

UMHVERFISVÖKTUN IÐNAÐARSVÆÐISINS
Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2018

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Apríl 2019 / 2434-133

SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

978-9935-9280-9-2 / 94

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 yfirlestrar
 Lokið

DREIFING

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga Niðurstöður ársins 2018

VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2018

VERKKAUPI

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

HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Alexandra Kjeld, Börkur S. Kristinsson, Friðrik K. Gunnarsson.

ÚTDRÁTTUR

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2018 leiðir í ljós að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

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. Vöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunar-áætlun 2018-2028 sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt. Árið 2018 voru eftirfarandi þættir vaktaðir: loftgæði (andrúmsloft og úrcoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

SAMANTEKT

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga árið 2018 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunar-áætlun 2018-2028. Tilgangur hennar er að meta áhrif á umhverfið vegna starfsemi á iðnaðarsvæðinu. Gerðar voru mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigryfja í sjó, heyi, gróðri og grasbitum.

Niðurstöður vöktunar árið 2018 fyrir loftgæði (andrúmsloft og úrkomu), ferskvatn, gras, hey og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk sem sett eru í starfsleyfum og reglugerðum eru uppfyllt. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir gróður (lauf og barr), grasbíta (sauðfé og hross) eða úrkomu. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs og í einu grassýni mældist styrkur yfir 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 styrk 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. Fyrirtækin eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga þar sem önnur starfsemi fer einnig fram. Framleiðsla ársins 2018 hjá Elkem var 114.015 tonn af 75% kísilmálm og 21.025 tonn af kísilyki. Ársframleiðsla Norðuráls var 317.386 tonn af áli. Alur endurvann um 2.500 tonn af áli úr 6.450 tonnum af álgjalli.

Loftgæði

Í öllum tilvikum mældist styrkur loftkennds flúoríðs, heildarflúors, brennisteinstvíoxíðs, brennisteinsvetnis, nituroxíða, svifryks og bensó(a)pýrens undir skilgreindum viðmiðunarmörkum.

Ekki eru skilgreind viðmiðunarmörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Magn áfallins flúors og súlfats með úrkomu mældist hærri en undanfarin ár á Kríuvörðu, en sambærilegt við fyrri ár á Gröf og Hálsnesi. Sýrustigið var lægra að Kríuvörðu miðað við undanfarin ár en svipað á öðrum mælistöðum.

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 Kalmansá miðað við árið 1997, en engin breyting í Urriðaá. Styrkur flúors í bergvatnsánnum hefur haldist óbreyttur undanfarin ár.

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, fosfórs, sýaníðs og flúors mældist í öllum tilvikum nema einu svipaður og í viðmiðunarsýnum. Í því tilviki var um utanaðkomandi jarðvegsefni að ræða.

Gróður

Flúor í grasi mældist undir töldum þolmörkum grasa á öllum mælistöðvum. Flúor í grasi mældist jafnframt í öllum sýnum nema einu, norðan fjarðar, undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri, þar sem það fór rétt yfir mörk, en styrkur flúors hefur aldrei áður mælst svona hátt í sýni. Styrkur flúors í laufi og barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir þolmörkum lauf- og barrtrjáa. Breyting til hækkunar hefur orðið á styrk flúors í grasi og í laufi frá vöktunarstöðum miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Breyting til hækkunar er á styrk flúors í eins árs barri norðan Hvalfjarðar miðað við 1997, en þeirrar breytingar gætir ekki sunnan fjarðar. Þá hefur flúor í barri norðan fjarðar ekki mælst jafnhátt síðastliðin 7 ár. Ekki er breyting á meðalstyrk flúors í eins árs barri miðað við 2007 og í tveggja ára barri miðað við árin 1997 eða 2007.

Hey

Flúor í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgildi flúors í fóðri. Mælingar á brennisteini í heyi eru sambærilegar við niðurstöður annarra rannsókna sem gerðar hafa verið á innihaldi brennisteins í heyi víða um land.

Grasbítar

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

Flúor í lömbum

Ekki var greinilegt samband 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 2018 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 óbreyttur frá árinu 1997 og hefur lækkað miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá þremur bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum. Meðalstyrkur flúors var aldrei yfir þeim styrk sem talinn er valda

tannskemmdum í dádýrum. Árið 2018 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 óbreyttur meðalstyrkur flúors miðað við árið 1997 en breyting til hækkunar miðað við árið 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 2018 má sjá í eftirfarandi töflu. Árið 2018 voru tekin um 400 sýni frá rúmlega 120 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 starfsleyfi fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 30 af þessum mælipáttum. Ekki eru til íslensk viðmið fyrir aðra mælipætti.

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

		Mæliþættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Loftegæði	Andrúmsloft	Flúor í lofti	Starfsleyfi Norðuráls
		Flúor í lofti + flúor í svifryki	Starfsleyfi Norðuráls
		Brennisteinn í lofti og ryki	Ársmeðalstyrkur - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Sólahringsmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Brennisteinsvetni	Klukkustundarmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Ársmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		Niturtvíoxíð	Klukkustundarmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
			Ársmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Nituroxíð	Klukkustundarmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Ársmeðalstyrkur NO _x - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Svifryk (PM ₁₀)	Ársmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
	Klukkustundarmeðalstyrkur - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016		
	Svifryk (PM _{2,5})	Ársmeðalstyrkur - 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 flæðigrýfur	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	
Hey	Flúor	Reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri
	Brennisteinn	Viðmiðunargildi ekki til
Grasbítar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi ekki til
	Ástandsskoðun tanna og kjálka í sláturfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun liða í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi hrossum	
Ástandsskoðun liða í lifandi hrossum		

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	9
2	STAÐHÆTTIR	10
2.1	Þyningarsvæði	10
2.2	Starfsemi	12
2.3	Veðurfar	13
3	FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	15
3.1	Vöktunarstaðir	15
3.2	Tölfræði	15
4	LOFTGÆÐI	17
4.1	Niðurstöður	18
4.1.1	Flúor í andrúmslofti yfir vöktunartímabilið	18
4.1.2	Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið	20
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	21
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	23
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	24
4.1.6	Fjölringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	25
5	FERSKVATN	26
5.1	Niðurstöður	27
5.1.1	Leiðni ferskvatns	27
5.1.2	Sýrustig ferskvatns	27
5.1.3	Flúor í ferskvatni	28
5.1.4	Súlfat í ferskvatni	29
6	SJÓR VIÐ FLÆDIGRYFJUR	30
6.1	Niðurstöður	31
6.1.1	Málmur og steinefni í sjósýnum	31
6.1.2	Sýanið og flúor í sjósýnum	31
7	GRÓÐUR	33
7.1	Niðurstöður	34
7.1.1	Flúor í grasi	34
7.1.2	Flúor í laufi	35
7.1.3	Flúor í barri	36
8	HEY	37
8.1.1	Flúor í heyi	38
8.1.2	Brennisteinn í heyi	39
9	GRASBÍTAR	40
9.1	Niðurstöður	42
9.1.1	Flúor í lömbum	43
9.1.2	Flúor í fullorðnu fé	43
9.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	45
9.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	45
10	HEIMILDASKRÁ	46

VIÐAUKI A	ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR	48
VIÐAUKI B	LOFTGÆÐI	49
VIÐAUKI C	FERSKVATN	60
VIÐAUKI D	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	65
VIÐAUKI E	GRÓÐUR	67
VIÐAUKI F	GRASBÍTAR	80

SKILGREININGAR

Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur jóna/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	Styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talið er að þær þoli án þess að skaðast.
Þynningarsvæði	Sá hluti viðtaka þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum.

Reglugerðir:

920/2016	Um brennisteinstvíoxíð, niturdíoxíð og nituroxíð, 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, kadmín, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti.
536/2001	Um neysluvatn.
340/2001	Um eftirlit með fóðri.
796/1999	Um varnir gegn mengun vatns.

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

Á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga starfa kísilmálmverksmiðja Elkem Ísland ehf., álver Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla ehf., auk annarrar starfsemi. Starfsleyfi þessara fyrirtækja 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 2018 var unnið samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir fyrir tímabilið 2018-2028 og Umhverfisstofnun hefur samþykkt [1].

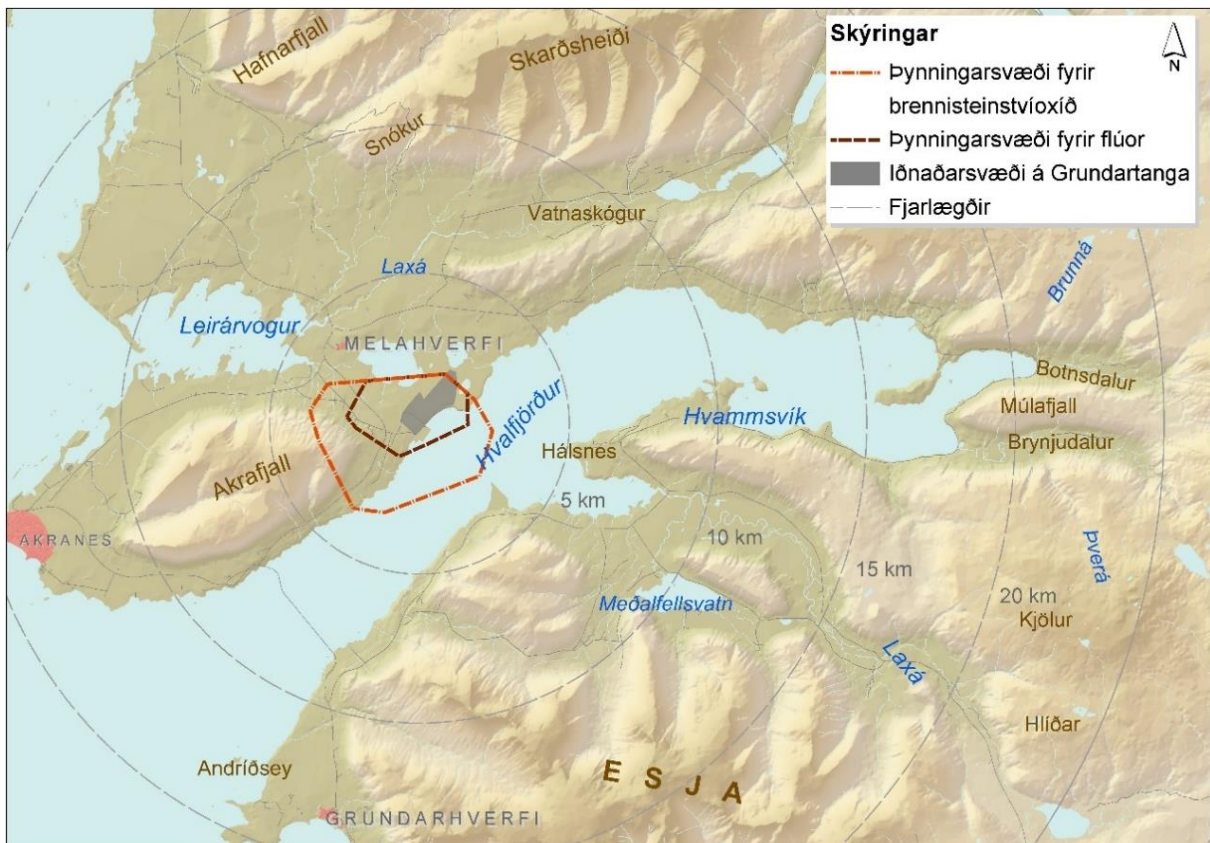
Hér eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem gerðar voru árið 2018. Þessar niðurstöður eru bornar saman við viðmiðunarmörk þar sem við á sem og niðurstöður fyrri ára. Einniger mat lagt á breytileika mælinganna fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn, sem samantektin byggir á, má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í níu kafla. Í 1. kafla er stuttur inngangur um tilgang umhverfisvöktunarinnar. Í kafla 2 er lýst staðháttum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir mælipætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3 og í köflum 4 – 9 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður, hey og grasbíta. Í viðaukum skýrslunnar kemur fram ítarefni og nánari upplýsingar sem tengjast mælingum og niðurstöðum. Í viðauka A er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur umhverfisvöktunar og í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Í viðauka C eru niðurstöður á ferskvatni auk tölfræðigagna. 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 STADHÆTTIR

2.1 Þynningarsvæði

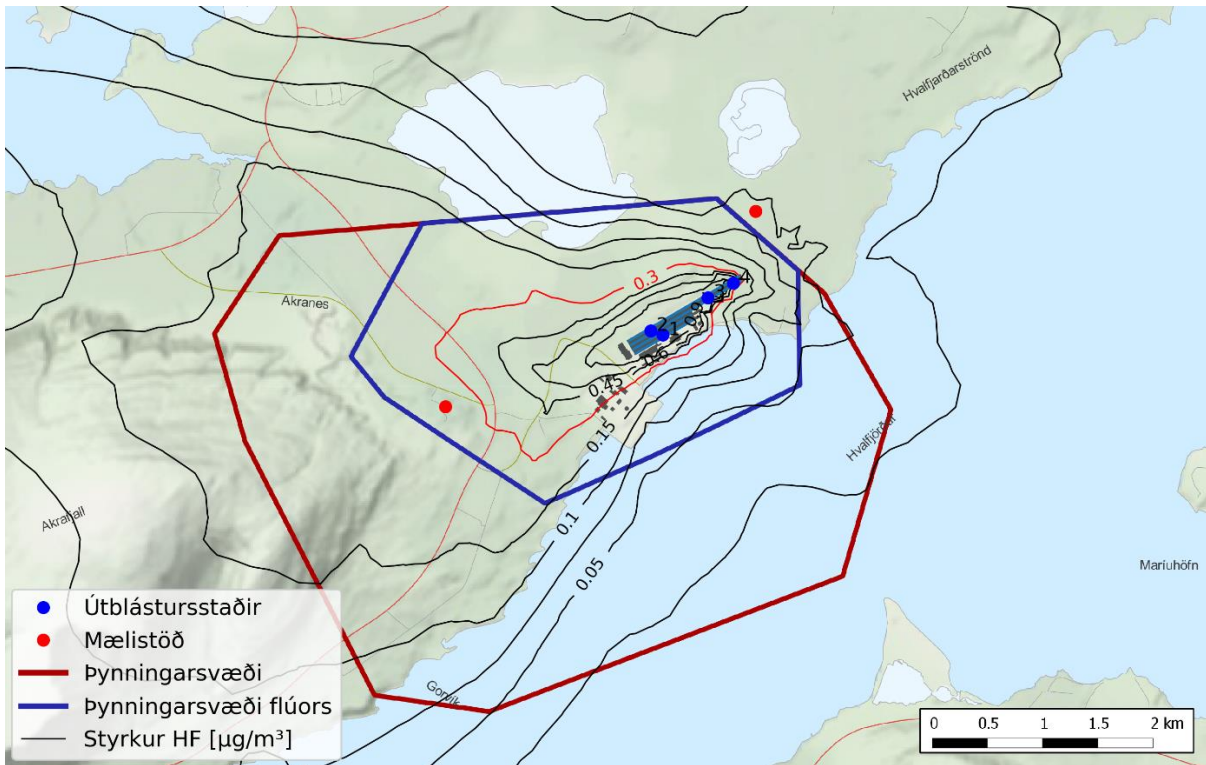
Hið skipulagða iðnaðarsvæði á Grundartanga er við norðanverðan Hvalfjörð, eins og sjá má á mynd 2.1.



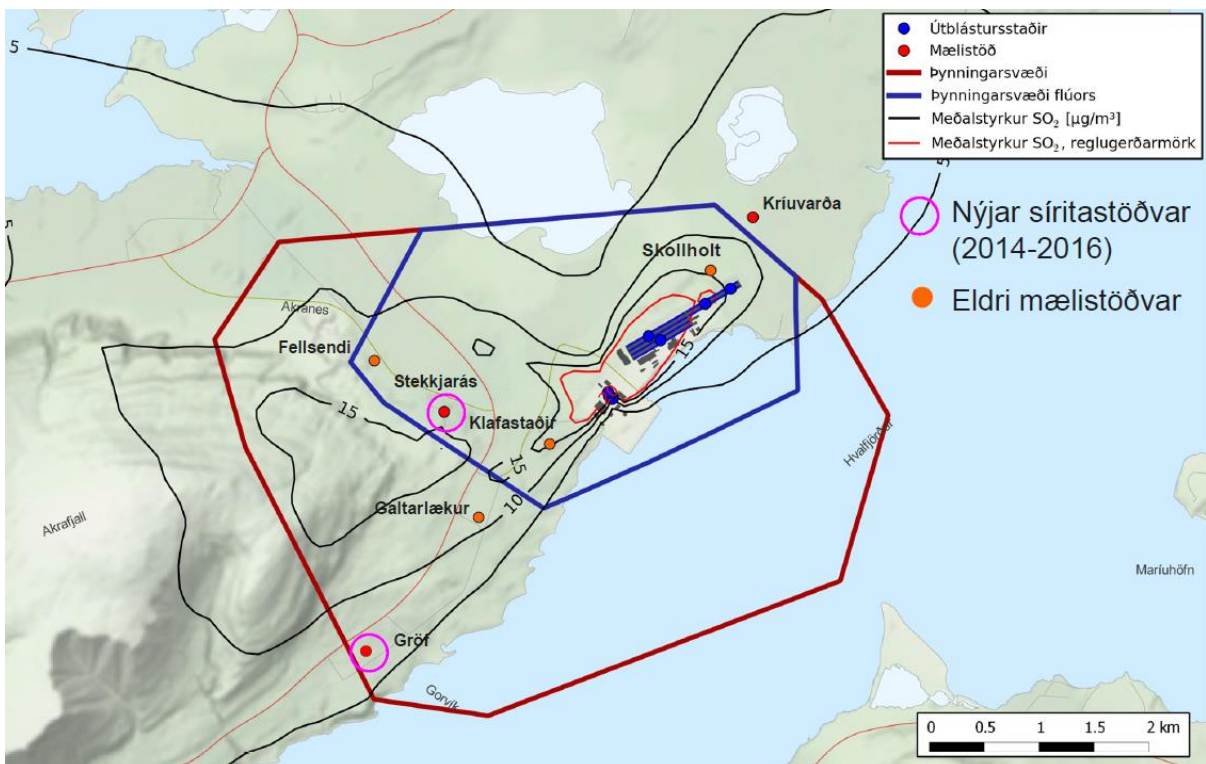
MYND 2.1 Staðsetning iðnaðarsvæðisins á Grundartanga í Hvalfjarðarsveit ásamt skilgreindum þynningarsvæðum fyrir flúor og brennisteinstvíoxíð.

