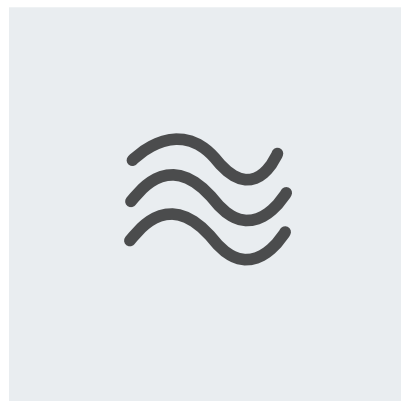
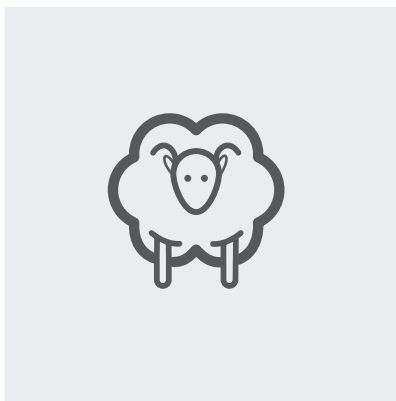


Umhverfisvöktun

IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2019



SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Apríl 2020 / 2434-144

SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

978-9935-9479-2-5 / 84

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 2019

VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2019

VERKKAUPI

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

HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Björgvin Brynjarsson og Páll Höskuldsson

ÚTDRÁTTUR

Árið 2019 fór fram vöktun á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga með hefðbundnum hætti. Vöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028, með samþykki Umhverfisstofnunar. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir að þessu sinni: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr) og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður vöktunarinnar leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk, sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum, eru uppfyllt. Þetta á við um loftgæði (andrúmsloft og úrkomu), ferskvatn, gras og sjó við flæðigryfjur. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf. og Alur Álvinnsla ehf. Tilgangur vöktunarinnar er að meta þau áhrif á umhverfið sem starfsemi á iðnaðarsvæðinu á Grundartanga veldur.

SAMANTEKT

Árið 2019 fór umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fram samkvæmt umhverfisvöktunar-áætlun, sem gildir til ársins 2028. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif starfsemi á iðnaðarsvæðinu á umhverfið. Þetta árið voru gerðar mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróðri og grasbítum.

Niðurstöður vöktunar árið 2019 fyrir loftgæði (andrúmsloft og úrkomu), ferskvatn, gras og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt, sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum. Ekki hafa verið skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir gróður (lauf og barr), grasbíta (sauðfé og hross) eða úrkomu. Í þeim tilfellum eru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru 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 2019 endurvann Alur 2.250 tonn af áli úr 5.500 tonnum af álgjalli. Ársframléiðsla Elkem var 100.257 tonn af 75% kísilmálm og 19.503 tonn af kísilyki og Norðurál framleiddi 316.000 tonn af áli.

Loftgæði

Styrkur loftkennds flúoríðs, heildarflúors, brennisteinsdíoxíðs, brennisteinsvetnis, nituroxíða, svifryks og bensó(a)þýrens 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 í lægra lagi miðað við undanfarin ár, en sýrustigið var svipað og meðaltal undanfarinna ára. Á Gröf II mældist magn áfallins flúors og súlfats svipað og meðaltal undanfarinna ára og það sama á við um sýrustig úrkomunnar á Gröf II.

Ferskvatn

Sýrustig og meðalstyrkur flúors og súlfats var í öllum vöktunarám innan þeirra marka sem skilgreind eru í neysluvatnsreglugerð. Ekki hefur orðið breyting á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár miðað við árið 1997. Breyting til hækkunar var á styrk flúors í Urriðaá miðað við árið 1997, en engin breyting í Kalmansá. Styrkur flúors í bergvatnsánnum hefur haldist óbreyttur undanfarin ár og er um fjórum sinnum lægri en í Kalmansá og Urriðaá.

Sjór við flæðigryfjur

Arsen, króm, kopar, nikkell, blý og sink mældust 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 áls, járns, vanadíns og fosfórs mældist í öllum tilvikum svipaður og í viðmiðunarsýnum. Styrkur síaníðs og flúors mældist svipaður og í viðmiðunarsýnum í öllum tilvikum nema einu, þar sem styrkurinn var hærri en í viðmiðunarsýnum vegna útskolunar á þessum efnum frá flæðigryfjunni.

Gróður

Gras

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

Lauf

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

Barr

Styrkur flúors í barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir þolmörkum barrtrjáa. Engin breyting er 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 árs barri en engin breyting í tveggja ára barri sunnan fjarðar miðað við árið 1997, en engin breyting hvorki í eins né tveggja ára barri miðað við árið 2007.

Grasbítar

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

Flúor í lömbum

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Flúor mældist í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn. Árið 2019 er breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan fjarðar miðað við árið 1997, en til lækkunar miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er meðalstyrkur flúors hærrí miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá tveimur bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum. Meðalstyrkur flúors frá einum bæ var yfir þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum. Árið 2019 er breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár norðan fjarðar miðað við árið 1997 en ekki er breyting miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er meðalstyrkur flúors hærrí miðað við árin 1997 og 2007.

Lifandi sauðfé og hross

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

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2019, má sjá í töflunni hér að neðan. Árið 2019 voru tekin um 430 sýni frá um 115 sýnatökustöðum. Rannsóknir vegna

umhverfisvöktunar voru framkvæmdar af Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru rúmlega 60 mælipættir. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfum fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 30 af þessum mælipáttum. Fyrir þá mælipætti sem íslensk umhverfismörk hafa ekki verið skilgreind eru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára.

Skýringar		
Engin viðmiðunargildi til í íslenskum reglugerðum	Ákvæði í íslenskum reglugerðum uppfyllt	Ákvæði í íslenskum reglugerðum ekki uppfyllt

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

	Mæliþættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Sjór við flæðigryfjur	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
	Ál	
	Blý	
	Kopar	
	Króm	
	Nikkel	
	Sink	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
	Járn	
	Sýaníð	
	Vanadín	Viðmiðunargildi ekki til
	Fosfór	
Gróður	Flúor í grasi sem fóður fyrir sauðfé	Reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri
	Flúor í laufi	Viðmiðunargildi ekki til
	Flúor í barri	
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

1	INNGANGUR	8
2	STAÐHÆTTIR	9
2.1	Þynningarsvæði	9
2.2	Starfsemi	9
2.3	Veðurfar	10
3	FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	12
3.1	Vöktunarstaðir	12
3.2	Tölfræði	12
4	LOFTGÆÐI	14
4.1	Niðurstöður	15
4.1.1	Flúor í andrúmslofti yfir vöktunartímabilið	15
4.1.2	Brennisteinsdíoxíð í andrúmslofti yfir árið	17
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	18
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	20
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	21
4.1.6	Fjölrhinga arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	22
4.1.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	23
5	FERSKVATN	25
5.1	Niðurstöður	26
5.1.1	Leiðni ferskvatns	26
5.1.2	Sýrustig ferskvatns	26
5.1.3	Flúor í ferskvatni	27
5.1.4	Súlfat í ferskvatni	28
6	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	29
6.1	Niðurstöður	30
6.1.1	Málmur og steinefni í sjósýnum	30
6.1.2	Sýanið og flúor í sjósýnum	30
7	GRÓÐUR	32
7.1	Niðurstöður	33
7.1.1	Flúor í grasi	33
7.1.2	Flúor í laufi	35
7.1.3	Flúor í barri	36
8	GRASBÍTAR	38
8.1	Niðurstöður	40
8.1.1	Flúor í lömbum	41
8.1.2	Flúor í fullorðnu fé	41
8.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	43
8.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	43
9	HEIMILDASKRÁ	44
VIÐAUKI A	ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR	46
VIÐAUKI B	LOFTGÆÐI	47

VIÐAUKI C	FERSKVATN	54
VIÐAUKI D	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	59
VIÐAUKI E	GRÓÐUR	61
VIÐAUKI F	GRASBÍTAR	70

SKILGREININGAR

Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
BaP	Bensó(a)þýren, efnisþáttur í PAH ₁₆ .
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum.
Heilsuverndarmörk	Mörk sem sett eru til að tryggja heilsu manna í lengri tíma. ¹
pH	Sýrustig sem ákvarðast af magni vetnisjóna í vatnslausn.
Svifryk (PM ₁₀)	Svifryksagnir sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM _{2,5})	Svifryksagnir sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Umhverfismörk	Umhverfismörk eru leyfilegt hámarksgildi mengunar í tilteknum viðtaka 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, nikkel og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
536/2001	Um neysluvatn.
340/2001	Um eftirlit með fóðri.
796/1999	Um varnir gegn mengun vatns.

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

1 INNGANGUR

Kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., Álver Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla ehf. starfa á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, 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 2019 var unnið samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og Umhverfisstofnun hefur samþykkt [1].

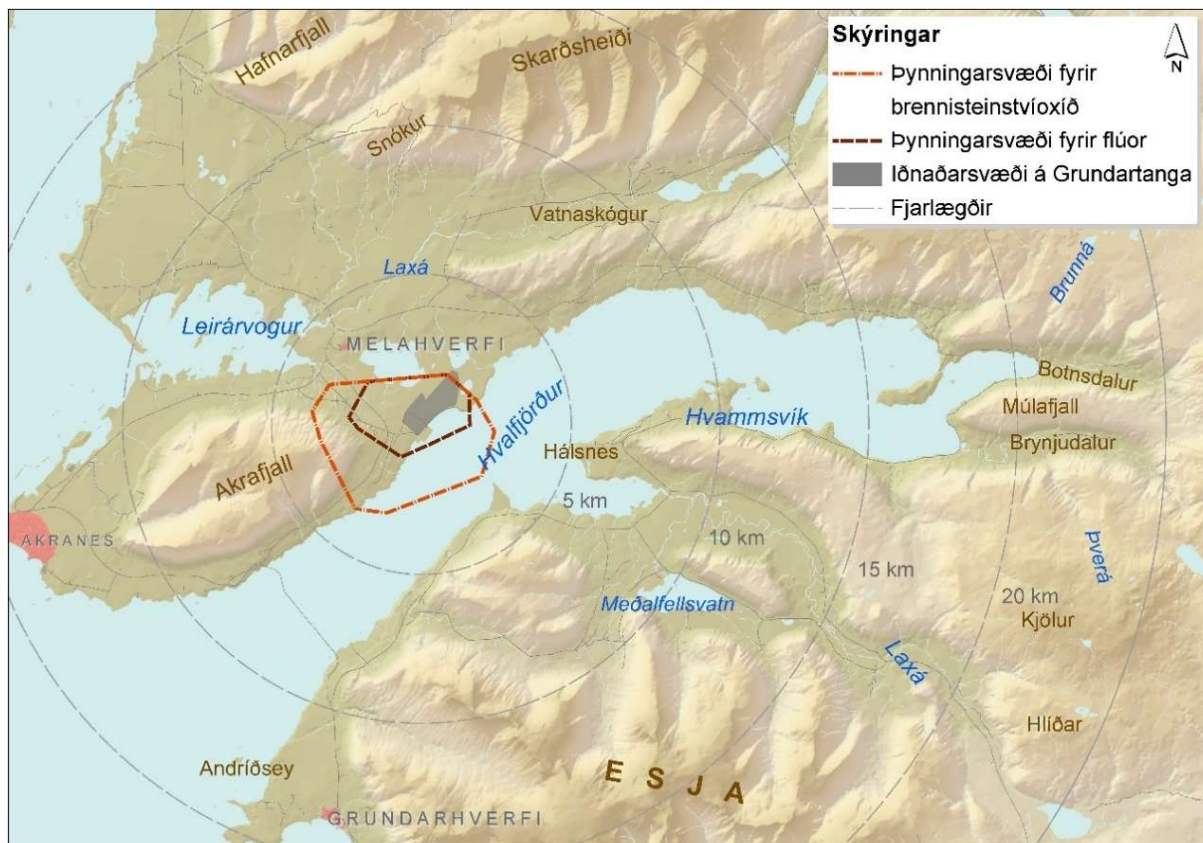
Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem voru framkvæmdar árið 2019. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Auk þess er mat lagt á breytileika mælinganna fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í átta 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 mæliþætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3. Í köflum 4 – 8 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, 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 og í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Niðurstöður ferskvatnsmælinga auk tölfræðigagna er að finna í viðauka C. Í viðauka D er að finna ítarefni vegna vöktunar á sjó við flæðigryfjur. Viðauki E inniheldur upplýsingar um gróður auk tölfræðigagna og viðauki F inniheldur nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

2 STAÐHÆTTIR

2.1 Þynningarsvæði

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 brennisteinsdíoxíð.

Í aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar sem gildir fyrir tímabilið 2008 – 2030 eru skilgreind tvö þynningarsvæði fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Annars vegar er svæði sem á við um flúor (brúnt svæði á 2.1) og hins vegar er svæði sem á við um brennisteinsdíoxíð (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 2019 framleiddi Elkem 100.257 tonn af 75% kísilmálmi og 19.503 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,86% af samanlögðum rekstrartíma 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, brennisteinsdíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂).

Árið 2019 störfuðu um 600 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 316 þúsund tonnum af áli. Afurð framleiðslunnar er að mestu leyti hreint ál auk álblandna. Norðurál leggur áherslu á að starfsemi fyrirtækisins sé í sátt við umhverfið og stöðugt er unnið að lágmörkun umhverfisáhrifa. Notkun endurnýjanlegrar raforku við framleiðsluna og stöðugleiki í rekstri tryggir að kolefnisspor álsins er með því lægsta sem gerist í heiminum. Norðurál hlaut á árinu 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 2019 og var öll losun innan starfsleyfismarka. Álver Norðuráls á Grundartanga var gangsett árið 1998 og hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári.

Alur Álvinnsla ehf., sem áður hét Kratus ehf., hóf starfsemi á Grundartanga í nóvember 2012 og vinnur ál úr álgjalli frá álfyrirtækjum. Árið 2019 vann Alur um 2.250 tonn af áli úr 5.500 tonnum af álgjalli, en fyrirtækið hefur starfsleyfi til að taka á móti allt að 15.000 tonnum af álgjalli á ári. Við framleiðsluna féllu til um 1.600 tonn af saltköku en á árinu voru flutt út 4.000 tonn erlendis til endurvinnslu. Salt úr endurunninni saltköku verður nýtt aftur í bræðsluferli Als.

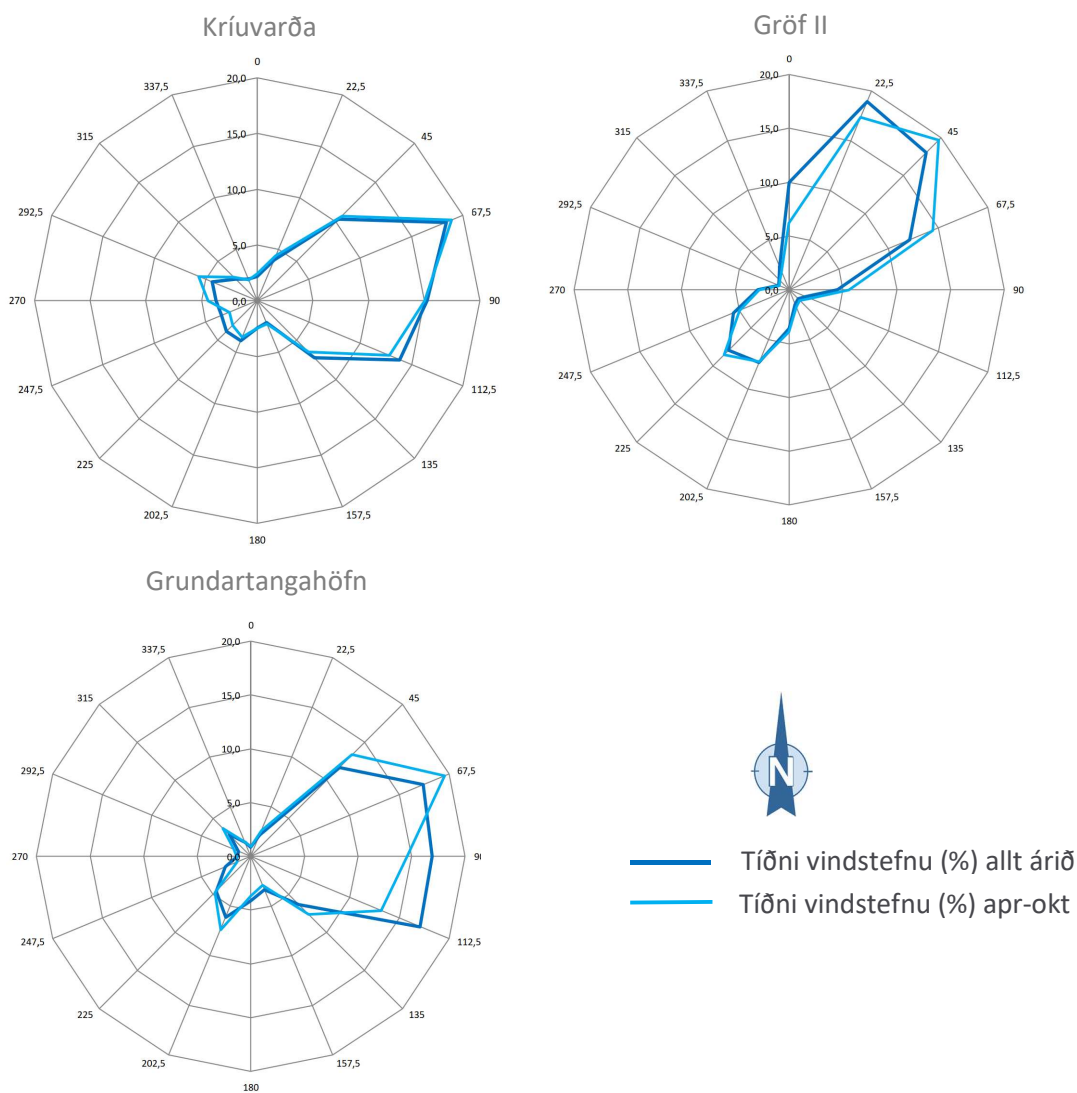
2.3 Veðurfar

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. 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 2019 var 0,6-0,9 °C hærra en árið 2018 og var munurinn enn meiri yfir vöktunartímabilið apríl-október þar sem hitinn var 1,5-2,2 °C hærra en á sama tímabili árið 2018.

TAFLA 2.1 Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2019 [2].

Veðurmælingastöð	janúar – desember		apríl - október	
	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]
Grundartangahöfn	6,3	6,4	9,4	6,0
Gröf II	5,3	4,8	8,7	4,2
Kríuvarða	5,6	6,0	8,9	5,7

Vindrósir fyrir allt árið 2019 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 norðaustanáttar og suðlægar áttir til suðvestlægrar 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 á Grundartangahöfn og á Kríuvörðu [2].



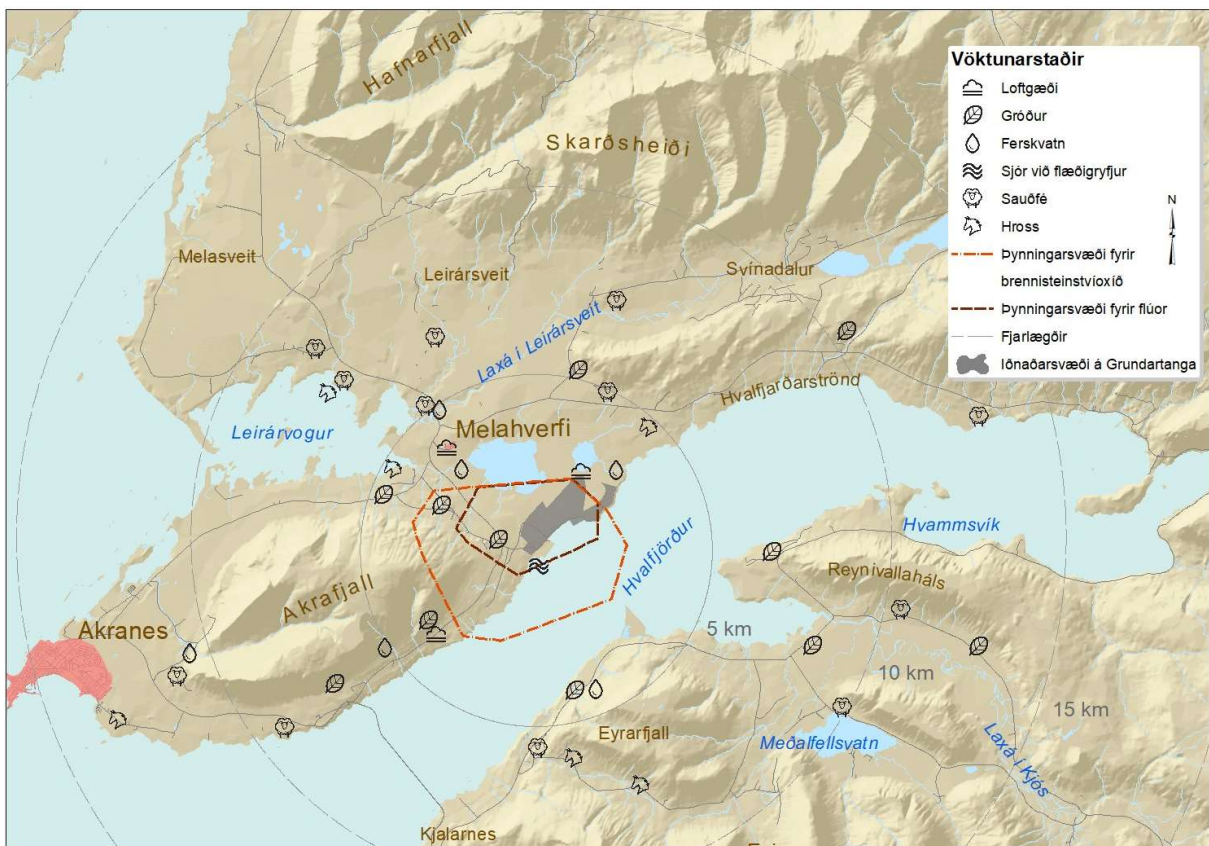
MYND 2.2 Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl - október 2019 og allt árið 2019.

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2019 var 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 umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2019.

3.1 Vöktunarstaðir

Yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2019, má sjá á mynd 3.1.



MYND 3.1 Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2019 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfju, 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, E og F.

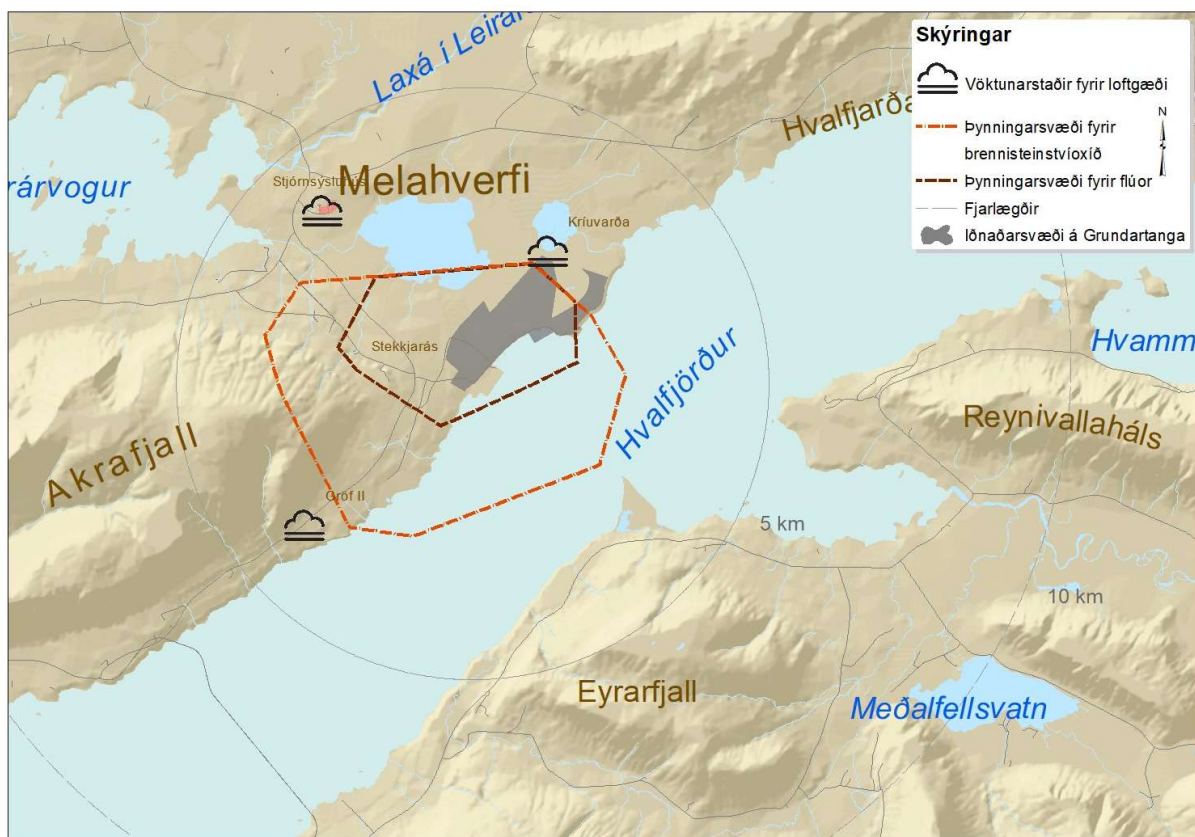
TAFLA 3.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2019.

	Mæliþáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<p><i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, brennisteinsdíoxíð í lofti og ryki, svifryki, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni</p> <p><i>Úrkoma:</i> klóríð, níturat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín</p>	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Kriugarða, Gröf II, Melahverfi</p>	<p><i>Kriugarða:</i> allt árið</p> <p><i>Gröf II:</i> allt árið</p> <p><i>Melahverfi:</i> allt árið</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
		<p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Hálsnes, apríl-okt, þriðja hvert ár, síðast 2018 [3]. Næst 2021</p>		
Ferskvatn	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	<p><i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá</p> <p><i>Uptök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá</p>	9. apríl - 25. sept. 2019	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
Sjór við flæðigryfjur	<p><i>Málmur:</i> arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín</p> <p>Sýanið, flúor og fosfór</p>	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfju auk tveggja viðmiðunarstaða	12. júní, 4. júlí og 4. september 2019	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
Lífriki sjávar	<p>16 PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvef kræklinga</p> <p>16 PAH efni í sjávarseti</p>	<p><i>Rannsóknir fimmta hvert ár. Seinast mælt 2016 [4]. Næst mælt 2021.</i></p>		
Gróður	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi (<i>birki, reynir</i>) og barri (<i>greni, bergfura, stafafura</i>)	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús, Hlíð</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur</p>	<p><i>Gras:</i> 27. maí, 2. júlí og 17. sept. 2019</p> <p><i>Lauf:</i> 27. maí og 17. sept. 2019</p> <p><i>Barr:</i> 14. nóv. 2019</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*, Skógrækt ríkisins</p>
Mosar og fléttur	<p><i>Klapparreitir:</i> Gróður-breytingar fléttna og mosa, brennisteinn og flúor í fléttum</p> <p><i>Móareitir:</i> Gróðurbreytingar</p>	<p><i>Klapparreitir:</i> Rannsóknir fara fram þriðja hvert ár á sumartíma. Seinast mælt 2017 [5]. Næst mælt 2020.</p> <p><i>Móareitir:</i> Rannsóknir á móareitum yfir sumartíma á sex ára fresti. Seinast mælt 2015 [6]. Næst mælt 2021.</p>		
Hey	Flúor og brennisteinn	<p><i>Rannsóknir annað hvert ár. Seinast mælt 2018 [3]. Næst mælt 2020.</i></p>		
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka	<p><i>Sláturfé:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri Reynir, Innri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Meðalfell Grímsstaðir</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi.</p>	<p><i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2019</p>	<p><i>Efnagreiningar:</i> NMÍ*</p> <p><i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé	<p><i>Lifandi sauðfé:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Innri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell</p>	<p><i>Lifandi sauðfé og hross:</i> janúar 2020</p>	<p><i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	<p><i>Lifandi hross:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Morastaðir</p>		

* NMÍ: Efnagreiningar - Nýsköpunarmiðstöð Íslands

4 LOFTGÆÐI

Þrjár loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2019, þ.e. á Kríuvörðu, Gröf II og í Melahverfi (mynd 4.1). Á þessum mælistöðvum fóru m.a. fram sjálfvirkar mælingar allt árið fyrir mismunandi mælipætti (tafla 4.1). Loftgæðamælistöðin á Hálsnesi var ekki starfrækt en hún er aðeins starfrækt þriðja hvert ár, samkvæmt vöktunaráætlun. Hún var í rekstri árið 2018 og verður því ekki starfrækt aftur fyrr en árið 2021.



MYND 4.1 Staðsetning loftgæðamælistöðva í rekstri árið 2019.

Sýnataka og mælingar voru unnar af Efnagreiningum NMÍ [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 2019. Niðurstöður mælinga á SO₂, H₂S og svifryki (PM₁₀, PM_{2,5}), eru birtar á www.loftgaedi.is.

