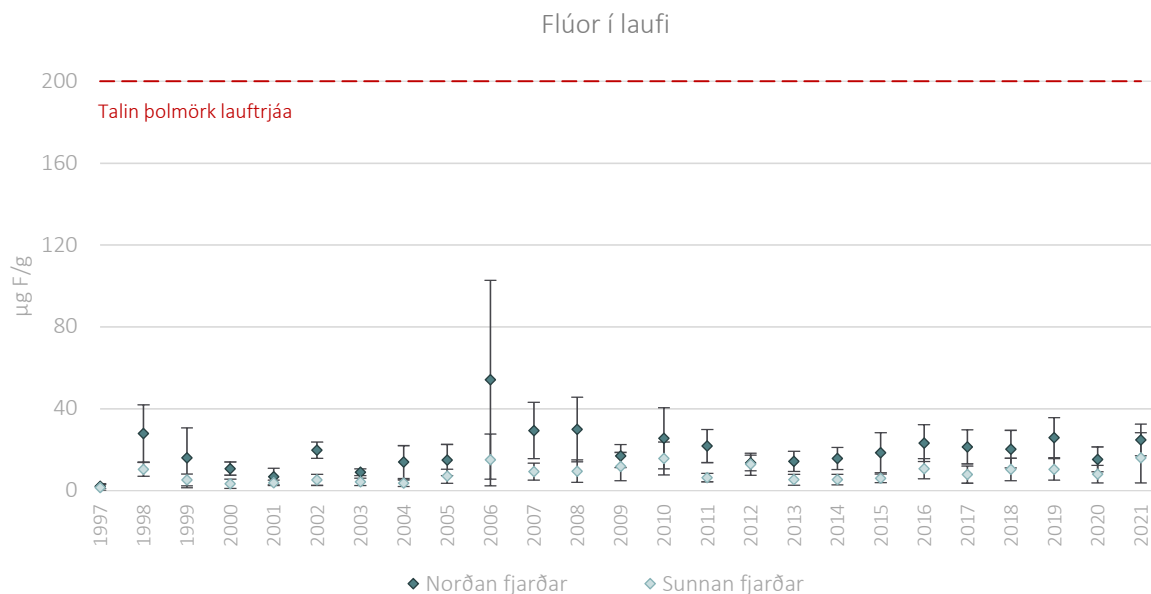
Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 - 2021 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræðiútreikninga á vöktunarmælingum fyrir gróður árin 1997 - 2021 eru birt á eftirfarandi myndum G.3 - G.6.

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

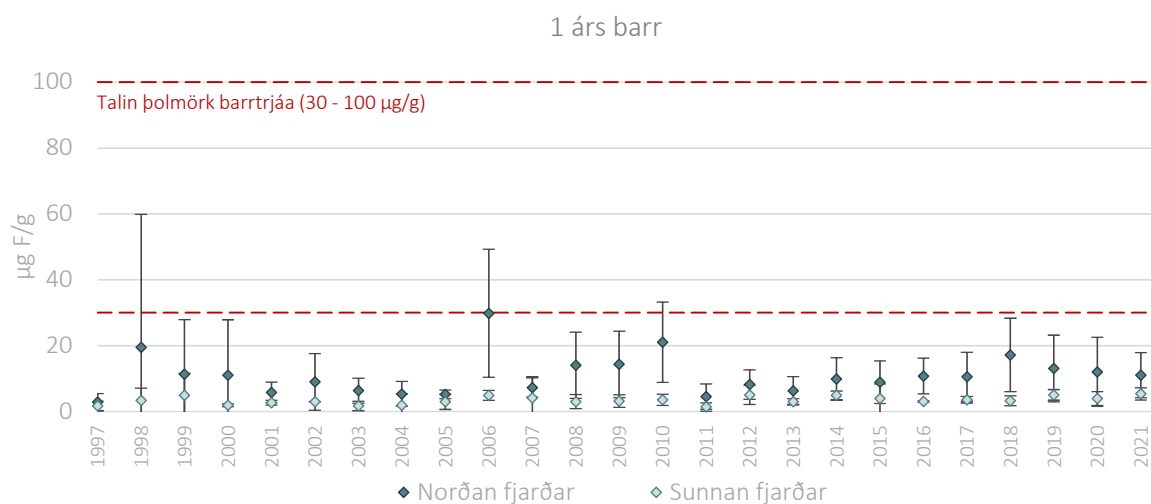


**MYND G.3** Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.

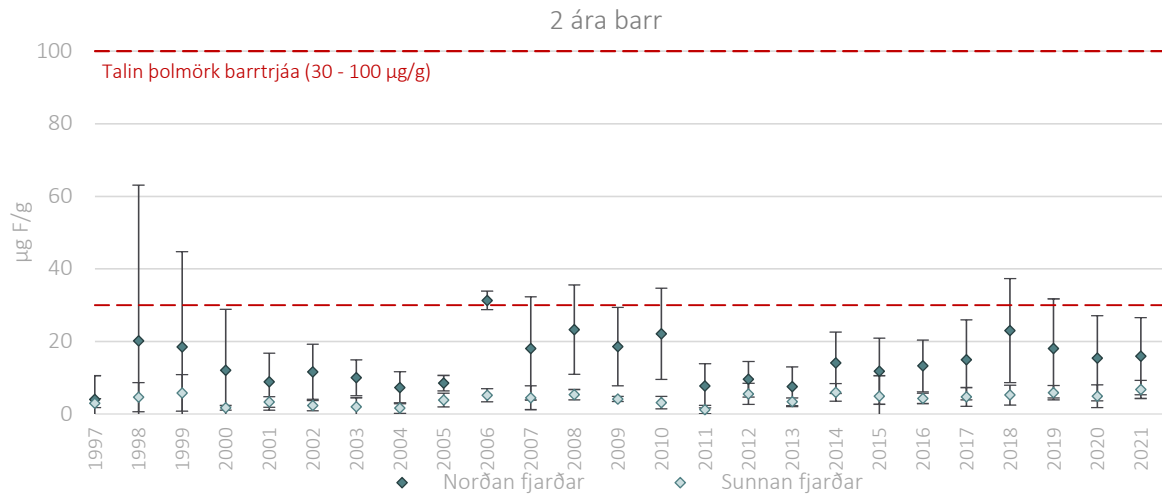




**MYND G.4** Meðalstyrkur flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



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



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

## VIÐAUKI H GRASBÍTAR

Styrkur flúors var mældur í beinösku í samtals 105 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 H.1) og yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár (tafla H.2) og eru öll gildi flúors miðuð við þurrefni [22].

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

**TAFLA H.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	4	4	3	4	1	0
	Hóll	4	1*	4	3	0	0
	Hrafnabjörg	4	3*	4	4	0	0
	Innri Hólmur	4	3*	4	4	0	0
	Skipanes	4	5	4	5	0	0
	Skorholt	4	5	4	5	0	0
	Vestri Reynir	4	2	4	2	0	0
	Vogatunga	4	4	4	4	0	0
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	4	4	4	4	0	0
	Kiðafell	4	3	4	3	0	0
	Meðalfell	4	0	4	0	0	0
<b>Viðmiðunarsýni – sauðfé</b>							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsnes)	4	4	4	4	1	0
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðar)	4	3	4	3	0	1
	Samtals	<b>57</b>	<b>48</b>				

\* Ekki reyndist unnt að meta ástand glerungs hjá 6 dýrum, þar sem allar framtennur vantaði.