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

Notast var við loftdreifilíkan við ákvörðun á stærð þynningarsvæða fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Í síðustu uppfærslu vöktunaráætlunar gerði Umhverfisstofnun þá kröfu til iðjuveranna að áreiðanleiki líkansins yrði metinn að nýju fyrir lok árs 2018 með tilliti til mældrar losunar flúors og brennisteinstvíoxíðs.



MYND 2.2 Styrkur HF frá Norðuráli skv. uppfærðu loftdreifilíkani.



MYND 2.3 Styrkur SO_2 frá Elkem og Norðuráli skv. uppfærðu loftdreifilíkani.

Vatnaskil fór yfir forsendur og niðurstöður líkanreikninga á dreifingu flúors (HF) og brennisteinstvíoxíðs (SO₂). Vatnaskil vann úr nýjum mælingum á losun flúors frá Norðuráli sem safnast hafa síðan 2012, sjá mynd 2.2, og skoðaði líkanniðurstöður í samhengi við þær. Samanburðarvinnunni var ætlað að varpa frekara ljósi á mun reikninga og mælinga á flúor og taka þannig sérstaklega tillit til mælinga á losun efnisins frá kerskálum sem fyrirtækið hafði gert á tímabilinu apríl 2010 – apríl 2012, nýrra upplýsinga um breiddir útblástursopa í rjáfrum kerskála Norðuráls og mælinga á flúor (HF) á Kríuvörðu og Stekkjarási sem gerðar hafa verið síðan líkanið var gefið út.

Vatnaskil uppfærði einnig loftdreifilíkan fyrir dreifingu brennisteinstvíoxíðs (SO₂) miðað við ný mæligildi frá árunum 2014-2016, sjá mynd 2.3. Reiknilíkanið byggir á mælingum frá Elkem á losun SO₂ frá starfsemi verksmiðjunnar og mælingum frá Norðuráli á styrk SO₂ í útblæstri skorsteina. Niðurstöður voru bornar saman við rauntímamælingar frá mælistöðvunum á Gröf og Stekkjarási (árin 2014-2016) og Kríuvörðu (árin 2010-2016). Tekið skal fram að mælingar á SO₂ í Stekkjarási yfir tímabilið september 2014 til febrúar 2015 eru ekki teknar með í samanburðinum vegna áhrifa gossins í Holuhrauni.

Niðurstöður sýndu að losun flúors (HF) og brennisteinstvíoxíðs (SO₂) í andrúmsloftið frá Norðuráli og Elkem sé nokkuð vel ákvörðuð í líkaninu. Dreifing til austurs er allvel ákvörðuð að meðaltali, en dreifing til vesturs er ofmetin, við mælistöðvar á Gröf og Stekkjarási. Ástæður þess má hugsanlega rekja til óvissuþátta í dreifilíkaninu sem tengjast landfræðilegum þáttum og varma frá kælislaufum á lóð Elkem sem kunna að hafa áhrif á þann stöðugleika í austlægum áttum. Má því ætla að gagnvart dreifingu efnanna til norðurs og suðurs frá fyrirtækjunum séu vandkvæði sem þessi minni eða jafnvel ekki til staðar og að líkanið gefi ágæta mynd af styrk efnanna á þeim svæðum.

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 kísilmálmblöndu sem er mikilvæg fyrir rafbílavæðingu heimsins og framleiðslu á orkusparandi heimilistækjum. Árið 2018 framleiddi Elkem 114.015 tonn af 75% kísilmálmi og 21.025 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,97% 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, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂).

Norðurál á Grundartanga í Hvalfirði hóf starfsemi sína árið 1998 og starfa þar um 600 manns við að vinna ál úr áloxíði með raforku úr fallvötnum og jarðvarma. Á árinu 2018 voru framleidd 317.386 tonn af áli og álblöndum sem rata á erlenda markaði en íslenski áliðnaðurinn er ein stærsta útflutningsgrein landsins. Norðurál hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári. Fyrirtækið leggur áherslu á að starfsemi fyrirtækisins sé í sátt við umhverfið og stöðugt er unnið að lágmarkun umhverfisáhrifa ásamt ábyrgri nýtingu orku og hráefna.

Alur Álvinnsla, sem áður hét Kratus ehf, hóf starfsemi á Grundartanga í nóvember 2012 og vinnur ál úr álgjalli frá álfyrirtækjum. Árið 2018 vann Alur um 2.500 tonn af áli úr 6.450 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 2000 tonn af saltköku sem hefur verið flutt erlendis til endurvinnslu. Salt úr endurinni saltköku verður nýtt aftur í bræðsluferli Als.

2.3 Veðurfar

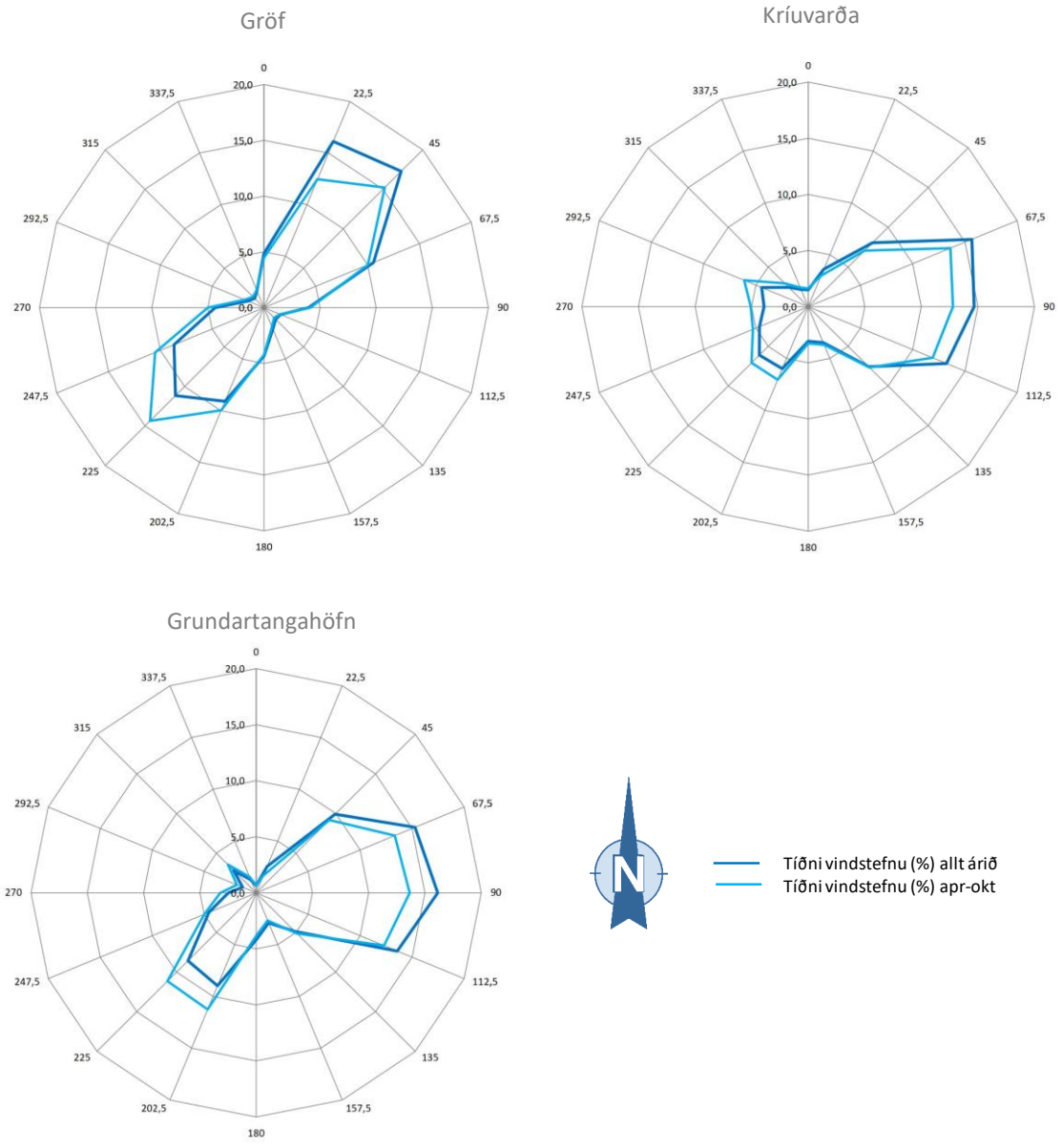
Veðurmælingar fóru fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum að Kríuvörðu, Gröf II og á Grundartangahöfn, sjá staðsetningu loftgæðamælistöðva á mynd 3.1. Mælistöðin við Gröf II er staðsett um 3 km suðvestur af Grundartanga, skammt frá bænum Gröf II í um 40 m.y.s. Mælistöðin að Kríuvörðu er staðsett um 700 metra norðan við austurenda álversins í um 15 m.y.s. en stöðin á Grundartangahöfn er staðsett um 25 m.y.s. Meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraða á öllum mælistöðvum má sjá í töflu 2.1 [2]. Vindhraði var mestur á Grundartanga en kaldast var á Gröf II. Hitastig ársins 2018 var 0,4-0,9°C lægra en á árinu 2017 og er það annað árið í röð sem kólnar á svæðinu.

TAFLA 2.1 Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingarstöðvum í Hvalfirði árið 2018 [2].

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

Á mynd 2.4 má sjá vindrósir fyrir allt árið 2018 og fyrir tímabilið frá apríl til október á öllum veðurstöðvum.

Á Gröf II er greinilegt er að fjallshlíðar Akrafjalls hafa mikil áhrif á vindrósina. Þar sem austanáttir snúast til norðaustanáttar og suðlæggar áttir til suðvestlægrar, vegna legu fjallsins. Á Kríuvörðu virðist álverið skýla fyrir suðvestanvindum. Lítil munur er á vindrósum vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósum alls ársins. Algengasta vindáttin er norðaustlæg átt á Gröf II en austanátt á Grundartangahöfn og á Kríuvörðu [2].



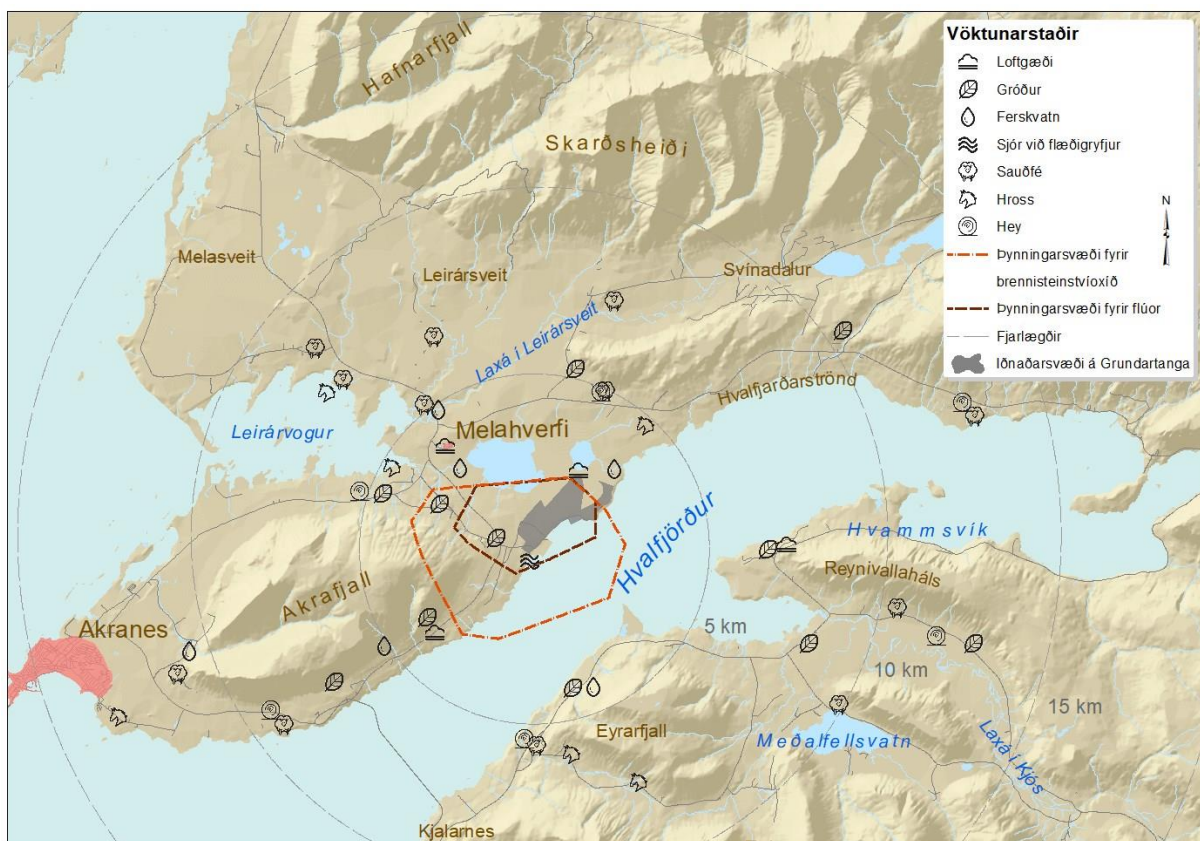
MYND 2.4 Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvarða og Gröf II fyrir tímabilið apríl - október 2018 og allt árið 2018.

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2018 var í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir fyrir árin 2018-2028. Vöktunaráætlunin var uppfærð árið 2018 og má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar [1]. Í töflu 3.1 má sjá yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil umhverfisvöktunar í Hvalfirði árið 2018.

3.1 Vöktunarstaðir

Yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður, hey og grasbita (sauðfé og hross) árið 2018, má sjá á mynd 3.1.



MYND 3.1 Yfirlit yfir vöktunarstaði loftgæða, ferskvatns, sjós við flæðigryfju, gróðurs, heys og grasbita árið 2018.

3.2 Tölfræði

Frá árinu 1999 hefur farið fram árleg umhverfisvöktun á ferskvatni, gróðri og grasbitum. 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 iðjuverin tóku 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 tölfræðigreiningarinnar er að finna í viðaukum C, E og F.

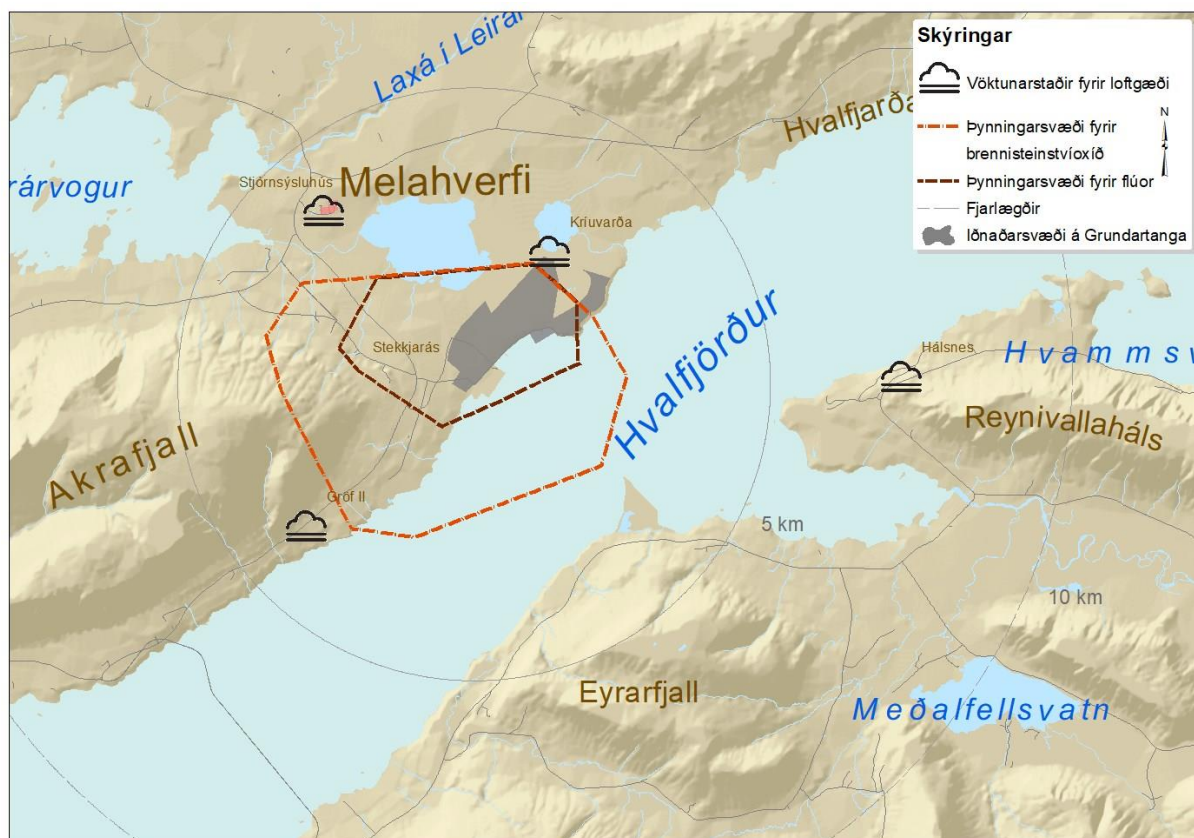
TAFLA 3.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2018.