Loftgæðamælistöð	Sjálfvirkar mælingar allt árið	Sýnum safnað á síur allt árið	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk (PM ₁₀ , PM _{2,5}), SO ₂ , H ₂ S, NO, NO _x	HF og F, S og PAH ₁₆ efni í svifryki	NO ₃ , Na, Ca, Cl, SO ₄ , F, pH, leiðni
Gröf II		HF og F og S í svifryki	
Melahverfi	SO ₂ , H ₂ S		

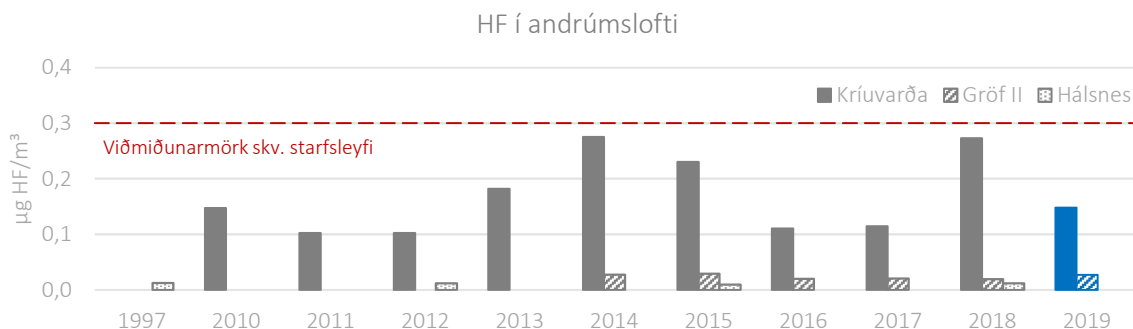
4.1 Niðurstöður

Yfirlit yfir niðurstöður mælinga á loftgæðum ásamt skilgreindum umhverfismörkum má finna í köflum 4.1.1 - 4.1.6. Niðurstöður mælinga í andrúmslofti og úrkomu má sjá í viðauka B. Í töflum B.1 - B.3 má jafnframt finna yfirlit yfir reglugerðir sem skilgreina viðeigandi viðmiðunarmörk fyrir hvern mælipátt auk hæstu og lægstu mældu gildi. Á gröfum og línuritum sem eiga við um loftgæði eru sýndar niðurstöður síðustu 10 ára, vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfismörkunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2009, en þær má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

4.1.1 Flúor í andrúmslofti yfir vöktunartímabilið

Styrkur flúors í andrúmslofti (HF) var mældur allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til október, þar sem umhverfismörk fyrir flúor, sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, eiga við um það tímabil. Í viðauka B.1 má sjá meðalstyrk flúors (HF) í hverjum mánuði yfir árið. Ekki eru til umhverfismörk fyrir flúor sem gilda yfir allt árið.

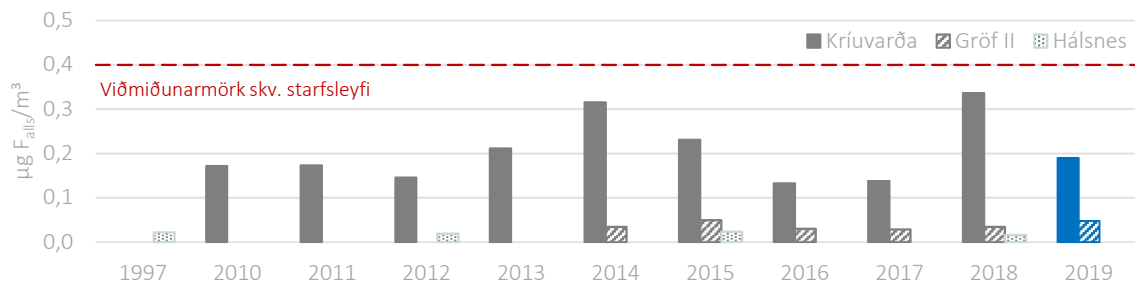
Líkt og fyrri ár var sýnum safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II, fyrir flúormælingar. Meðalstyrkur loftkennds flúors á mælistöðvunum var undir viðmiðunarmörkum ($0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$) sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, sbr. mynd 4.2. Meðalstyrkur HF á Kríuvörðu var talsvert lægri en árið 2018 en svipaður og árin 2016 og 2017. Á Gröf II var meðalstyrkur HF örlítið hærri en undanfarin ár en þó langt innan viðmiðunarmarka (mynd 4.2).



MYND 4.2 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu (apríl - október) á Kríuvörðu og Gröf II.

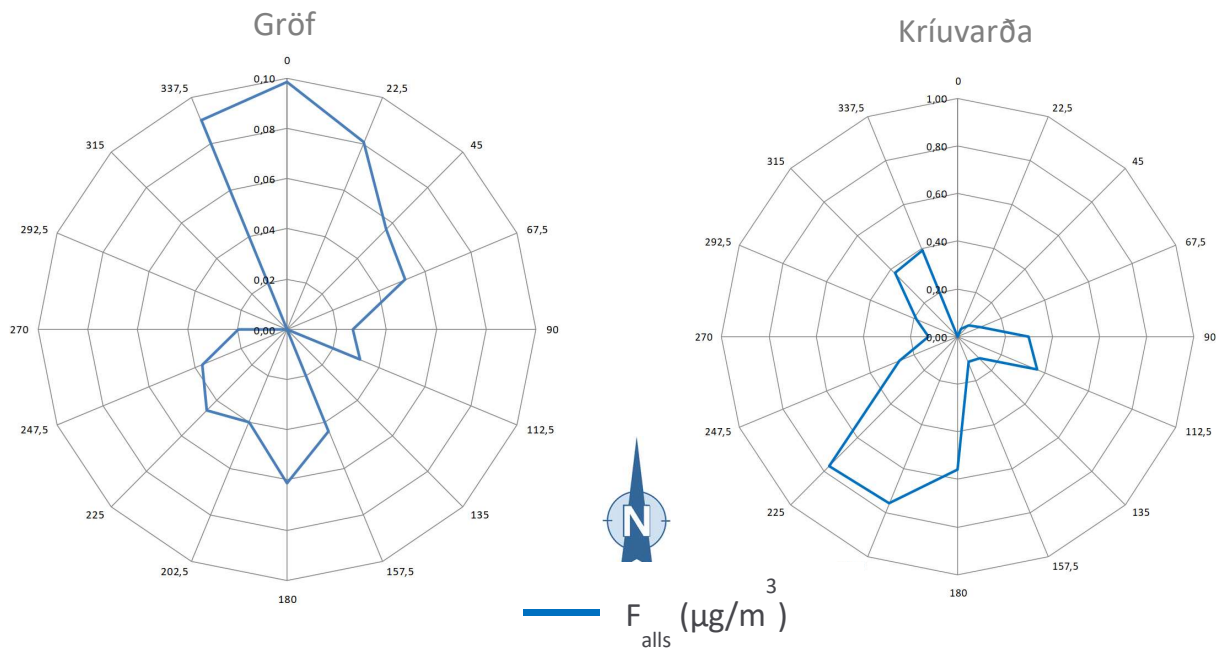
Svipaða sögu er að segja um styrk heildarflúors (F), þ.e. samanlagðan styrk HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, yfir vöktunartímabilið. Styrkur við Kríuvörðu var talsvert lægri en árið á undan og við Gröf II lítið eitt hærri en síðustu ár. Á báðum stöðum mældist styrkurinn undir viðmiðunarmörkum sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls ($0,4 \mu\text{g F}_{\text{alls}}/\text{m}^3$), sbr. mynd 4.3.

Heildarflúor (F) í andrúmslofti



MYND 4.3 Meðalstyrkur heildarflúors (F) yfir vöktunartímabilið (apríl - október) á Kríuvörðu og Gröf II.

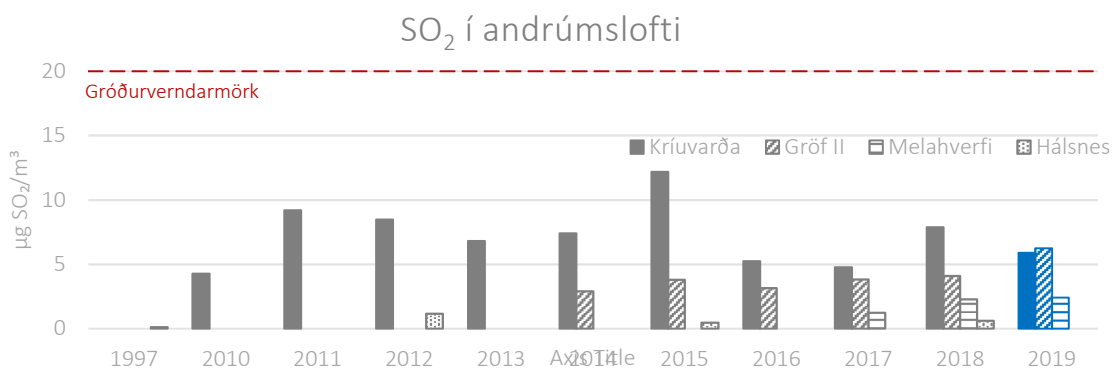
Eins og áður mældist styrkur flúors hærrí á Kríuvörðu en Gröf II og var áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi. Á Gröf II mældist hærrí styrkur flúors í norðaustanáttum. Helsta ástæðan fyrir þessum mun er staðsetning mælistöðvanna. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mældinga á mynd 4.4 [2].



MYND 4.4 Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2019 á Kríuvörðu og Gröf II. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

4.1.2 Brennisteinsdíoxíð í andrúmslofti yfir árið

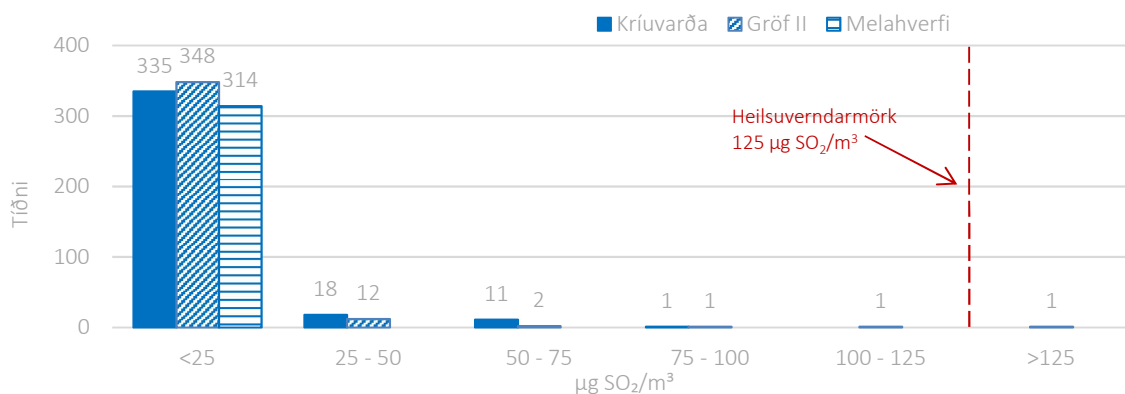
Eins og áður var brennisteinsdíoxíð (SO_2) mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi (mynd 4.5 og mynd B.3 í viðauka). Styrkur SO_2 mældist hærrí á Gröf II en á Kríuvörðu, ólíkt fyrri árum. Styrkurinn á Gröf II hefur aldrei mælst hærrí, sem rekja má til nokkurra ákveðinna norðaustanáttu kafla sem fóru yfir landið á árinu. Styrkur SO_2 á Kríuvörðu mældist nokkuð lægri en árið 2018 og lægri en meðaltal síðustu 10 ára. Mælingar við Melahverfi voru sambærilegar við mælingar ársins 2018. Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti árið 2019 var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) sem gilda utan þynningarsvæðis (mynd 4.5).



MYND 4.5 Meðalstyrkur SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

Árið 2019 mældist SO_2 aldrei yfir klukkustundarheilsuverndarmörk ($350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) en árlega er leyfilegt að fara 24 sinnum yfir þau mörk. Hæstu gildi SO_2 mældust í suðsuðvestanátt á Kríuvörðu, norðnorðaustanátt á Gröf II og í suðaustanátt í Melahverfi. Er það í samræmi við að meginuppspretta brennisteinsdíoxíðs sé iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

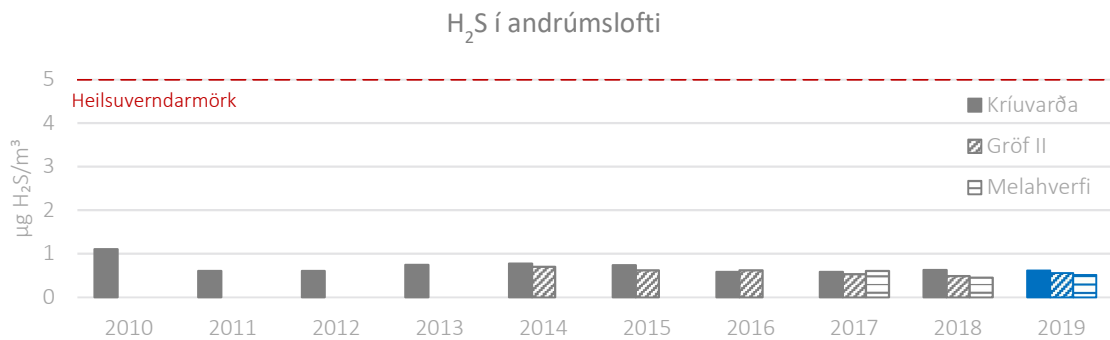
Á vöktunarstöðvunum mældist sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 einu sinni (á Gröf II) yfir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi yfir árið 2019. Mælingar eru ekki skráðar alla daga ársins sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu.



MYND 4.6 Fjöldi mælinga fyrir mismunandi sólarhringsmeðalstyrk SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2019.

4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

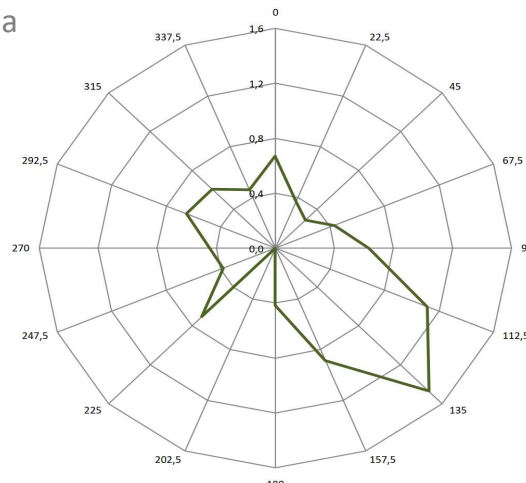
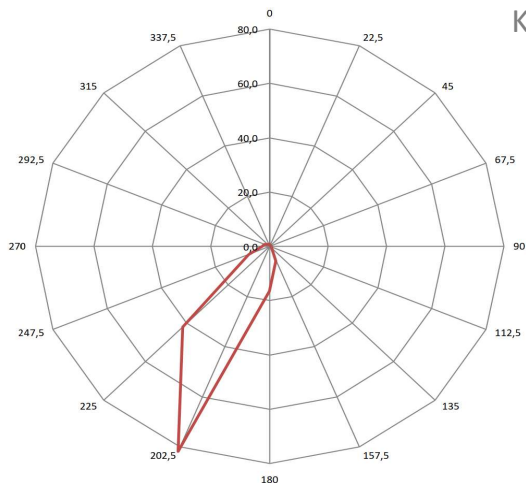
Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2019. Meðalstyrkur loftborins H_2S mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B [2].



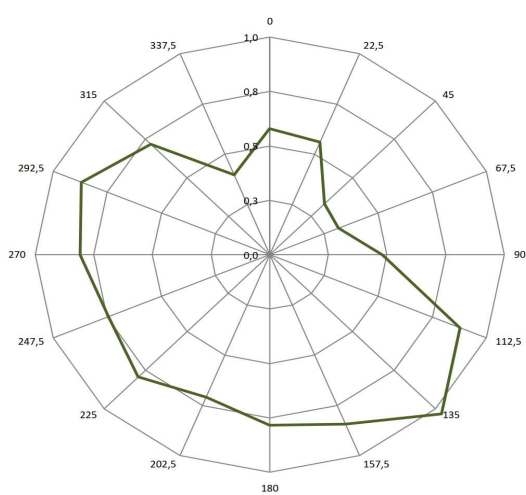
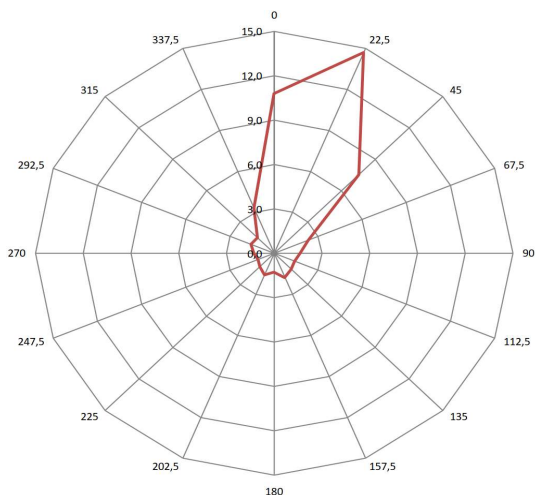
MYND 4.7 Meðalstyrkur H_2S á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

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.

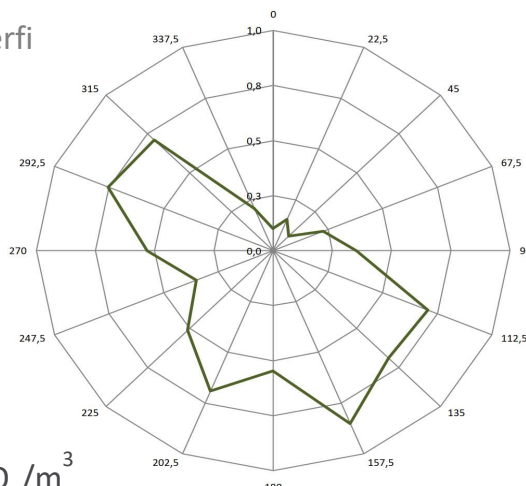
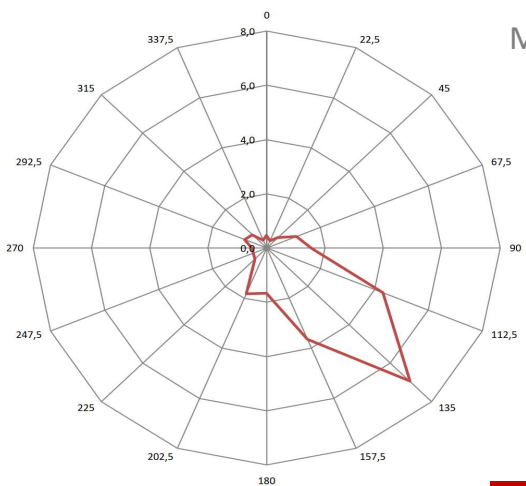
Kríuvörða



Gröf II



Melahverfi



— $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$

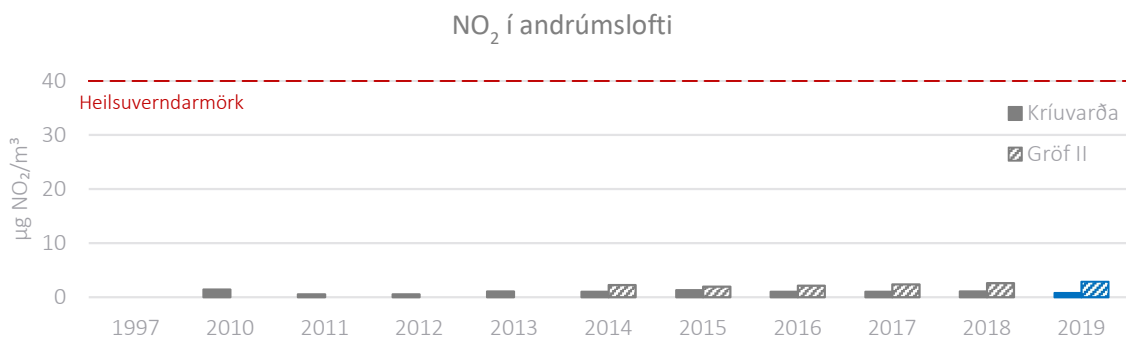
— $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$

MYND 4.8 Styrkur SO₂ og H₂S í mældum vindáttum árið 2019 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

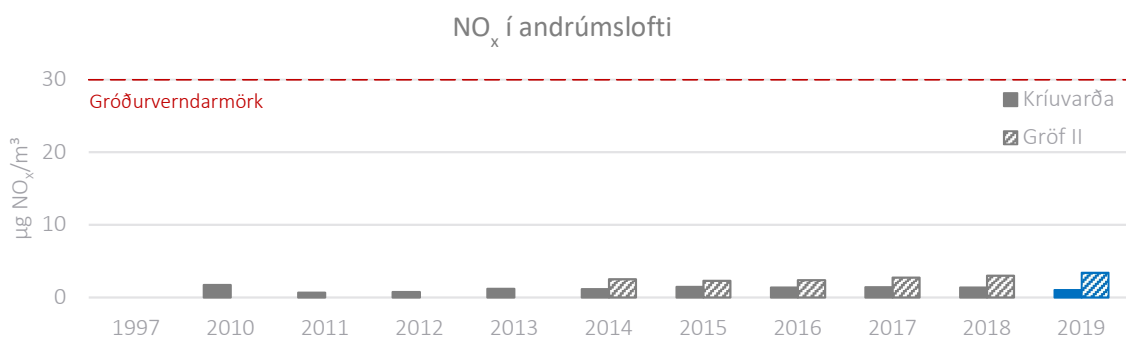
4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs (NO_x) og niturmónoxíðs (NO) í andrúmslofti á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2019. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturdíoxíð (NO_2). Niðurstöðurnar eru sambærilegar og undanfarin ár. Helstu uppsprettur nituroxíða eru líklegast bílaumferð og iðnaðarsvæðið. Sólarhringsmeðalstyrkur NO_2 fór aldrei yfir heilsuverndarmörk og það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk.

Á báðum mælistöðvum mældist meðalstyrkur NO_2 undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 (mynd 4.9), og meðalstyrkur NO_x undir gróðurverndarmörkum fyrir NO_x (mynd 4.10).



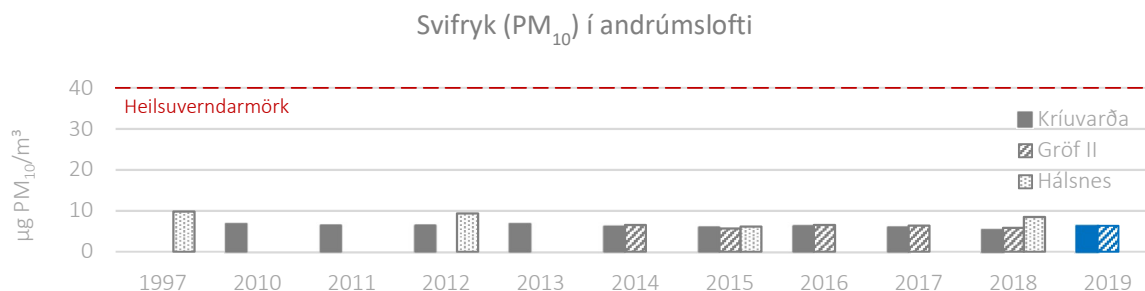
MYND 4.9 Meðalstyrkur NO_2 á Kríuvörðu og Gröf II.



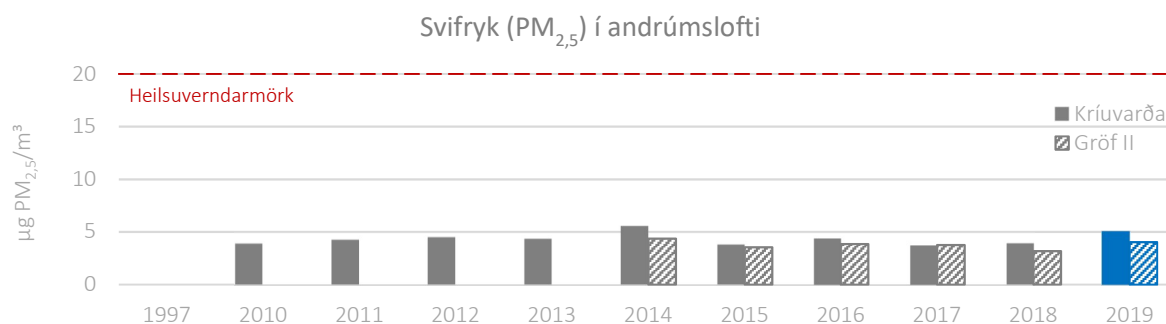
MYND 4.10 Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og Gröf II.

4.1.5 Svifryk í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar á styrk svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II árið 2019. Meðalstyrkur PM_{10} og $PM_{2,5}$ mældist undir heilsuverndarmörkum og var svipaður og síðastliðin ár, sbr. myndir 4.11 og 4.12. Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks PM_{10} aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

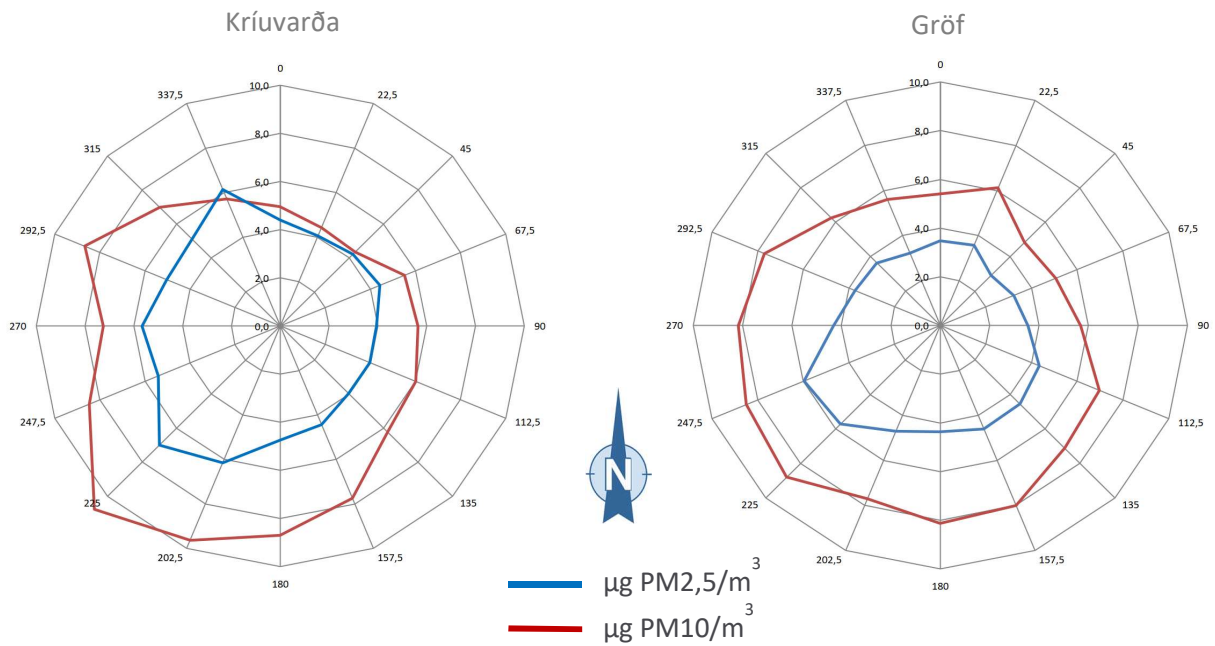


MYND 4.11 Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II.



MYND 4.12 Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II.

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2019. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í suðvestan- og sunnanáttum og eru líklegar uppsprettur svifryksins umferð í grennd við iðnaðarsvæðið og höfuðborgarsvæðið. Aðrar uppsprettur eru malarnámur við Stóru-Fellsöxl og Hólabrú austan Hvalfjarðarganga auk iðnaðarsvæðisins [2].

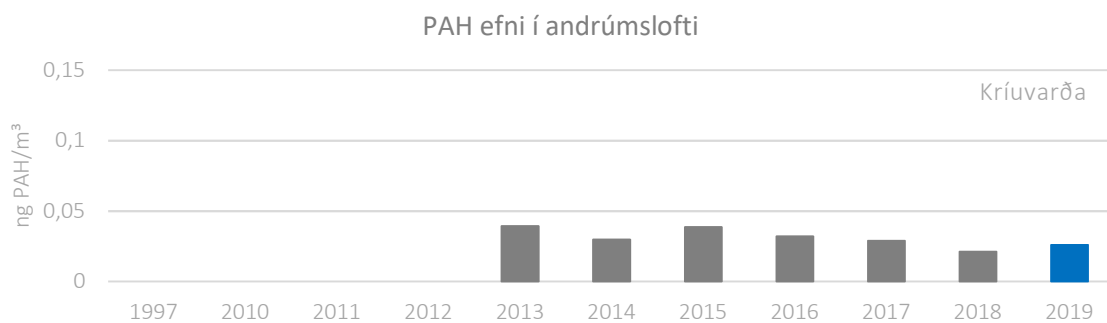


MYND 4.13 Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2019.

4.1.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti

Líkt og fyrri ár voru gerðar mælingar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH_{16} -efna) í svifrykssýnum (PM_{10}) sem safnað var á síur á Kríuvörðu allt árið 2019. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH_{16} efna í andrúmslofti. Styrkur PAH_{16} efnanna var svipaður og undanfarin ár (mynd 4.14).

Umhverfismörk hafa verið skilgreind fyrir bensó(a)pýren ($1 \text{ ng BaP}/\text{m}^3$), sem er eitt PAH_{16} efnanna. BaP mældist langt undir þessum mörkum eða á bilinu $0,0005 - 0,0024 \text{ ng}/\text{m}^3$.

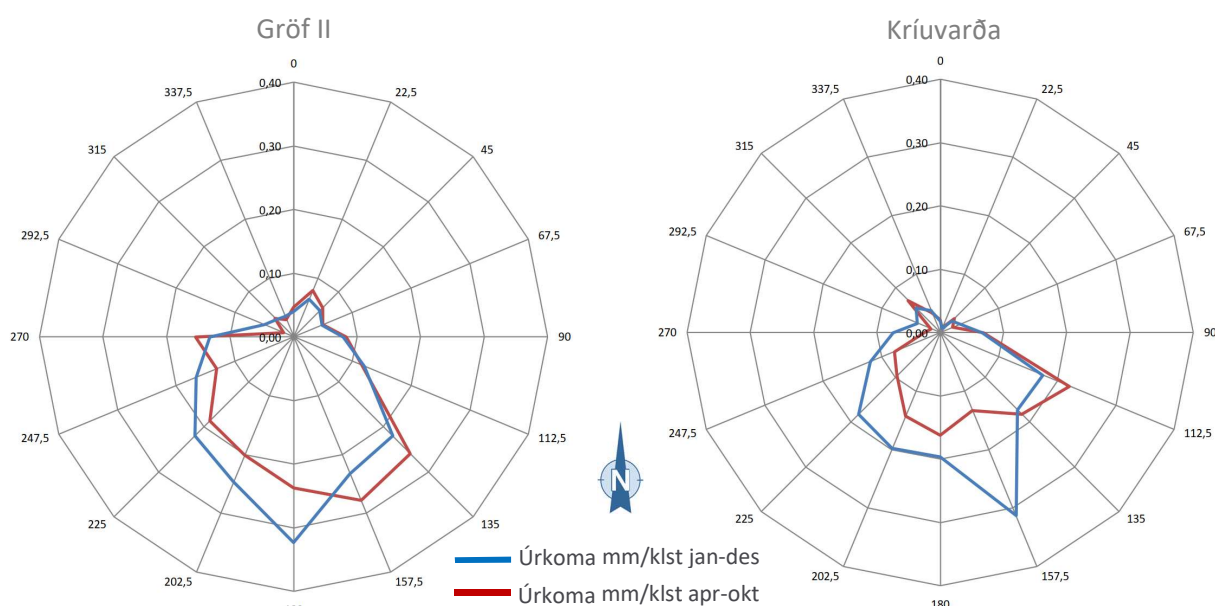


MYND 4.14 Styrkur PAH_{16} efna í svifryki á Kríuvörðu.