**TAFLA H.2** Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lágsta og hæsta meðalstyrk á hverjum vöktunarbæ. Þau gildi sem eru skv. niðurstöðum norskra rannsókna hærrí en viðmiðunarmörk, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg F/g þurrefni [19, 24]), 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	2.837	2.347	3
	979	2.484	5
	849	1.381	5
	2.700	1.332	2
	1.484		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	1.770 / (849 - 2.873)	1.886 / (1.332-2.484)	
Eystri Leirárgarðar	220	555	7
	222	634	7
	220	630	8
	341	758	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	251 / (220 - 341)	644 / (555 - 758)	
Hóll	331	688	5
	283	735	5
	489	822	10
	489		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	398 / (283 - 489)	748 / (688 - 822)	
Hrafnabjörg	550	1.317	10
	352	1.088	8
	292	1.647	8
	256		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	363 / (256 - 550)	1.351 / (1.088 - 1.647)	
Innri Hólmur	360	2.882	10
	338	2.178	6
	342	1.949	5
	384	2.312	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	356 / (338 - 384)	2.330 / (1.949 - 2.882)	
Skipanes	246	867	7
	313	1.321	7
	327	1.046	7
	231	904	6
		1.028	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	279 / (231 - 327)	1.033 / (867 - 1.321)	
Skorholt	255	858	6
	754	748	6
	261	1.060	7
	228	936	7
		834	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	375 / (228 - 754)	887 / (748 - 1.060)	
Vestri Reynir	483	959	1
	341	808	6
	553		
	435		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	453 / (341 - 553)	884 / (808 - 959)	
Vogatunga	416	1.559	5
	545	1.181	8
	523	1.042	7
	514	981	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	500 / (416-545)	1.191 / (981 - 1.559)	

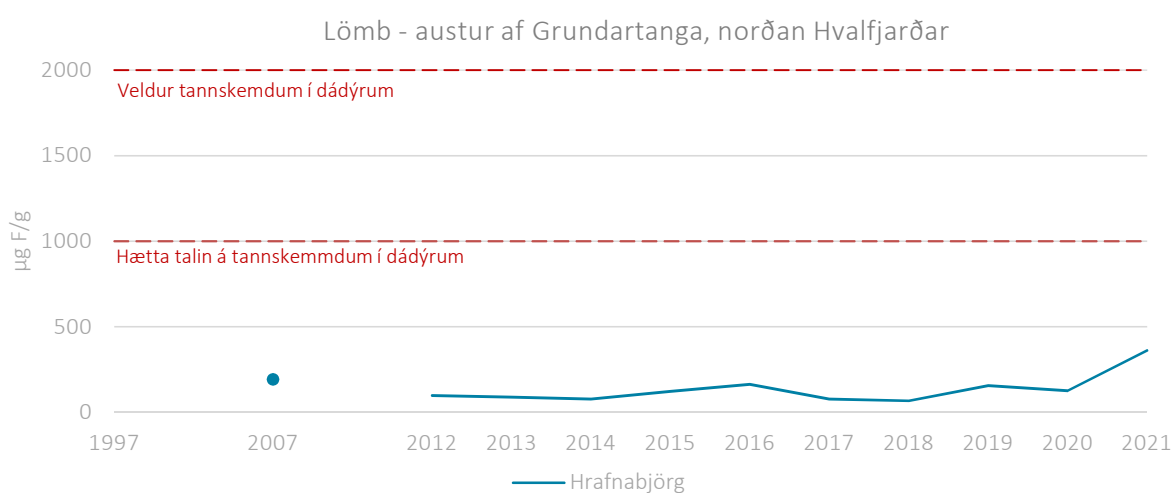
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
<b>Sunnan fjarðar</b>			
Grímsstaðir	573	1.015	7
	542	1.121	7
	589	1.349	6
	497	1.113	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	550 / (497 - 589)	1.150 / (1.015 - 1.349)	
Kíðafell	517	869	8
	456	562	7
	354	802	8
	236		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	391 / (236 - 517)	744 / (562 - 869)	
Meðalfell	652		
	625		
	464		
	384		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	531 / (384 - 652)	Engin sýni bárust	
<b>Viðmiðunarstaðir</b>			
Bjarnarhöfn	140	895	7
	142	772	7
	148	546	7
	155		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	146 / (140 - 155)	738 / (546 - 895)	
Skjaldfönn	84	140	4
	100	110	4
	71	97	1
	85	241	4
Meðalstyrkur / (Min-Max)	85 / (71 - 100)	147 / (97 - 241)	

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

### Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

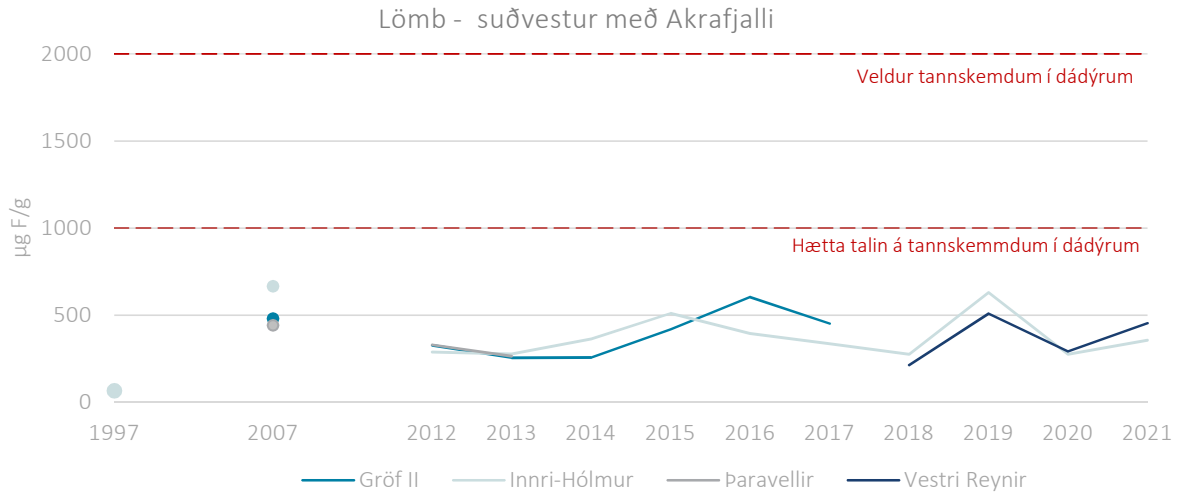
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2012-2021 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við.

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 H.1. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en engin breyting var á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2021 miðað við árin 1999, 2007 og 2021. (mynd H.11).