	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki, svifryk, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni <i>Úrkoma:</i> klóríð, níturat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Kriugarða, Gröf II, Melahverfi <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Hálsnes	<i>Kriugarða:</i> allt árið <i>Gröf II:</i> allt árið <i>Melahverfi:</i> allt árið Hálsnes: apríl-okt 2018	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Ferskvatn	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	<i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá <i>Uppþök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá	6. apríl - 5. sept. 2018	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Sjór við flæðigryfjur	<i>Málmur:</i> arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín Sýanið, flúor og fosfór	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfju auk tveggja viðmiðunarstaða	31. maí, 27. ágúst og 14. september 2018	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*
Lífriki sjávar	<i>16 PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvef kræklinga</i> <i>16 PAH efni í sjávarseti</i>	<i>Rannsóknir fimmta hvert ár. Seinast mælt 2016 [3]. Næst mælt 2021.</i>		
Gróður	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi (<i>birki, reynir</i>) og barri (<i>greni, bergfura, stafafura</i>)	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús, Hlíð <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir <i>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur	<i>Gras og lauf:</i> 14. júní og 14. sept. 2018 <i>Gras:</i> 17. júlí 2018 <i>Barr:</i> 15. nóv. 2018	<i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*, Skógrækt ríkisins
Mosar og fléttur	<i>Klapparreitir:</i> Gróður-breytingar fléttna og mosa, brennisteinn og flúor í fléttum <i>Móareitir:</i> Gróðurbreytingar	<i>Klapparreitir:</i> Rannsóknir fara fram þriðja hvert ár á sumartíma. Seinast mælt 2017 [4]. Næst mælt 2020. <i>Móareitir:</i> Rannsóknir á móareitum yfir sumartíma á sex ára fresti. Seinast mælt 2015 [5]. Næst mælt 2021.		
Hey	Flúor og brennisteinn	<i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Litla Fellsöxl, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Grímsstaðir	Janúar 2019.	<i>Sýnataka:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ <i>Efnagreiningar:</i> NMÍ*
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	<i>Sláturfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri-Reyn, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Meðalfell Grímsstaðir <i>Viðmiðunarsýni:</i> Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. <i>Lifandi sauðfé:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Innri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell <i>Lifandi hross:</i> <i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur <i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Morastaðir	<i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2018 <i>Lifandi sauðfé og hross:</i> janúar 2019	<i>Efnagreiningar:</i> NMÍ* <i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ <i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ

* NMÍ: Efnagreiningar - Nýsköpunarmiðstöð Íslands;

4 LOFTGÆÐI

Árið 2018 voru fjórar loftgæðamælistöðvar í rekstri, þ.e. á Kríuvörðu, Gröf II, í Melahverfi og á Hálsnesi (mynd 4.1). Á Kríuvörðu, Gröf II og í Melahverfi fóru fram sjálfvirkar mælingar allt árið fyrir ákveðna mælipætti og á Hálsnesi frá apríl til október (tafla 4.1). Á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi var að auki sýnum safnað á síur allt árið og hluta úr ári (Hálsnes). Loftgæðamælistöðin á Hálsnesi er starfrækt þriðja hvert ár, samkvæmt vöktunaráætlun.



MYND 4.1 Staðsetning loftgæðamælistöðva í rekstri árið 2018.

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 2018. Niðurstöður mælinga á SO₂, H₂S og svifryk (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		
Hálsnes*		HF og svifryk (PM ₁₀), F og S í svifryki	NO ₃ , Na, Ca, Cl, SO ₄ , F, pH, leiðni

*sýnataka fór fram frá apríl-okt.

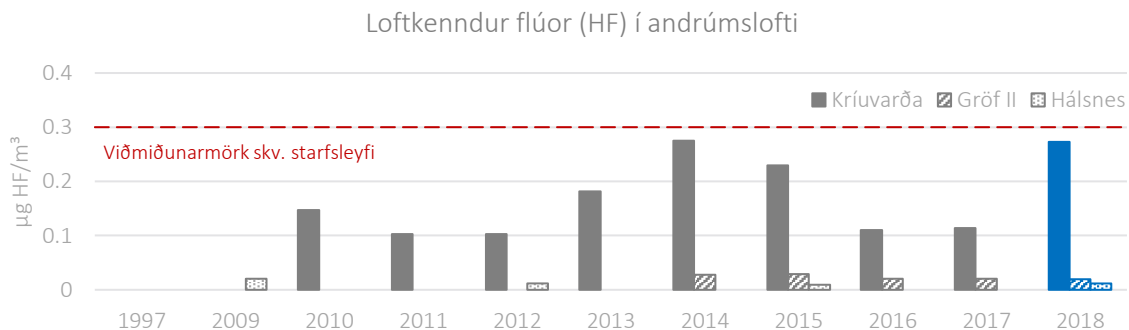
4.1 Niðurstöður

Í köflum 4.1.1 - 4.1.6. má sjá yfirlit yfir niðurstöður mælinga á loftgæðum og skilgreind umhverfismörk. Í viðauka B má sjá niðurstöður allra mælinga á loftgæðum, þ.e. í andrúmslofti sem og niðurstöður mælinga í úrkomu. Í töflu B.1 – B.4 er jafnframt að finna yfirlit yfir reglugerðir sem skilgreina viðeigandi viðmiðunarmörk fyrir hvern mælipátt. Á gröfum og línuritum eru sýndar niðurstöður síðustu 10 ára, vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2008, en þær má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

4.1.1 Flúor í andrúmslofti yfir vöktunartímabilið

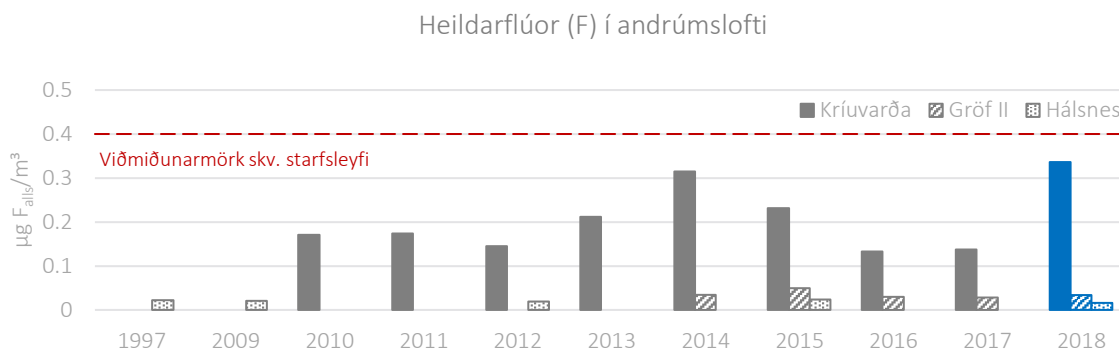
Umhverfismörk flúors utan þynningarsvæðis, sem skilgreint er í starfsleyfi Norðuráls, á við um tímabilið apríl til september ár hvert. Styrkur flúors í andrúmslofti (HF) var mældur allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til október, þar sem umhverfismörk fyrir flúor á við um það tímabil. Ekki eru til umhverfismörk fyrir flúor yfir allt árið.

Eins og áður var sýnum safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II og bættist Hálsnes við á árinu. 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 með hæsta móti en svipaður og var árið 2014. Á Gröf II var meðalstyrkur HF svipaður og undanfarin ár og á Hálsnesi var meðalstyrkur sambærilegur við síðustu mælingar (mynd 4.2).



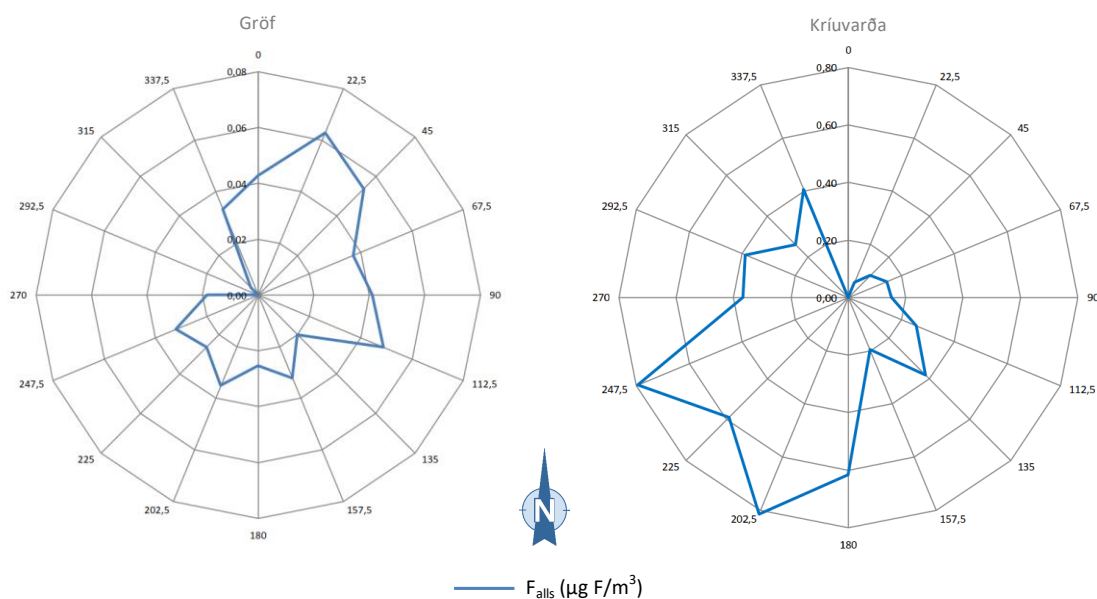
MYND 4.2 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á vöktunartímabilinu (apríl - október) á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi (mælingar á þriggja ára fresti).

Meðalstyrkur heildarflúors (F) yfir vöktunartímabilið, þ.e. samanlagður styrkur HF í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, mældist undir viðmiðunarmörkum ($0,4 \mu\text{g F}_{\text{heildar}}/\text{m}^3$) á öllum mælistöðvum, sbr mynd 4.3.



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

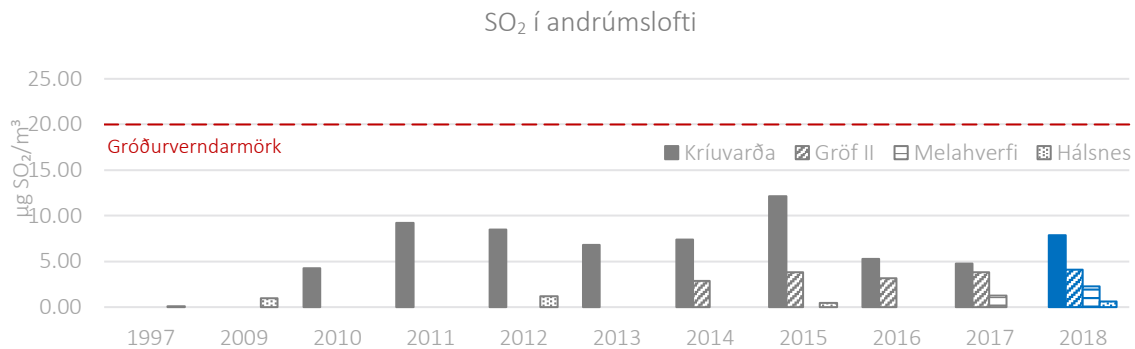
Styrkur flúors mældist eins og áður hærrí á Krúuvörðu en Gröf II og er áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir eru ríkjandi. Á Gröf II mældist hærrí styrkur flúors í norðaustanáttum. Aðal ástæða þessa mismunar er staðsetning mælistöðvanna. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mældaga á mynd 4.4 [2].



MYND 4.4 Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2018 á Krúuvörðu og Gröf II. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið

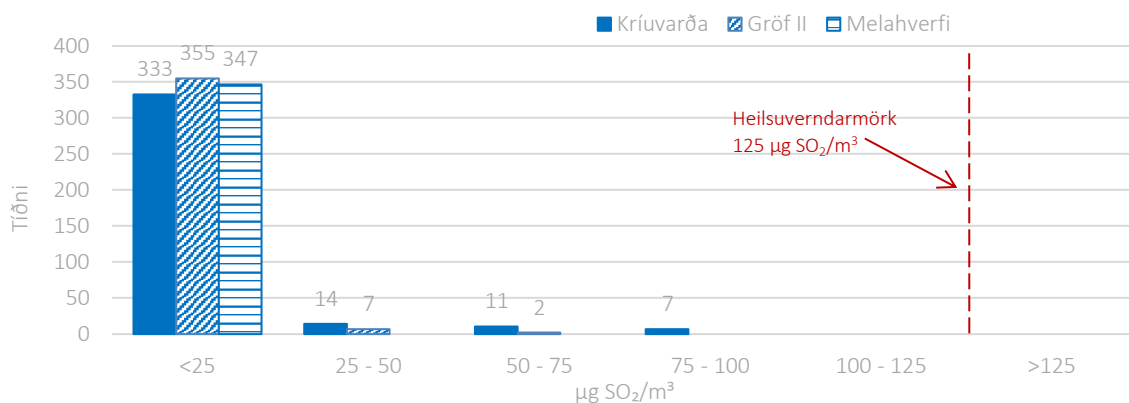
Brennisteinstvíoxíð (SO₂) var mælt samfelld yfir allt árið á öllum mælistöðvum nema á Hálsnesi en þar var SO₂ mælt í sýnum sem safnað var á síur frá apríl - okt. Styrkur SO₂ mældist hæstur á Kríuvörðu eins og áður. Þar mældist styrkurinn hærri en árin á undan en á Gröf II og Hálsnesi eru mæliniðurstöður sambærilegar við fyrri vöktunarár. Styrkur SO₂ í Melahverfi var hærri en árið 2017 en þá var stöðin ný og einungis mælt hluta úr ári. Meðalstyrkur SO₂ í andrúmslofti árið 2018 var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum (20 µg SO₂/m³) sem gilda utan þynningarsvæðis (mynd 4.5).



MYND 4.5 Meðalstyrkur SO₂ á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

Á hverju ári er leyfilegt er að fara 24 sinnum yfir klukkustundarheilsuverndarmörk fyrir SO₂ (350 µg SO₂/m³). Það gerðist aldrei á árinu 2018. Hæstu gildi mældust í suðvestanátt á Kríuvörðu sem voru algengari árið 2018 en undanfarin ár, norðaustanátt á Gröf II og í austsuðaustanátt í Melahverfi. Er það í samræmi við að meginuppspretta brennisteinstvíoxíðs sé iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

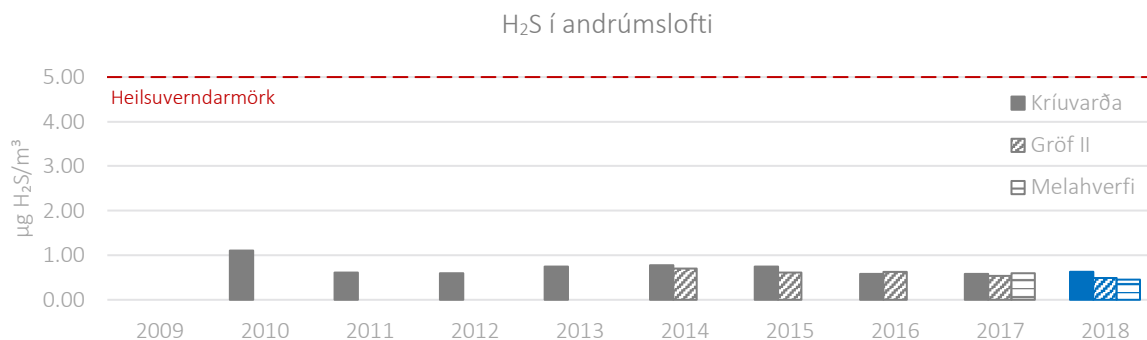
Sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ mældist aldrei yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO₂/m³) á vöktunarsstöðunum á árinu en leyfilegt er að fara yfir þau mörk 3 sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO₂ á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi yfir árið 2018.



MYND 4.6 Fjöldi mælinga á sólarhringsmeðalstyrk SO₂ á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2018.

4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

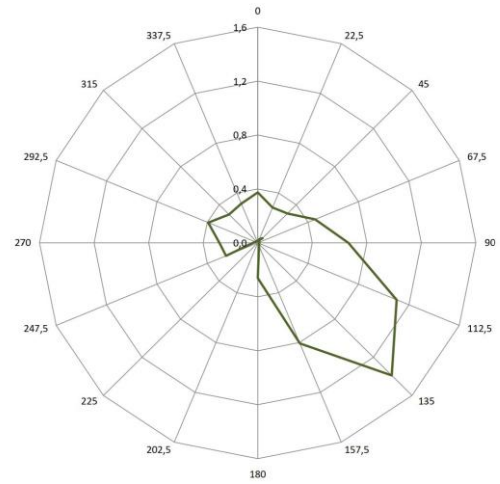
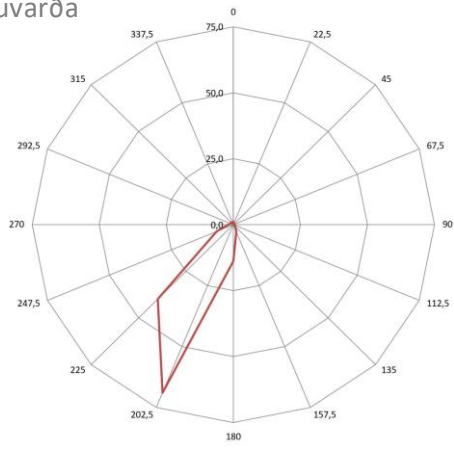
Á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi fóru fram sjálfvirkar mælingar á brennisteinsvetni (H_2S) í andrúmslofti allt árið 2018. Meðalstyrkur loftborins H_2S mældist undir öllum skilgreindum viðmiðunarmörkum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflu B.1 í viðauka B [2].