4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Magn brennisteins, flúoríðs og sýrustig er mælt í úrkomusýnum sem safnað er á Gröf II og á Kríuvörðu. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur og auðvelt fyrir flugur og frjókorn að blandast sýnunum. Einnig eru mæld efnin natrín, klór, kalsín og níturat [2] (sjá viðauka B.4). 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.

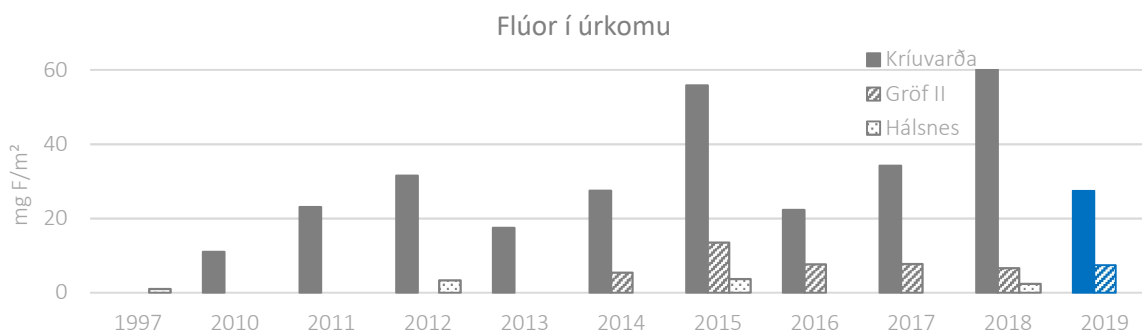
Á Gröf II rignir mest í suðvestanátt en austsuðaustanátt á Kríuvörðu (mynd 4.15). Afstaða stöðvanna til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



MYND 4.15 Megin úrkomuáttir á Gröf II og Kríuvörðu, tímabilin apríl – október og allt árið 2019.

Flúor

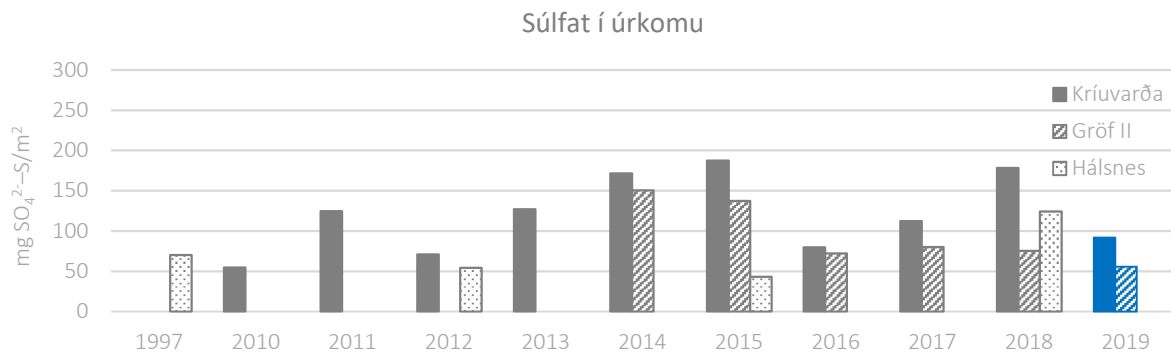
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu mældist í lægra lagi á Kríuvörðu en svipað á Gröf II miðað við árin á undan (mynd 4.16). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir flúormagn í úrkomu.



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

Súlfat

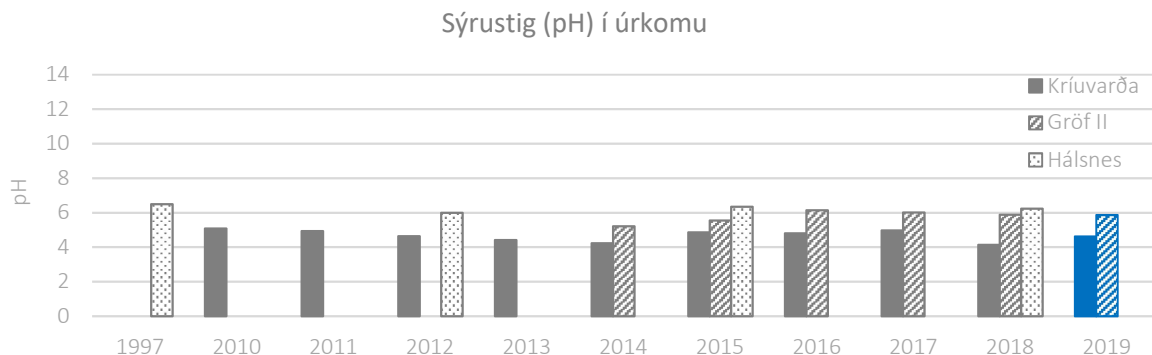
Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl - október, var lægra á Gröf II og Kríuvörðu en árið 2018 (mynd 4.17). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.



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

Sýrustig

Árið 2019 mældist sýrustig úrkomu svipað og árin á undan á Gröf II. Á Kríuvörðu mældist sýrustig svipað og árin 2015-2017 sem var hærra en árið 2018 þegar sýrustigið var óvenju lágt. Á Kríuvörðu var meðalsýrustig pH 4,6 og á Gröf II 6,0 (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) [7].

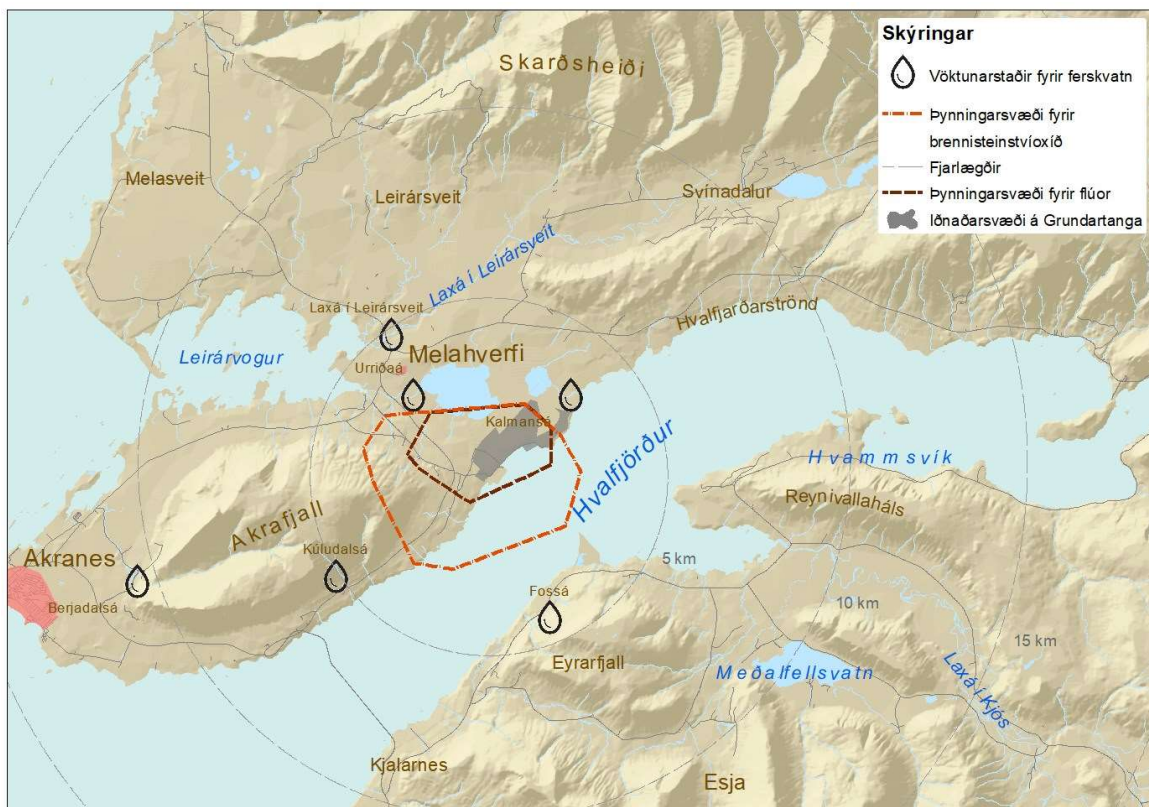


MYND 4.18 Meðalsýrustig í úrkomu á Kríuvörðu og Gröf II.

5 FERSKVATN

Líkt og fyrr í ár voru tekin sýni úr fimm ám norðan Hvalfjarðar, þ.e. Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá, Berjadalsá ofan Akraness og Kúludalsá. Þá voru einnig tekin sýni úr Fossá undir Eyrarfjalli, sunnan Hvalfjarðar (mynd 5.1). Tímabil sýnatöku var frá 9. apríl til 25. september 2019. Sýnum var safnað í hverjum 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 NMÍ [8]. Bakgrunnsmælingar 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.

Fjórum sýnum var sleppt úr meðaltalsútreikningi, vegna augljósra áhrifa frá hárrí sjávarstöðu, þremur í Urriðaá og einu í Kalmansá, en sýnatökustaðir í þessum ám liggja undir sjávarmáli á stórstraumsflóðum. Áhrifa slíkra flóða getur gætt í nokkra daga á eftir og eru greinileg í mælingu á natríni og klóríði.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2019.

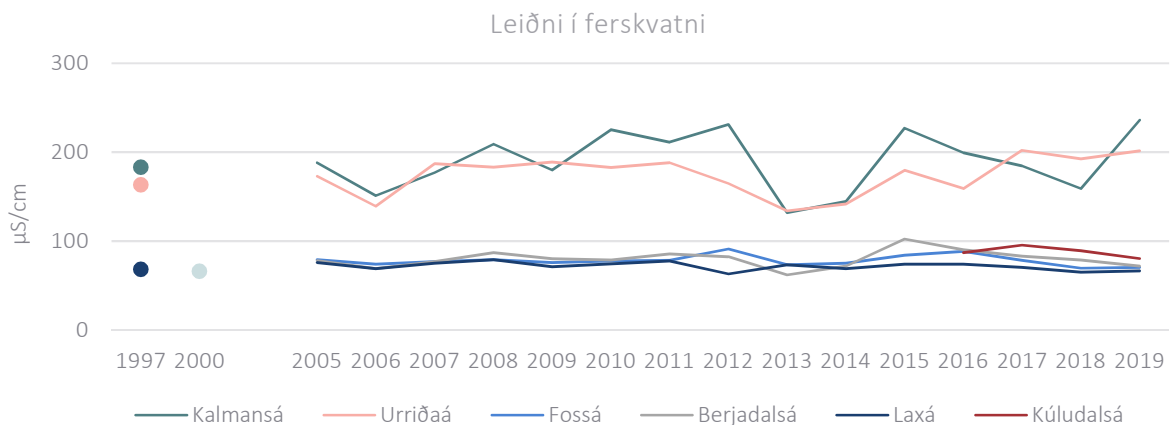
Rennsli Kalmansár og Urriðaár er fyrst og fremst yfirborðsvatn, annars vegar úr Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Laxá, Berjadalsá, Kúludalsá og Fossá eru bergvatnsár. Í viðauka C má sjá niðurstöður tölfraeðigreiningar á mælingum á efnainnihaldi þriggja vöktunaráa frá 1997 – 2019 sem notaðar eru til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og efnastyrk flúors hafi átt sér stað í ánum á þessu tímabili.

5.1 Niðurstöður

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á fersku vatni má sjá í viðauka C. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2009, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

5.1.1 Leiðni ferskvatns

Leiðni í Urriðaa og Kalmansá árið 2019 mældist minnst 114 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og mest 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og meðalleiðni allra mælinga var 219 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 61 – 89 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var 72 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var 121 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og er mjög svipuð meðalleiðni síðustu 10 ára (118 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 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 Kalmansá og Urriðaa, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.



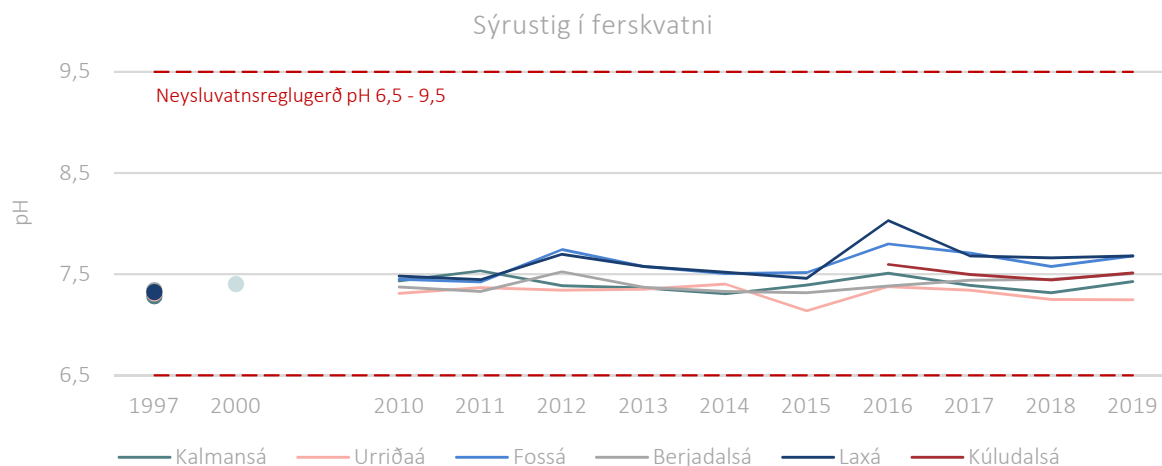
MYND 5.2 Meðalleiðni í vöktunarám og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2019, 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 Urriðaa var pH 7,33 og mældist á bilinu pH 7,10 – 7,77. Sýrustig bergvatnsána mældist að meðaltali pH 7,58 og var á bilinu pH 7,38 – 7,70. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var pH 7,51, sem er á svipuðu reki og meðaltal síðustu 10 ára.

Tekin eru sýni um mitt sumar og sumarlok úr bergvatnsánum en sýrustigið hefur tilhneigingu til að hækka þegar líður á sumarið [8].

Á mynd 5.3 má sjá meðaltal sýrustigs í vöktunarám. Hvorki var marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaa né Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki C). Ekki voru gerðar tölfræðigreiningar á Fossá og Laxá sökum of fárra mælinga. Að sama skapi var ekki gerð tölfræðigreining á Kúludalsá þar sem árið 2019 er einungis fjórða árið sem að hún er vöktuð.

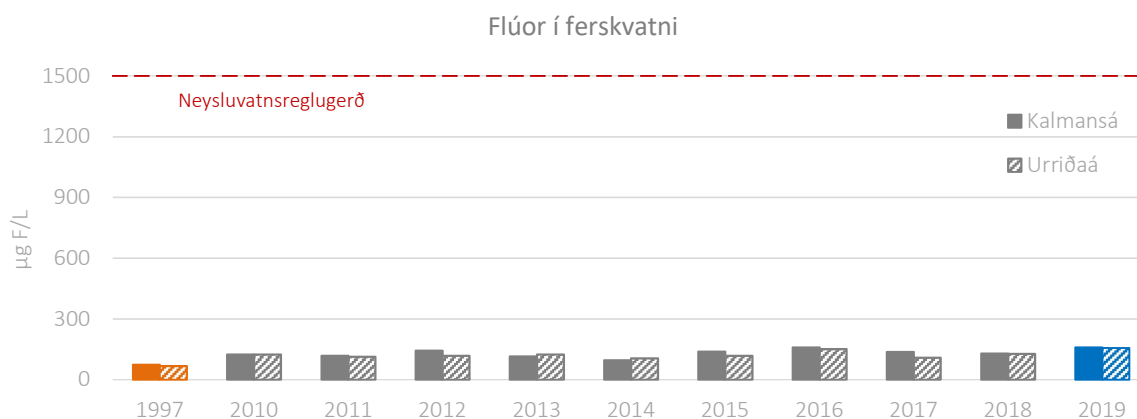


MYND 5.3 Meðaltal sýrustigs í vöktunarám árin 2010 – 2019 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

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 hafa verið 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 [9]. 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 í Kalmansá var 159 µg F/L og 156 µg F/L í Urriðaá árið 2019 (mynd 5.4), sem er með hæsta móti, herra en níu ára meðaltal árunna 2010-2018 (125 µg F/L). Meðaltal flúors í bergvatnsánnum var tæplega fjórum sinnum lægri, sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára. Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors 42 µg F/L eða á bilinu 35-48 µg F/L.



MYND 5.4 Meðalstyrkur flúors í Urriðaá og Kalmansá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

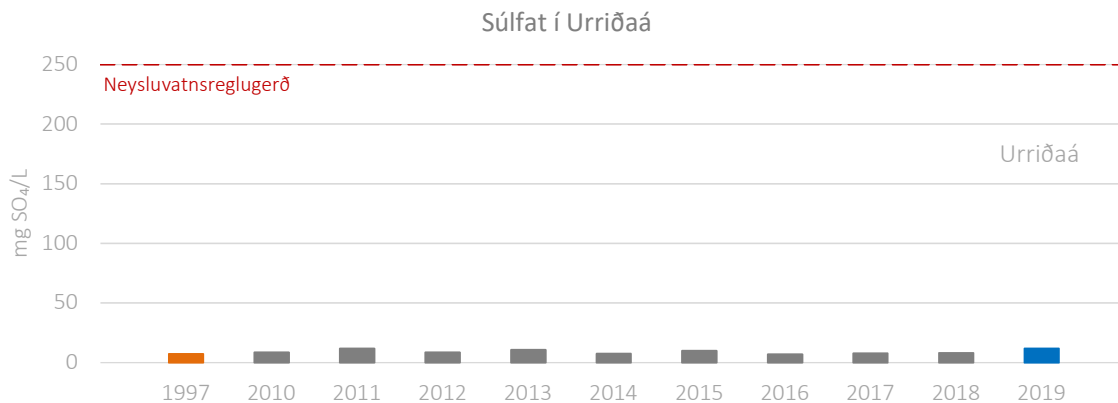
Vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn eru uppsprettur Kalmansár og Urriðaár. Þessi vötn eru staðsett afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og hafa því áhrif á flúormagn í ánum. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur að hluta innan þýnningarsvæðisins fyrir flúor. Vatnsmagn ána og vatnanna sem þær renna úr

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.

Á árinu 2019 var hvorki marktæk hækkun á flúorstyrk í Kalmansá miðað við árið 1997 né miðað við árið 2007 (viðauki C). Í Urriðaá var marktæk hækkun á flúor miðað við árið 1997, en engin breyting miðað við árið 2007. Í Kalmansá og Urriðaá hefur mælst hærri styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu álversins en frá árinu 2008 hefur styrkur þess sveiflast nokkuð. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika en styrkurinn var nærri meðallagi árið 2019 [8].

5.1.4 Súlfat í ferskvatni

Styrkur súlfats (SO_4) í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett er fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO_4/L) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Líkt og með flúor var styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánum og er það í samræmi við niðurstöður fyrri ára. Meðalstyrkur bergvatnsánna var 2,9 mg SO_4/L en 10,8 mg SO_4/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.5 fyrir Urriðaá).



MYND 5.5 Meðalstyrkur súlfats í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Flæðigryfjur eru staðsettar á hafnarsvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Iðjuverin hafa heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í flæðigryfjunum svo sem kerbrotum, óendurvinnanlegum málmleifum og kola- og súralsryki. Sjór flæðir um gryfjurnar vegna sjávarfalla og því eru gryfjurnar afmarkaðar með grjótgarði sem hindrar að föst efni berist til sjávar. Skeljasandi er blandað við kerbrotaúrganginn, sem hvarfast við flúorsambönd og önnur efni og gerir þau síður skaðleg umhverfinu. Hafnarvernd sér um aðgengi til losunar í flæðigryfjurnar ásamt daglegu eftirliti.

Á árinu voru tekin sjósýni sinnum á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs, eins og áður. Á hverjum stað voru sýni tekin, á eins metra dýpi, þrisvar sinnum yfir sumartímann, 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 styrkur arsens (As), króms (Cr), kopars (Cu), nikkels (Ni), blýs (Pb), sinks (Zn), járns (Fe), áls (Al), fosfórs (P) og vanadíns (V) mældur auk þess sem magn síaníðs (CN) og flúoríðs (F) var mælt. Sýni voru tekin dagana 12. júní, 4. júlí og 4. september 2019. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ [10].



MYND 6.1 Staðsetning sýnatökustaða (Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson, í eigu Faxaflóahafna). Sýnatökustaðir 7 og 8 hafa verið færðir út á meira dýpi þar sem fylling liggur nú í flæðarmálinu.

6.1 Niðurstöður

Mengunar gætir í óverulegu mæli utan flæðigryfjugarðanna og eru mæliniðurstöður ársins 2019 svipaðar og 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

Árið 2019 voru mæld eftirfarandi efni í sjósýnum sem tekin voru utan við flæðigryfjugarðana; arsen, blý, króm, kopar, nikkell og sink. Þessi efni eru talin vera óæskileg í lífríki hafsins ef þau eru í miklu magni. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessi efni í yfirborðsferskvatni, árósvatni og strandsjó í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (tafla 6.2). Einnig var járn, ál, vanadín og fosfór 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 mælda styrk þessara efna er að finna í viðauka D.

Arsen, blý, sink, fosfór, 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 áls og 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). Ál og járn mældist að meðaltali hæst í viðmiðunarsýnum við Kalastaði (ál; 90,4 µg /L og járn; 153 µg /L), sem gæti tengst brotajárni sem hugsanlega er á botni fjarðarins nálægt sýnatökustaðnum. Því er mikilvægt að mæla einnig sýni frá viðmiðunarstað í miðjum firðinum.

Kopar, króm og nikkell mældust í nokkrum tilfellum hærri en í viðmiðunarsýnum en í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið), eins og árið á undan, sem bendir einnig 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 mældist við greiningarmörk (<0,005 mg/L) í öllum tilfellum nema í tveimur sýnum, sem tekin voru í júní, á sýnatökustöðum 3 og 4 (austan megin í eins og fjögurra metra fjarlægð frá grjótgarðinum). Þann dag mældust flúor og sýaníð hæst í sýni á sýnatökustað 3 (austanmegin í eins metra fjarlægð). Styrkur sýaníðs mældist 0,064 mg/L sem er yfir hámarksgildi sýaníðs í neysluvatni (0,05 mg/L) og styrkur flúors mældist 2,68 mg F/L sem er yfir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg F/L). Þessi styrkur bendir til þess að einhver útskolun á þessum efnum hafi átt sér stað úr flæðigryfjunni á þessum degi. Það heyrir til undantekninga að sýaníð hafi mælst yfir greiningarmörkum í gegnum árin. Meðalstyrk, hæsta og lægsta mælda styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í viðauka D.

TAFLA 6.1 Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2019. Litir vísa til umhverfismarka. Umhverfismörk 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	Sýnaíð* (Fritt) mg/L	Sýnaíð* (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,48	0,36	0,72	<0,5	<0,3	<2	23,3	1,33	37	<40	1,90	<0,005	<0,005
2 Austurendi - 4 m	1,58	0,23	0,50	0,51	<0,3	<2	28,7	1,35	40	<40	2,13	0,005	0,005
3 Austanmegin - 1 m	1,86	0,23	0,55	1,57	<0,3	<2	31,4	1,84	41	<40	2,16	0,025	0,025
4 Austanmegin - 4 m	1,86	0,20	<0,5	0,94	<0,3	<2	31,8	1,67	44	<40	2,08	0,018	0,018
5 Miðja - 1 m	1,60	0,16	0,59	<0,5	<0,3	<2	27,2	1,33	32	<40	2,10	<0,005	<0,005
6 Miðja - 4 m	1,56	0,16	<0,5	<0,5	<0,3	<2	28,0	1,31	39	<40	1,97	<0,005	<0,005
7 Vestanmegin - 1 m	1,56	0,18	0,51	<0,5	<0,3	<2	27,1	1,29	35	<40	2,00	<0,005	<0,005
8 Vestanmegin - 4 m	1,59	0,15	0,56	<0,5	<0,3	<2	34,4	1,29	32	<40	2,10	<0,005	<0,005
9 Vesturendi - 1 m	1,59	0,40	0,65	<0,5	<0,3	<2	27,7	1,29	86	<40	2,11	<0,005	<0,005
10 Vesturendi - 4 m	1,56	0,18	<0,5	<0,5	<0,3	<2	23,9	1,29	35	<40	2,01	<0,005	<0,005
Kalastaðir	1,56	0,22	<0,5	<0,5	<0,3	<2	90,4	1,26	153	<40	2,45	<0,005	<0,005
Miðja fjarðar	1,86	0,21	<0,5	<0,5	<0,3	<2	33,2	1,27	46	<40	2,14	<0,005	<0,005

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

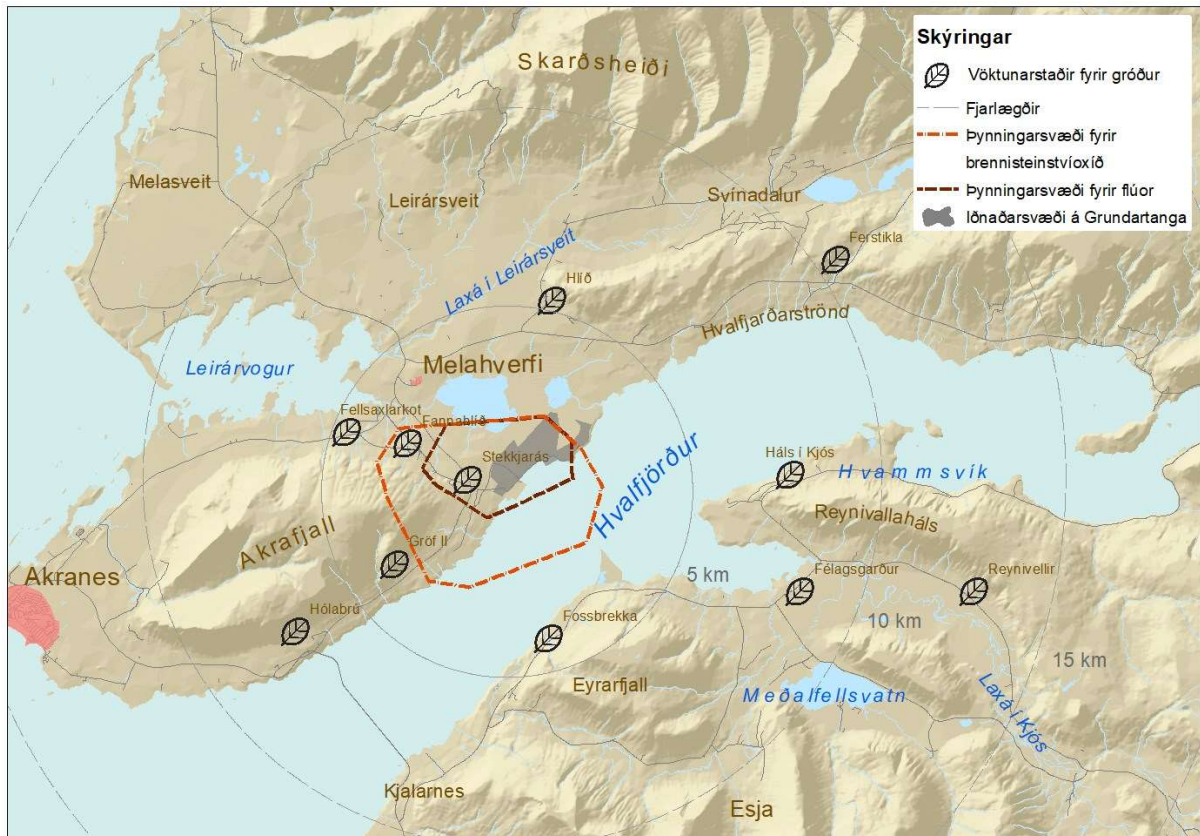
TAFLA 6.2 Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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

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

7 GRÓÐUR

Tekin voru sýni 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). Söfnun miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem reynt er að velja sýnatökudaga þegar þurrkt hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 7.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Tveir staðir liggja innan þyningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlíð.



MYND 7.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2019.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 27. maí og 17. september 2019 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 2. júlí 2019. 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 14. nóvember 2019. Söfnun og greining sýna var eins og undanfarin ár í höndum NMÍ [11]. Tölfræðigreining var gerð á styrk flúors í grasi, laufi og barri til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára (sjá viðauka E). Ólíkar tegundir gróðurs eru taldar þola flúor misvel og má sjá viðeigandi viðmiðunarmörk í töflu 7.1.

TAFLA 7.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [12].

Styrkur flúors í lofti (µg HF/m ³)	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 [13]. Styrkleiki flúors í andrúmslofti (HF) 0,3 µg F/m ³ yfir 5 – 6 mánaða tímabil getur leitt til uppsöfnunar á um 30 µg F/g í plöntuvef [12].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungspölinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þölinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [14, 15, 16, 13]

7.1 Niðurstöður

Staðbundið veðurfar getur haft áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri. Næst uppsprettum getur úrkoma til dæmis lækkað styrk flúors í gróðri á meðan vindátt getur aukið styrkinn á þeim svæðum sem snúa undan meginvindátt frá uppsprettum. Hins vegar hefur hitastig minni áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri [11]. Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka E. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2009, sem finna má á heimasíðum Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

7.1.1 Flúor í grasi

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í grasi undir hámarksgildi flúors í fóðri (30 µg F/g), skv. reglugerð nr. 340/2001 og innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri [13], sbr. töflu 7.2 og mynd E.1 í viðauka E.