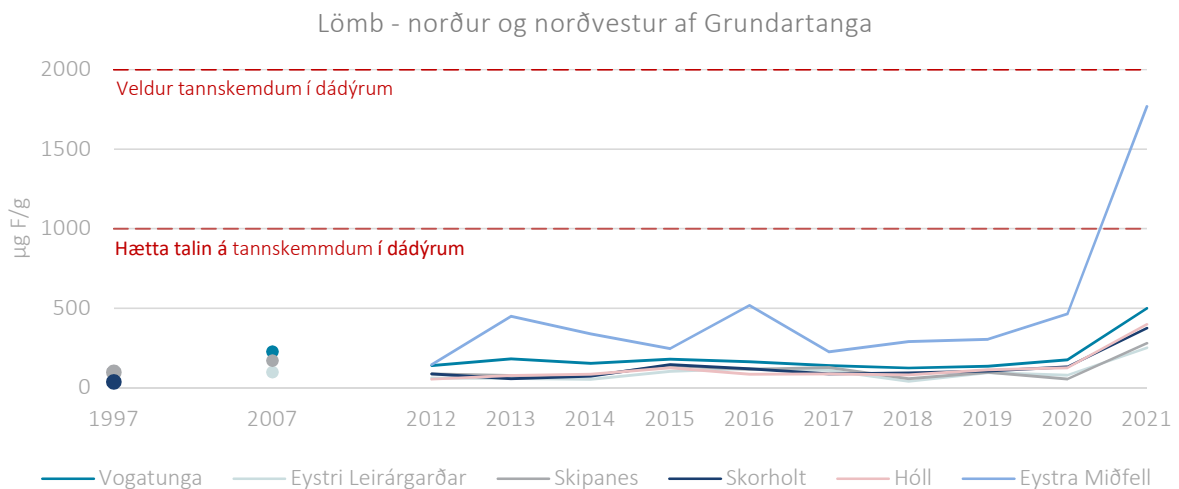
**MYND H.1** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd H.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 2021 miðað við árið 1997, hins vegar var engin breyting samanborið við árið 2007. Marktæk hækkun var á meðalstyrk flúors milli árana 2020 og 2021 (mynd H.12).



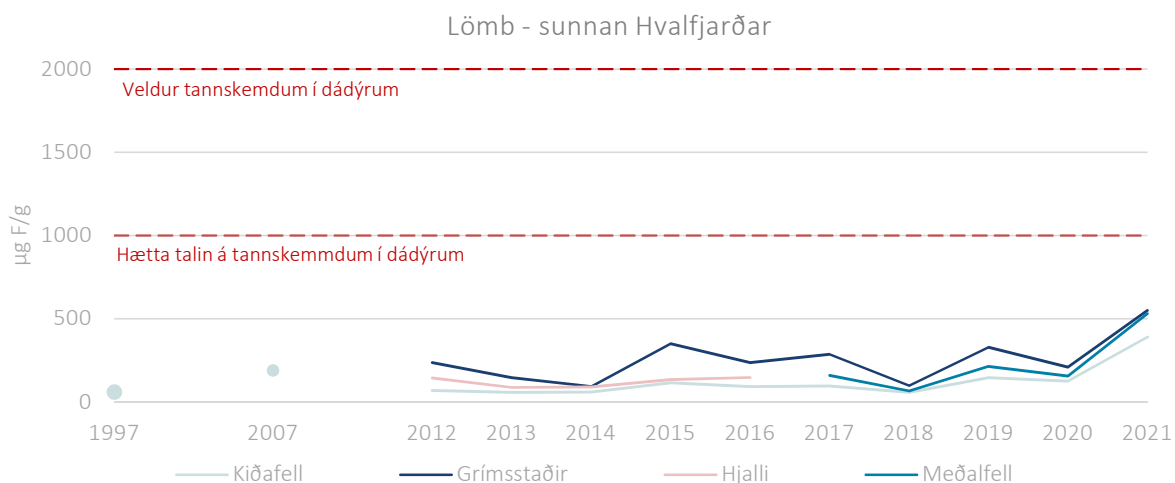
**MYND H.2** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd H.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 2021 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Marktæk hækkun var á meðalstyrk flúors milli árunna 2020 og 2021 (mynd H.13).



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

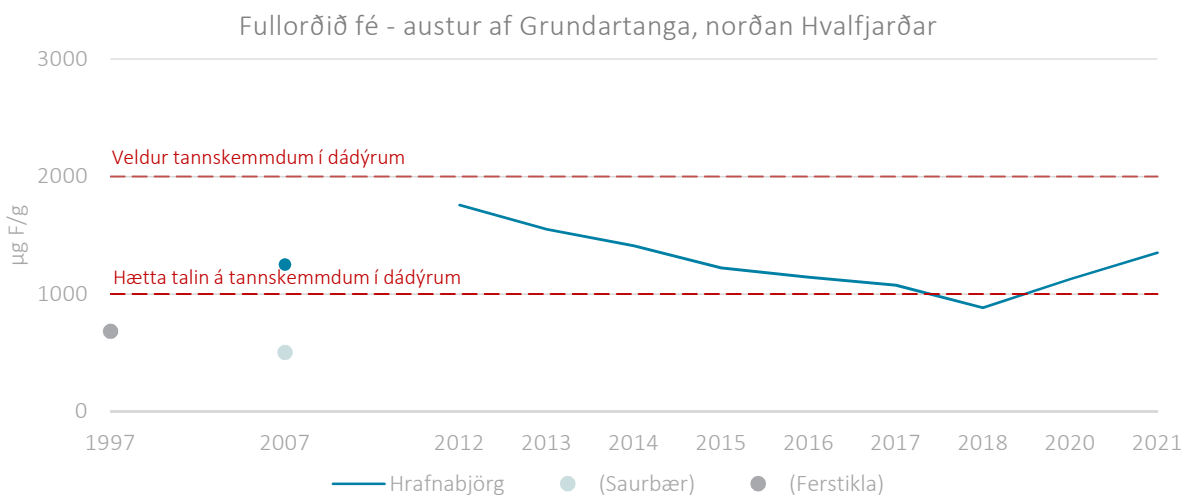
Mynd H.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2021 miðað við árin 1997, 2007 og 2020 (mynd H.14).



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

#### Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

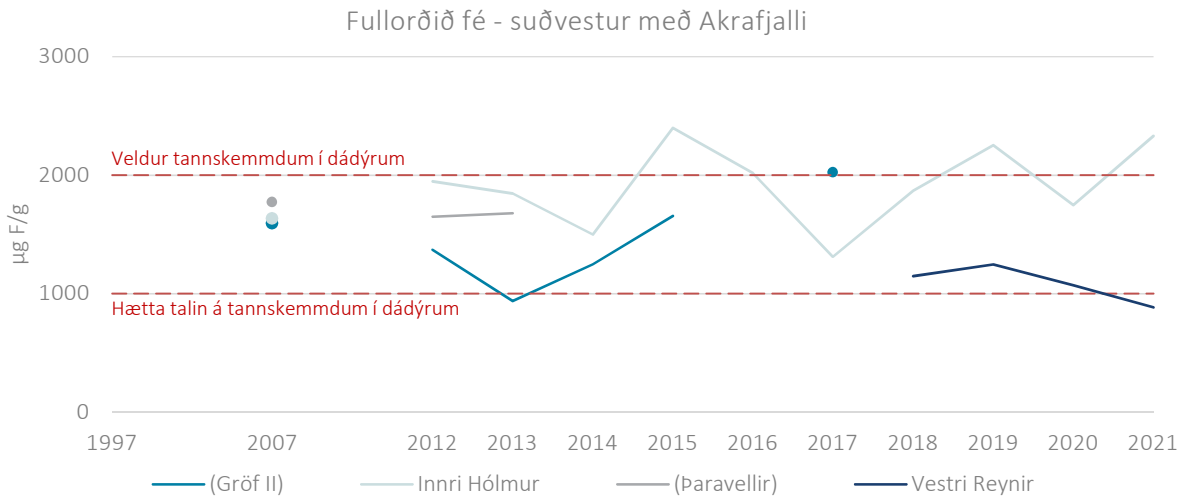
Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu (mynd H.5). Árið 2021 var hækkun á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007 né 2020 (mynd G.17).