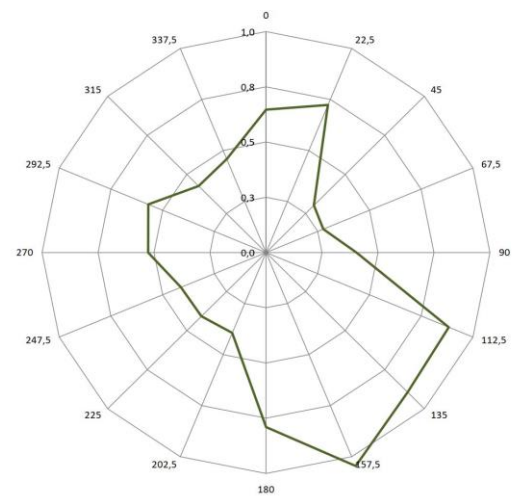
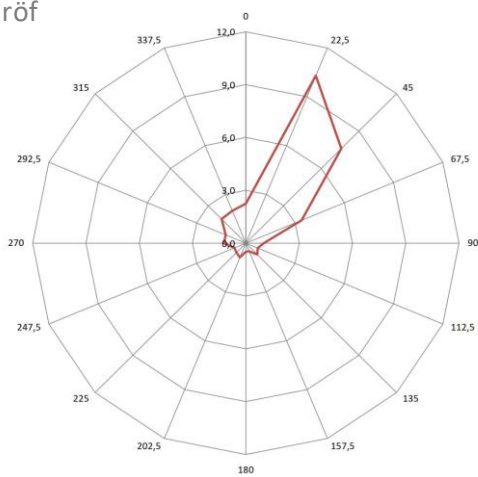
MYND 4.7 Meðalstyrkur H_2S á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

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. Um er að ræða sambærilegar niðurstöður við fyrri ár. Sömu sögu eru að segja af Melahverfi.

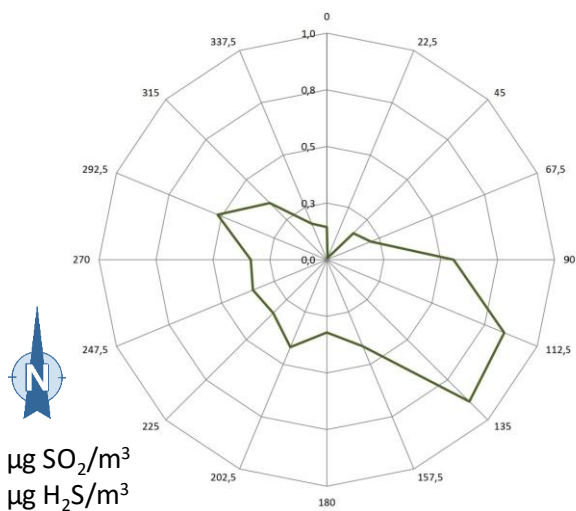
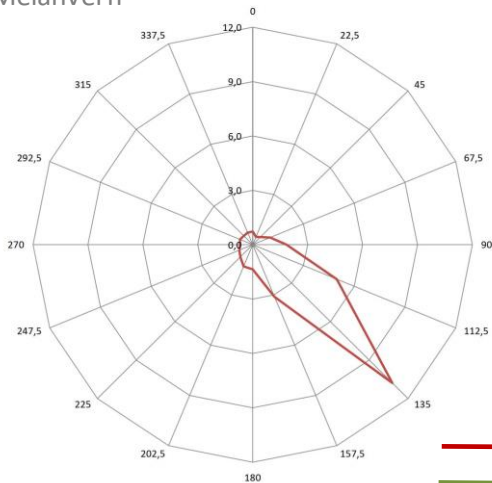
Kríuvarða



Gröf



Melahverfi



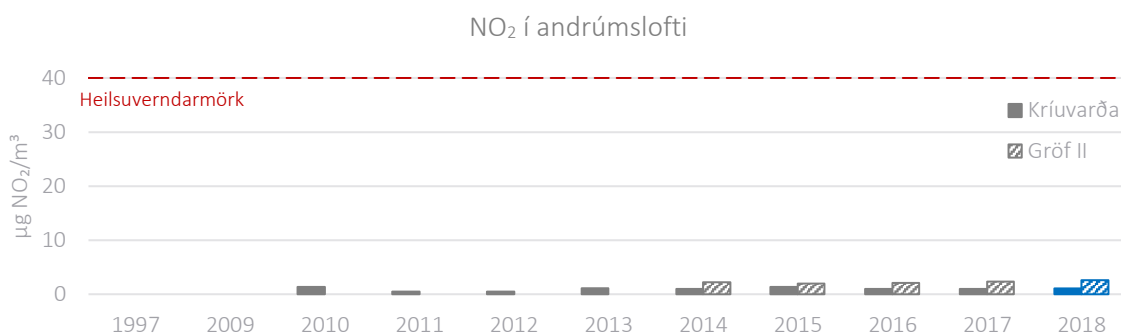
— $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$
— $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$

MYND 4.8 Styrkur SO_2 og H_2S í mældum vindáttum árið 2018 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

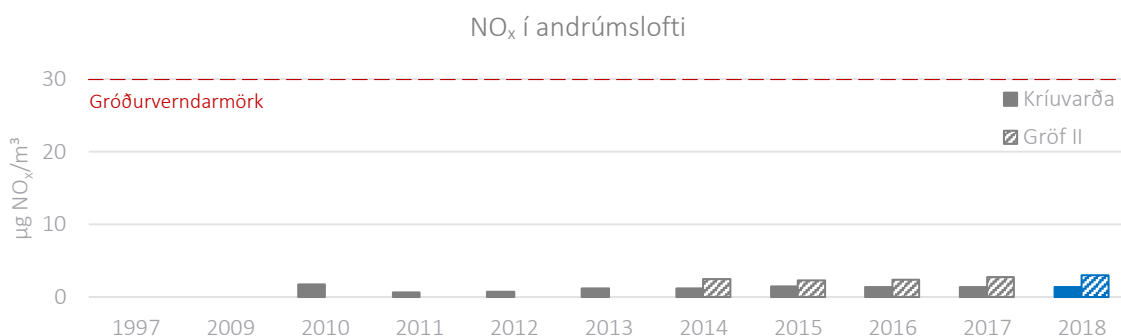
4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Í andrúmslofti eru gerðar sjálfvirkar mælingar á nituroxíði (NO_x) og niturmónoxíði (NO) á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2018. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturtvíoxíð (NO_2). Niðurstöðurnar eru sambærilegar og undanfarin ár. Helstu uppsprettur nituroxíða eru væntanlega umferð og iðnaðarsvæðið. Sólarhringsmeðalstyrkur NO_2 fór aldrei yfir heilsuverndarmörk og það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk.

Meðalstyrkur NO_2 mældist á báðum mælistöðvum undir heilsuverndarmörkum fyrir NO_2 (mynd 4.9). Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og á Gröf II voru undir gróðurverndarmörkum fyrir NO_x (mynd 4.10).



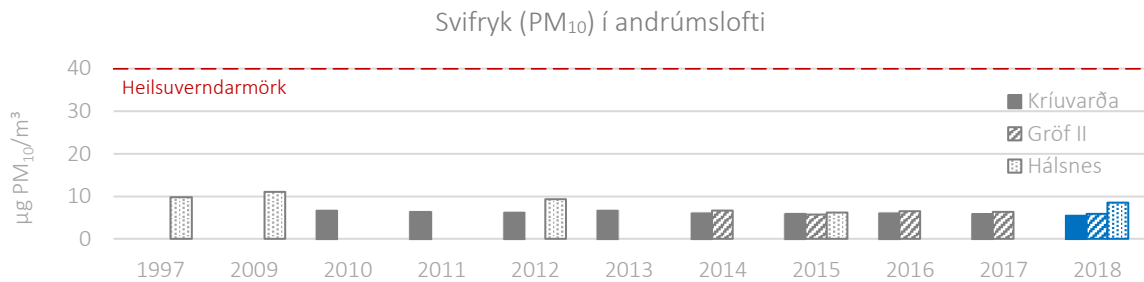
MYND 4.9 Meðalstyrkur NO_2 á Kríuvörðu og Gröf II .



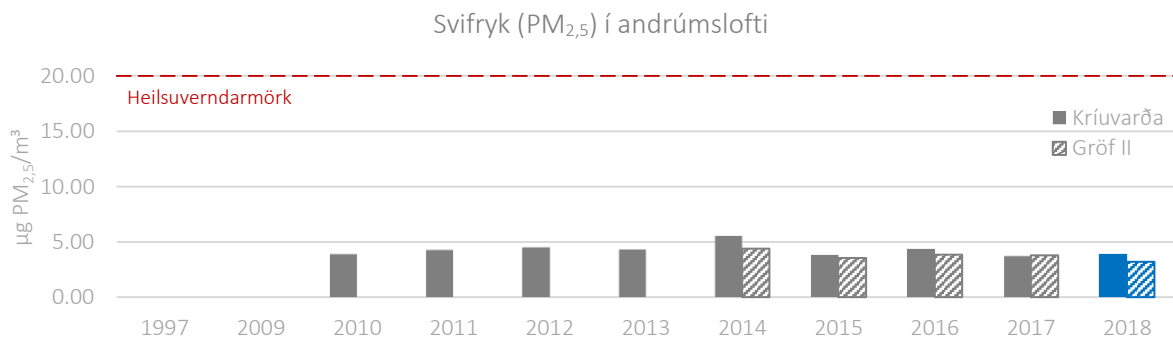
MYND 4.10 Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og Gröf II .

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 2018 auk þess sem sýnum var safnað á síur á Hálsnesi á tímabilinu apríl – október. Meðalstyrkur PM_{10} og $PM_{2,5}$ á árinu 2018 mældist undir heilsuverndarmörkum. Niðurstöður á Kríuvörðu og Gröf II eru svipaðar og undanfarin ár, sbr. myndir 4.11 og 4.12. Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks PM_{10} aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu, sjá töflu B.1 í viðauka B.

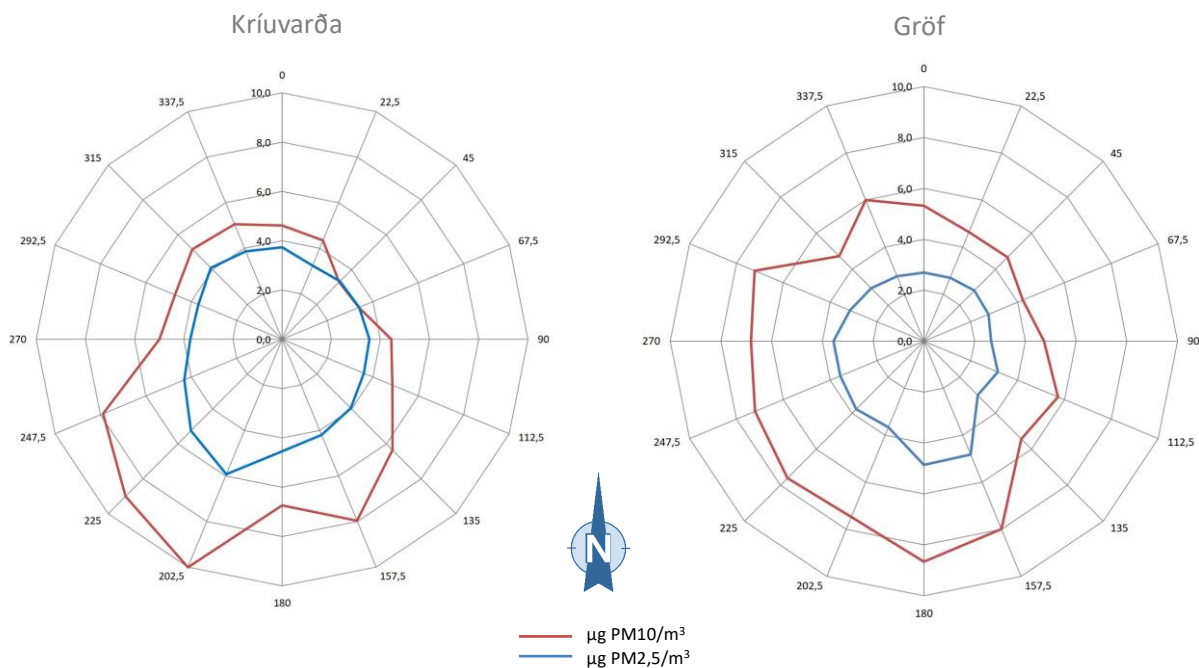


MYND 4.11 Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.



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

Rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2018 má sjá á mynd 4.13. 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].

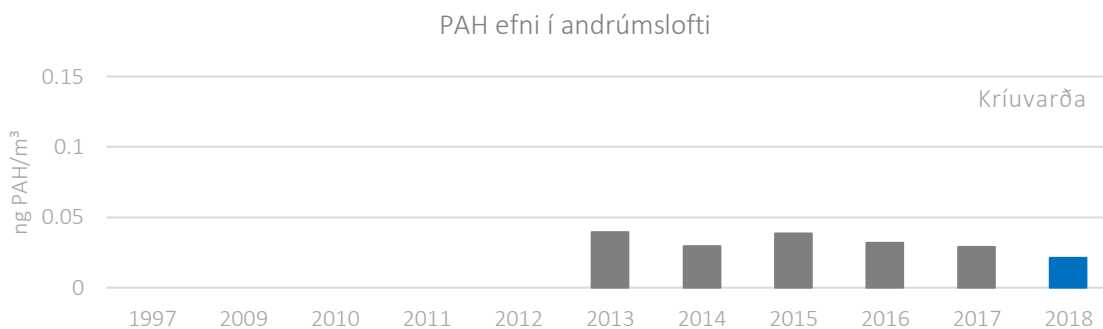


MYND 4.13 Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2018.

4.1.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti

Mælingar voru gerðar á styrk fjölhringa arómatískra vetniskolefna (PAH₁₆-efna) í svifrykssýnum (PM₁₀) sem safnað var á síur á Kríuvörðu allt árið 2018. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH₁₆ efna í andrúmslofti. Styrkur PAH₁₆ efnanna yfir allt árið mældist á Kríuvörðu 0,021 ng PAH/m³ sem er það lægsta síðan mælingar hófust árið 2013 (mynd 4.14).

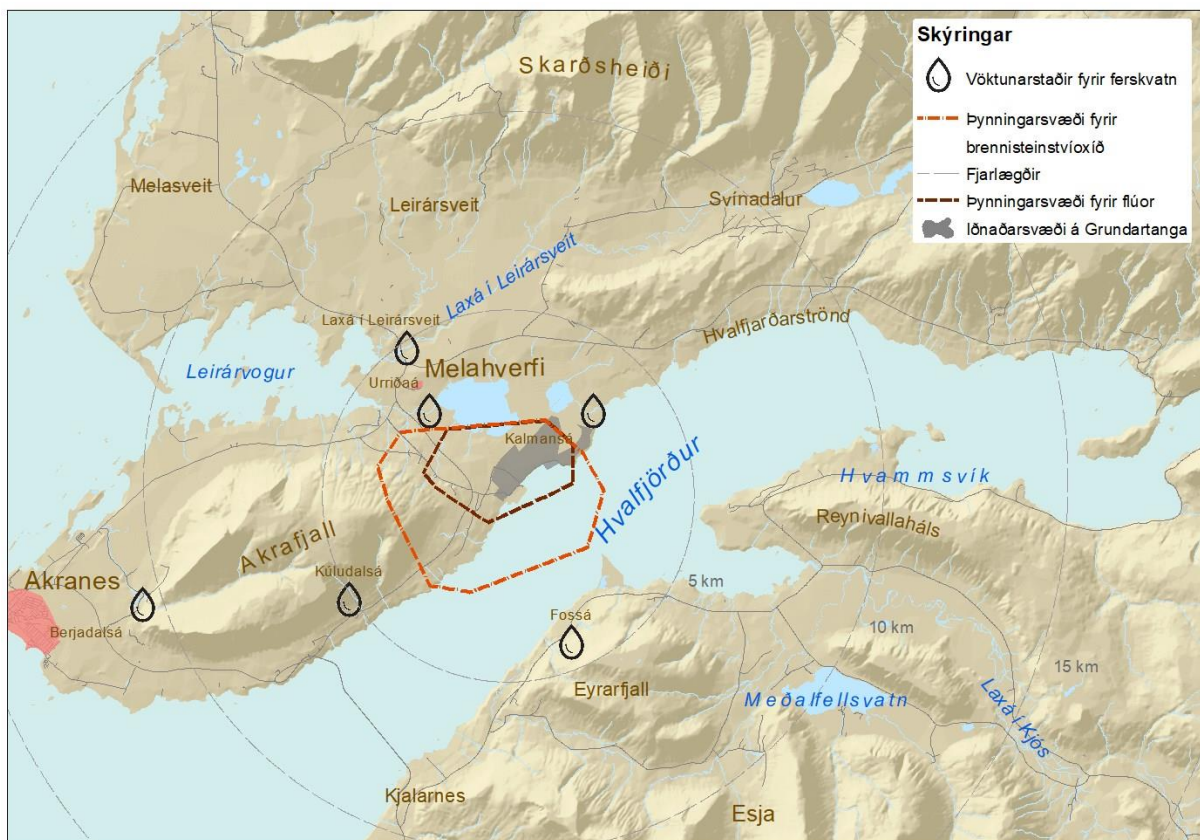
Styrkur bensó(a)pýrens, sem er eitt PAH₁₆ efnanna, mældist á bilinu 0,0002 – 0,0024 ng BaP/m³ sem er langt undir umhverfismörkum fyrir BaP sem skilgreind eru 1 ng BaP/m³.