Hæsti flúorstyrkur í grasi, 21 µg F/g, mældist í maí á Stekkjarási. Til samanburðar mældist flúor hæst 2 µg F/g í grassýnum við Skorradal. Meðaltal flúors á Stekkjarási var hærra árið 2019 miðað við árið 2018, en meðalstyrkur flúors á öðrum vöktunarstöðum var svipaður á milli ára. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

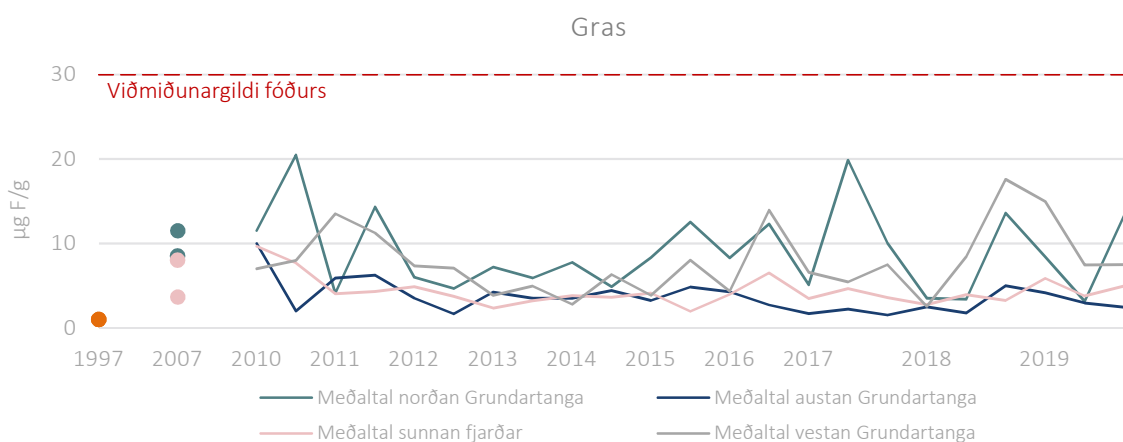
Hækkun er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2019 miðað við árið 1997, en hins vegar er, líkt og undanfarin ár, ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærrí í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2019. Almennt er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan.

TAFLA 7.2 Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2019 ásamt þölmörkum, samantekt á tölfræði-úrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi								
	Vöktunarstaður	Mái ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Júlí ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	September ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Breyting 2019 m.v. 1997	Breyting 2019 m.v. 2007		
Norðan fjarðar	Stekkjars	21	14	13	Hækkun	Engin breyting		
	Fannahlíð	9	4	11				
	Fellsaxlarkot	8	2	16				
	Ferstickla	3	2	2				
	Gröf II við hús	19	8	10				
	Hólabrú	11	7	5				
	Hlíð	6	4	3				
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5	6	6				
	Fossbrekka	11	4	2				
	Háls í Kjós	3	2	3				
	Reynivellir	4	3	10				
Viðmiðunarstaður	Skorradalur	2	-	1				
Talin þölmörk grasa Talin þölmörk grasbíta [13] Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**							100-200 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef 30 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef 50 $\mu\text{g F/g}$ fyrir mjólkandi ær og 30 $\mu\text{g F/g}$ fyrir annað sauðfé	

** Skv. reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri

Veðurfar við sýnatökur				
	Mái	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	27	2	17	Sumarið 2019 var fremur hlýtt og lítil úrkoma var frá maí og fram í ágúst en talsverð úrkoma var í september. Þurr var síðustu 5 daga fyrir sýnatöku í maí. Úrkoma hafði verið 27. og 28. júní fyrir sýnatökuna í júlí. Nokkur úrkoma hafði verið flesta daga fyrir sýnatöku í september.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	0	11	23	
Lofthiti ($^{\circ}\text{C}$)	9,9	11	6,5	
Meðalvindhraði (m/s)	6	6	10-12	
Vindáttir	NA- áttir	NA-A áttir	SV- áttir	



MYND 7.2 Meðaltal flúors í grasi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga, vor, sumar og haust, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

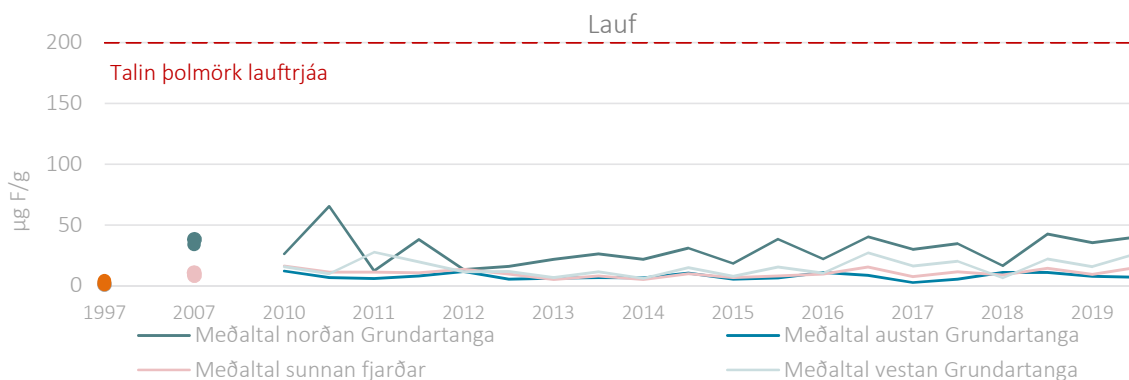
7.1.2 Flúor í laufi

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í laufi innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 7.3 og mynd E.2 í viðauka E. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum á Stekkjarási í september, 62 µg F/g. Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 3 µg F/g. Ekki er um að ræða marktæka breytingu á meðalstyrk flúors í lauftrjánunum á milli árána 2018 og 2019, hvorki norðan fjarðar né sunnan fjarðar sbr. mynd E.3 í viðauka E.

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E. Tafla 7.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2019 og niðurstöður tölfræðigreiningar sem sýna að hækkun er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2019 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum miðað við árið 2007. Mynd 7.3 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar. Meiri breytileiki er á mæligildum norðan og vestan við Grundartanga en austan Grundartanga og sunnan fjarðar.

TAFLA 7.3 Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2019 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfræðiúrvinnslu. Sjá töflu E.1 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í maí (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Breyting 2019 m.v. 1997	Breyting 2019 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjarsás</i>	37	62	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	32	45		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	39	35		
	<i>Ferstikla</i>	4	5		
	<i>Gröf II við hús</i>	12	23		
	<i>Hólabrú</i>	20	30		
	<i>Hlíð</i>	12	9		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	9	20		
	<i>Fossbrekka</i>	5	6		
	<i>Háls í Kjós</i>	6	9		
	<i>Reynivellir</i>	9	21		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		4	3		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef			



MYND 7.3 Meðalstyrkur flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

7.1.3 Flúor í barri

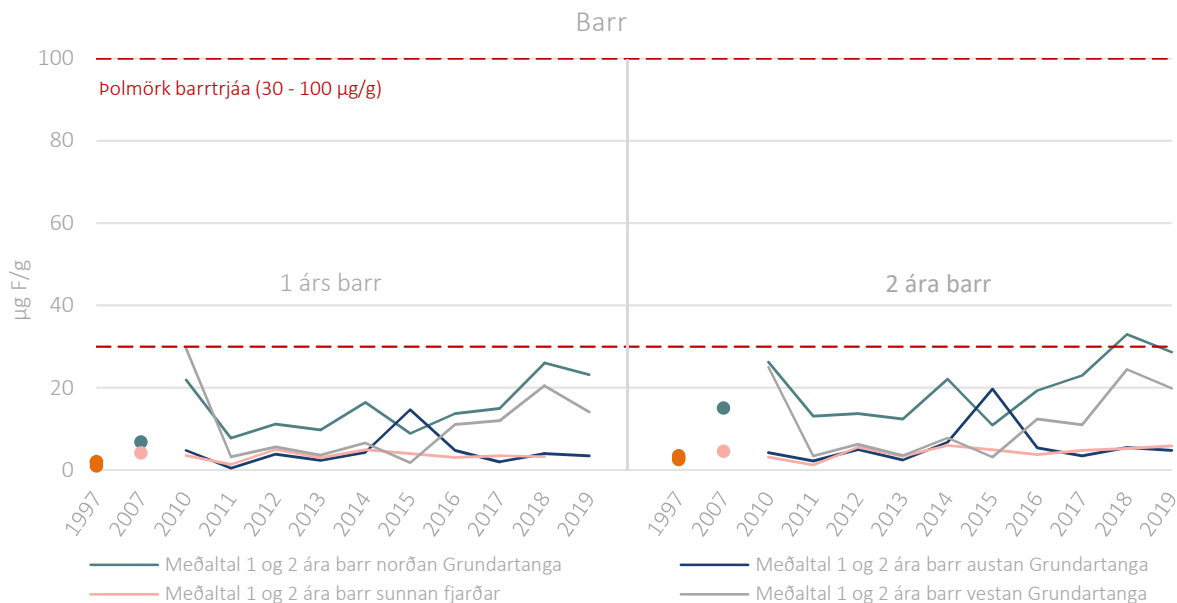
Í öllum tilvikum var meðalstyrkur flúors í eins árs barri undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri fór á einum stað, Fannahlíð, yfir neðri mörk þessara þolmarka, 30 µg F/g. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærra en flúor í eins árs barri. Mynd 7.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum.

TAFLA 7.4 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2019 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfræðilegrar 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 2019 m.v. 1997	Breyting 2019 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	17	30	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	28	36		
	Fellsaxlarkot	19	22		
	Ferstikla*	4	5		
	Gröf II við hús*	8	12		
	Hlíð*	3	5		
	Hólabrú*	20	28		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	5	6	Hækkun í 1 árs barri	
	Fossbrekka	6	7		
	Háls í Kjós*	4	4		
	Reynivellir	6	7		
Viðmiðunarstaður Skorradalur		2	3		
Talin þolmörk barrtrjáa		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	14	Nóvembermánuður var kaldur og fremur þurrt var dagana fyrir sýnatöku. Suðaustlægar áttir voru ríkjandi vikuna fyrir sýnatökuna og meðalhitastig tímabilsins 2,8° C. Lítilsháttar úrkoma var 3 dögum fyrir sýnatökuna.



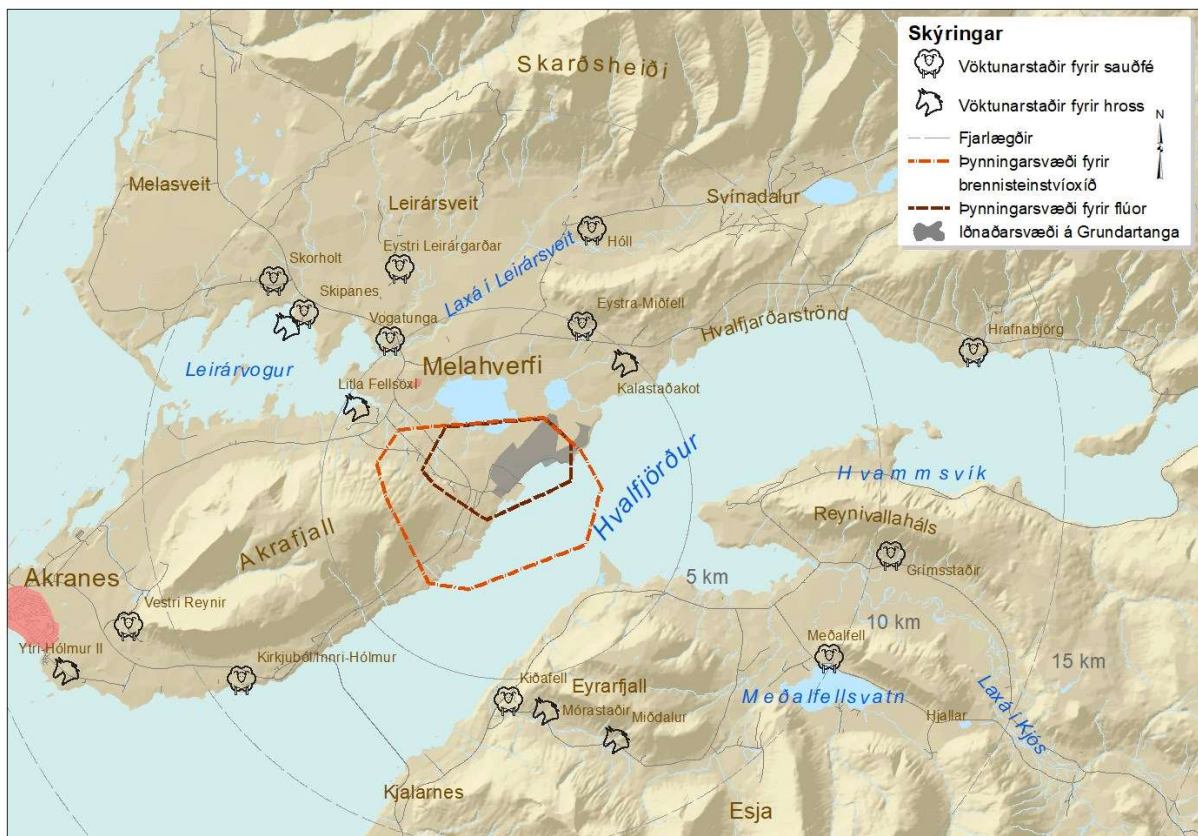
MYND 7.4 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunngildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í eins árs barri sunnan Hvalfjarðar árið 2019 miðað við árið 1997 en engin breyting er miðað við árið 2007. Ekki er breyting á eins árs barri norðan fjarðar miðað við árin 1997 og 2007. Að sama skapi er á árinu 2019 engin breyting á meðalstyrk flúors í tveggja ára barri, norðan og sunnan fjarðar, miðað við mælingar árána 1997 og 2007 (mynd 7.4). Greinilegur munur er á flúorstyrk í barri norðan og sunnan fjarðar. Árið 2019 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir E.5 og E.6 í viðauka E).

8 GRASBÍTAR

Árlega fer fram vöktun á áhrifum flúors á sauðfé og hross frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Vöktunarbæirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 8.1). 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 [17]. Dýralæknir frá Dýralækninum í Mosfellsbæ sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og NMÍ 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 [18].

Flúor sem grasbítar taka upp með fóðri og vatni, safnast fyrir í beinum þeirra með tíma. Styrkur flúors mælist yfirleitt hærrí í eldra fé. Í vöktun iðjuveranna er leitast er við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur af fullorðnu fé (6 vetra eða eldri) frá hverjum vöktunarbæ [1]. Upplýsingar um aldur dýranna koma fram á fjármerkjum viðkomandi bæja eða frá bónda.



MYND 8.1 Vöktunarbærir fyrir sauðfé og hross árið 2019.

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2019, bárust frá 12 bæjum (mynd 8.1). Að þessu sinni bárust engin sýni af fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum. Til viðmiðunar bárust 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 107 sýnum af beinösku kjálkabeina (58 lömb og 49 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru einnig skoðuð og mæld [17].

Í grasbítum getur flúor safnast upp í kjálkum og tönnum, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [17]. Uppsprettur flúors geta einnig verið af náttúrulegum uppruna og má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjó [13]. 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 8.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [16, 19]. 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 [20]. 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 [20]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jörturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [21].

Talið er að ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g sé hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár [13].

TAFLA 8.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta, byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [16, 19].

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 (samtals 60 dýr), þ.e. frá Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu, Innri Hólmi, Kiðafelli og Grímsstöðum. Féð var á aldrinum 2-8 vetra.

Einnig skoðaði dýralæknir tennur og liði, m.t.t. flúorskaða, í samtals 36 hrossum frá sex bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. frá Litlu Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti, Ytri Hólmi, Miðdal og Morastöðum. Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var 3 til 25 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 2020.

Til að meta áhrif flúors á tennur í lifandi grasbítum (hrossum og sauðfé) var stuðst við matskerfi sem sjá má í töflu 8.2.

TAFLA 8.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [22].

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

8.1 Niðurstöður

Í töflu 8.3 má sjá yfirlit yfir flúormælingar frá mismunandi staðsetningum við Hvalfjörðinn og talin þolmörk dádýra. Þar má einnig sjá hvaða breytingar hafa orðið á styrk flúors árið 2019 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur). Í viðauka F eru upplýsingar um meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum ásamt ítarlegri niðurstöðum tölfraeðigreiningar og yfirliti um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé.

TAFLA 8.3 Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbita á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu.

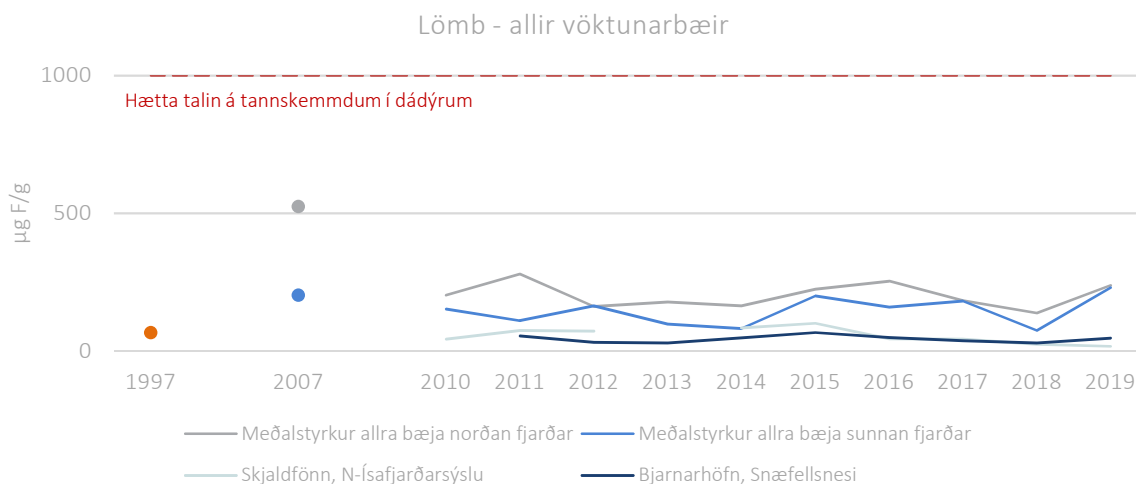
Vöktunarbærir	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2019 m.v. 1997	Breytingar 2019 m.v. 2007
Lömb			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnaþjörg)</i>	157		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur, Vestri Reynir)</i>	569		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	141		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	238	Hækkun	Lækkun
<i>Bæir sunnan Hvalfjarðar</i>			
<i>Kiðafell, Grímsstaðir, Meðalfell</i>	230	Hækkun	Engin breyting
Fullorðið fé			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu</i>	Engin sýni bárust		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.822		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	772		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	1.017	Hækkun	Engin breyting
<i>Allir bæir sunnan Hvalfjarðar</i>	829	Hækkun	Hækkun
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000 - 2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

8.1.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilvikum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 $\mu\text{g F/g}$, viðauki F). Hæstur var meðalstyrkurinn í kjálkabeinum lamba frá Innri Hólmi (630 $\mu\text{g F/g}$) og lægstur í lömbum frá Eystri Leirárgörðum og Skipanesi (96 $\mu\text{g F/g}$).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 235 $\mu\text{g F/g}$, sem er svipað og undanfarin 11 ár. Frá vöktunarstöðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 238 $\mu\text{g F/g}$ og 230 $\mu\text{g F/g}$ sunnan fjarðar (mynd 8.2). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba 37 $\mu\text{g F/g}$ frá Skjaldfönn og 41 $\mu\text{g F/g}$ frá Bjarnarhöfn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar er marktæk breyting til lækkunar á flúorstyrk samanborið við árið 2007 eins og áður. Lækkunin er almenn, en þó er misjafnt hvort lækkunin sé marktæk milli ára og svæða.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarðar árið 2019 er marktækt hærri en mældist árið 1997, en marktækt lægri miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors árið 2019 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarða yfirleitt verið hærri eða svipaður og meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki F). Árið 2019 mældist styrkur flúors svipaður í lömbum norðan fjarðar og sunnan fjarðar.



MYND 8.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

8.1.2 Flúor í fullorðnu fé

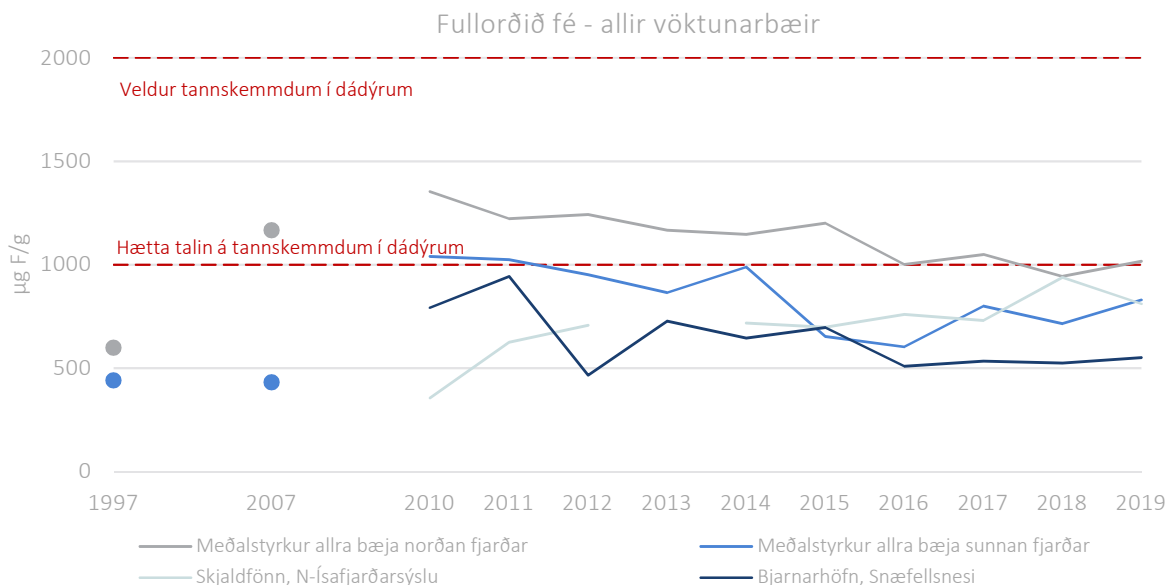
Þar sem flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma getur verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2019 var rúmlega 6 vetra (yngst 3 vetra og elst 8 vetra).

Á bænum Vestra Reyni var meðalstyrkur flúors yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár, sem er sá styrkur sem hætta er talin að valdi tannskemmdum í dádýrum. Á Innri Hólmi var meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir 2.000 µg F/g, sem er sá styrkur flúors sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum.

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 965 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 1.017 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 829 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 8.3). Meðalstyrkur flúors hefur farið lækkandi síðustu 11 árin bæði í dýrum norðan og sunnan fjarðar. Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2019 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki F).

Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innri Hólmi (2.253 µg F/g) og lægstur í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgörðum (487 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúor úr fullorðnu fé 552 µg F/g frá Skjaldfönn (6 vetra gömul dýr) og 811 µg F/g frá Bjarnarhöfn (6-8 vetra gömul dýr).

Árið 2019 var meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norðan fjarðar marktækt hærri en árið 1997 en ekki er marktæk breyting miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er marktæk hækkun á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé á árinu miðað við árið 1997 og miðað við árið 2007. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum samanborið við árið 1997, hins vegar er ekki marktæk breyting á flúorstyrk samanborið við árið 2007.



MYND 8.3 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

8.1.3 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 8.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka F [17].

TAFLA 8.4 Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	34	12	10
Sæmileg	0	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	8	2	3
Sæmileg	5	2	0
Slæm	18	7	4
Meðalaldur (ár)	6,2	6,4	6,5

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

Öll lömbin voru við góða tannheilsu en mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé. Hæsti meðalstyrkur flúors mældist í fullorðnu fé frá Innri Hólmi, þar sem öll dýrin mældust með flúorstyrk í kringum 2.000 µg/g. Eitt dýrið var við góða tannheilsu, eitt við sæmilega og tvö við slæma tannheilsu. Einnig mældist flúorstyrkur yfir 1.000 µg/g í tveimur fullorðnum kindum frá Vestra Reyni og var önnur kindin metin við slæma tannheilsu. Engar breytingar sáust á glerungi framtanna þeirra kinda, þar sem flúorstyrkur mældist yfir viðmiðunarmörkum (1.000 µg/g). Tvö lömb voru skráð með breytingu á glerungi framtanna. Lamb var frá Vestra Reyni (417 µg F/g) og lamb frá Meðalfelli (153 µg F/g). Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum.

8.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

Niðurstöður skoðana dýralæknis á tönnum og liðamótum í framfótum lifandi grasbíta (sauðfé og hross) gefa til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt og ekki sáust neinar breytingar á liðamótum þeirra dýra sem voru skoðuð, hvorki hjá hrossum né sauðfé.

Í viðauka F (kafla F.2) má sjá yfirlit yfir niðurstöður skoðunar tanna og liðamóta framfóta í lifandi sauðfé og hrossum, sbr. matskerfi í töflu 8.2. Almenn var matið lágt á ástandi á tönnum og liðum bæði hjá sauðfé og hrossum. Tvær athugasemdir voru gerðar á tönnum hrossa. Annað tilvikið var dæld í framtönn sem hafði fyllst upp með tannsteini og hitt tilvikið var aukið slit á framtönnum. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Morastöðum (0,22) og lægst í hrossum frá Miðdal og Ytri Hólmi (0,06). Framtönnur vantaði í nokkrum tilfellum í kindur frá öllum sýnatökustöðunum; Grímsstöðum, Vogatungu, Hrafnabjörgum, Innri Hólmi, Eystra Miðfelli og Kiðafelli, þar sem allar framtönnur vantaði í eina kind. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi tanna var í fé frá Hrafnabjörgum (0,04) og lægst í fé frá Grímsstöðum, Innri Hólmi og Vogatungu (0).

9 HEIMILDASKRÁ

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Önnur endurskoðun 28.03.2018,“ 2018. [Á neti]: https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraetlun_2018_2021_2endursk_28032018.pdf.
- [2] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar-desember 2019,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2020.
- [3] Eva Yngvadóttir, Alexandra Kjeld, Börkur Smári Kristinsson og Friðrik Gunnarsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018.,“ Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Alur Álvinnsla ehf., 2019.
- [4] Eva Yngvadóttir, Friðrik K. Gunnarsson, Hlöðver Stefán Þorgeirsson og Snævarr Örn Georgsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016.,“ Elkem Ísland ehf., GMR Endurvinnslan ehf., Kratus ehf., Norðurál Grundartangi ehf., 2017.
- [5] Eva Yngvadóttir, Alexandra Kjeld, Friðrik K. Gunnarsson, Sigurður Thorlacius og Snævarr Örn Georgsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017.,“ Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Alur Álvinnsla ehf., 2018.
- [6] Eva Yngvadóttir, Gyða M. Ingólfssdóttir, Friðrik K. Gunnarsson, Alexandra Kjeld og Snævarr Örn Georgsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015.,“ Elkem Ísland ehf., GMR Endurvinnslan ehf., Kratus ehf., Norðurál Grundartangi ehf., 2016.
- [7] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað 4. mars 2020].
- [8] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Ferskvatnsmælingar 2019.,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2019.
- [9] J. A. Camargo, „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [10] Kristmann Gíslason, „Sjósýni kerbrotagryfju. 6EM19049.,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2019.

- [11] Dr. Kristmann Gíslason, „Gróðurskýrsla 2019,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2020.
- [12] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolm, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [13] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Ongstad, Stoll og Aasland, „The Norwegian aluminium industry and the local environemt,“ Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report, 1994.
- [17] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2019. Skýrsla vegna umhverfivöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, 2020.
- [18] Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Lifandi búfé, skoðun tanna og framfóta. Umhverfivöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, 2020.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and inverstigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [22] 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 útkomnar ársskýrslur umhverfisvöktunar eru eftirfarandi og hafa að geyma upplýsingar um niðurstöður vöktunarinnar frá upphafi hennar:

- 1) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Útgefin í maí 2019.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Útgefin í apríl 2018.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Útgefin í apríl 2017.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Útgefin í apríl 2016.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Útgefin í apríl 2015.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
- 9) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
- 10) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
- 11) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
- 12) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
- 13) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
- 14) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
- 15) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

VIÐAUKI B LOFTGÆÐI

TAFLA B.1 Niðurstöður loftgæðamælinga á Kríuvörðu árið 2019, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum.

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
Meðalstyrkur HF	0,15	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	1,9		Mælt 20. apríl í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,01		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,19	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	2,4		Mælt 20. apríl í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,01		
F (síur, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,16		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	1,9		Mælt 20. apríl í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,25		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	5,3		Mælt 24.-28. febrúar í A til SSV-áttum.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,01		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (síur)	2,9		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	5,9	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	85	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 20. apríl í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	227	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 26. mars í SV-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,62	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	6,5	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 14. mars í ASA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	0,78	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	10	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 30. október í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	22	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 2. desember í SSV-átt.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	1,1	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	11,6		Mælt 30. október í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,1		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	6,2	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	31	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 1. ágúst í VNV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	1,7		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	5,04	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
PAH efni - Bensó(a)þýren			
Mældur styrkur apríl – október (síur)	$5 \cdot 10^{-7} - 2,4 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

TAFLA B.2 Niðurstöður loftgæðamælinga á Gröf II árið 2019, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum.