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

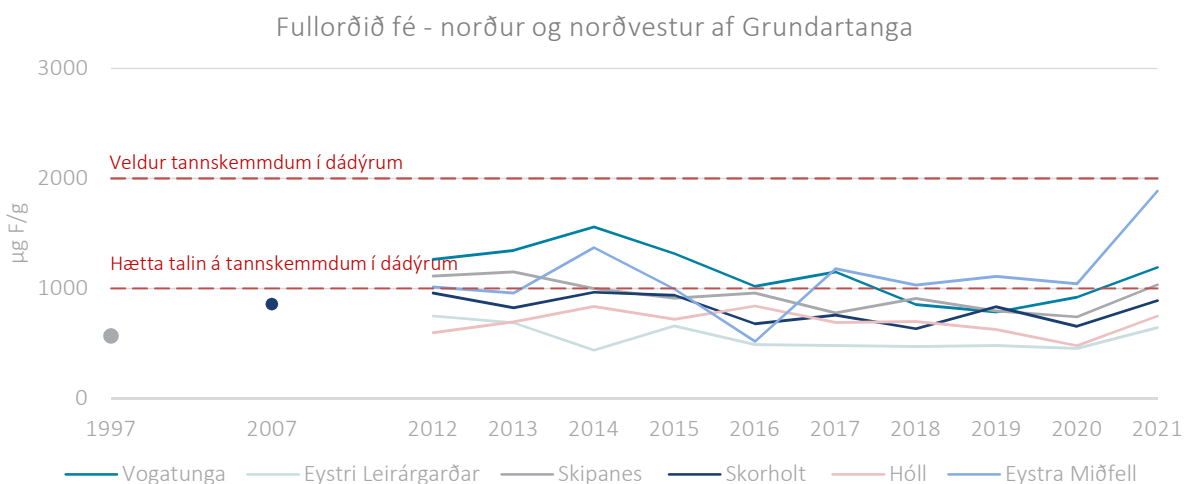
Mynd H.6 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2021 miðað við árin 2007 og 2020 (mynd H.18).





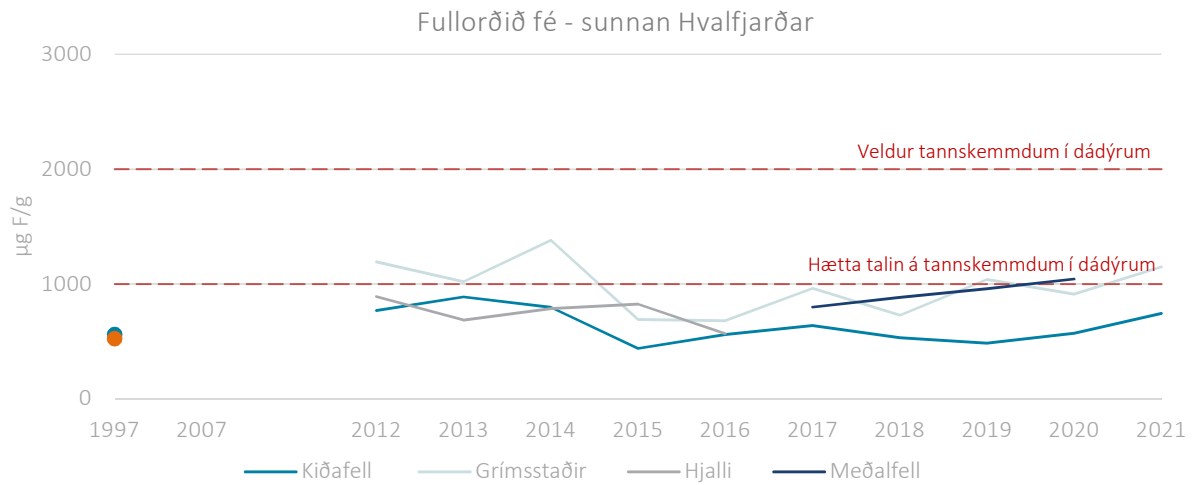
**MYND H.6** Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd H.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 2021 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árin 2007 og 2020 (mynd H.19).



**MYND H.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 H.8, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Árið 2021 var engin breyting á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 1997 en styrkurinn var hærri miðað við árið 2007 en óbreyttur miðað við árið 2020 (mynd H.20).



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

### c. Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum)

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

**TAFLA H.3** Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í sauðfé. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [27], 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		
Grímsstaðir	09. 02.2022	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Innri Hólmur	09. 02.2022	10	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0
Hrafnabjörg	09. 02.2022	10	5,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0,10	0	0
Eystra Miðfell	09. 02.2022	10	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vogatunga	09. 02.2022	6	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kiðafell	09. 02.2022	10	5,3	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0

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

**TAFLA H.4** Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í hrossum. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [27] 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	09.03.2022	6	13	0	0,17	0,33	0,33	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0
Litla Fellsöxl	09.03.2022	6	18	0	0,17	1,33	1,33	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0
Miðdalur	09.03.2022	6	13	0	0,83	1,00	1,00	0,83	0	0	0,33	0,50	0,50	0,33	0	0,44	0
Meðalfell	25.03.2022	6	13	0	0	0,33	0,33	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0
Kalastaðakot	25.03.2022	6	13	0	0,33	1,00	1,00	0,33	0	0	0	0,17	0,17	0	0	0,25	0

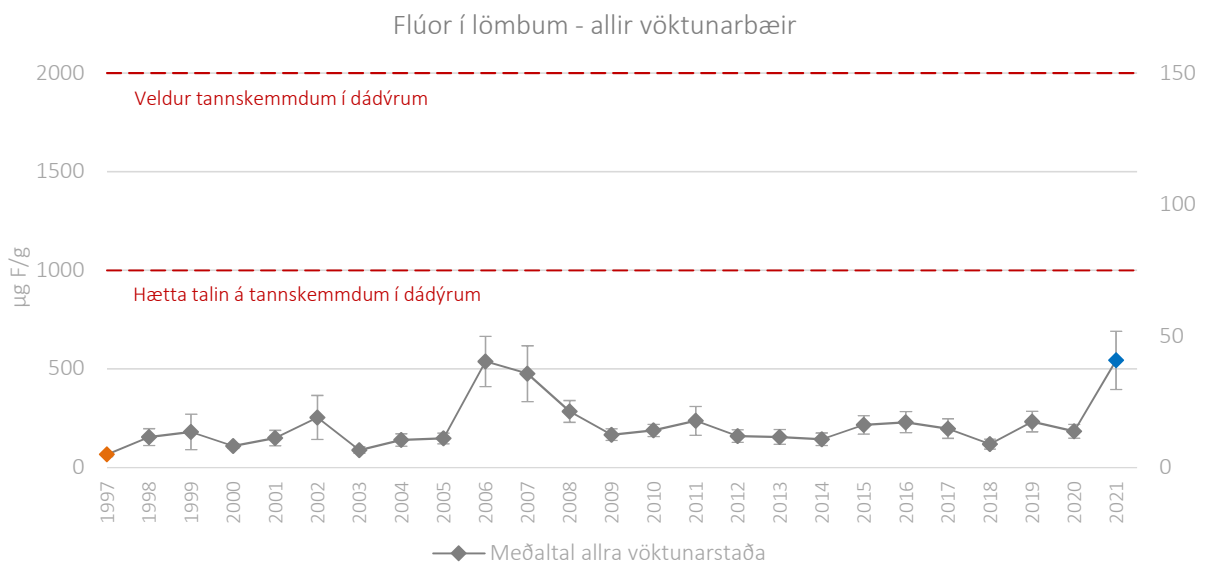
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