MYND 4.14 Styrkur PAH₁₆ efna í svifryki á Kríuvörðu.

5 FERSKVATN

Tekin voru sýni úr fimm ám norðan Hvalfjarðar eins og áður, þ.e. Laxá í Leirársveit, Urriðaá, Kalmansá, Berjadalsá ofan Akraness og Kúludalsá. Einnig voru sýni tekin úr Fossá undir Eyrarfjalli, sunnan Hvalfjarðar (mynd 5.1). Tímabil sýnatöku var frá 6. apríl til 5. september 2018. 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, leiðni, flúor, klór, súlfat, natrín og kalsín. Sýnataka og mælingar á vöktunarárinu 2018 voru unnar af NMÍ [6]. Bakgrunns mælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000, og Kúludalsá, þar sem mælingar hófust 2016.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2018.

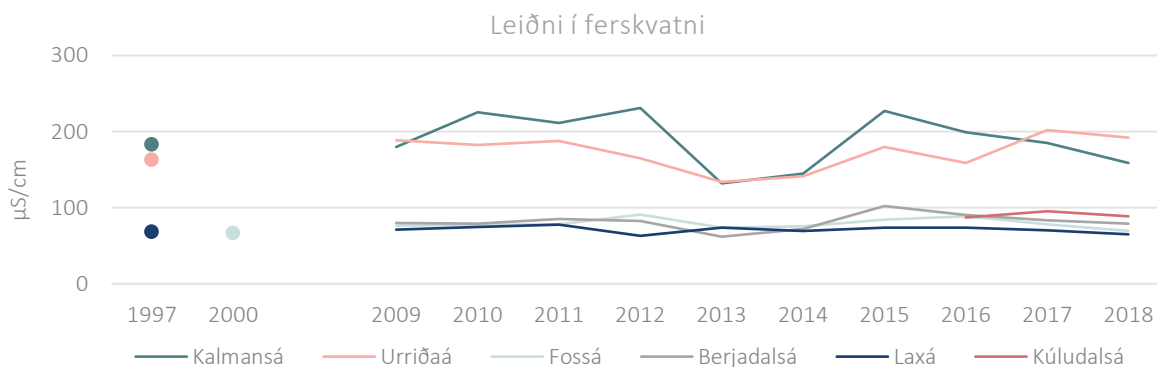
Rennsli Kalmansár og Urriðaár er fyrst og fremst yfirborðsvatn annars vegar úr Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Laxá, Berjadalsá, Kúludalsá og Fossá eru bergvatnsár. Í viðauka C má sjá niðurstöður tölfræðigreiningar á mælingum á efnainnihaldi þriggja vöktunaráa frá 1997 – 2018 sem notaðar eru til 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 2008, sem finna má á heimasíður Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

5.1.1 Leiðni ferskvatns

Efnainnihald vatns hefur áhrif á leiðni. Árið 2018 mældist leiðni í Urriðaá og Kalmansá á bilinu 138 – 290 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðalleiðni allra mælinga var 176 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 63 – 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var 76 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var 109 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sem er aðeins lægri en meðalleiðni síðustu 10 ára (119 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en breytileikinn hefur verið nokkur í gegnum árin (mynd 5.2).



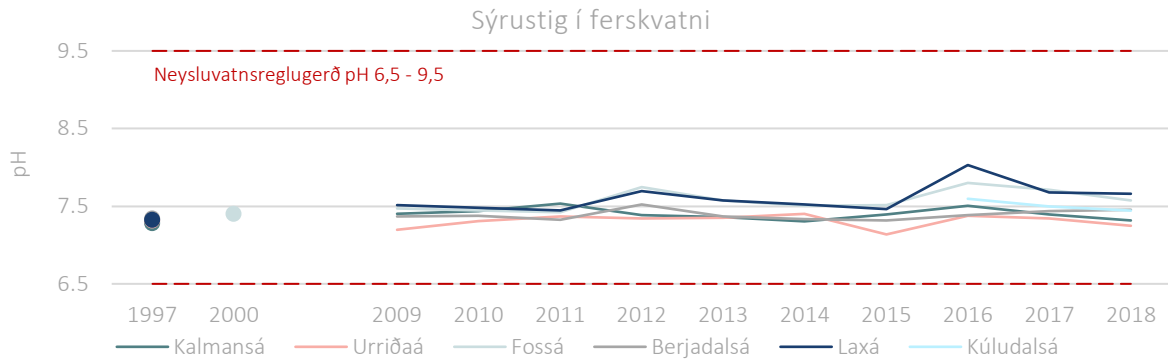
MYND 5.2 Meðalleiðni í vöktunarám og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2018 voru allar mælingar á sýrustigi innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var pH 7,28 og mældist á bilinu pH 7,0 – 7,45. Sýrustig bergvatnsána mældist að meðaltali pH 7,53 á bilinu pH 7,32 – 7,67. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar áranar var pH 7,45, sem er svipað og meðaltal síðustu 10 ára.

Tekin eru sýni um mitt sumar og sumarlok úr bergvatnsánum en pH hefur tilhneigingu til að hækka þegar líður á sumarið [6].

Á mynd 5.3 er sýnt meðaltal sýrustigs í vöktunarám. Hvorki var marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá eða 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 2018 er einungis þriðja árið sem að hún er vöktuð.

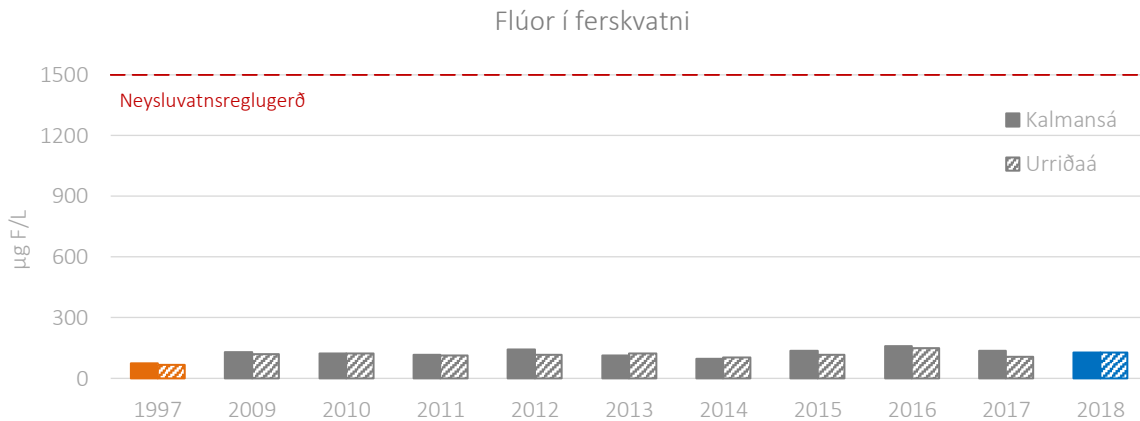


MYND 5.3 Meðaltal sýrustigs í vöktunarárám árin 2009 – 2018 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

5.1.3 Flúor í ferskvatni

Meðalstyrkur flúors hefur alltaf mælst 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 [7]. 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 bæði Kalmansá og Urriðaá árið 2018 var 128 µg F/L og mældist rúmlega þrisvar sinnum hærri en í bergvatnsánnum (mynd 5.4), sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára. Í bergvatnsánnum var meðalstyrkur flúors 35 µg F/L eða á bilinu 18 – 53 µg F/L.



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

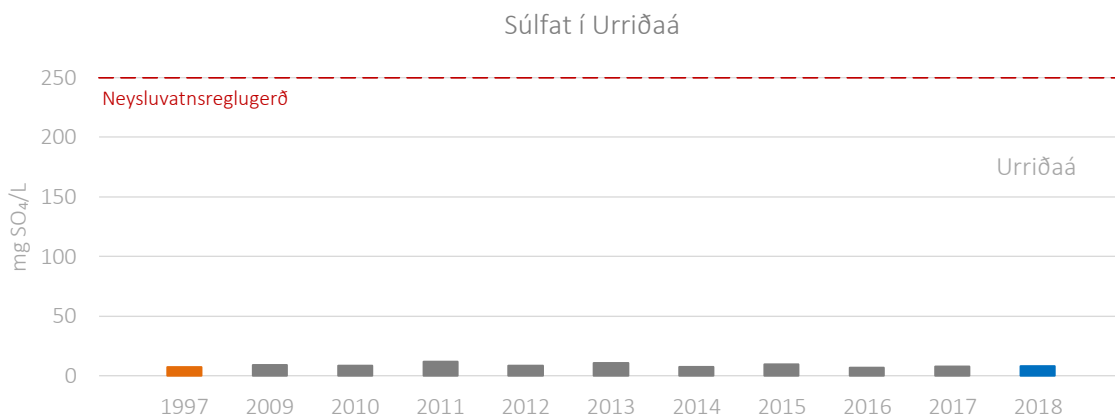
Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn, sem staðsett eru afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Þessar ár eru því næmar fyrir flúorslosun. Styrkur flúors er einnig tengdur vatnsmagni ána og vatnanna sem þær renna úr og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu. Á árinu 2018 var hvorki hækkun á flúorstyrk í Urriðaá miðað við árið 1997 né miðað við árið 2007 (viðauki C). Í Kalmansá var marktæk

hækkun á flúor miðað við árið 1997, en ekki 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 bergvatnsánnum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika en styrkurinn var nærri meðallagi árið 2018 [6].

5.1.4 Súlfat í ferskvatni

Styrkur súlfats (SO_4) í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett eru fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO_4/L) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var líkt og áður töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánnum. Meðalstyrkur bergvatns-ánna var 2,6 mg SO_4/L en 8,5 mg SO_4/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.5 fyrir Urriðaá).

Ársmeðaltal bergvatnsánna var örlítið yfir 10 ára meðaltali árána 2005-2016 (2,25 mg SO_4/L) en ef Kúludalsá, sem hefur verið mæld frá 2016, er sleppt þá er munurinn nánast enginn. Ársmeðaltal Kalmansár og Urriðáár var nokkuð lægra en 10 ára meðaltalið 2006-2015 (9,42 mg SO_4/L).



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

6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

Iðjuverin hafa heimild til að koma föstum ónýtanlegum úrgangi fyrir í flæðigryfjum sem staðsettar eru á hafnarvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Hér er aðallega um að ræða kerbrot, óendurvinnanlegar málmleifar, kola- og súralsryk. Grjótgarður afmarkar gryfjurnar og hindrar að föst efni berist til sjávar með sjó sem flæðir um gryfjurnar vegna sjávarfalla. 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.

Eins og undanfarin ár voru sjósýni tekin á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Sýni voru tekin þrisvar sinnum yfir sumartímamann á hverjum stað á 1 metra dýpi, í 1 metra og 4 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 voru mæld, arsen (As), króm (Cr), kopar (Cu), nikkell (Ni), blý (Pb), sink (Zn), járn (Fe), ál (Al), fosfór (P) og vanadín (V) auk sýaníðs (CN) og flúoríðs (F). Sýni voru tekin dagana 31. maí, 27. ágúst og 14. september 2018. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ [8].



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 2018 að meðaltali svipaðar eða ívið lægri en mælst hefur á undanförunum árum. Ekkert sýni mældist yfir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki [8].

6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum

Árið 2018 voru mælingar gerðar á málmunum arsen, blý, króm, kopar, nikkell og sink, sem í miklu mæli eru taldir vera óaskilegir í lífríki hafsins. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessa málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni 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. Meðalstyrkur efna í sjó er að finna í töflu 6.1. Meðalstyrk, hæsta og lægsta mælda styrk þessara efna er að finna í viðauka D.

Hækkun mældist á áli, vanadín, fosfór, járn og kopar sem mældist í sjósýnum teknum vestanmegin við gryfjuna í ágúst og september sem má rekja til jarðvegsflutnings Faxaflóahafna í tengslum við framkvæmdir á svæðinu, samanber útskolunarpróf sem gert var á jarðvegsefninu [8]. Umfjöllunin hér á eftir á ekki við um ofangreind efni í þessum sýnum.

Arsen, blý, fosfór, járn og vanadín mældust í öllum tilvikum í lægri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Meðalstyrkur mældist í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málmum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Það sama á við um styrk áls og járn sem mældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi fyrir járn í neysluvatni (200 µg /L) og í lægri styrk en mældist í viðmiðunarsýnum.

Kopar, króm, nikkell og sink mældust í nokkrum tilfellum hærri en í viðmiðunarsýnum en í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir einnig til að lítil útskolun á þessum málmum eigi sér stað úr flæðigryfjunni.

6.1.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Tafla 6.1 sýnir meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir þessi efni í sjó. Styrkur frís sýaníðs og heildar sýaníðs mældist undir greiningarmörkum (<0,005 mg/L) í öllum tilfellum. Flúor mældist í hærri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, hæst (1,44 mg F/L) í sýni í 1m fjarlægð fyrir miðju gryfjunnar sem er undir hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg F/L). Meðalstyrk, hæsta og lægsta mælda styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í viðauka D.

TAFLA 6.1 Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2018. 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* (Frítt) mg/L	Sýnaíð* (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,65	0,36	0,68	<0,5	<0,3	3,1	20,6	1,32	23	<40	2,01	<0,005	<0,005
2 Austurendi - 4 m	1,47	0,27	0,63	<0,5	<0,3	3,2	22,3	1,29	28	<40	2,16	<0,005	<0,005
3 Austanmegin - 1 m	1,60	0,27	<0,5	<0,5	<0,3	2,6	22,5	1,36	30	<40	2,01	<0,005	<0,005
4 Austanmegin - 4 m	1,45	0,32	0,57	<0,5	<0,3	2,6	22,9	1,31	32	<40	2,16	<0,005	<0,005
5 Miðja - 1 m	1,49	0,26	0,56	0,66	<0,3	2,8	18,4	1,44	19	<40	2,06	<0,005	<0,005
6 Miðja - 4 m	1,58	0,23	0,63	0,63	<0,3	2,2	19,4	1,40	19	<40	2,11	<0,005	<0,005
7 Vestanmegin - 1 m	1,44	0,30	1,15	0,50	<0,3	3,7	123,5	1,29	155	<40	2,37	<0,005	<0,005
8 Vestanmegin - 4 m	1,53	0,25	1,01	<0,5	<0,3	2,2	25,3	1,29	31	<40	2,18	<0,005	<0,005
9 Vesturendi - 1 m	1,55	0,28	0,67	<0,5	<0,3	2,7	22,8	1,28	29	<40	2,10	<0,005	<0,005
10 Vesturendi - 4 m	1,57	<0,2	<0,5	<0,5	<0,3	2,9	22,3	1,27	29	<40	2,15	<0,005	<0,005
Kalastaðir	1,38	0,23	0,66	<0,5	<0,3	2,3	37,6	1,24	56	<40	2,04	<0,005	<0,005
Miðja fjarðar	1,61	0,29	<0,5	<0,5	<0,3	2,6	26,4	1,26	34	<40	2,24	<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.

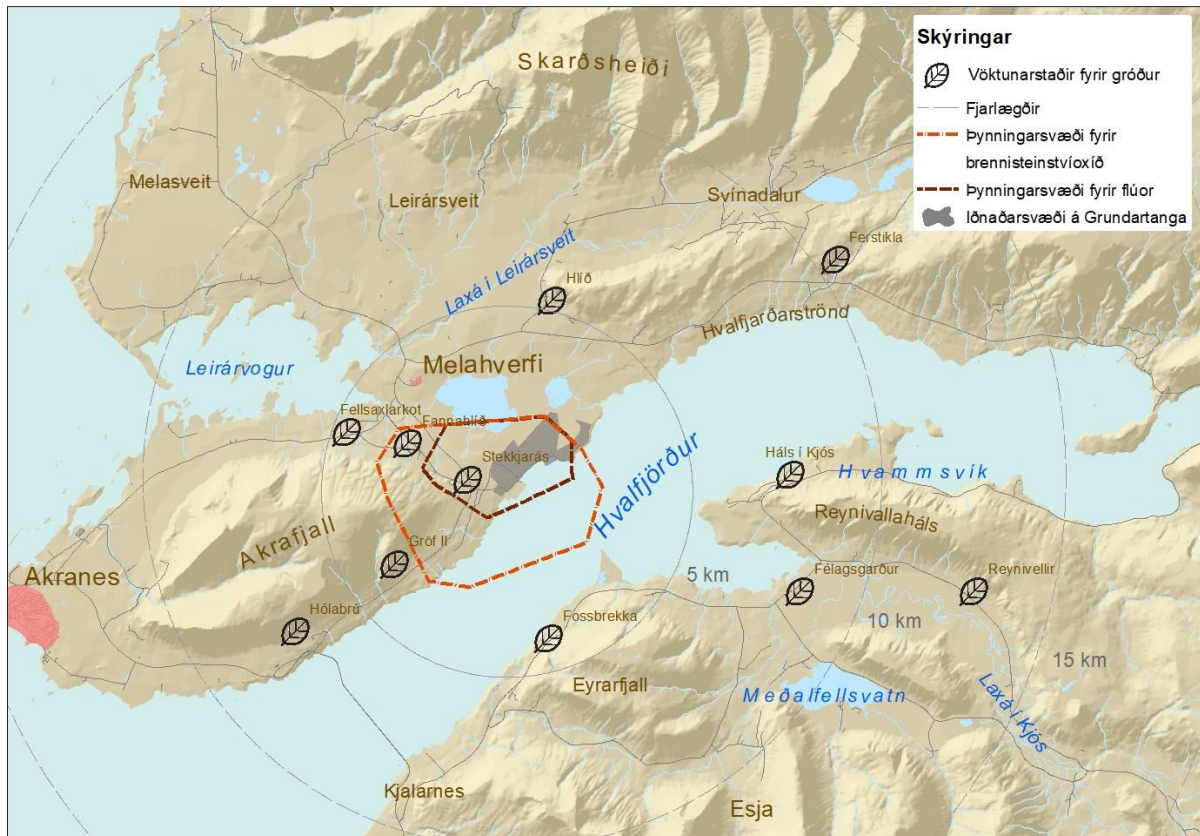
TAFLA 6.2 Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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/þynningarsvæði

7 GRÓÐUR

Sýni af gróðri voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 7.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Nýr sýnatökustaður, Hólabrú, sem staðsettur er við mynni Hvalfjarðar, kom í stað sýnatökustaðarins Grafar II við veg, til að ná enn betri mynd af dreifingu umhverfisáhrifa. Tveir staðir liggja innan þyningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlíð.