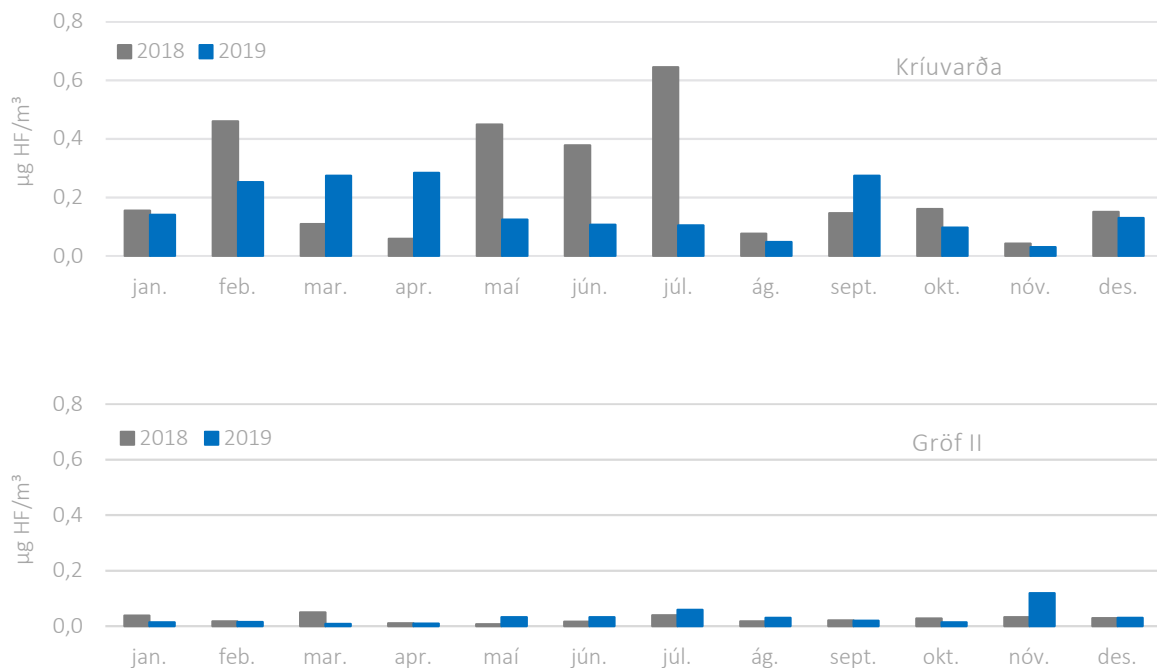
Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,13		Mælt 27.-31. október í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,05	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,17		Mælt 30. júlí – 1. ágúst í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,01		
F (síur, allt árið)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,63		Mælt 25. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,0		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,06		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	1,1		Mælt 25. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,01		
SO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins (síur)</i>	3,1		
<i>Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)</i>	6,3	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	126	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 25. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	254	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 4. febrúar í NA-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,55	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	6,1	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 1. október í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,89	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	29,6	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 25. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,1		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	70,7	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,40	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	40		Mælt 25. nóvember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,2		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	6,3	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	34	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 29. maí í S-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,1		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	4,0	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

TAFLA B.3 Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2019, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
SO₂			
Meðalstyrkur ársins	2,4	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	24,4	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 12. apríl í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	66,0	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 1. maí í S-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,51	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	6,0	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 14. mars í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		

B.1 Flúor í andrúmslofti

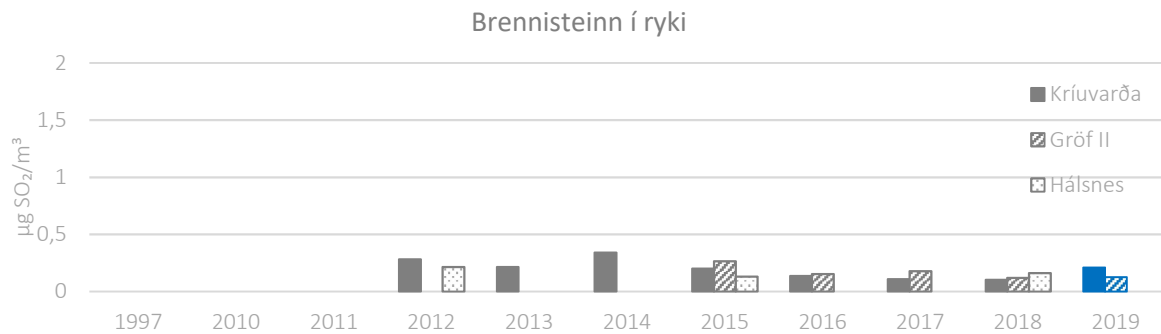
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2019 og til samanburðar árið 2018.



MYND B.1 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II yfir árið 2019

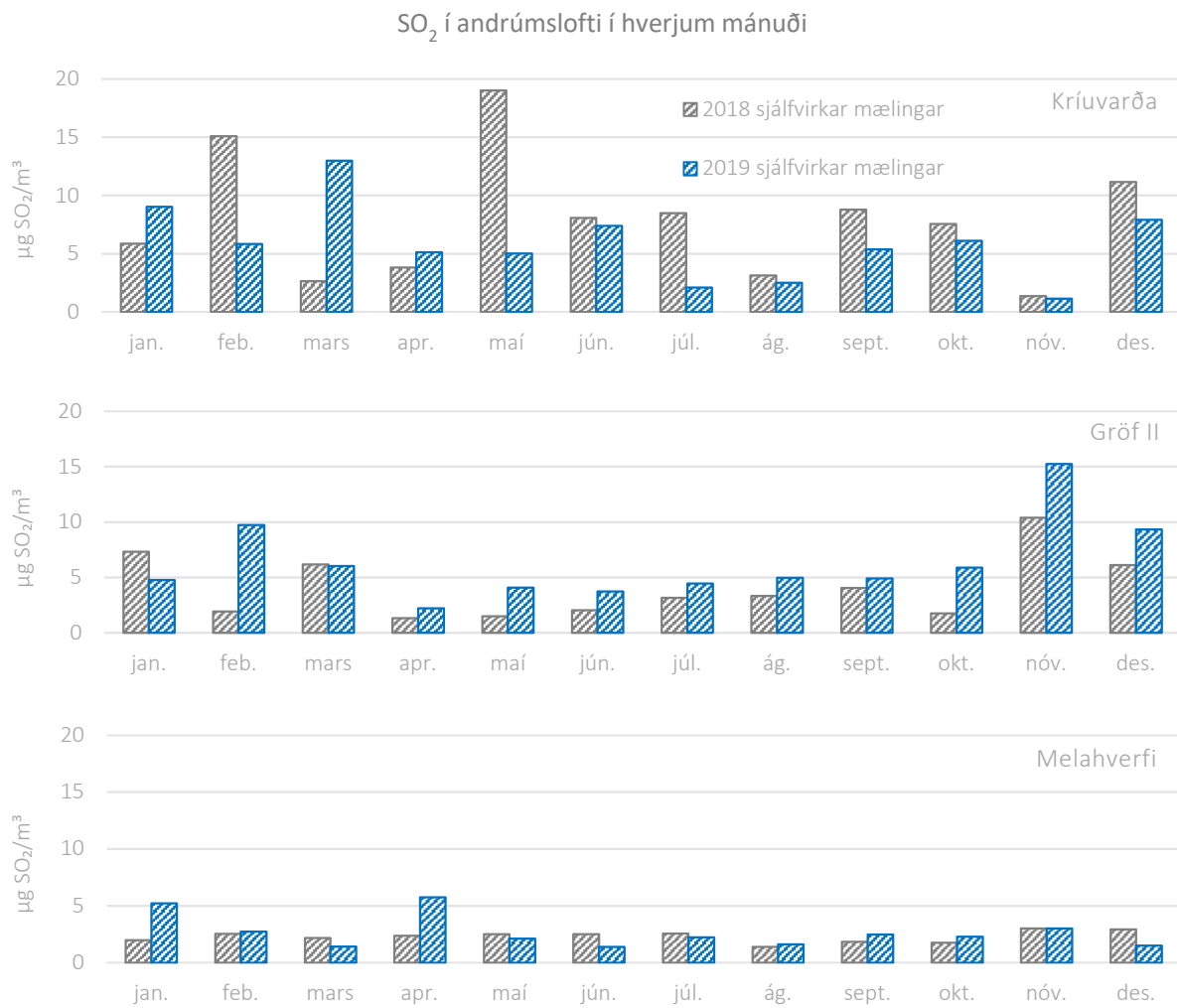
B.2 Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

Mynd B.2 sýnir styrk brennisteins í ryksýnum sem safnað hefur verið 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. Brennisteinn í ryki mældist nokkuð hærri á Kríuvörðu árið 2019 heldur en árin 2016-2018 en svipaðar eða minni en árin þar á undan. Niðurstöður mælinga á Gröf II eru í samræmi við niðurstöður fyrri ára og engar markverðar breytingar að sjá.



MYND B.2 Meðalstyrkur brennisteins í sýnum sem safnað hefur verið á síur á Kríuvörðu og Gröf II.

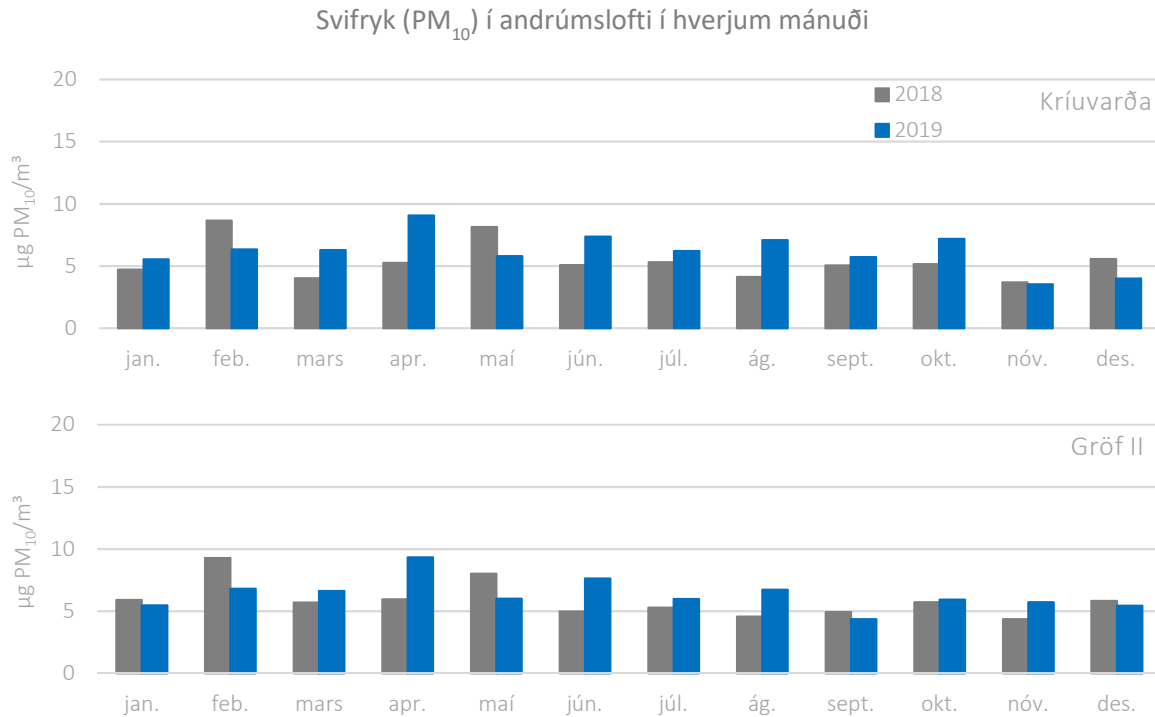
Mynd B.3 sýnir niðurstöður sjálfvirkra mælinga (flúrljómun) á meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2019 og til samanburðar árið 2018. Árið 2019 mældist styrkur SO₂ almennt lægri eða svipaður og árið 2018 á Kríuvörðu. Á Gröf II mældist mánaðarlegur styrkur ársins 2019 sambærilegur eða hærri en árið 2018, sem rekja má til nokkuð ákveðinna norðaustanáttá á árinu 2019. Styrkur í Melahverfi árið 2019 mældist að mestu leyti sambærilegur og árið 2018.



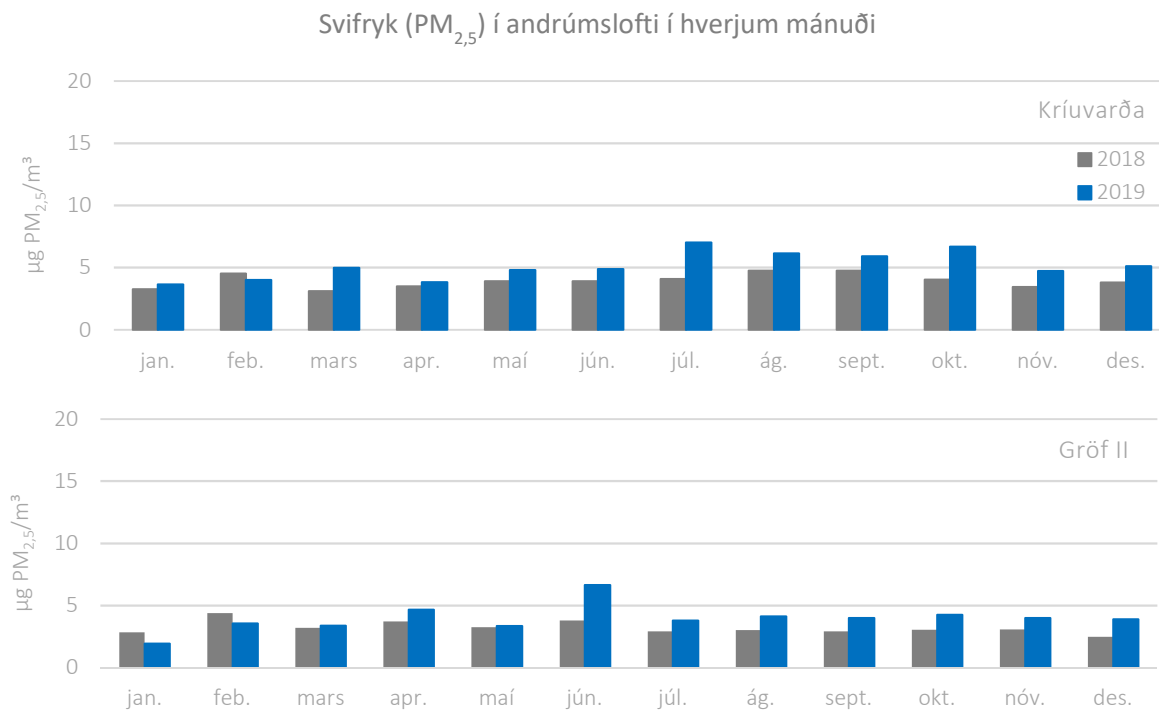
MYND B.3 Meðalstyrkur brennisteinsdíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árin 2018 og 2019 á Krúvörðu, Gröf II og Melahverfi.

B.3 Svifryk í andrúmslofti

Meðalstyrkur svifryks, PM₁₀ og PM_{2,5}, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á myndum B.4 og B.5. Mælingar ársins 2019 eru almennt hærrí en mælingar ársins 2018 en munurinn er þó ekki verulegur.



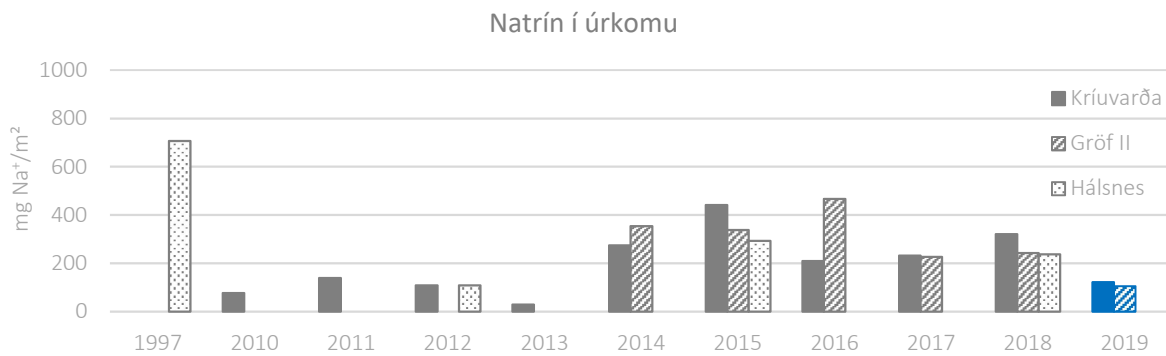
MYND B.4 Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) yfir árin 2018 og 2019 á Kríuvörðu og Gröf II.



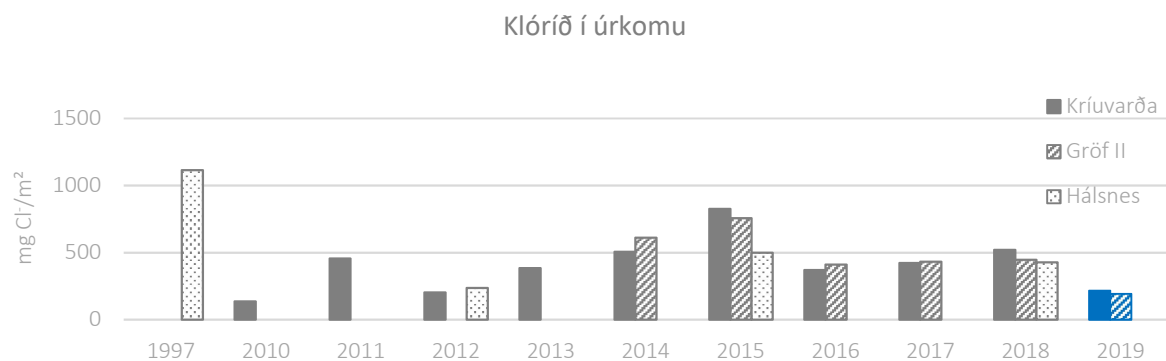
MYND B.5 Meðalstyrkur svifryks (PM_{2,5}) yfir árin 2018 og 2019 á Kríuvörðu og Gröf II.

B.4 Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klór, kalsíns og nítrots var einnig 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 2010 – 2019 og á Gröf II 2014-2019 er birtur á myndum B.6 og B.7 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár). Á báðum stöðum mældist styrkur natríns og klóríðs nokkuð lægri en árin 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

C.1 Niðurstöður mælinga

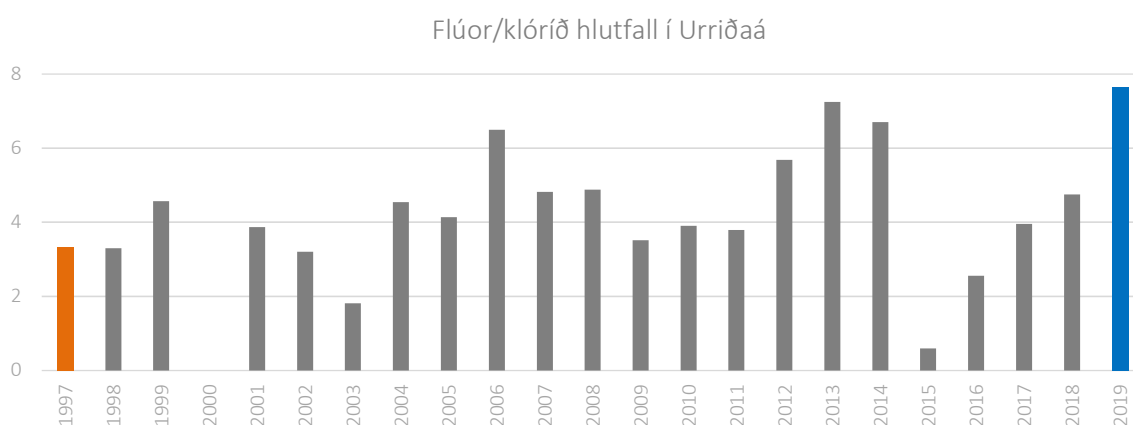
Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2019 í vöktunarám samanbórið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta og hvenær þau mældust.

TAFLA C.1 Niðurstöður mælinga í vöktunarám árið 2019 (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>	159 Min 91 (apríl) Max 232 (ágúst)	24,2 Min 15,8 (sept.) Max 35,4 (ágúst)	9,5 Min 4,1 (maí) Max 13,4 (ágúst)	7,43 Min 7,29 (sept.) Max 7,77 (júlí)	236 Min 114 (sept.) Max 497 (maí)
<i>Urriðará (6)</i>	157 Min 91 (apríl) Max 249 (ágúst)	20,4 Min 18,7 (júní) Max 22,8 (sept.)	12,0 Min 7,4 (apríl) Max 14,5 (sept.)	7,25 Min 7,08 (ágúst/sept.) Max 7,61 (apríl)	201 Min 142 (apríl) Max 319 (júní)
<i>Berjadalsá (3)</i>	35 Min 27 (apríl) Max 44 (júlí)	11,7 Min 9,3 (sept.) Max 13,8 (apríl)	3,1 Min 2,8 (júlí) Max 3,4 (sept.)	7,51 Min 7,43 (apríl) Max 7,58 (júlí)	72 Min 63 (sept.) Max 78 (júlí)
<i>Fossá (2)</i>	48 Min 35 (sept.) Max 60 (júlí)	13,4 Min 8,1 (sept.) Max 18,6 (júlí)	2,1 Min 2,0 (júlí) Max 2,2 (sept.)	7,68 Min 7,68 (júlí/sept.) Max 7,68 (júlí/sept.)	71 Min 61 (sept.) Max 80 (júlí)
<i>Laxá (2)</i>	41 Min 35 (sept.) Max 46 (júlí)	7,4 Min 6,8 (júlí) Max 7,9 (sept.)	2,5 Min 2,0 (júlí) Max 3,1 (sept.)	7,68 Min 7,66 (júlí) Max 7,70 (sept.)	67 Min 65 (júlí) Max 68 (sept.)
<i>Kúludalsá (2)</i>	45 Min 33 (apríl) Max 58 (júlí)	13,4 Min 10,8 (sept.) Max 16,9 (apríl)	4,0 Min 3,8 (apríl/júlí) Max 4,4 (sept.)	7,51 Min 7,38 (apríl) Max 7,60 (júlí)	80 Min 66 (sept.) Max 89 (apríl)
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	250	250	6,5 – 9,5	Á ekki við

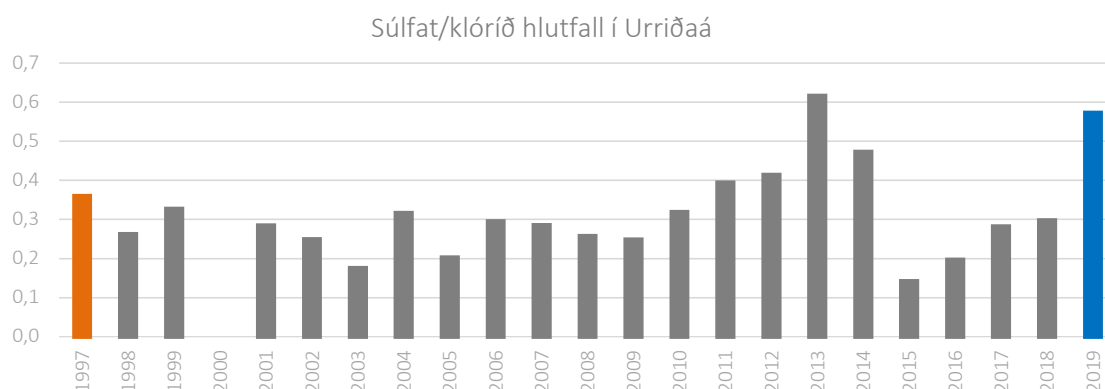
C.2 Áhrif sjávar á mælingar

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 neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúors/klóríðs í Urriðaá annars vegar og hlutfall súlfats/klóríðs hins vegar, sjá myndir C.1 og C.2. Hlutfall flúors/klóríðs er það hæsta sem sést hefur síðustu 10 ár. Stöðuga hækkun á hlutfalli flúors/klóríðs er að sjá frá árinu 2015 sem gefur til kynna lægri styrk klóríðs þar, hins vegar mældist flúor í hærra lagi í Urriðaá þetta árið sem gæti tengst mikilli þurrkatíð yfir mælitímabilið. Mældan styrk flúors í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



MYND C.1 Meðaltal flúors/klóríðs hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

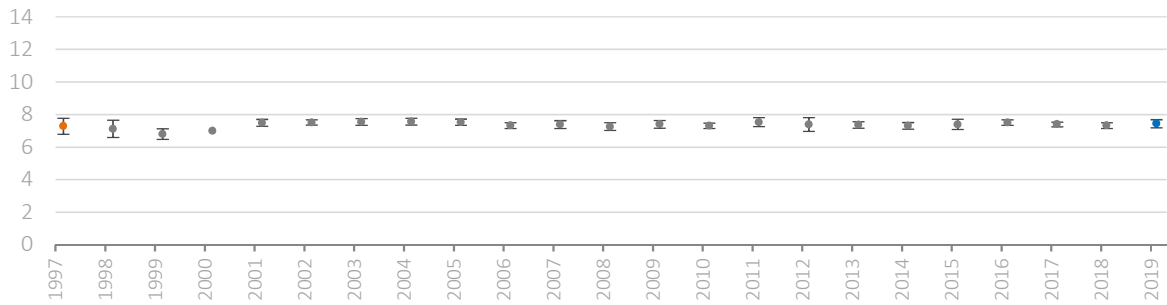
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs er á uppleið og hefur ekki mælst hærra síðan 2013. Hlutfallið er tæplega tvöfalt hlutfall árána 2017 og 2018. Magn súlfats mældist ívið hærra en meðaltal síðustu 10 ára og því má leiða líkur að því að styrkur klóríðs sé á niðurleið. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



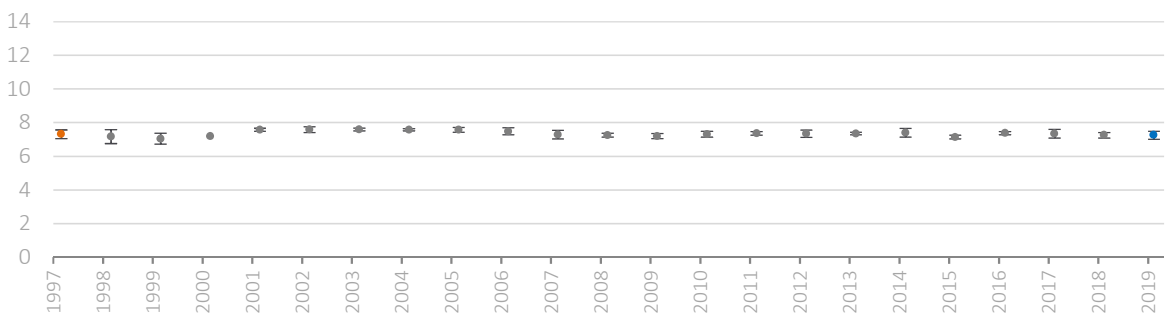
MYND C.2 Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

C.3 Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

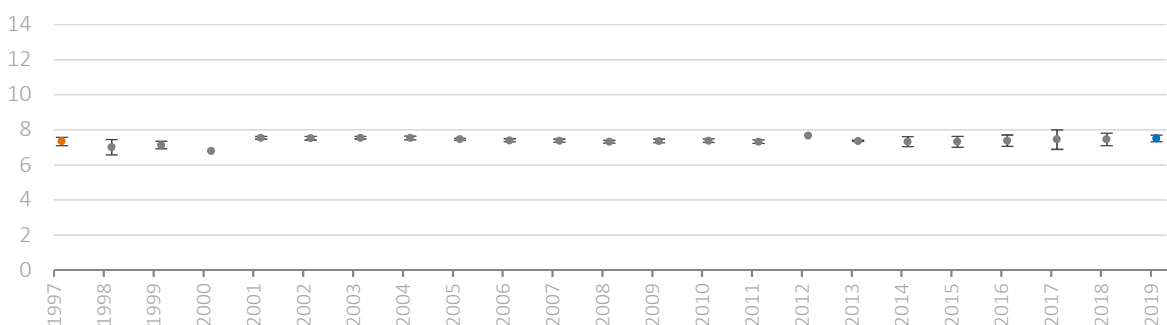
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2019 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2019. Vert er að nefna að eftir því sem fleiri mælingar eru gerðar minnkar tölfræðióvissan og endurspeglar það að hluta til stærð öryggisbilanna.