#### d. Tölfræðiniðurstöður grasbíta

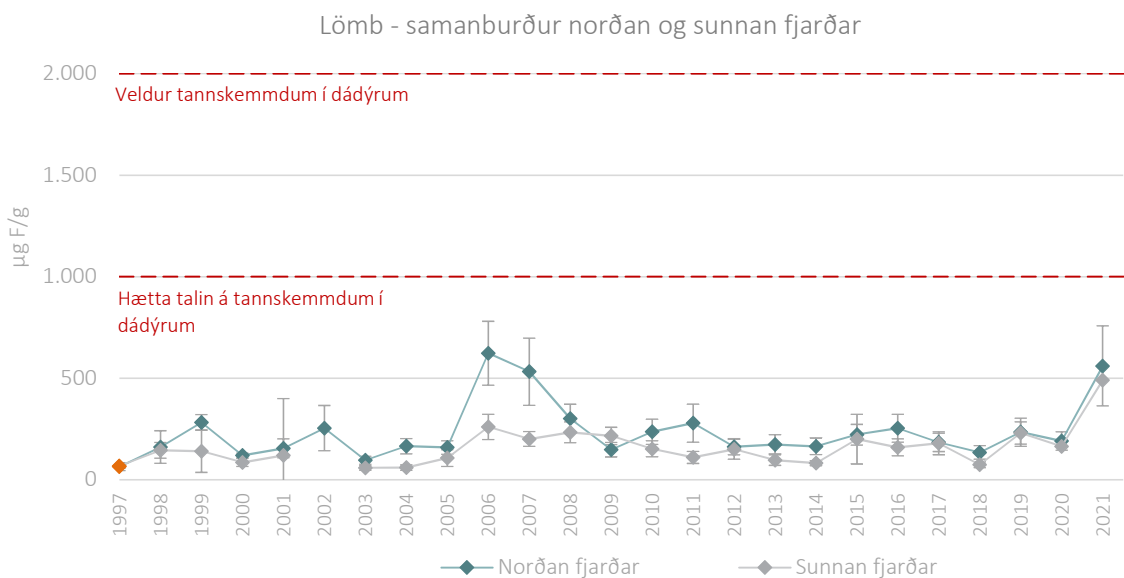
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2021 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

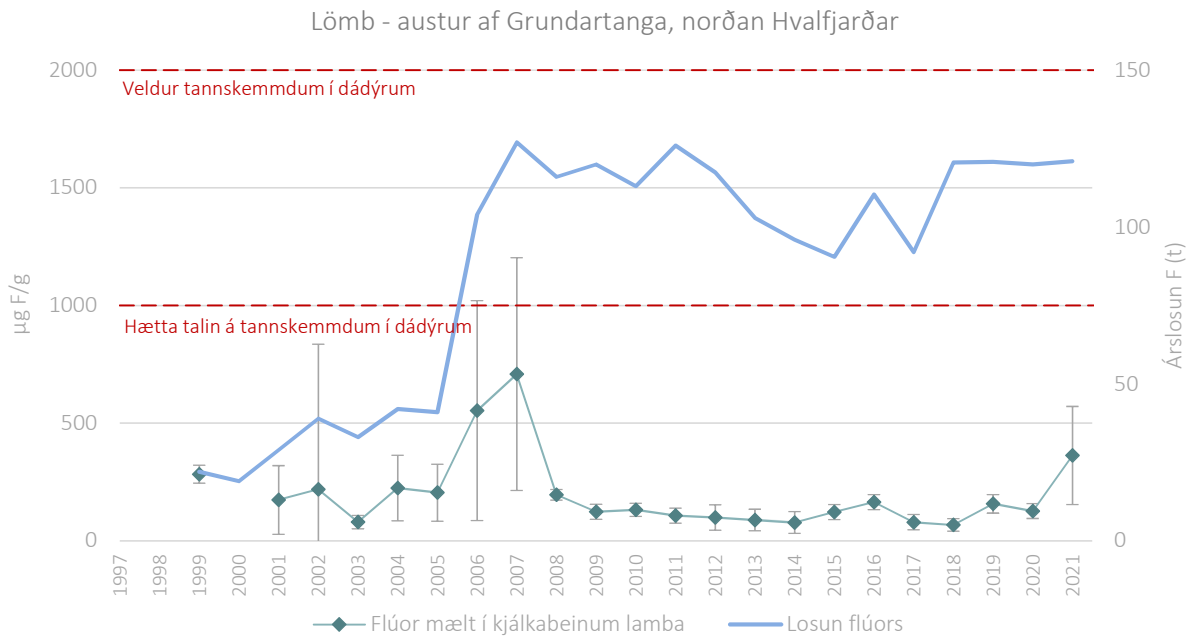
#### Lömb



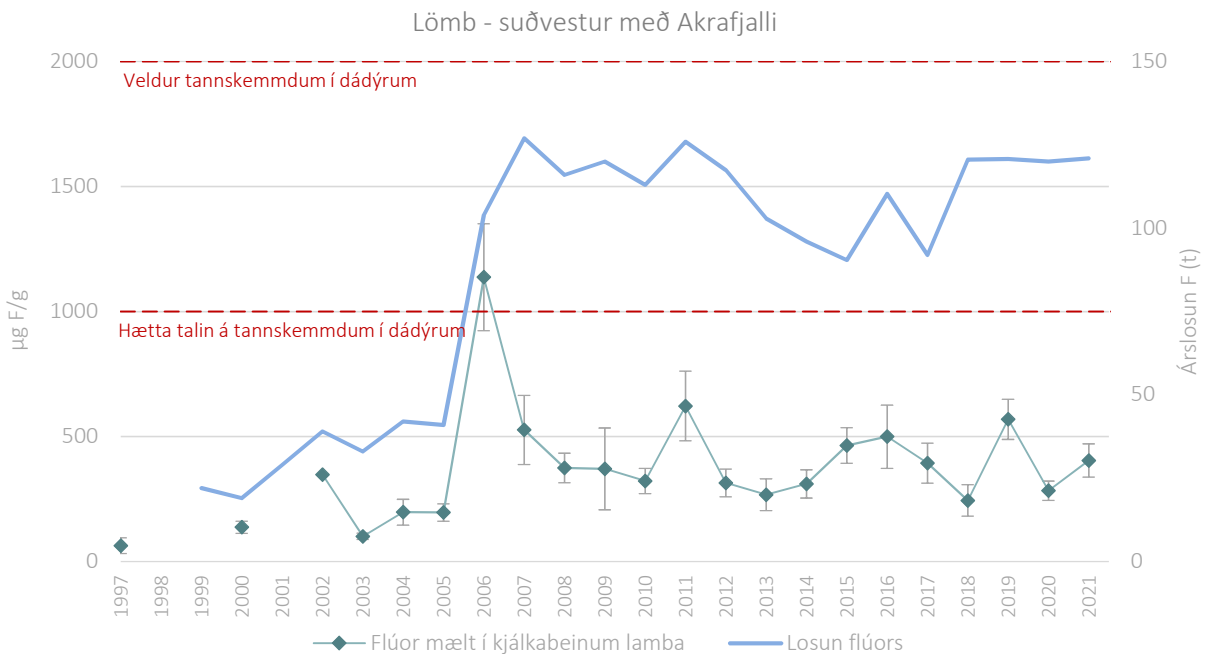
**MYND H.9** Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