MYND 7.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2018.

Eins og áður voru gerðar mælingar á styrk flúors í plöntuvef (gras, lauf og barr). Sýnum er safnað á vaxtartímabili gróðurs, þegar þurrst hefur verið í veðri dagana á undan. Sýnum af grasi var safnað 14. júní, 17. júlí og 14. september 2018, og laufi 14. júní og 14. september 2018, þ.e. á tíma þegar vöxtur er hvað hraðastur og þegar komið er að lokum vaxtartímabilsins. Barri var safnað þann 15. nóvember 2018. Söfnun og greining sýna var eins og undanfarin ár í höndum NMÍ [9]. Tölfræðigreining var gerð á styrk flúors í grasi, laufi og barri sem sýnir hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára (sjá viðauka E). Viðmiðunarmörk fyrir gróðurtegundir eru teknar saman í töflu 7.1, en ólíkar tegundir eru taldar þola flúor misvel.

TAFLA 7.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [10].

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 [11]. 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 [10].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungsþolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [12, 13, 14, 11]

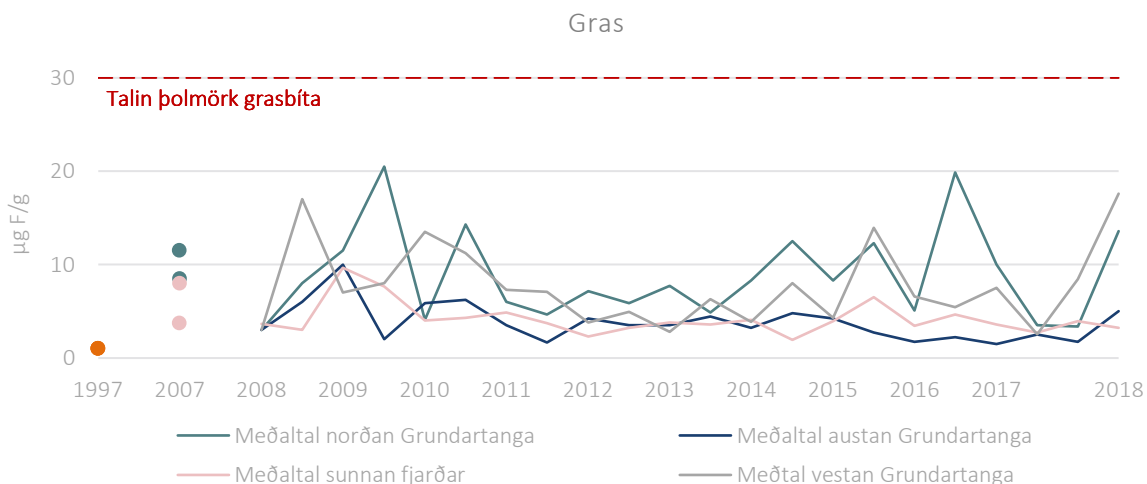
7.1 Niðurstöður

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka E. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2008, sem finna má á heimasíður Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

7.1.1 Flúor í grasi

Á árinu 2018 mældist styrkur flúors í grasi í einu sýna, frá Gröf II við hús, rétt yfir hámarksgildi flúors í fóðri skv. reglugerð nr. 340/2001 (30 µg F/g), og töldum þolmörkum grasbíta gagnvart flúor í fóðri [11], sbr. töflu og mynd E.1 í viðauka E. Styrkur mældist 31 µg F/g í einu sýni í september 2018. Þetta er hæsti flúorstyrkur í grasi sem mælt hefur frá því að vöktun hófst. Styrkur flúors mældist innan talinna þolmarka grasa gagnvart flúor í plöntuvef (100 – 200 µg F/g, sjá töflu 7.1) í öllum sýnum. Til viðmiðunar mældist flúor hæst 1 µg F/g í grassýnum við Skorradal.

Mynd 7.2 sýnir meðalstyrk flúors í grasi á öllum vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og meðalstyrk sunnan fjarðar. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

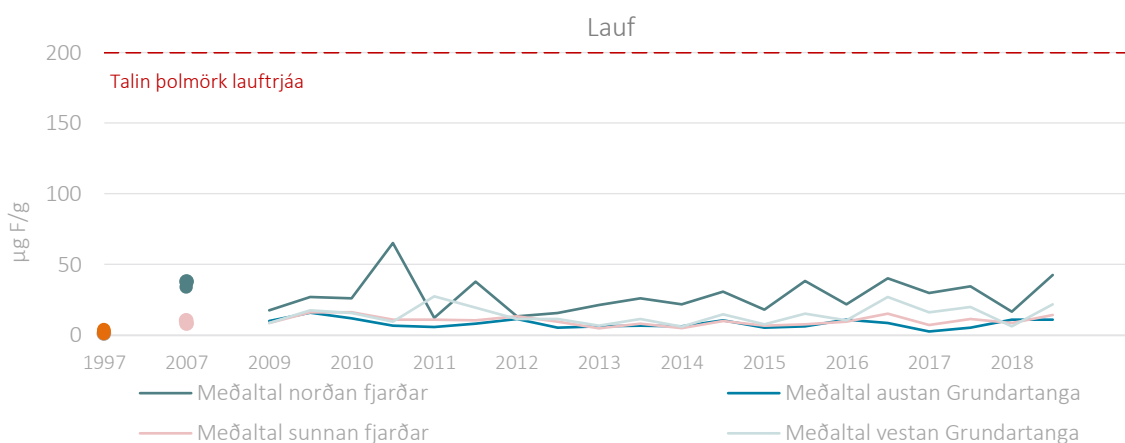


MYND 7.2 Meðaltal flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor, sumar og haust, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

Hækkun er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2018 miðað við árið 1997, en hinsvegar er ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007 eins og undanfarin ár (mynd E.3 í viðauka E). Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærrí í grasi sem liggur norðan fjarðar en sunnan fjarðar (mynd 7.2) en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2018. Almennt er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan eins og mynd 7.2 sýnir.

7.1.2 Flúor í laufi

Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu og mynd E.2 í viðauka E. Hæsti meðalstyrkur flúors í laufi mældist í sýnum norðan fjarðar, í Fannahlíð í september, 48 µg F/g. Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september vera 4 µg F/g. 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.

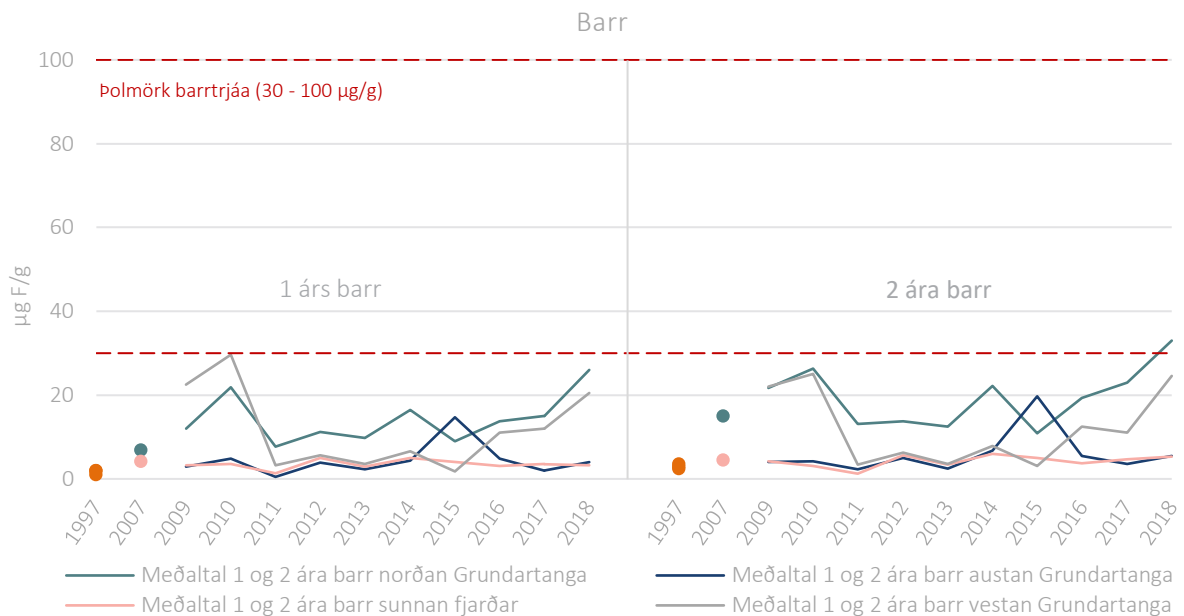


MYND 7.3 Meðalstyrkur flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum norðan Hvalfjarðar, vor og haust, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

Niðurstöður tölfræðigreiningar sýna að hækkun er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2018 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum miðað við árið 2007 (sjá mynd E.4 í viðauka E).

7.1.3 Flúor í barri

Meðalstyrkur flúors í eins árs barri mældist undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30 - 100 µg F/g, samanber töflu 7.1. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri fór í fyrsta skipti yfir neðri mörk þessara þolmarka, 30 µg F/g. Þá hefur meðaltal flúors í barri norðan og vestan fjarðar ekki mælst hærra síðustu sjö árin. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærri en flúor í eins árs barri. Mynd 7.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri norðan og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum.

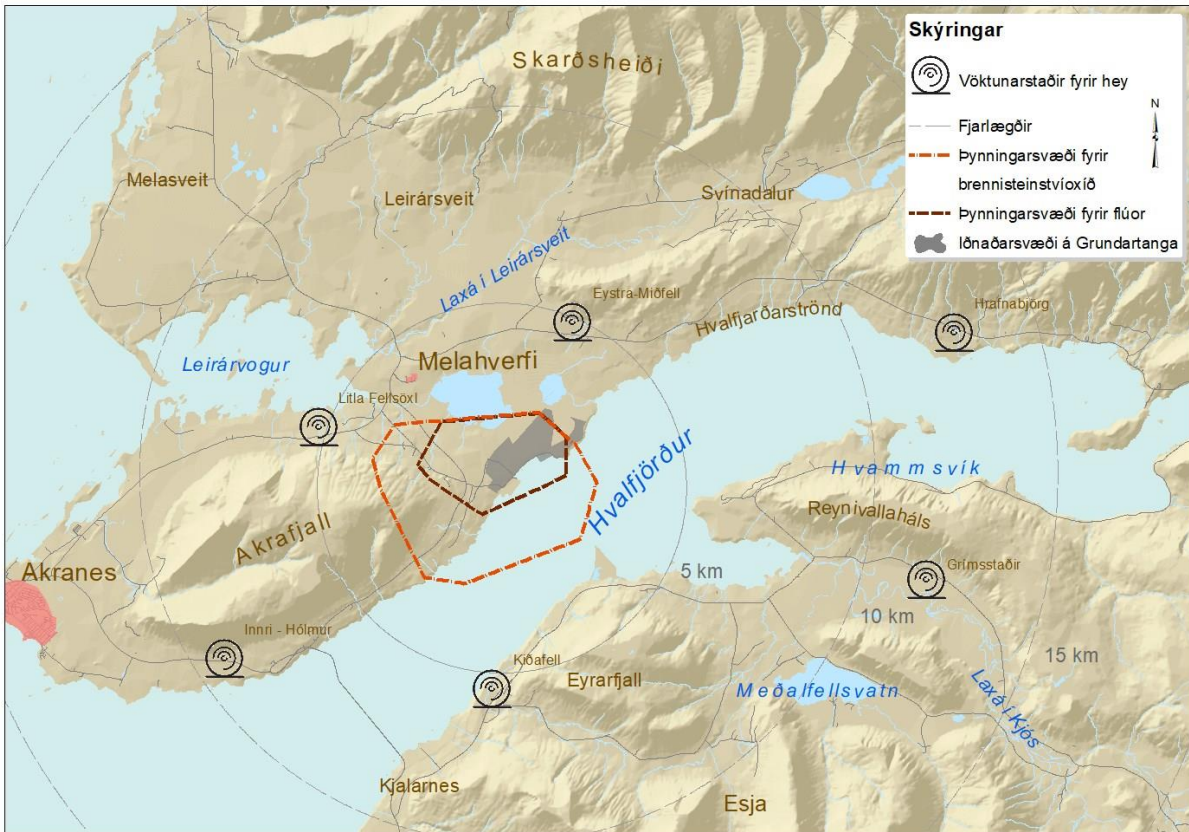


MYND 7.4 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum norðan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í eins árs barri norðan Hvalfjarðar árið 2018 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Ekki er breyting á eins árs barri sunnan fjarðar miðað við árin 1997 og 2007. Að sama skapi er á árinu 2018 engin breyting á meðalstyrk flúors í tveggja ára barri, norðan og sunnan fjarðar, miðað við mælingar árána 1997 og 2007 (myndir E.5 og E.6 í viðauka E). Greinilegur munur er á flúorstyrk í barri norðan og sunnan fjarðar. Árið 2018 er marktækur munur á styrkleika í 1 árs og 2 ára barri norðan og sunnan fjarðar.

8 HEY

Flúor og brennisteinn var mælt í heyi frá sex bæjum, sem staðsettir eru norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 8.1). Samkvæmt vöktunaráætlun skal mæla þessi efni í heyi annað hvert ár. Samtals 12 heysýni frá þessum bæjum voru tekin með heybor í janúar 2019. Sýnin endurspeglar það hey sem gefið er í vetrargjöf. Dýralæknirinn í Mosfellsbæ sá um söfnun sýna og NMÍ sá um efnamælingar. Að þessu sinni var ekki mælt í sýnum frá Gröf II, þar sem ekki er lengur fjárbúskapur á þeim bæ.



MYND 8.1 Vöktunarstaðir fyrir hey í Hvalfirði árið 2018.

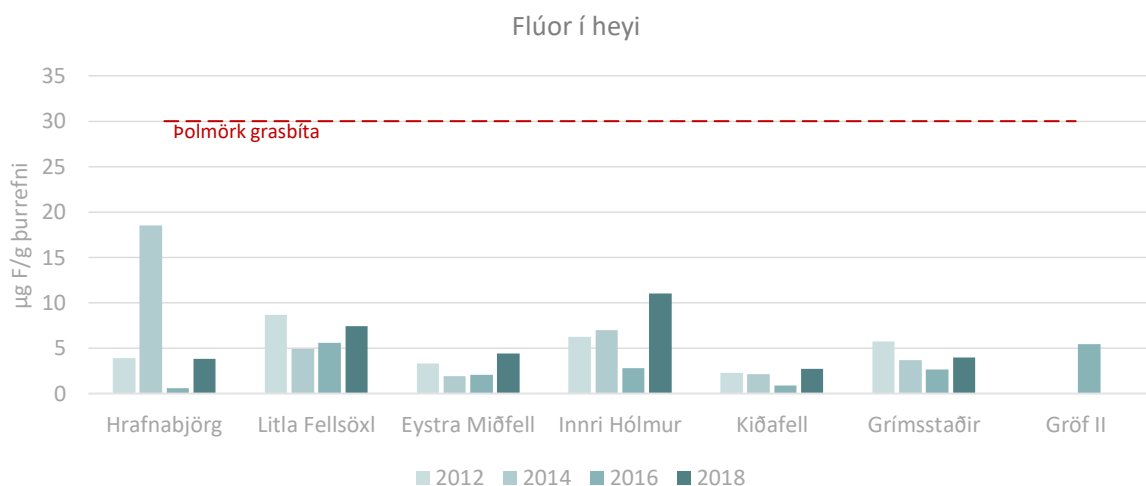
8.1.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi frá árinu 2018 mældist í öllum tilfellum innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fóðri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (30 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (50 µg F/g) sbr. reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri. Að auki mældist flúor innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g þurrefni [15]) (mynd 8.2).