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

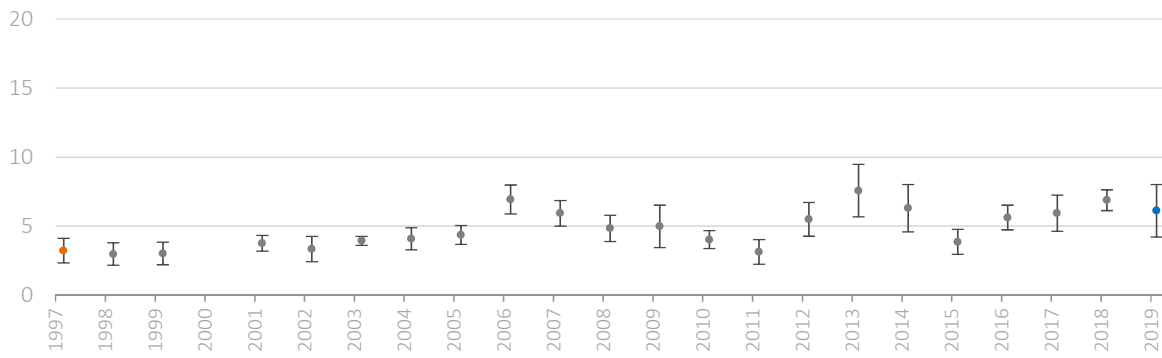


MYND C.4 Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

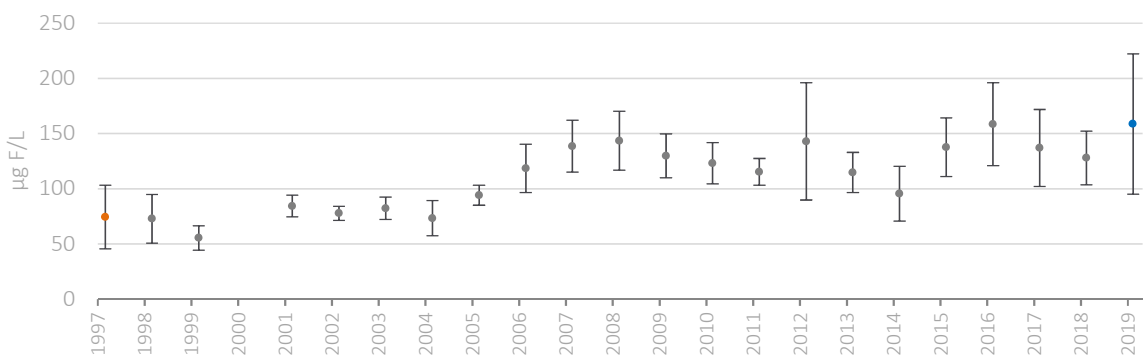


MYND C.5 Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

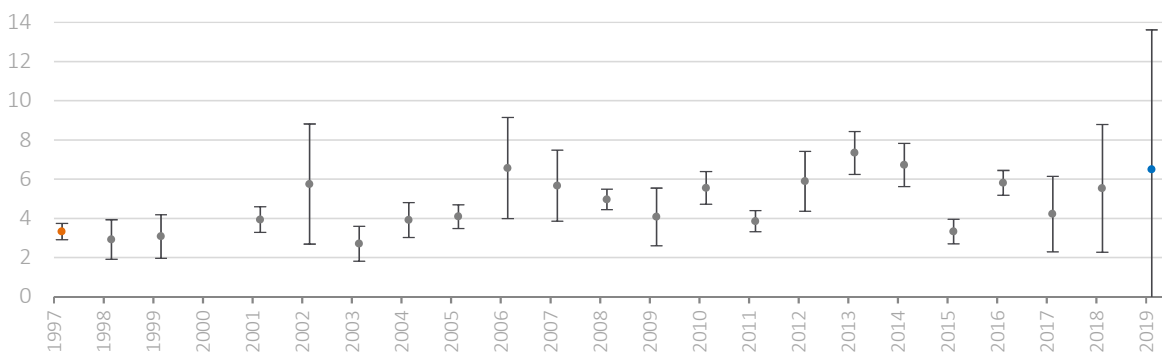
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð - hlutfalli og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



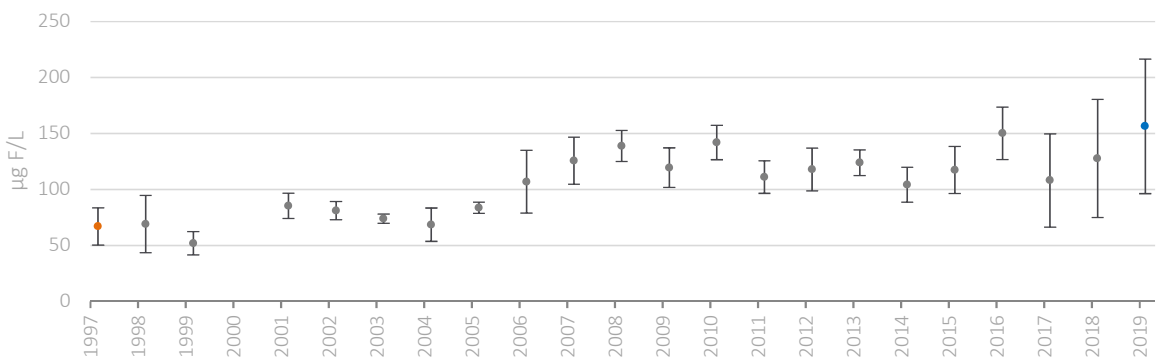
MYND C.6 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



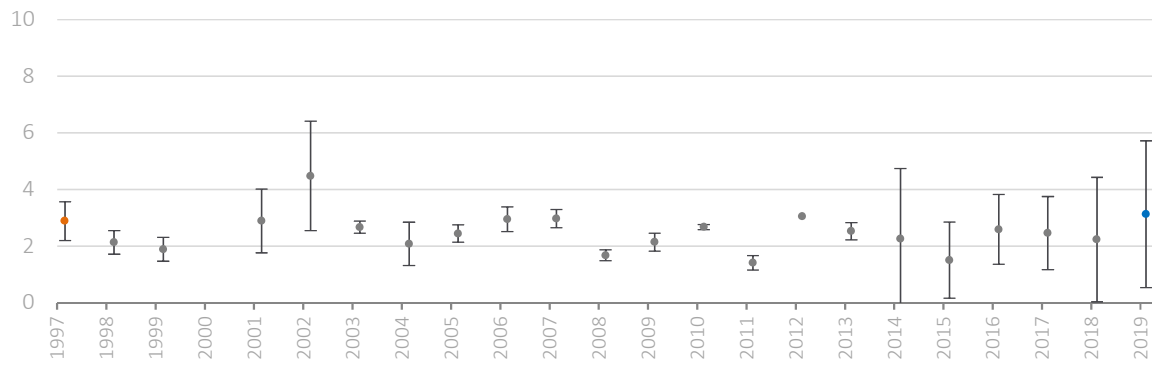
MYND C.7 Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



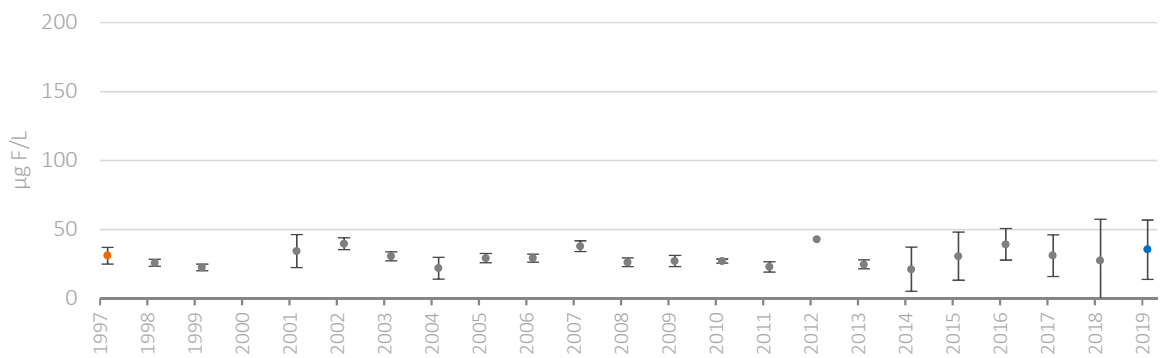
MYND C.8 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



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



MYND C.10 Meðaltal flúor/klóríðs 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 mældra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2019, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum frá tímabilinu 2014-2018, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *.

Vöktunarstaður	Sýnið* (Frítt) (mg/L)	Min Max	Sýnið* (Heild) (mg/L)	Min Max	Flúor* (mg/L)	Min Max
1 Austurendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,33	1,22 1,48
2 Austurendi - 4 m	0,005	<0,005 0,006	0,005	<0,005 0,006	1,35	1,28 1,48
3 Austanmegin - 1 m	0,025	<0,005 0,064	0,025	<0,005 0,064	1,84	1,28 1,68
4 Austanmegin - 4 m	0,018	<0,005 0,043	0,018	<0,005 0,043	1,67	1,26 1,44
5 Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,33	1,30 1,36
6 Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,31	1,24 1,38
7 Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,28 1,30
8 Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,28 1,32
9 Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,28 1,32
10 Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,26 1,34
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,26	1,24 1,28
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,27	1,26 1,28
Miðgildi 2014-2018 Kalastaðir	<0,005		<0,005		1,26	
Miðgildi 2014-2018 Miðja fjarðar	<0,005		<0,005		1,26	

TAFLA D.2 Meðalstyrkur, hæsta og lægsta gildi mældra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2019, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum frá tímabilinu 2014-2018, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *.

Vöktunarstaður	As µg/L	Min Max	Cr µg/L	Min Max	Cu µg/L	Min Max	Ni µg/L	Min Max	Pb µg/L	Min Max	Zn µg/L	Min Max	Al* µg/L	Min Max	Fe* µg/L	Min Max	P* µg/L	Min Max	V* µg/L	Min Max
1 Austurendi - 1 m	1,48	1,38 1,59	0,36	0,13 0,75	0,72	0,25 0,97	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 2,9	23,3	22,4 23,9	37	27 54	<40	<40 <40	1,90	1,78 2,01
2 Austurendi - 4 m	1,58	1,02 1,91	0,23	0,14 0,36	0,50	0,25 0,64	0,51	<0,5 1,03	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	28,7	25,3 31,6	40	37 43	<40	<40 <40	2,13	1,84 2,65
3 Austanmegin - 1 m	1,86	1,75 1,93	0,23	0,16 0,29	0,55	0,25 0,80	1,57	<0,5 3,84	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 3,8	31,4	24,5 42,4	41	36 50	<40	<40 <40	2,16	1,83 2,42
4 Austanmegin - 4 m	1,86	1,56 2,11	0,20	0,15 0,27	<0,5	0,25 0,74	0,94	<0,5 2,04	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	31,8	28,3 36,1	44	41 47	<40	<40 <40	2,08	1,01 2,22
5 Miðja - 1 m	1,60	1,42 1,75	0,16	0,05 0,27	0,59	0,51 0,73	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	27,2	24,0 32,6	32	27 35	<40	<40 <40	2,10	1,90 2,37
6 Miðja - 4 m	1,56	1,17 1,85	0,16	0,13 0,21	<0,5	0,25 0,071	<0,5	<0,5 0,59	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	28,0	24,0 30,5	39	33 44	<40	<40 <40	1,97	1,74 2,17
7 Vestanmegin - 1 m	1,56	1,24 1,78	0,18	0,13 0,23	0,51	0,25 0,74	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	27,1	24,0 30,3	35	26 39	<40	<40 <40	2,00	1,80 2,11
8 Vestanmegin - 4 m	1,59	1,22 2,26	0,15	0,05 0,20	0,56	0,25 0,93	<0,5	<0,5 0,97	<0,3	<0,3 <0,6	<2,0	<2,0 3,4	34,4	22,0 55,7	32	27 37	<40	<40 <40	2,10	2,05 2,19
9 Vesturendi - 1 m	1,59	1,14 1,85	0,40	0,05 1,01	0,65	0,54 0,76	<0,5	0,71 0,78	<0,3	<0,3 <0,6	<2,0	<2,0 2,9	27,7	24,4 34,0	86	33 190	<40	<40 <40	2,11	1,94 2,42
10 Vesturendi - 4 m	1,56	1,28 1,90	0,18	0,12 0,31	<0,5	0,25 0,74	<0,5	<0,5 0,52	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 2,9	23,9	21,5 25,2	35	34 37	<40	<40 <40	2,01	1,84 2,31
Kalastaðir	1,56	1,47 1,65	0,22	0,18 0,28	<0,5	0,25 0,82	<0,5	<0,5 0,69	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 <2,0	90,4	19,3 211,0	153	34 359	<40	<40 48,0	2,45	1,80 3,14
Miðja fjarðar	1,86	1,64 2,08	0,21	0,19 0,23	<0,5	0,25 0,25	<0,5	<0,5 0,59	<0,3	<0,3 <0,3	<2,0	<2,0 2,4	33,2	17,6 47,6	46	24 68	<40	<40 <40	2,14	1,88 2,47
Kalastaðir Miðgildi frá 2014-2018	1,65		0,23		≤0,50		≤0,50		<0,3		≤2,00									
Miðja fjarðar Miðgildi frá 2014-2018	1,80		0,30		≤0,50		≤0,50		<0,3		≤2,00									

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

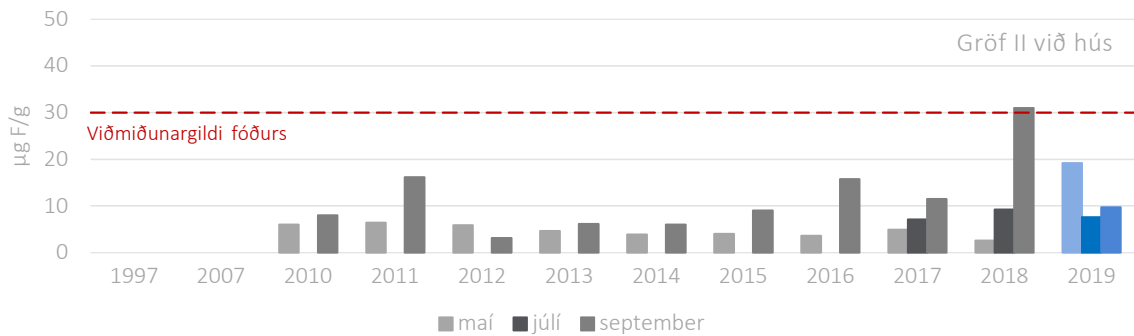
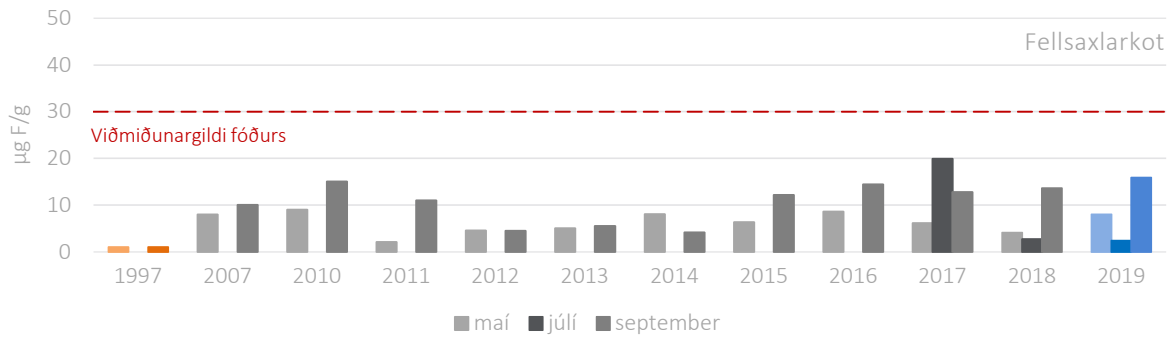
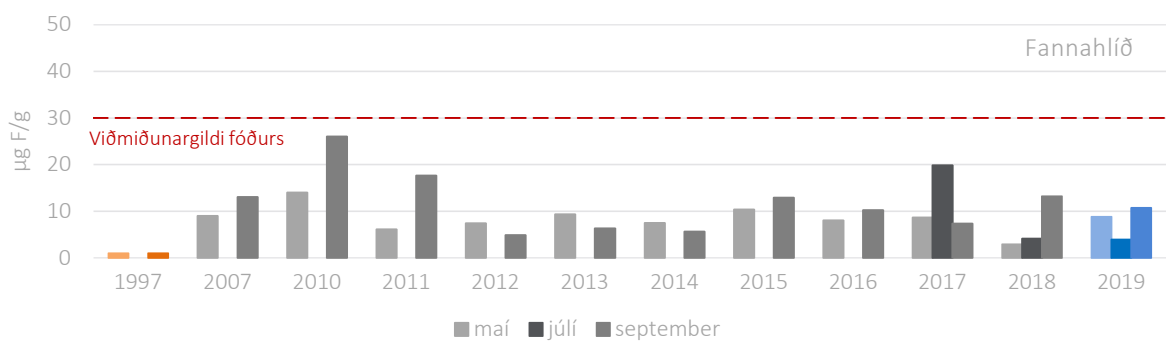
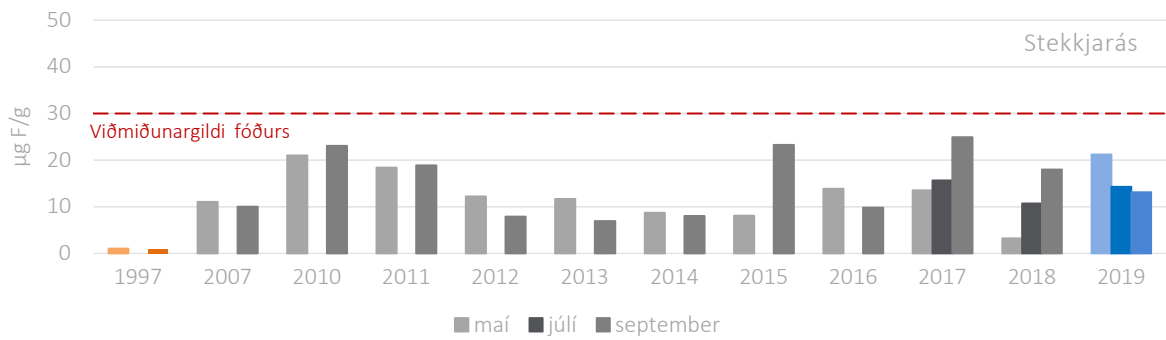
VIÐAUKI E GRÓÐUR

Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum E.1 til E.3. Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2019 má sjá í kafla E.3. Þegar sýnum er safnað í maí 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.

E.1 Flúor í grasi

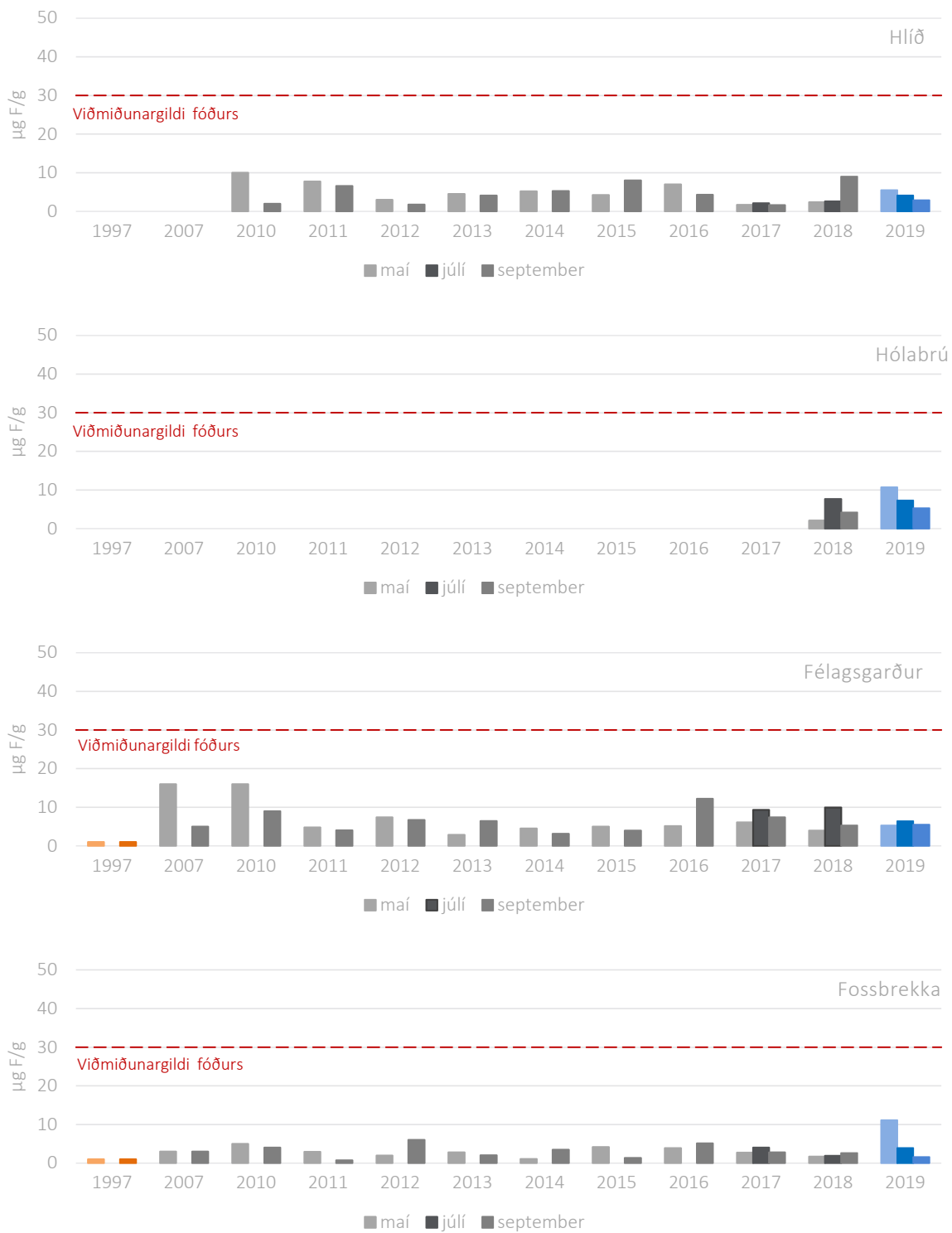
Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.1, fyrir árin 2010 – 2019 auk bakgrunnsgildis fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þegar það á við. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hófust mælingar árið 2009 og við Gröf II við hús árið 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011 og við Hólabrú árið 2018. Til viðmiðunar eru tekin sýni í Skorradal. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [13] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [12]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður áranna 1998 til 2007, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

Flúor í grasi



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

Flúor í grasi (framhald)



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

Flúor í grasi (framhald)

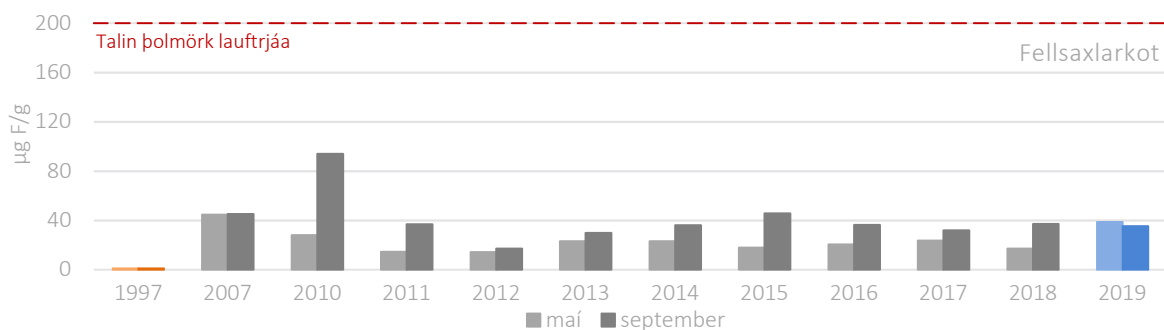
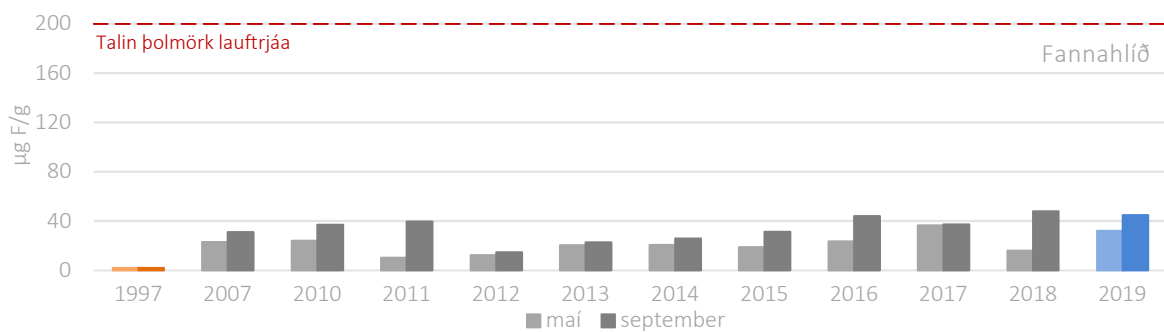
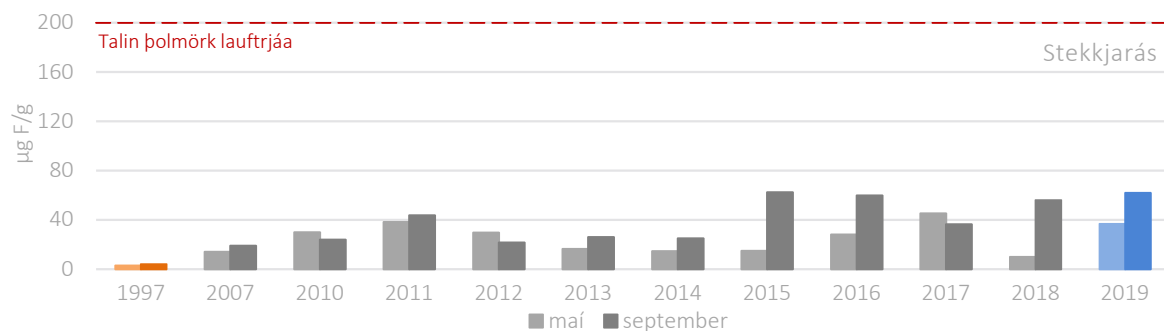


MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

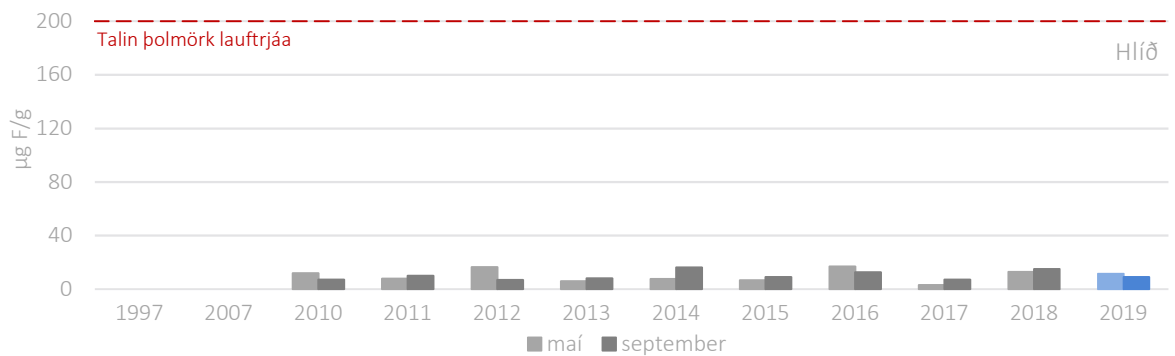
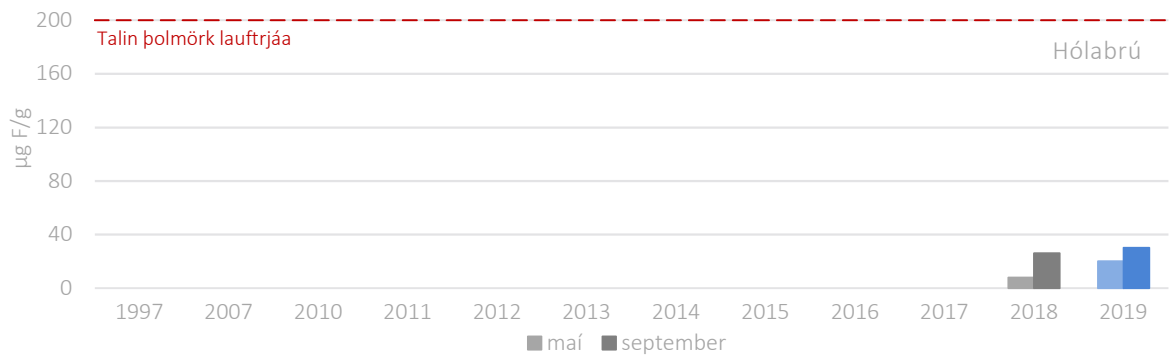
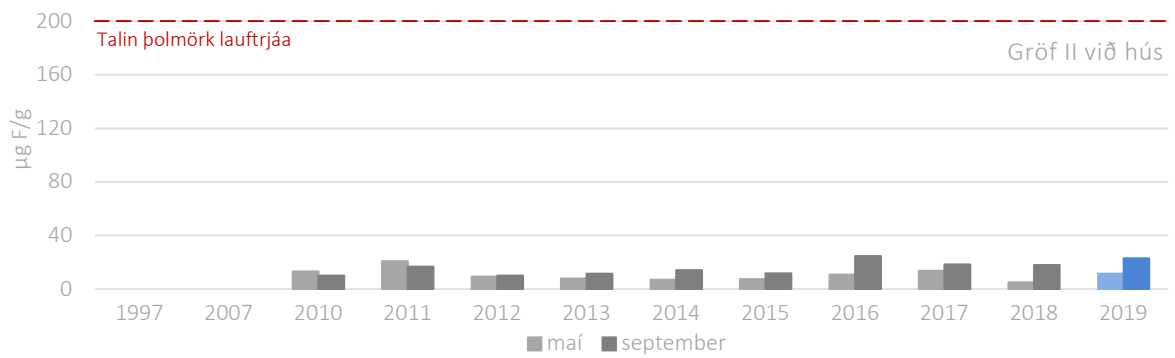
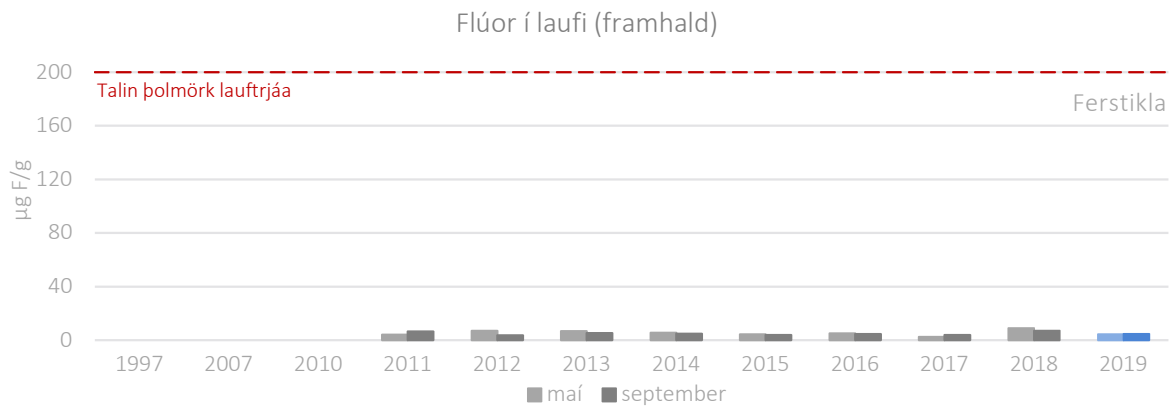
E.2 Flúor í laufi

Meðalstyrk flúors í laufi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.2 fyrir árin 2010 – 2019 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. 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 þölmörk lauftrjáa eru 200 $\mu\text{g F/g}$ [12]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2008, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