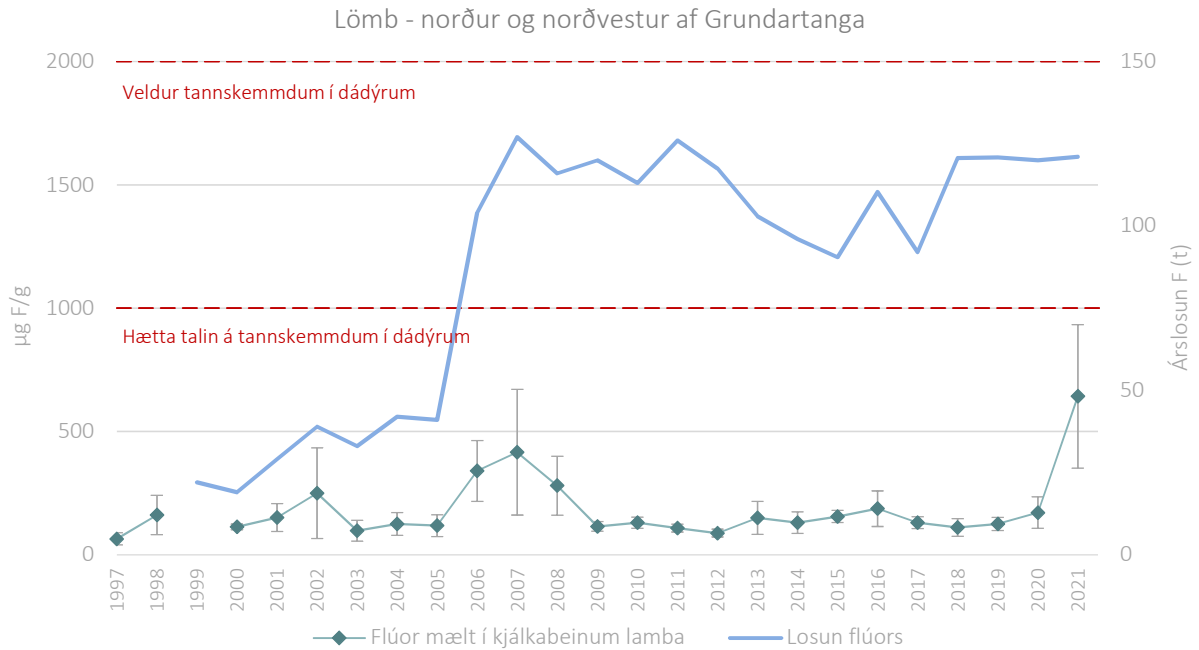
**MYND H.10** Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar, ásamt 95% öryggisbilum.



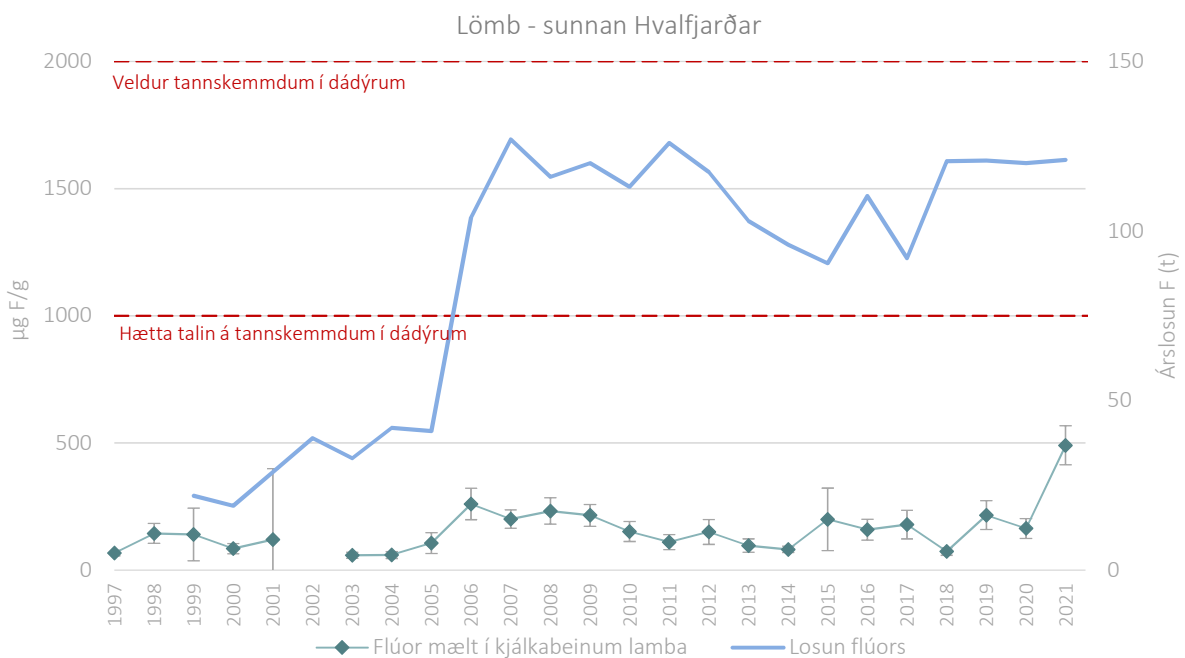
**MYND H.11** Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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