TAFLA 8.1 Niðurstöður mælinga flúors og brennisteins í heyi á öllum vöktunarstöðum ásamt þolmörkum

	Vöktunarstaður	Flúor µg/g þurrefni	Brennisteinn mg/g þurrefni	Þolmörk grasbíta gagnvart flúor Hámarksgildi fóðurs
Norðan fjarðar	Hrafnabjörg	3,7	2,7	30 µg F/g þurrefni í plöntuvef 50 µg F/g í fóðri fyrir mjólkandi ær 30 µg F/g í fóðri fyrir annað sauðfé
		3,9	2,7	
	Eystra Miðfell	3,5	2,9	
		5,3	2,6	
	Litla Fellsöxl	7,2	2,3	
		7,6	2,1	
	Innri Hólmur	14,5	2,4	
		7,5	2,6	
Sunnan fjarðar	Kiðafell	3,6	2,7	
		1,9	2,6	
	Grímsstaðir	2,1	2,5	
		5,8	2,9	

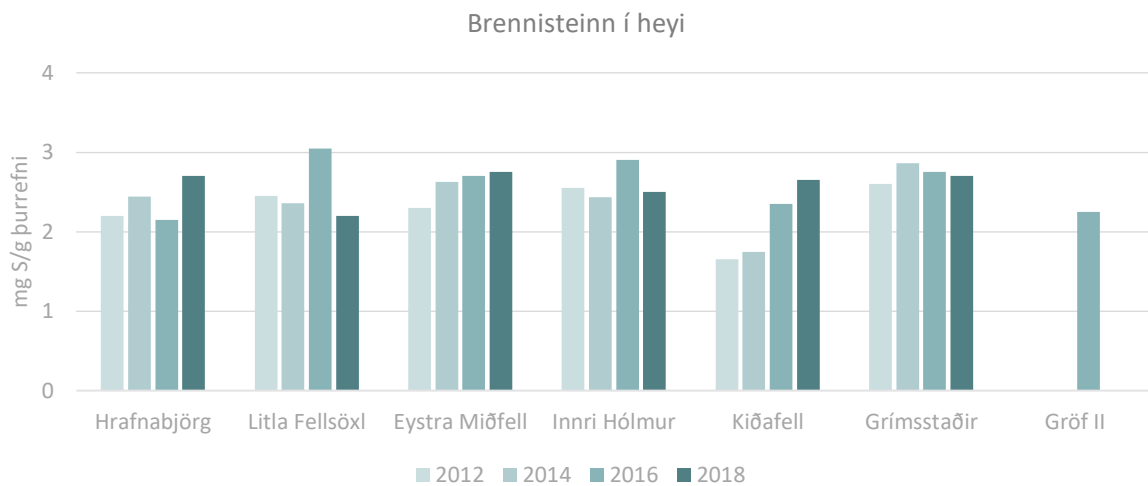
Styrkur flúors mældist hæstur í heysýni frá Innri Hólmi og lægstur í heysýni frá Kiðafelli, sjá töflu 8.1. Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g [16] og 4,2 µg F/g í grasi og heyi [17]. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi mældist um 4.300 µg F/g í upphafi eldgoss í Heklu 1970 en eftir 5-6 vikur var styrkurinn kominn niður fyrir 30 µg F/g [18] Mynd 8.2 sýnir flúor í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Flúor í heyi mældist hærri árið 2018 miðað við seinustu mælingu frá árinu 2016 á öllum vöktunarstöðum (mynd 8.2).



MYND 8.2 Meðalstyrkur flúors í heyi.

8.1.2 Brennisteinn í heyi

Í töflu 8.1 má einnig sjá niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Grímsstöðum og lægstur í sýni frá Litlu Fellsöxl. Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið árið 2006 [19]. Þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g, lægsta gildi 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g. Mynd 8.3 sýnir brennistein í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Meðalstyrkur brennisteins í heyi frá öllum vöktunarstöðum var sambærilegur árið 2018 miðað við árið 2016.

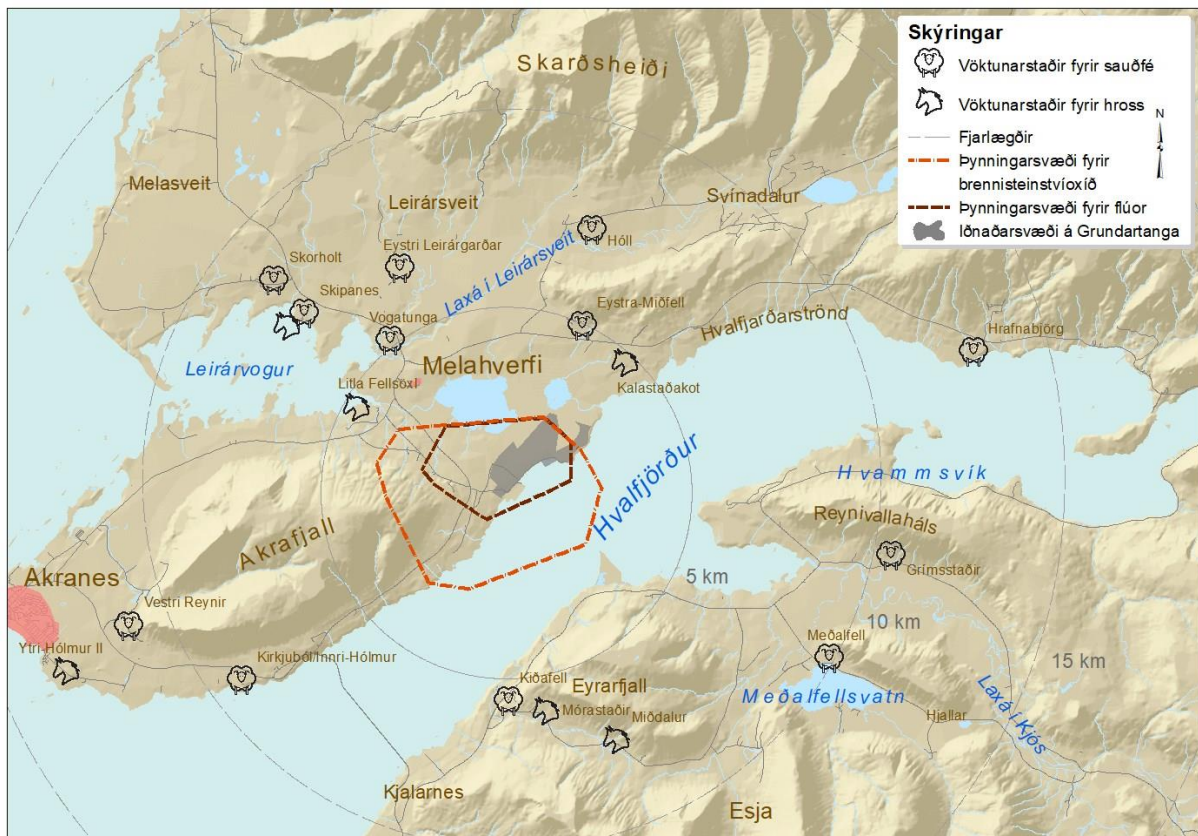


MYND 8.3 Meðalstyrkur brennisteins í heyi.

9 GRASBÍTAR

Eins og undanfarin ár fór 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 9.1). Flúor var mældur í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé. Einnig voru kjálkarnir skoðaðir með tilliti til vísbendinga um skemmdir vegna flúóráhrifa [20]. Dýralæknir frá Dýralækninum í Mosfellsbæ 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 [15].

Grasbítar taka upp flúor með fóðri og vatni og safnast flúor fyrir í beinum með tíma. Þannig mælist hærri styrkur flúors í eldra fé. Leitast er við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og af fullorðnu fé (6 vetra eða eldri) frá hverjum vöktunarbæ [1]. Upplýsingar um aldur dýranna koma fram á fjármerkjum viðkomandi bæja eða frá bónda.



MYND 9.1 Vöktunarstaðir fyrir sauðfé og hross árið 2018.

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2018, bárust frá 12 bæjum (mynd 9.1). Nýr bær, Vestri Reyn, kom inn í vöktunina árið 2018, þar sem sauðfjárbúskapur lagðist af á Gröf. 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 113 sýnum af beinösku kjálkabeina (56 lömb og 57 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru skoðuð og mæld [20].

Flúor getur safnast upp í kjálkum og tönnum grasbíta til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [15]. Af náttúrulegum uppsprettum flúors má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjónum [11]. Þolmörk sauðfjár gagnvart flúor eru óljós þar sem þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma. Rannsóknir liggja ekki fyrir um áhrifum flúors á tennur sauðfjár og því er líkt og undanfarin ár miðað við niðurstöður norskrar rannsóknar á ungum dádýrum. Í töflu 9.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [14, 21]. Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár er talin geta átt sér stað ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g [11]. Til viðmiðunar, þá hefur styrkur flúors í beinösku 4 – 5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni flúormengun sumarlangt, mælt í kringum 180-200 µg F/g [22]. Einnig mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellsýslu) vera að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g [22]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jórturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [23].

TAFLA 9.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [14, 21].

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

Ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum var skoðað í lifandi fé frá sex bæjum (samtals 60 dýr) norðan Hvalfjarðar: Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu og Innri Hólmi og sunnan Hvalfjarðar: Kiðafelli og Grímsstaðir. Féð var á aldrinum 1-11 vetra. Tennur og liðir voru einnig skoðaðir í samtals 36 hrossum frá sex bæjum, norðan Hvalfjarðar: Litla Fellsöxl, Skipanes, Kalastaðakot og Ytri Hólmur og sunnan Hvalfjarðar: Miðdalur og Morastaðir. Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var 3 til 24 vetra. Markmiðið er 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 2019.

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

TAFLA 9.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [24].

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

9.1 Niðurstöður

Yfirlit yfir flúormælingar og talin þolmörk dádýra má sjá í töflu 9.3. Viðauki F inniheldur upplýsingar um meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum auk yfirlits um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Í töflu 9.3 má einnig sjá hvaða breytingar hafa orðið á styrk flúors árið 2018 miðað við árið 1997, þegar vöktun hófst, og miðað við árið 2007, þegar öll kerálversins voru komin í rekstur, en ítarlegri niðurstöður tölfræðigreiningar má sjá í viðauka F. Vísað er til fyrri ársskýrsla umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2008, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

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

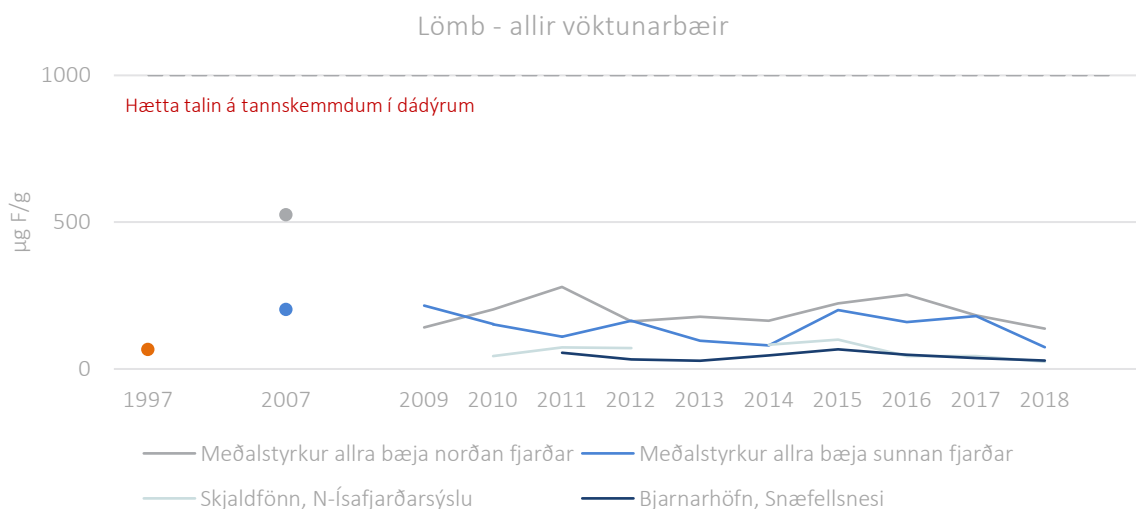
Vöktunarstaður	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2018 m.v. 1997	Breytingar 2018 m.v. 2007
Lömb			
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	68	Lækkun m.v. 1999	Lækkun
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur, Vestri Reyn)</i>	244	Hækkun	Lækkun
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	113	Engin breyting	Lækkun
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði (Kiðafell, Grímsstaðir, Meðalfell)</i>	74	Engin breyting	Lækkun
Fullorðið fé			
<i>Frá svæði austur af iðnaðarsvæðinu</i>	884	Engin breyting	Engin breyting
<i>Frá svæði vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.509	Engin breyting m.v. 2000	Engin breyting
<i>Frá svæði norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	766	Engin breyting	Engin breyting
<i>Frá svæði suður af Hvalfirði</i>	715	Engin breyting	Hækkun
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000 - 2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

9.1.1 Flúor í lömbum

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í kjálkabeinum lamba 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 Eystra Miðfelli (290 $\mu\text{g F/g}$) og lægstur í lömbum frá Eystri Leirárgörðum (39 $\mu\text{g F/g}$). Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisstofnunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2008, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 122 $\mu\text{g F/g}$, sem er svipað og undanfarin 10 ár. Frá vöktunarstöðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 137 $\mu\text{g F/g}$ og 74 $\mu\text{g F/g}$ sunnan fjarðar (mynd 9.2). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba 25 $\mu\text{g F/g}$ frá Skjaldfönn og 29 $\mu\text{g F/g}$ frá Bjarnarhöfn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarsvæðum samanborið við árið 1997, hins vegar er marktæk breyting til lækkunar á flúorstyrk samanborið við árið 2007.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarðar árið 2018 er marktækt hærri en mældist árið 1997, en marktækt lægri miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors árið 2018 miðað við árið 1997 og er meðalstyrkur flúors marktækt lægri en hann mældist 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 2018 mældist flúor ívið herra í lömbum norðan fjarðar og sunnan fjarðar.



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

9.1.2 Flúor í fullorðnu fé

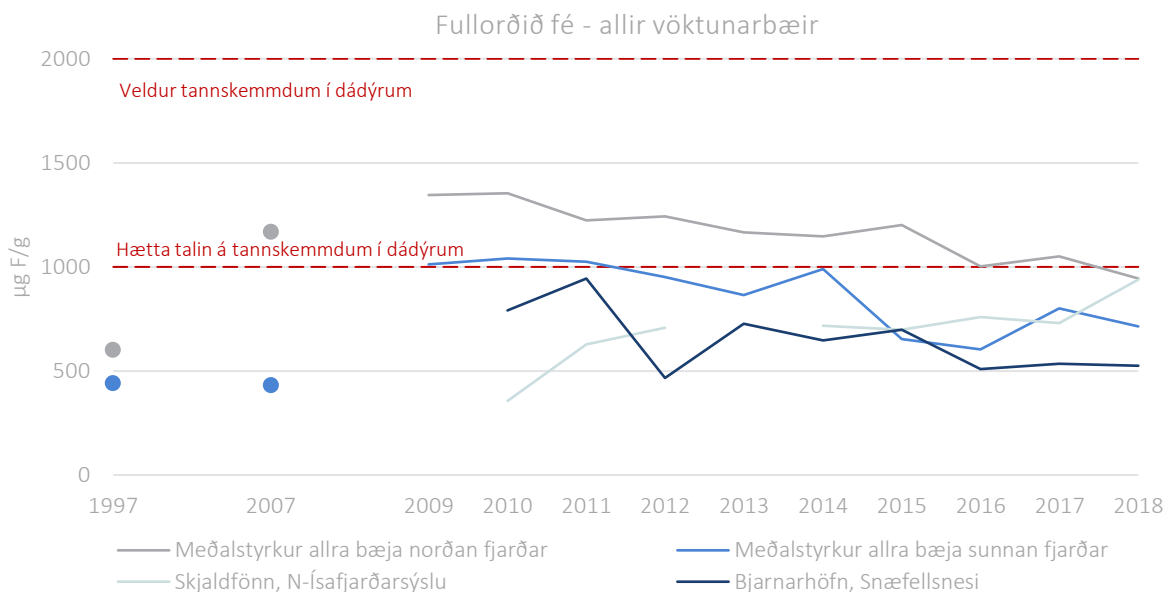
Flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma og getur því verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2018 var rúmlega 6 vetra (yngst 2 vetra og elst 10 vetra).

Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þrem bæjum (Vestri Reyni, Hrafnabjörgum og Eystra Miðfelli), sem er sá styrkur sem hætta er talin að valdi tannskemmdum í dádýrum. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár var aldrei 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 887 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 944 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 715 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 9.3). Meðalstyrkur flúors hefur farið lækkandi síðustu 10 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 2018 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 (1.869 µg F/g) og lægstur í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgörðum (472 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum úr fullorðnu fé 939 µg F/g frá Skjaldfönn (6 – 7 vetra gömul dýr) og 525 µg F/g frá Bjarnarhöfn (6 vetra gömul dýr).

Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé norðan fjarðar árið 2018 mældist marktækt hærri en árið 1997 en ekki er marktæk breyting miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé á árinu 2018 miðað við árið 1997, en marktæk breyting til hækkunar er miðað við árið 2007. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarsvæðum samanborið við árið 1997, hins vegar er ekki marktæk breyting á flúorstyrk samanborið við árið 2007.



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

9.1.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé með tilliti til sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 9.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka F [20].

TAFLA 9.4 Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	35	12	8
Sæmileg	0	0	0
Slæm	1	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	8	4	2
Sæmileg	7	4	1
Slæm	21	3	5
<i>Meðalaldur (ár)</i>			

* 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).

Eitt lamb var við slæma tannheilsu (Innri Hólmur) en öll önnur lömb voru við góða tannheilsu. 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 yfir 1.000 µg/g. Eitt dýrið var við góða tannheilsu, eitt við sæmilega og tvö við slæma tannheilsu. Breyting á glerungi tanna fannst í einni fullorðinni kind og í einu lambi þar sem styrkleiki flúors mældist undir 1.000 µg/g, sem eru þau viðmið þar sem talið er að flúor hafi engin áhrif á tannheilsu dádýra. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum.

9.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

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

Yfirlit yfir niðurstöður dýralæknis má sjá í viðauka F (kafla F.2). Almennt var matið á ástandi á tönnum og liðum lágt bæði hjá sauðfé og hrossum. Ein athugasemd var gerð á tönnum hross, þar sem dæld/eyðing var að sjá á glerungi. Dýralæknir mælir með að fylgst verður áfram með tönnum þeirra hrossa sem fengu athugasemdir og að styrkleiki flúors verði mældur í framtíðinni í beinösku viðkomandi hrossa. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Ytra Hólmi (0,28) og lægst í hrossum frá Skipanesi (0,01). Gerðar voru athugasemdir við tennur í kindum frá Grímsstöðum, Vogatungu og Innri Hólmi. Ekki sást neinar breytingar á liðamótum þeirra dýra sem skoðuð voru, hvorki hjá hrossum ná sauðfé.