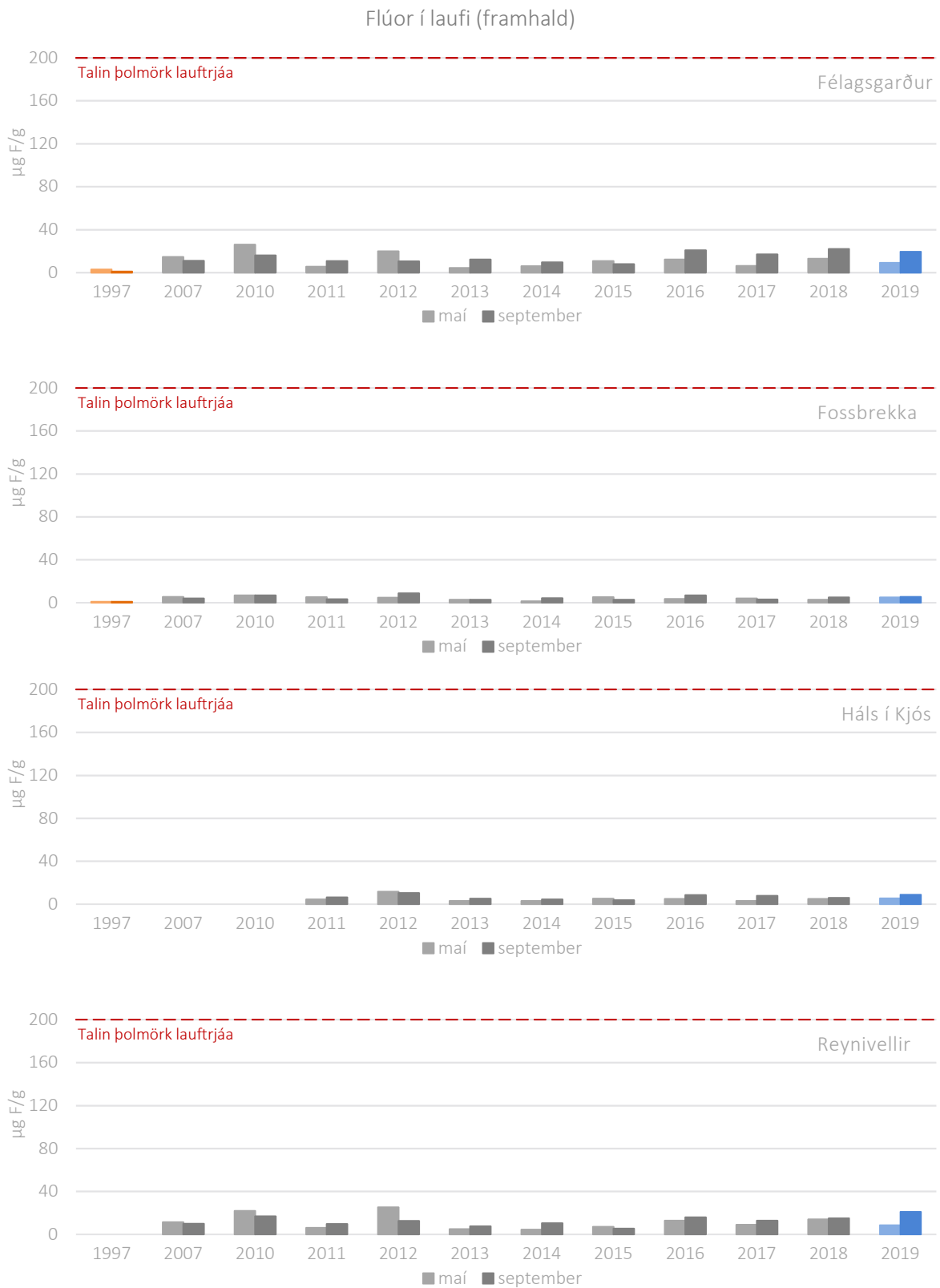
Flúor í laufi



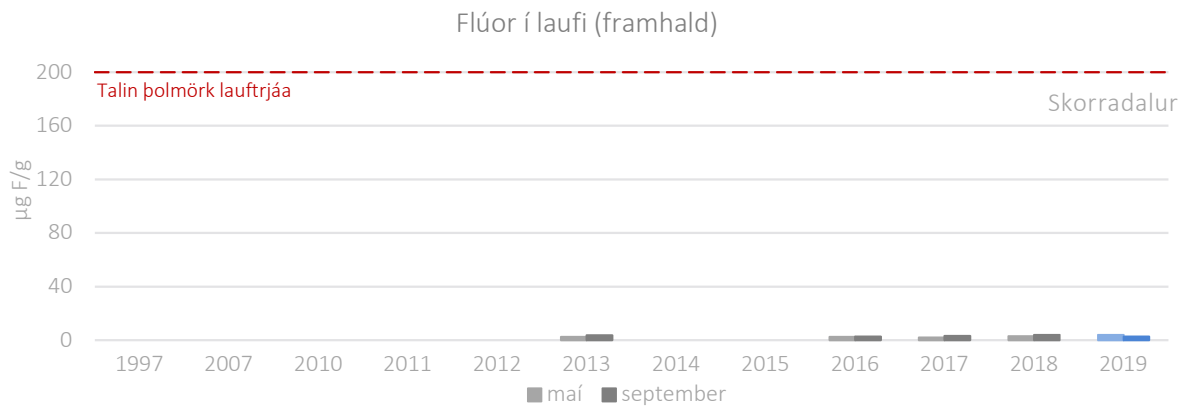
MYND E.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



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



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

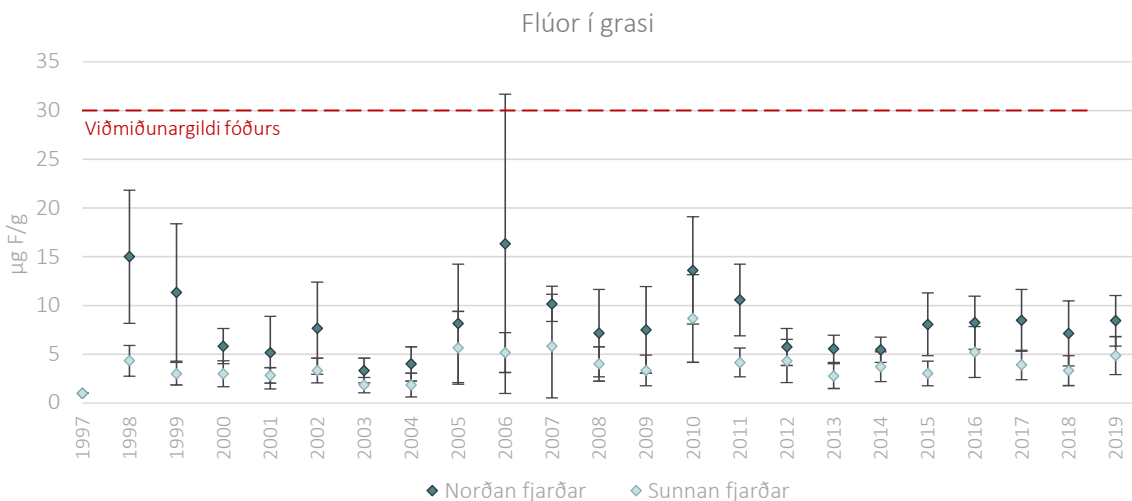


MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

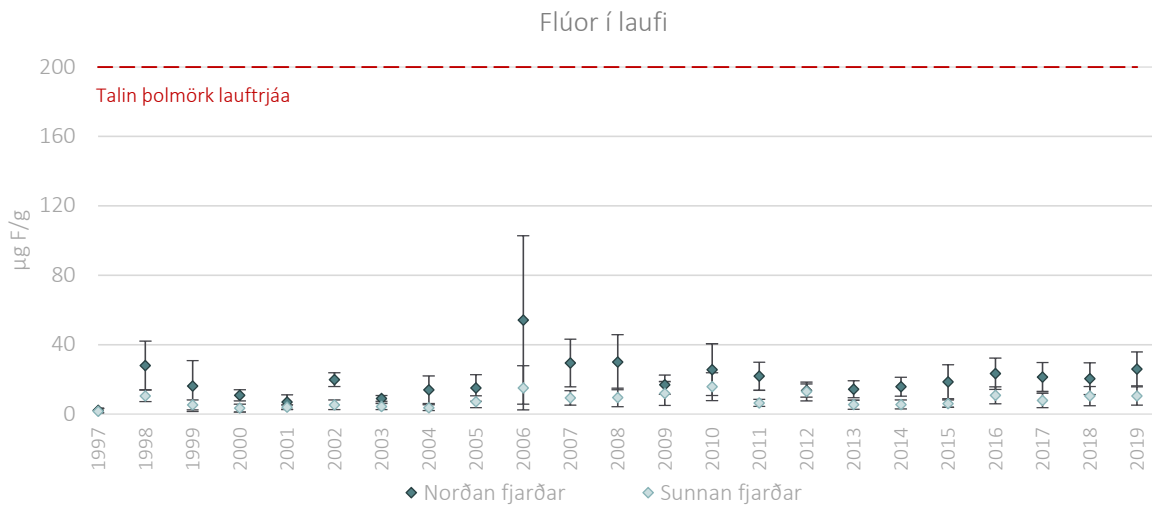
E.3 Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2019 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 – 2019 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 – E.6.

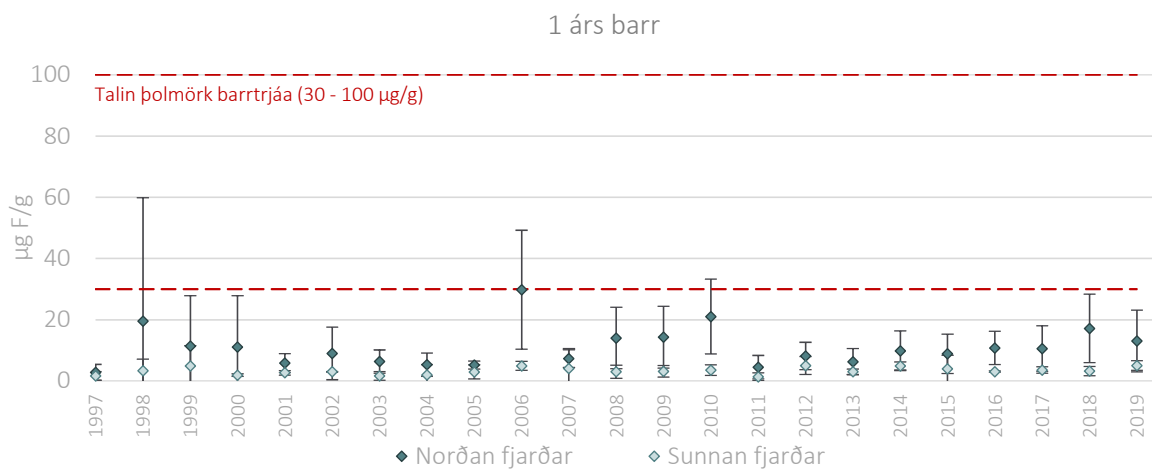
Mynd E.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd E.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir E.5 og E.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan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



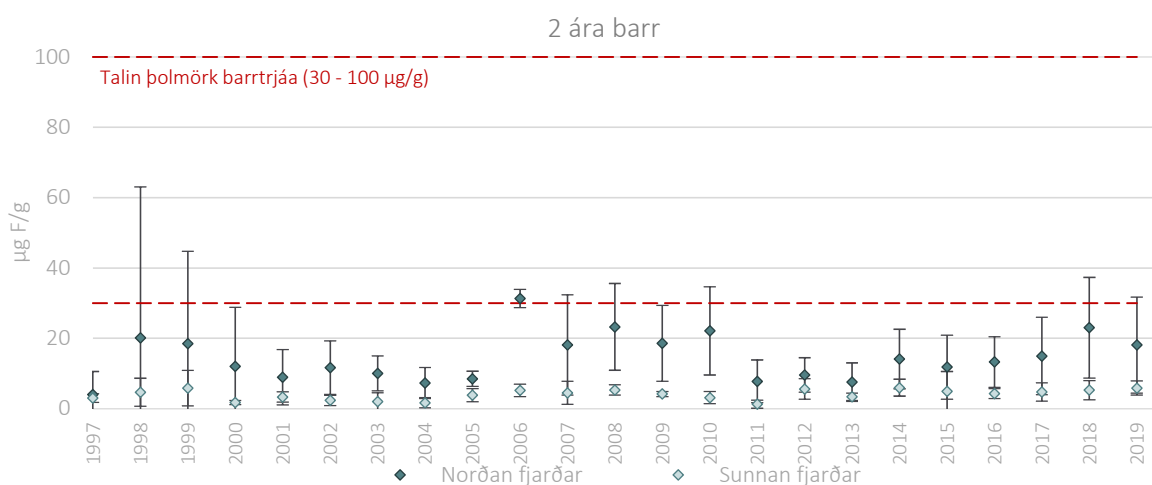
MYND E.3 Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



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



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



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

VIÐAUKI F GRASBÍTAR

Styrkur flúors var mældur í beinösku í samtals 107 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausar og tennur voru einnig skoðaðir og tannslit, ástand glerungs, mislitun tanna, tannbroddar, tannmissir, fjöldi lausra tanna, fjöldi brotinna tanna, beinbólga í kjálkum, beinrýrnun í kjálkum, tannholdsryrnun og tannsteinn var allt saman skráð. Hér má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla F.1) og yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár (tafla F.2) og eru öll gildi flúors miðuð við þurrefni [17].

F.1 Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum

TAFLA F.1 Yfirlit yfir vöktunarbæi.

	Móttækin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystra Miðfell	2	4	2	3	0	1
	Eystri Leirárgarðar	4	4	4	4	0	0
	Hóll	4	4	4	4	0	0
	Hrafnabjörg	4	0	4	0	0	0
	Innri Hólmur	4	4	4	4	0	0
	Skipanes	4	4	4	4	0	0
	Skorholt	4	4	4	4	0	0
	Vestri Reynir	4	3	3	3	1	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	4	3	3	1	1
Viðmiðunarsýni – sauðfé							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	8	4	8	4	0	0
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	4	3	4	3	0	0
	Samtals	58	49				

TAFLA F.2 Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lægsta og hæsta meðalstyrk á hverjum vöktunarbæ. Þau gildi sem eru hærrí en viðmiðunarmörk skv. niðurstöðum norskra rannsókna, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg F/g þurrefni [16, 19]), eru í gulu letri. Þau gildi sem eru yfir styrk 2.000 µg F/g, sem talin eru valda tannskemmdum í dádýrum skv. sömu rannsókn, eru sýnd með rauðu letri.

Bær	Lömb	Fullorðin fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystra Miðfell	311	1.129	3
	295	1.138	7
		1.309	5
		860	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	303 / (295-311)	1.109 / (860-1.309)	
Eystri Leirárgarðar	92	497	6
	115	478	6
	68	507	6
	107	444	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	95 / (68-115)	481 / (444-507)	
Hóll	101	673	6
	110	676	5
	123	521	5
	120	640	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	113 / (101-123)	627 / (521-676)	
Hrafnabjörg	178	Engin sýni	
	128		
	177		
	146		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	157 / (128-178)		
Innri Hólmur	553	1.943	7
	674	2.399	7
	611	2.256	6
	682	2.414	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	630 / (553-682)	2.253 / (1.943-2.414)	
Skipanes	115	652	6
	109	817	7
	57	822	7
	104	890	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	96 / (57-115)	795 / (652-890)	
Skorholt	66	583	6
	107	665	8
	112	635	6
	136	1.454	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	105 / (66-136)	834 / (583-1.454)	
Vestri Reynir	598	1.667	4
	417	992	3
	570	1.082	8
	447		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	508 / (417-598)	1.247 / (992-1.667)	
Vogatunga	130	402	6
	139	894	8
	141	884	8
	130	964	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	135 / (130-141)	786 / (402-964)	

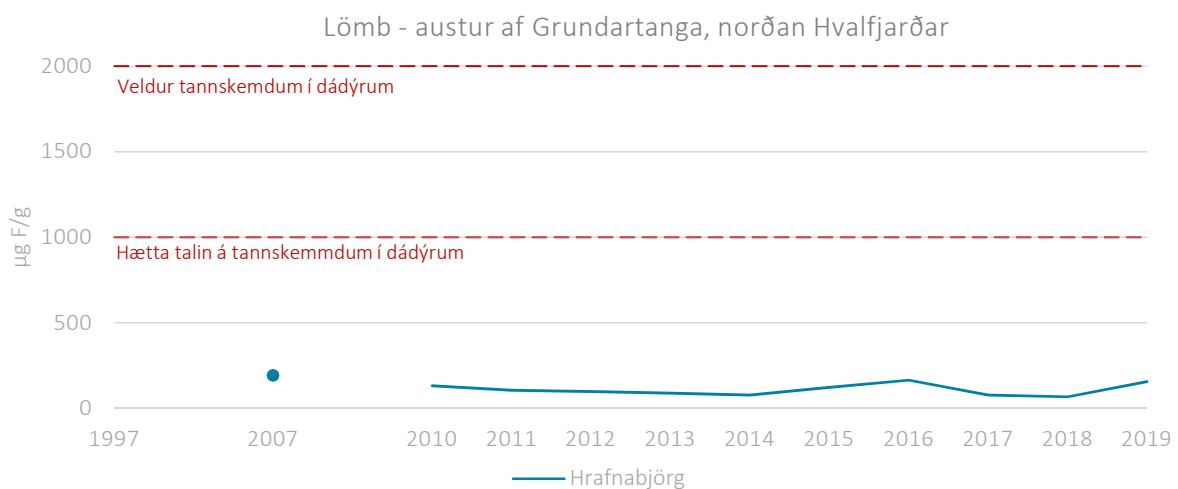
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Sunnan Hvalfjarðar			
Grímsstaðir	317	1.148	7
	321	1.038	7
	359	877	8
	320	1.103	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	329 / (317-359)	1.041 / (877-1.148)	
Kíðafell	160	467	5
	142	609	6
	95	385	5
	190		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	147 / (95-190)	487 / (475-633)	
Meðalfell	212	1.170	6
	231	938	8
	153	912	6
	258	815	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	214 / (153-258)	959 / (815-1.170)	
Viðmiðunarbærir			
Bjarnarhöfn	50	689	8
	31	565	8
	34	508	6
	39	447	6
	36		
	34		
	55		
	46		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	41 / (31-55)	552 / (447-689)	
Skjaldfönn	52	1.035	6
	53	732	6
	25	667	6
	17		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	37 / (17-53)	811 / (667-1.035)	

F.2 Flúor í lömbum og fullorðnu fé eftir svæðum

Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

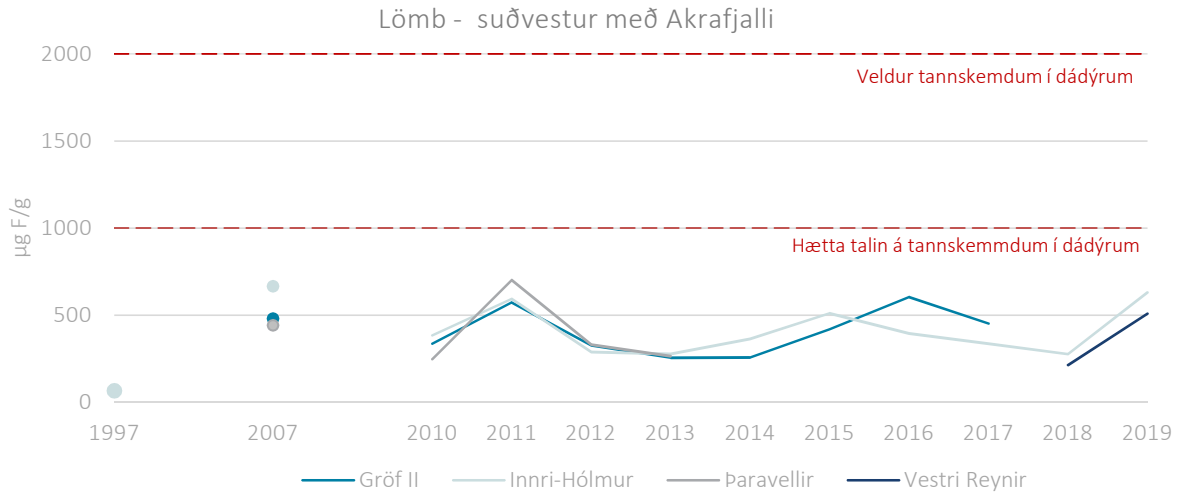
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2005-2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2008-2019 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við.

Miðað við ríkjandi vindáttir verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði, sbr. mynd F.1. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en marktæk lækkun hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2019 miðað við árið 1999 en engin breyting miðað við árið 2007 (mynd F.11).



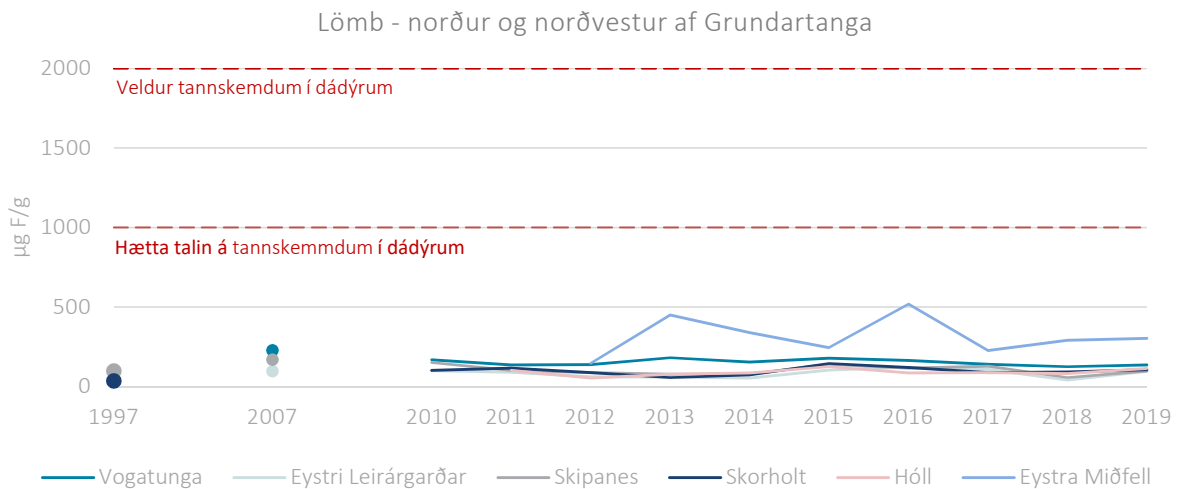
MYND F.1 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd F.2 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði miðað við árið 1997, hins vegar er engin breyting hvorki til hækkunar eða lækkunar á styrk flúors samanborið við árið 2007 (mynd F.12).



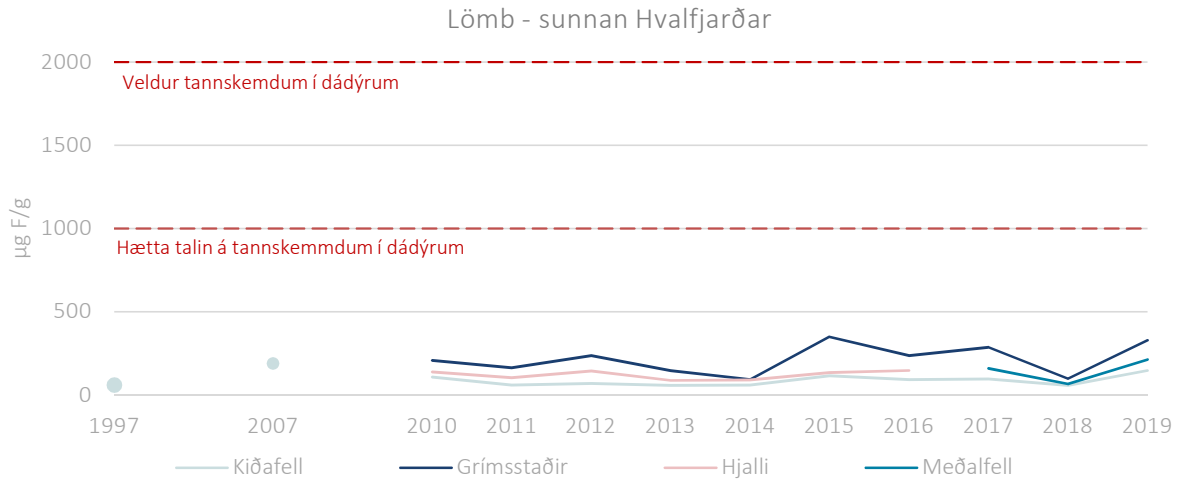
MYND F.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd F.3 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2019 miðað við árið 1997 en lækkun er miðað við árið 2007 (mynd F.13).



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

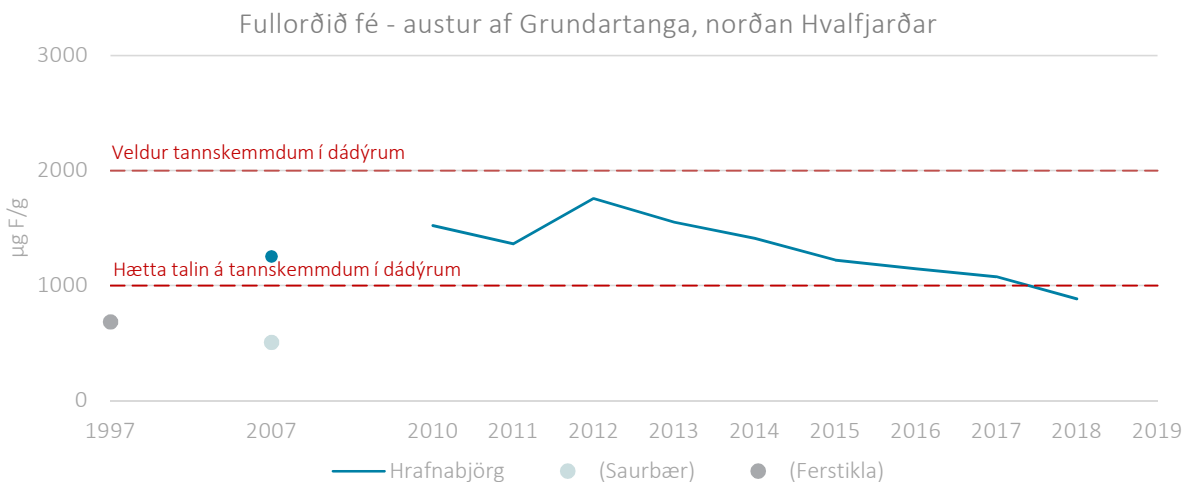
Mynd F.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2019 miðað við árið 1997, en engin breyting er miðað við árið 2007 (mynd F.14).



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

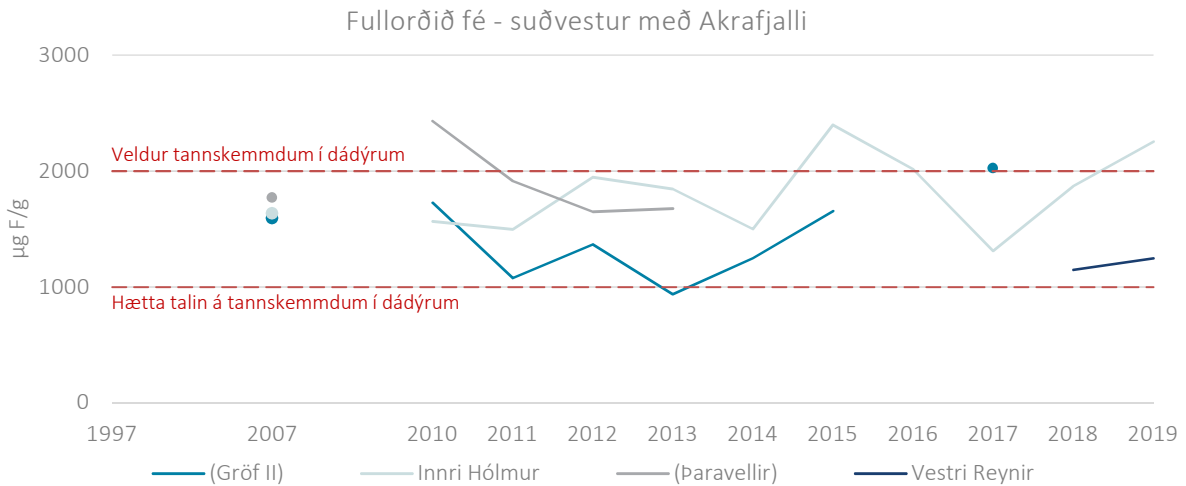
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu. Að þessu sinni bárust engin sýni af fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum, mynd F.5. Sýnir því meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði til ársins 2018.



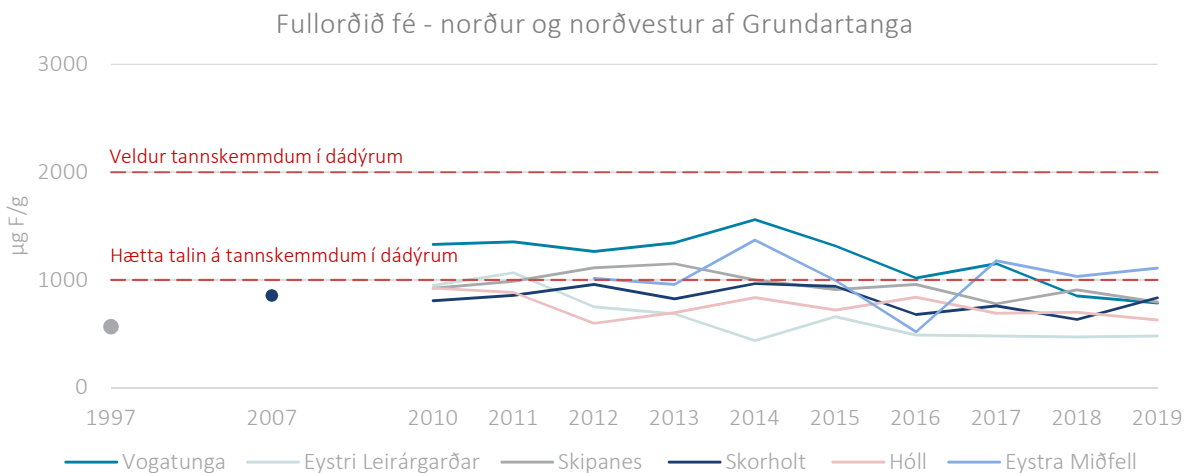
MYND F.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997. Engin sýni bárust frá Hrafnabjörgum árið 2019.

Mynd F.6 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2019 miðað við árið 2007 (mynd F.18).



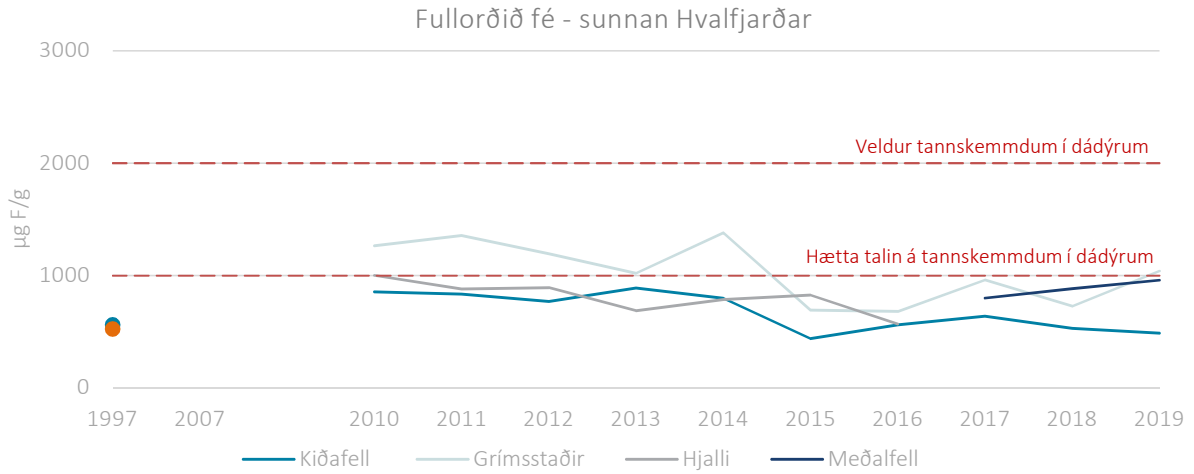
MYND F.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd F.7 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Eins og áður er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2019 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.19).



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

Meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar má sjá á mynd F.8, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Árið 2019 er marktæk breyting til hækkunar á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 1997 og miðað við árið 2007 (mynd F.20).