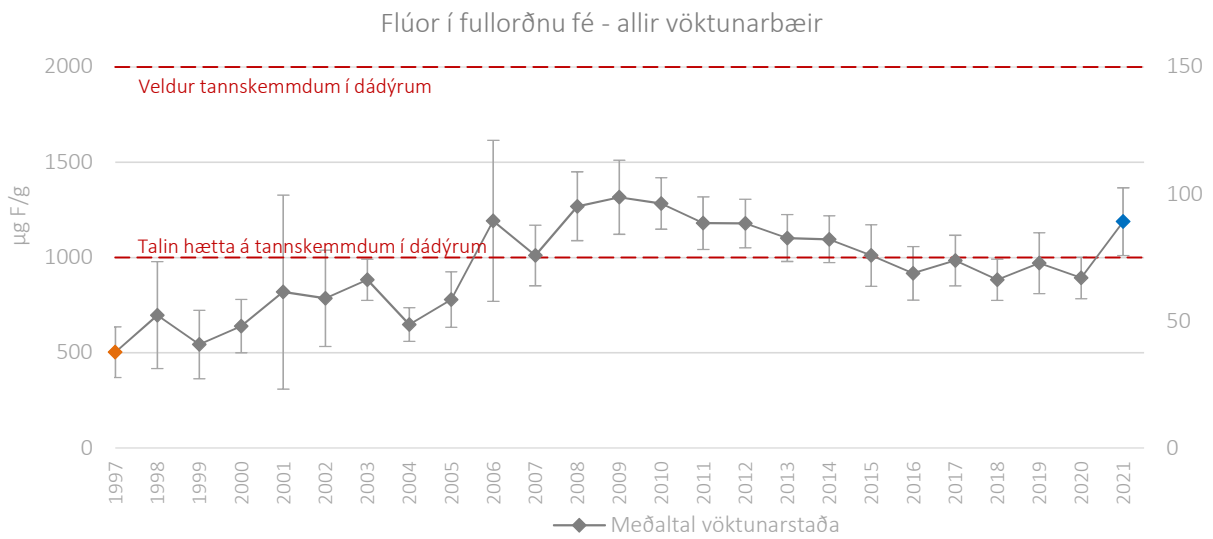


**MYND H.13** Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

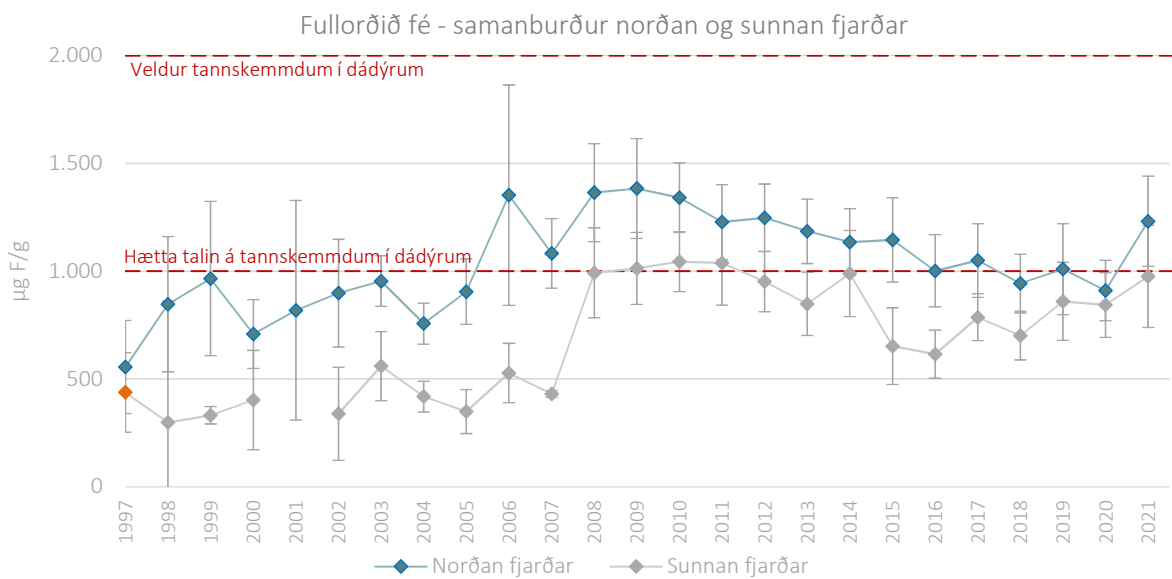


**MYND H.14** Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

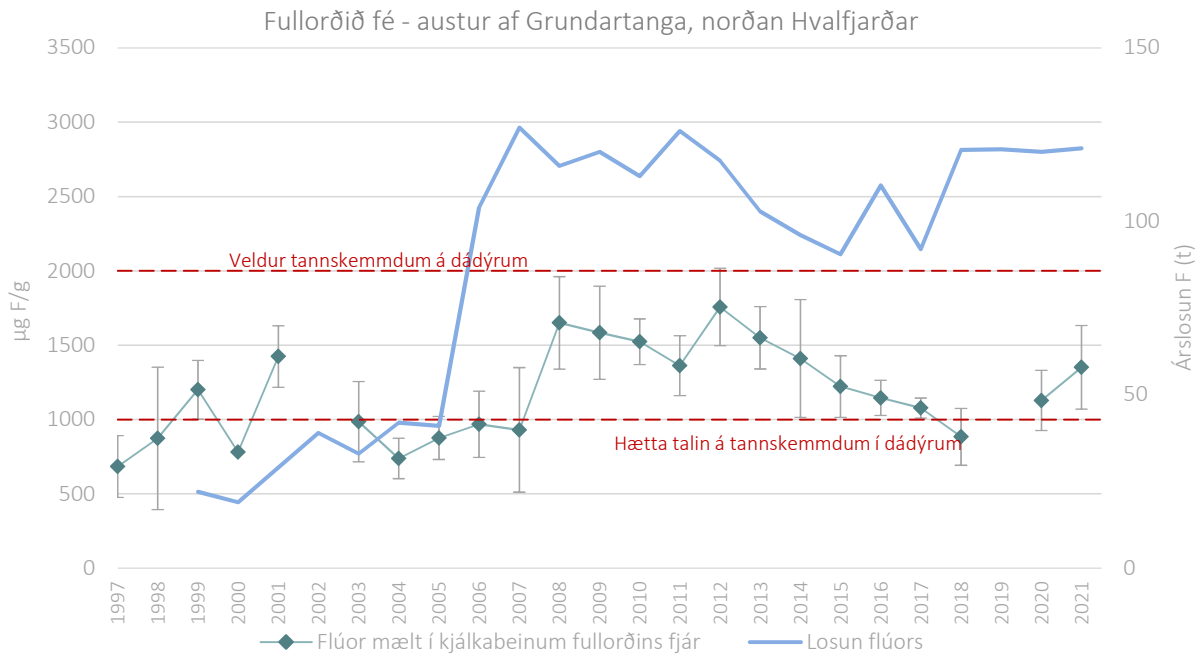
## Fullorðið fé



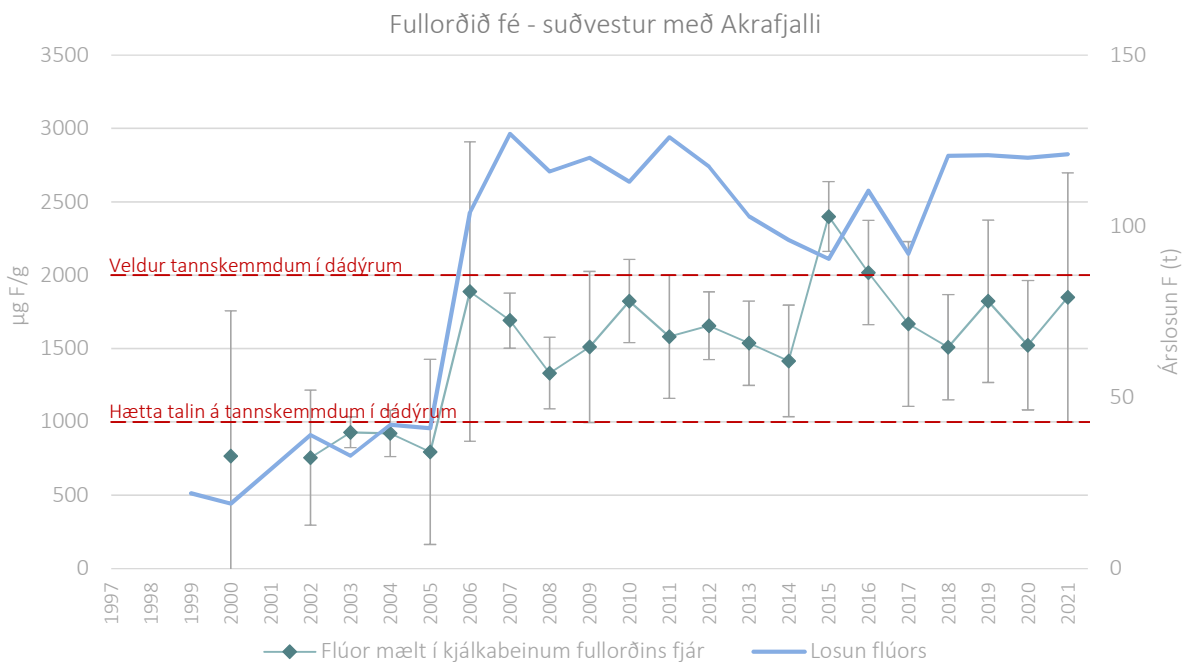
**MYND H.15** Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



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

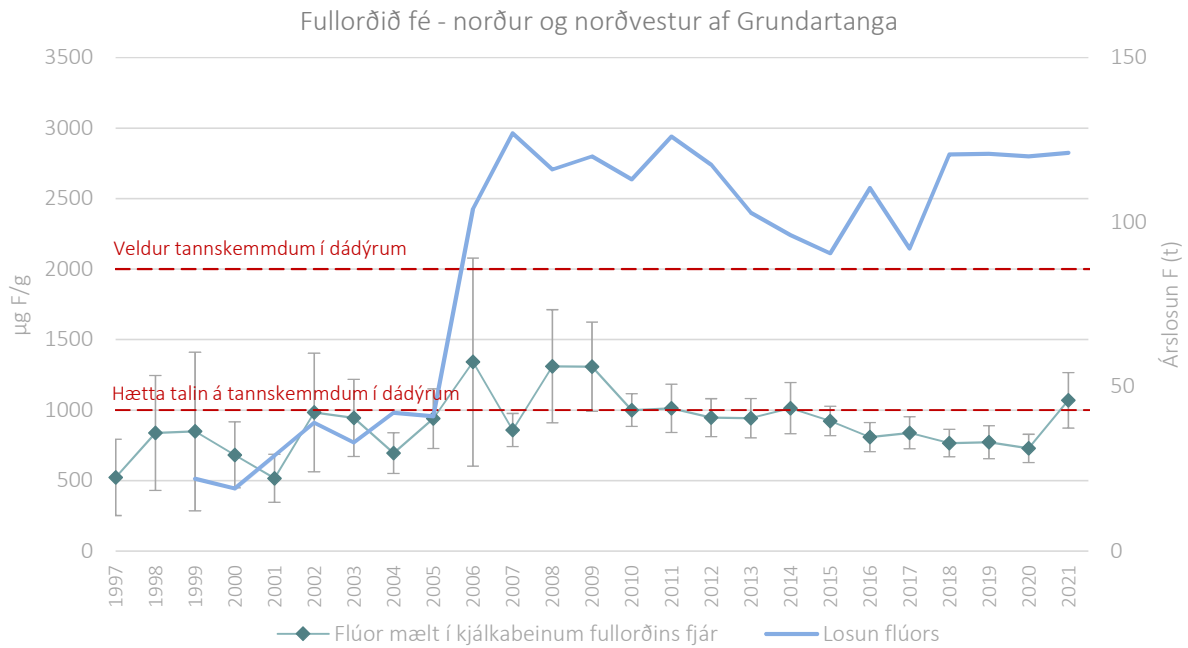


**MYND H.17** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu. Engin sýni bárust frá Hrafnabjörgum árið 2019.

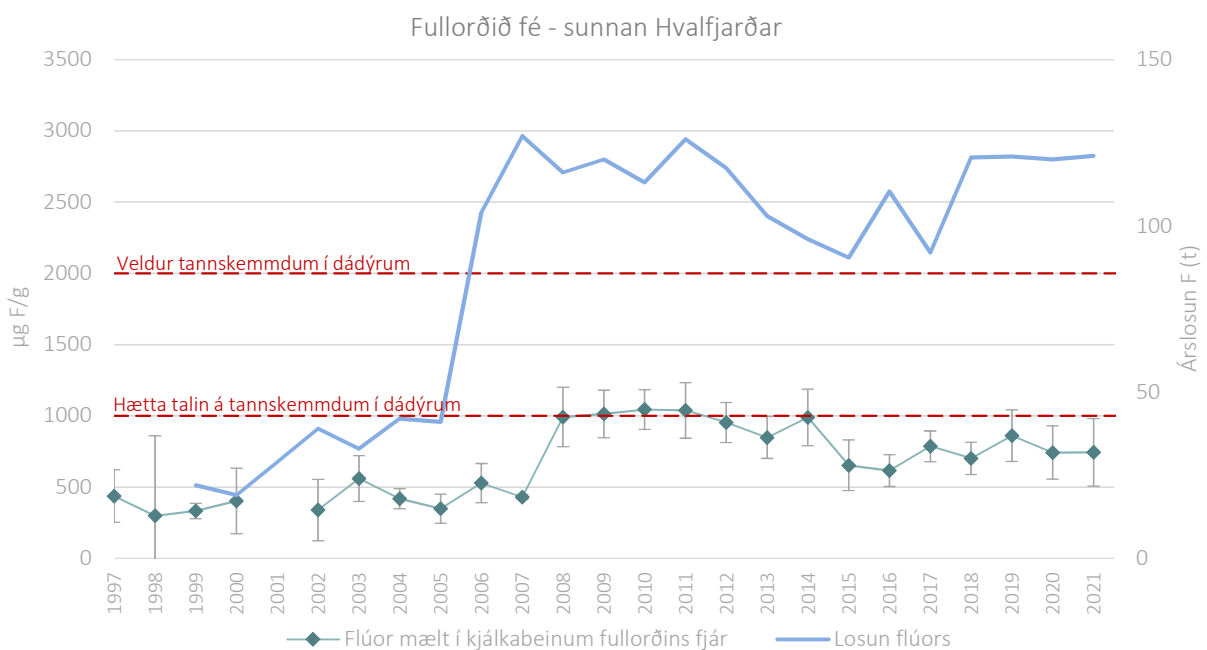


**MYND H.18** Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé suðvestur með Akrafjalli ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.





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



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