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

F.3 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 F.3 og F.4 hér að neðan.

TAFLA F.3 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í sauðfé. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [22], sjá töflu 8.2 í kafla 8.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur niðri hægra megin				Framtennur niðri vinstra megin				Meðaltal	Jaxlar		Liðir	
				ilr ₄	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃	ill ₄		mr	ml		
Grímsstaðir	15.1.2020	10	5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Innri Hólmur	15.1.2020	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrafnabjörg	15.1.2020	10	4,8	0	0	0,10	0	0,10	0	0,10	0	0,04	0	0,10	0	0
Eystra Miðfell	15.1.2020	10	5,8	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,10	0	0	0
Vogatunga	15.1.2020	10	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0
Kiðafell	15.1.2020	10	5,0	0	0	0	0	0	0	0,11	0	0,01	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 F.4 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í hrossum. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [22] sjá töflu 8.2 í kafla 8.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur uppi hægra megin			Framtennur uppi vinstra megin			Framtennur niðri hægra megin			Framtennur niðri vinstra megin			Meðaltal	Liðir
				iur ₃	iur ₂	iur ₁	iul ₁	iul ₂	iul ₃	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃		
Skipanes	15.1.2020	6	5	0	0	0,67	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0
Ytri-Hólmur	15.1.2020	6	14	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
Litla Fellsöxl	15.1.2020	6	16	0	0	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0
Miðdalur	15.1.2020	6	12	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
Kalastaðakot	15.1.2020	6	11	0,17	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0
Morastaðir	15.1.2020	6	9	0	0,17	0,50	0,33	0,17	0	0,50	0,50	0,50	0	0	0	0,22	0

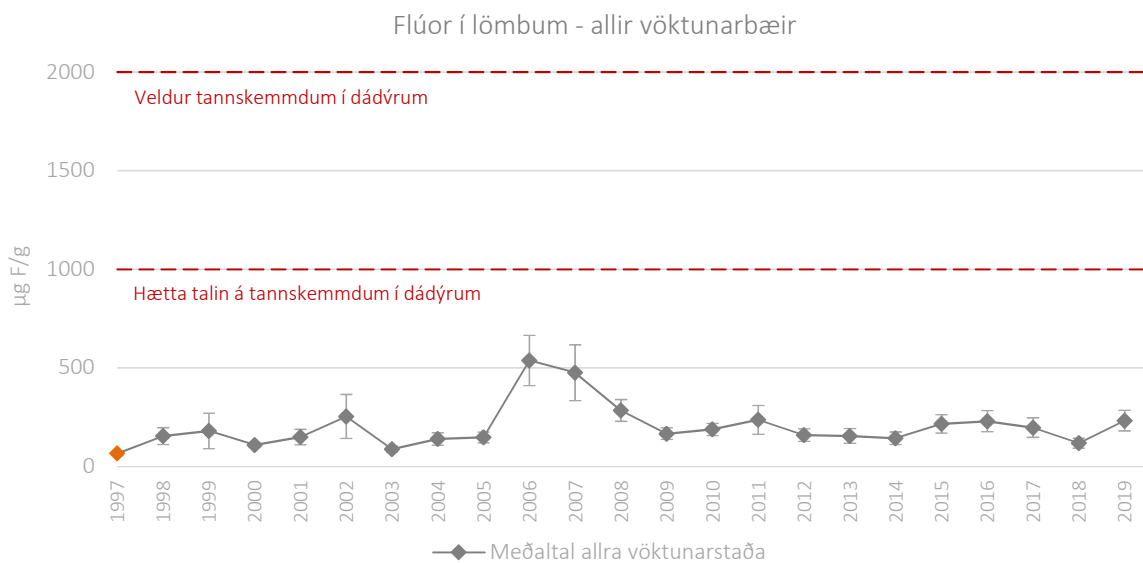
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

F.4 Tölfræðiniðurstöður grasbíta

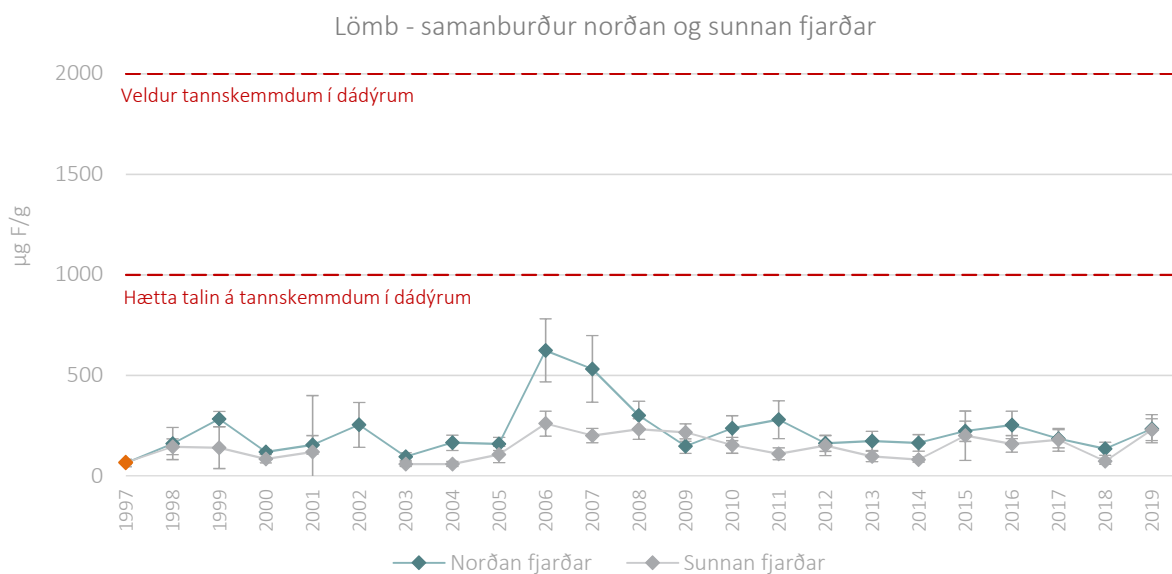
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2019 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

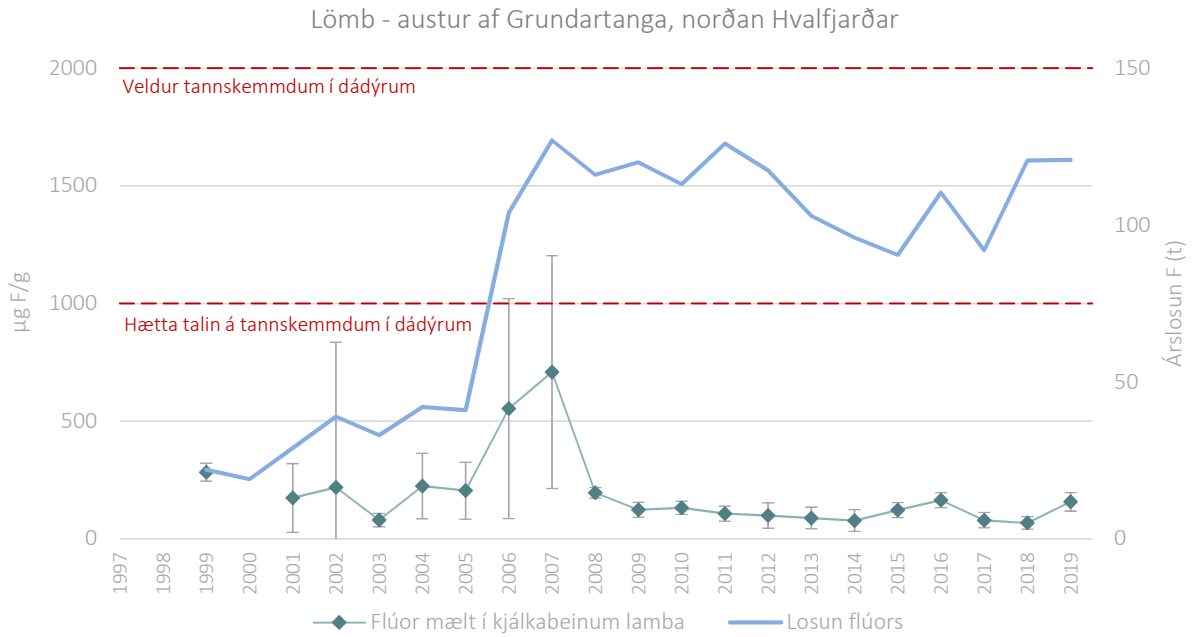
Lömb



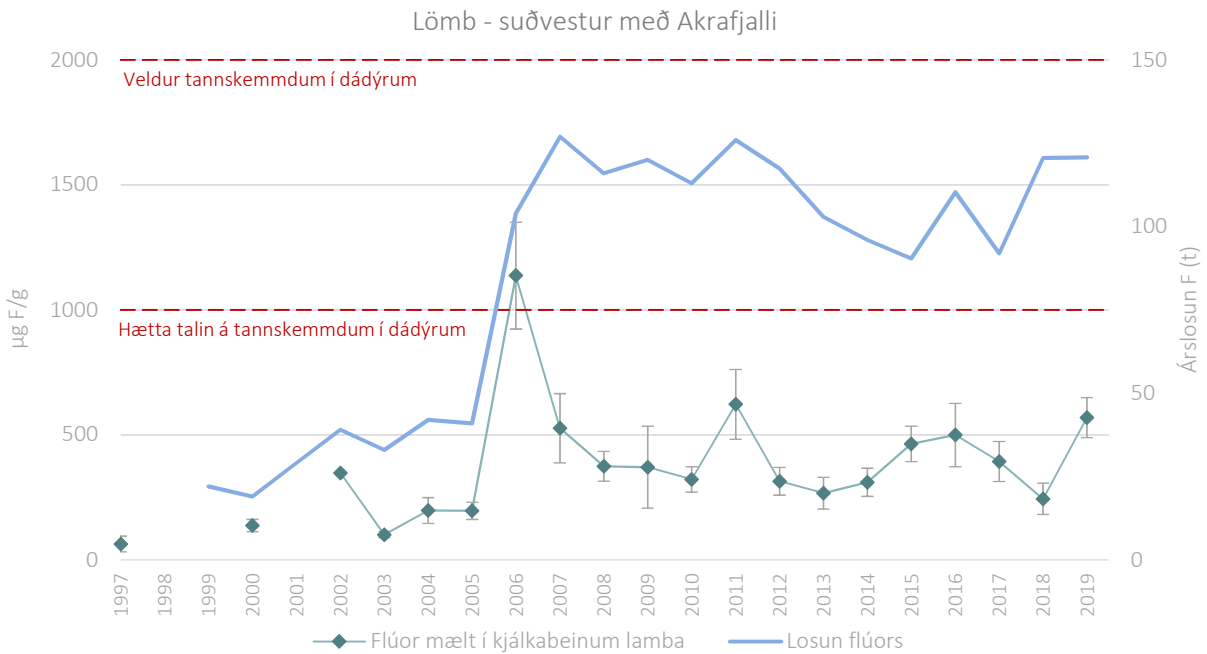
MYND F.9 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



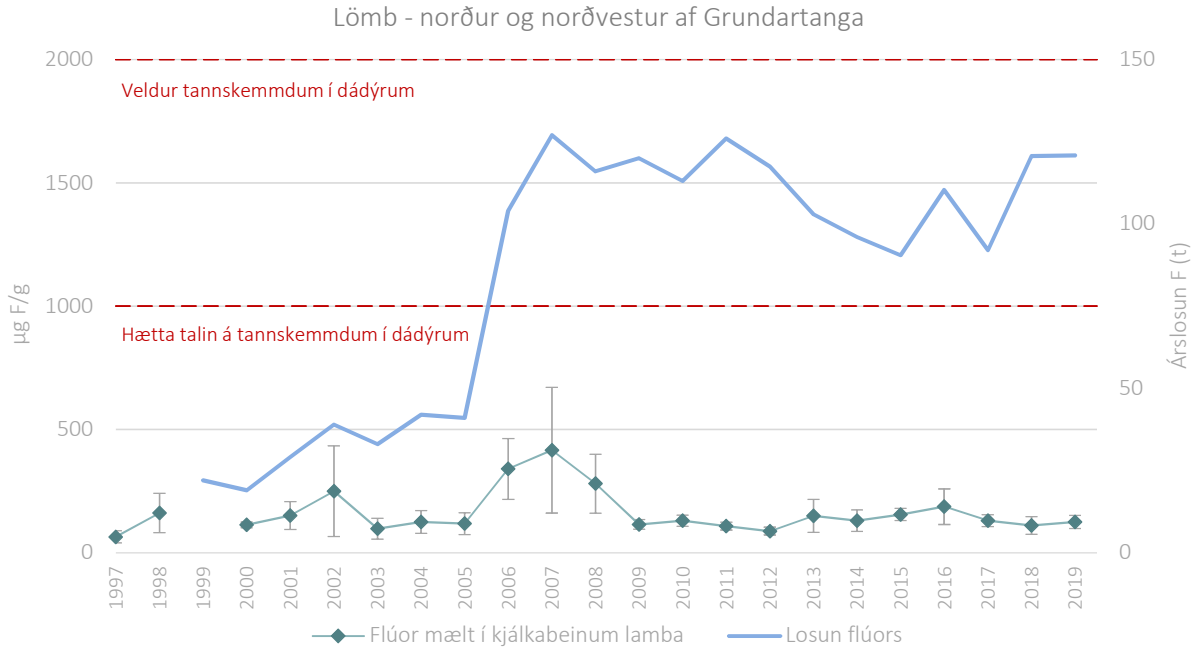
MYND F.10 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar.



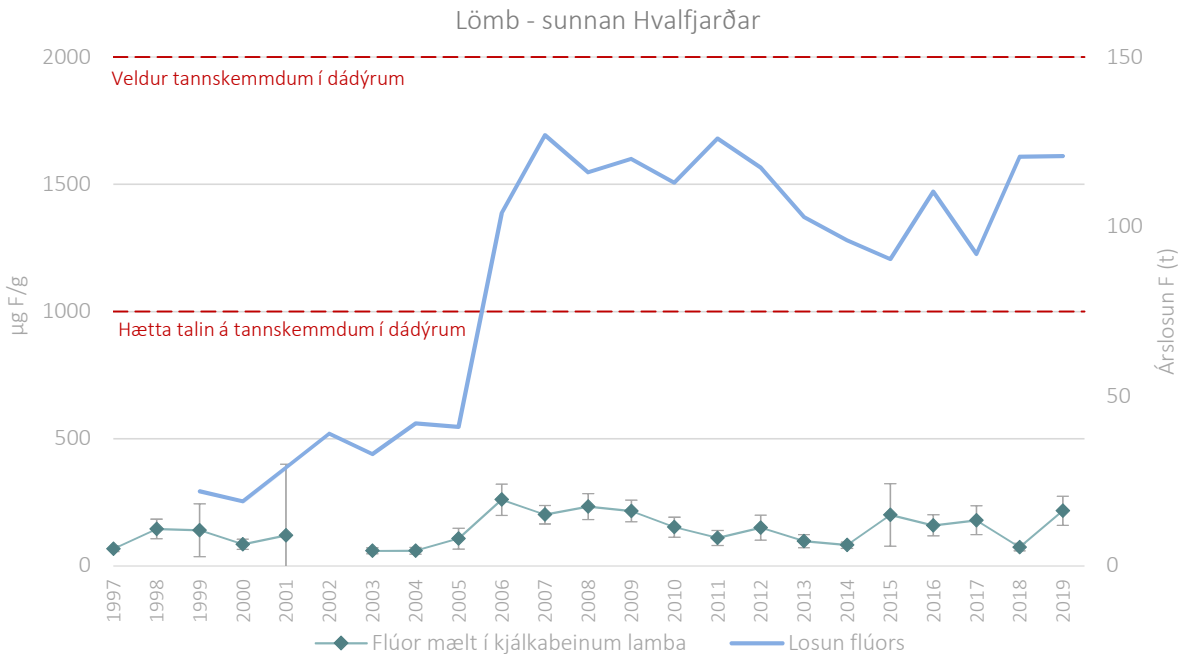
MYND F.11 Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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

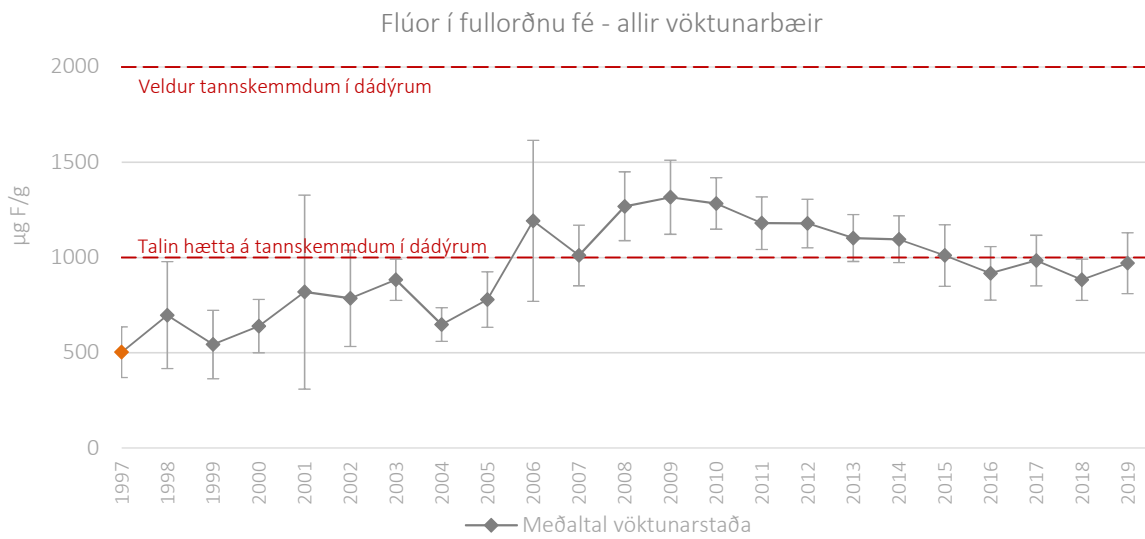


MYND F.13 Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

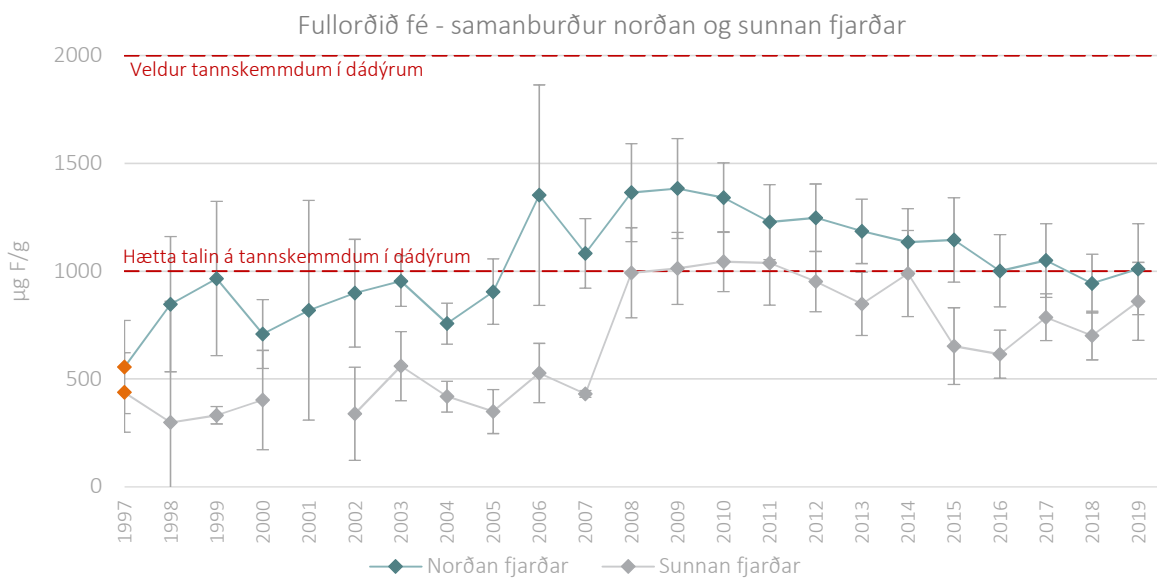


MYND F.14 Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

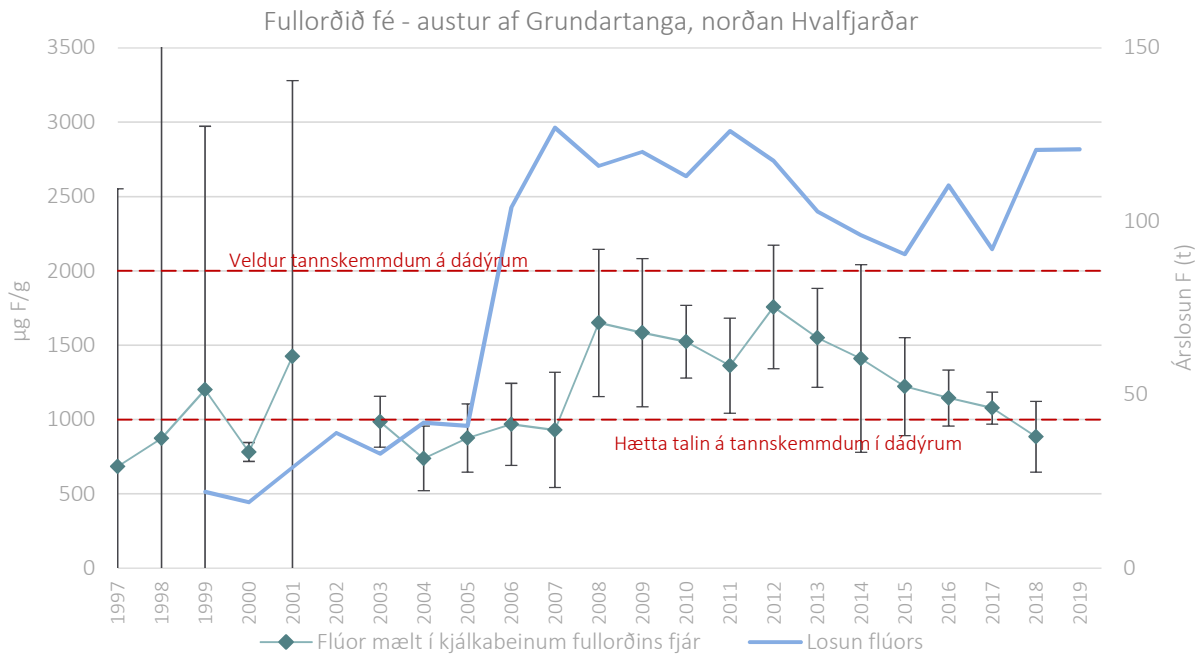
Fullorðið fé



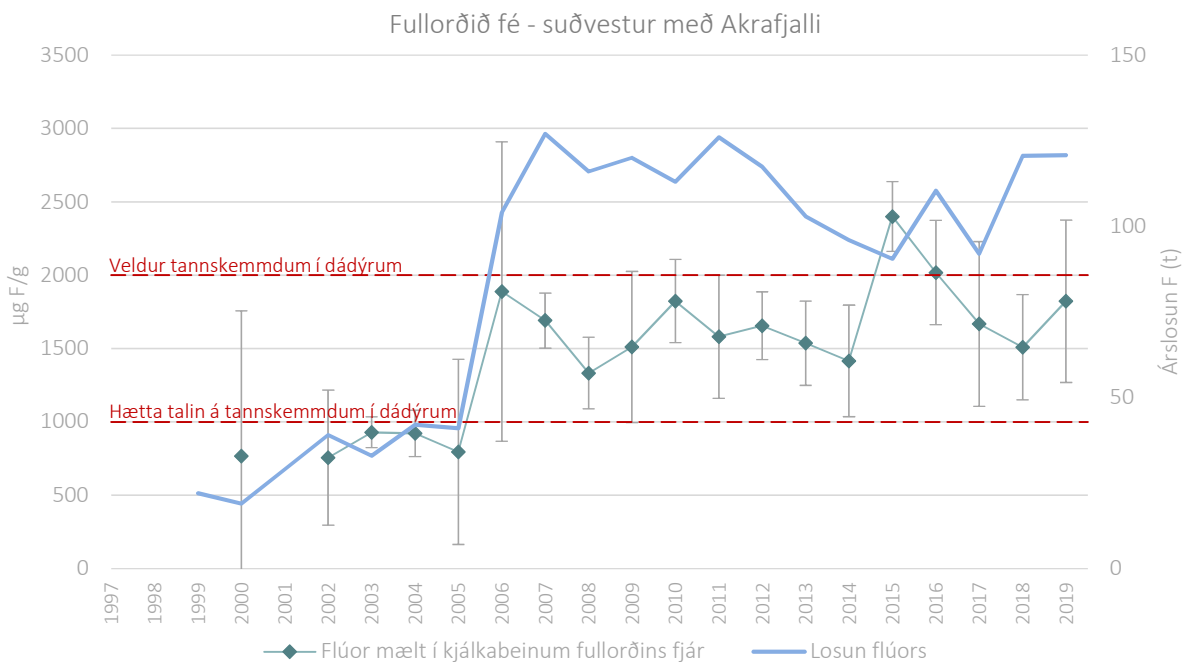
MYND F.15 Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá.



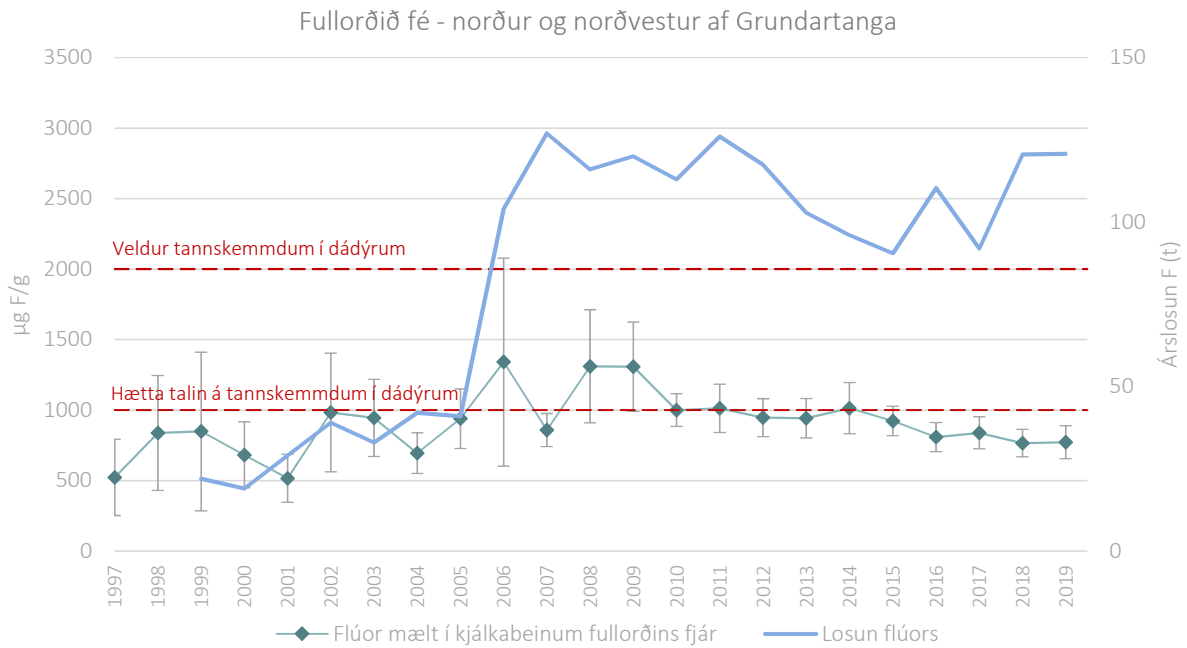
MYND F.16 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar.



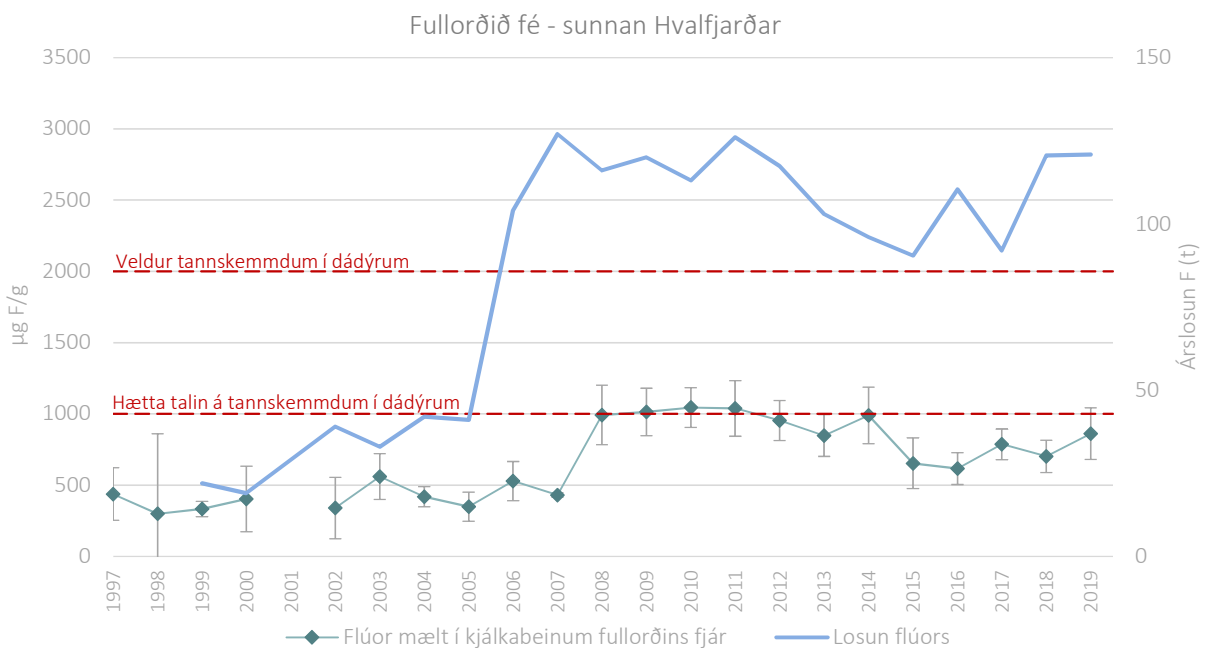
MYND F.17 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu. Engin sýni bárust frá Hrafnabjörgum árið 2019.



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



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



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