10 HEIMILDASKRÁ

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Önnur endurskoðun 28.03.2018,“ 2018. [Á neti]. Available: https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskyrslur/alver/Voktunaraaetlun_2018_2021_2endursk_28032018.pdf.
- [2] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði: Mælingar á lofti og úrkomu,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2018.
- [3] Eva Yngvadóttir; Friðrik K. Gunnarsson; Hlökkver 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.
- [4] 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.
- [5] Eva Yngvadóttir; Gyða M. Ingólfssdóttir; Friðrik K. Gunnarsson; Alexandra Kjeld; Snævarr Örn Georgsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015,“ Elkem Ísland ehf., GMR Endurvinnslan ehf., Kratus ehf., Norðurál Grundartangi ehf., 2016.
- [6] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun í Hvalfirði. Ferskvatnsmælingar 2018. 6EM1830,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2018.
- [7] J. A. Camargo, „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [8] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun í Hvalfirði. Mælingar í sjó við flæðigryfjur 2018. 6EM18051,“ Efnagreiningar Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2018.
- [9] Dr. Kristmann Gíslason, „Gróðurskýrsla 2018,“ Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2019.
- [10] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolm, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [11] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [12] 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.
- [13] 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.

- [14] Ongstad, Stoll og Aasland, „The Norwegian aluminium industry and the local environment,“ Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway. Summary report, 1994.
- [15] Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2018, sem er liður í umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018 - 2028. Lifandi búfé og hey.,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, 2018.
- [16] Pétur Sigurjónsson; Aksel Lydersen; Ernst Bosshard & R. Sulzberger, „Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna.,“ Iðnaðarráðuneytið, 1970.
- [17] Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason, „Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfénað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfénað.,“ Iðnaðarráðuneytið, 1985.
- [18] Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson & Páll A. Pálsson, „Flúoreitrun í búfé. Ráðunautafundur, 178-187,“ 1981.
- [19] Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacius, Bragi Líndal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson & Tryggvi Eiríksson, „Styrkur snefilefna í heyi. Fræðaging landbúnaðarins 2006, bls. 179-189,“ 2006.
- [20] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, „Skýrsla varðandi flúormælingu beina og skoðun tanna í sauðfé fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga, haustið 2017,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, 2018.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [24] National Research Council, „Effects of Fluorides in Animals,“ National Academy of Science, National Academies Press, 1974.
- [25] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað 20 mars 2019].

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

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
Meðalstyrkur HF	0,27	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,5		Mælt 10. júlí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	<0,01		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,34	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,1		Mælt 10. júlí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	<0,02		
F (síur, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,24		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,5		Mælt 10. júlí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	<0,01		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,31		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,1		Mælt 10. júlí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	<0,02		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (síur)	6,0		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	7,9	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	93	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 28. desember í SV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	220	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 25. desember í SV-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,55	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	4,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 31. október í ASA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	1,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	7,8	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 28. desember í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	26	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	1,4	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	8,7		Mælt 28. desember í VSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	5,4	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	28	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 29. maí í SA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	1,7		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	4,0	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
PAH efni - Bensó(a)pyren			
Mældur styrkur apríl – október (síur)	3·10 ⁻⁷ – 2,3·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

TAFLA B.2 Niðurstöður loftgæðamælinga á Gröf II árið 2018, 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>	0,02	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,21		Mælt 30. október í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,03	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,28		Mælt 30. okt í NNA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	<0,02		
F (síur, allt árið)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,03		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,23		Mælt 14. mars í NA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,05		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,29		Mælt 14. mars í NA-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
SO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins (síur)</i>	3,5		
<i>Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)</i>	4,2	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	69	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 20. desember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	226	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 19. janúar í NNA-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,49	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	4,3	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 31. október í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
NO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,6	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	23	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 21. desember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	52	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
NO_x			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,0	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	26		Mælt 21. desember í NNA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,2		
Svifryk (PM₁₀)			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	5,9	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	28	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 29. maí í S-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,9		
Svifryk (PM_{2,5})			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	3,2	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

TAFLA B.3 Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2018, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þýnningarsvæða.

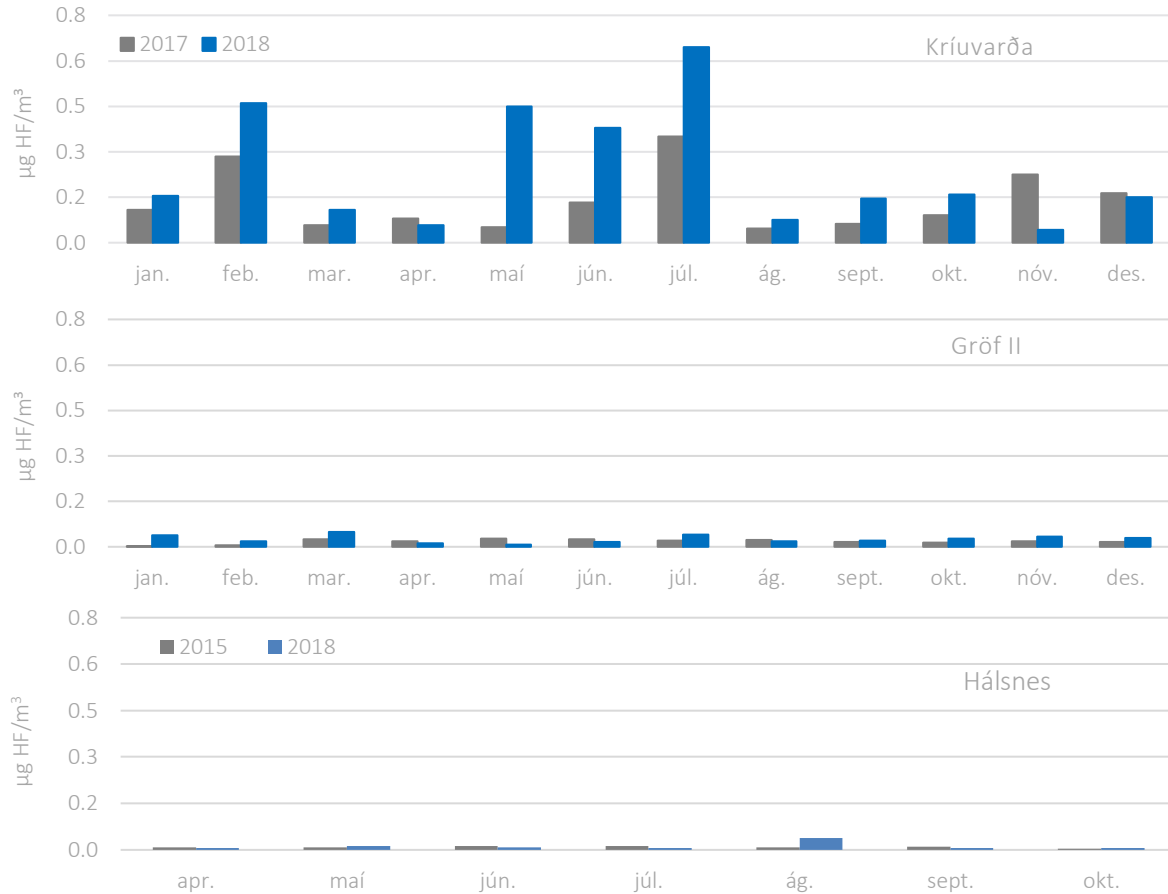
Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
SO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	2,2	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	21	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 17. nóvember í SSA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	85	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 5. júní í ASA-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,45	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	4,1	50	Heilsuverndarmörk skv. reglugerð nr. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 31. desember í NV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

TAFLA B.4 Niðurstöður loftgæðamælinga í Hálsnesi árið 2018, meðalstyrkur og hæstu og lægstu meðalgildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þýnningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
F (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur HF</i>	0,01	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,05		Mælt 22-26. ágúst.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur HF</i>	0,00		
<i>Meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,02	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,05		Mælt 22-26. ágúst.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors</i>	0,00		
S í ryki (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,16		
<i>Hæsti mældi meðalstyrkur brennisteins</i>	0,97		Mælt 3. júní í SSV-átt.
<i>Lægsti mældi meðalstyrkur brennisteins</i>	0,03		
SO₂ (síur, apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur</i>	0,62	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur</i>	4,9	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 3. júní í SSV-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
Svifryk (PM₁₀) (apríl-október)			
<i>Meðalstyrkur</i>	8,5	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

B.1 Flúor í andrúmslofti

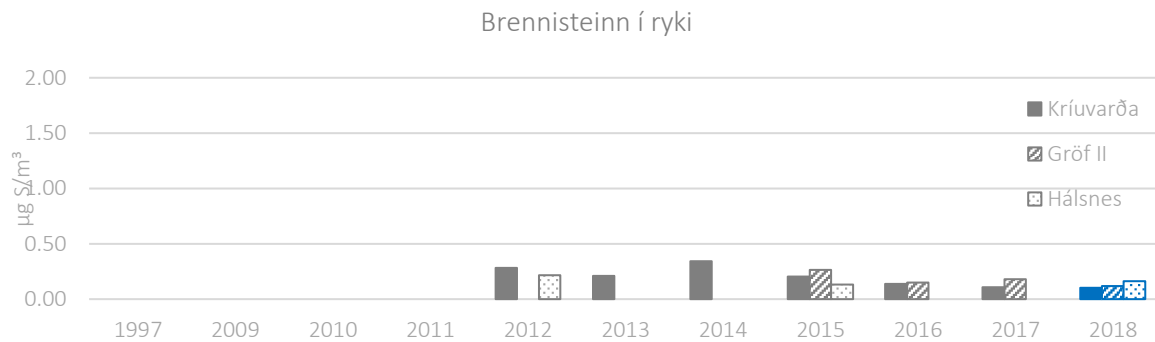
Mynd B.1 sýnir meðalstyrk loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2018 og til samanburðar árið 2017, auk mælinga í Hálsnesi árin 2015 og 2018.



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

B.2 Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

Mynd B.2 sýnir styrk brennisteins í ryki í sýnum sem safnað var á síur á Kríuvörðu, Gröf og Hálsnesi. Gildi brennisteins í ryki er ekki eiginlegur mælikvarði á mengun í Hvalfirði þar sem brennisteinn í ryki á sér margar náttúrulegar uppsprettur m.a. úr sjó og jarðvegi. Niðurstöður ársins 2018 eru í samræmi við niðurstöður fyrri ára og engar markverðar breytingar að sjá.



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

Á mynd B.3 má sjá meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi árið 2018 og til samanburðar fyrir árið 2017 (2015 fyrir Hálsnes). Árið 2018 sveiflaðist styrkur SO₂ allverulega var almennt hærra en árið 2017 á Kríuvörðu. Á Gröf II var styrkur mikið stöðugri og sambærilegur við mánaðarlegan styrk ársins 2017. 2018 var fyrsta heila árið sem mælingar voru teknar í Melahverfi og er styrkur SO₂ þar stöðugri en á hinum tveimur fyrrnefndu stöðvunum en líka eilítið hærra en á árinu 2017. Mælingar á Hálsnesi eru svipaðar og þær voru árið 2015.

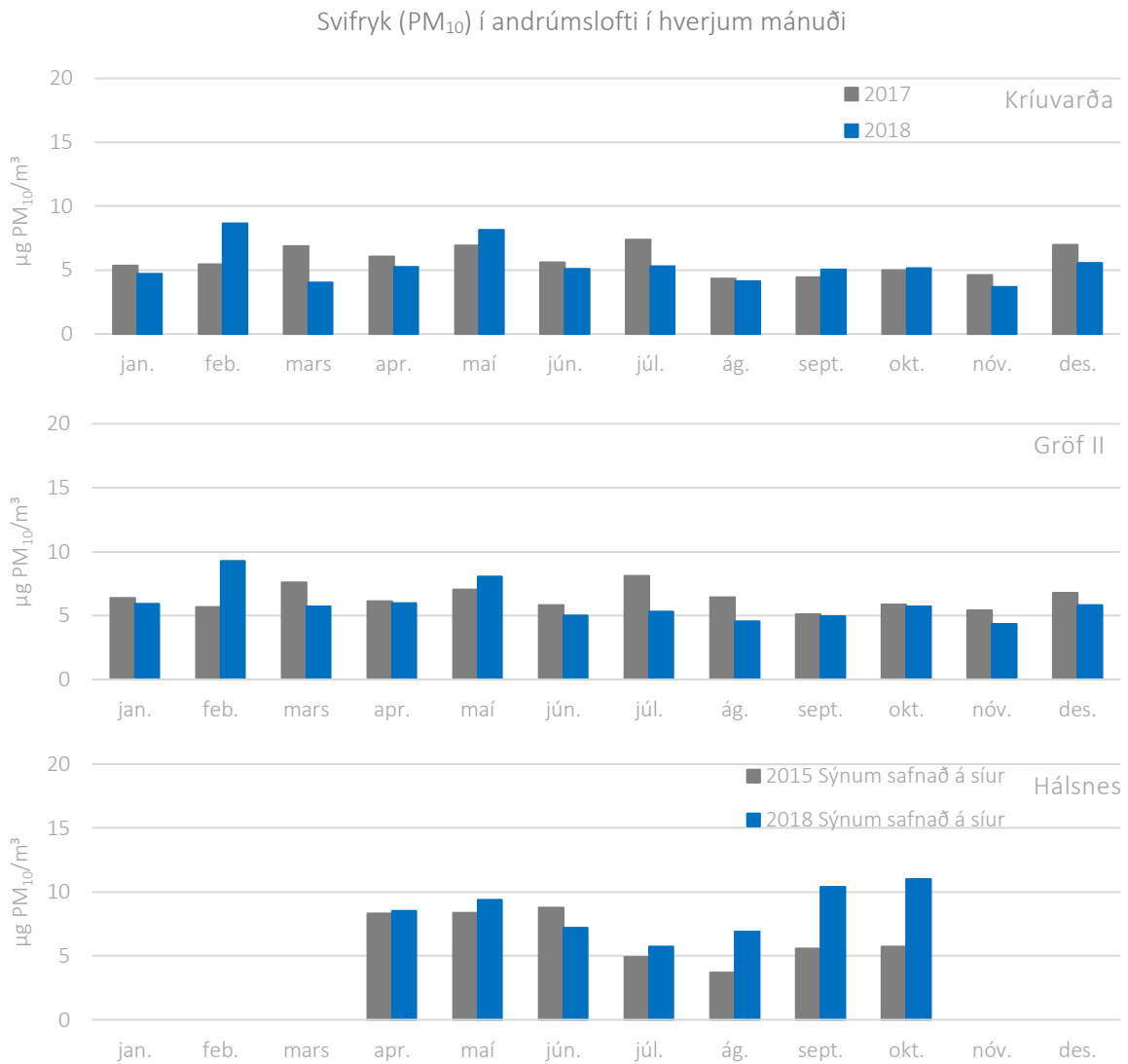
SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði



MYND B.3 Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði á Krúvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

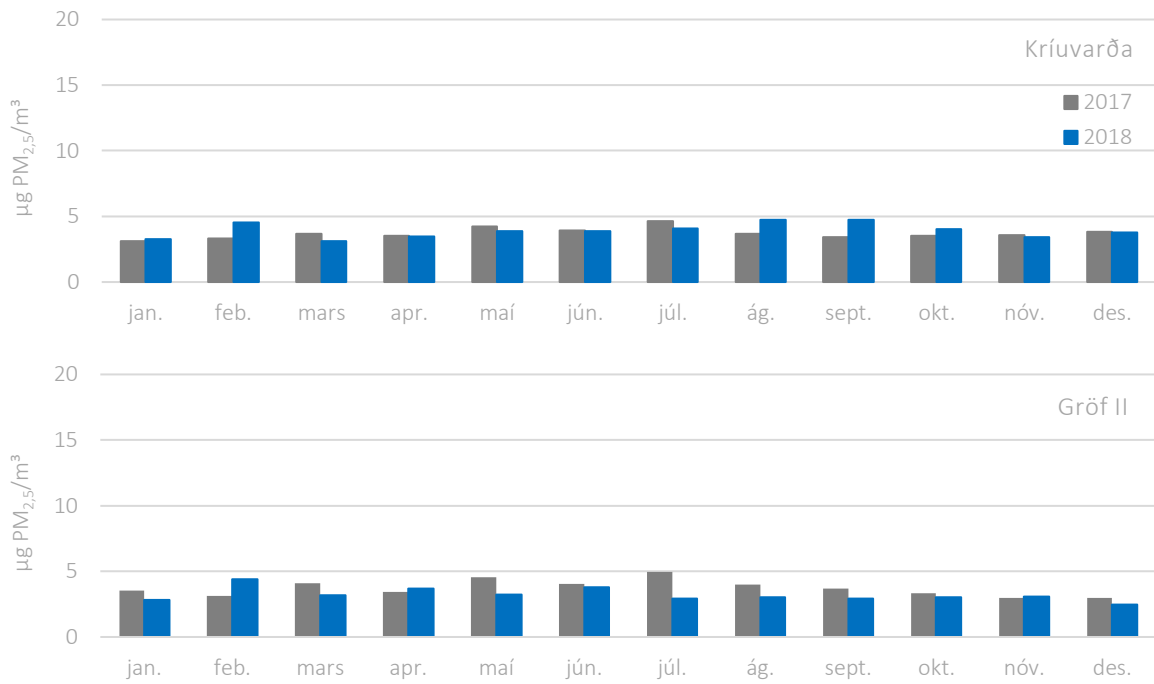
B.3 Svifryk í andrúmslofti

Meðalstyrkur svifryks, PM₁₀ og PM_{2,5}, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á myndum B.4 og B.5, auk þess sem mynd B.4 sýnir meðalstyrk PM₁₀ á Hálsnesi.



MYND B.4 Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) í hverjum mælingamánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

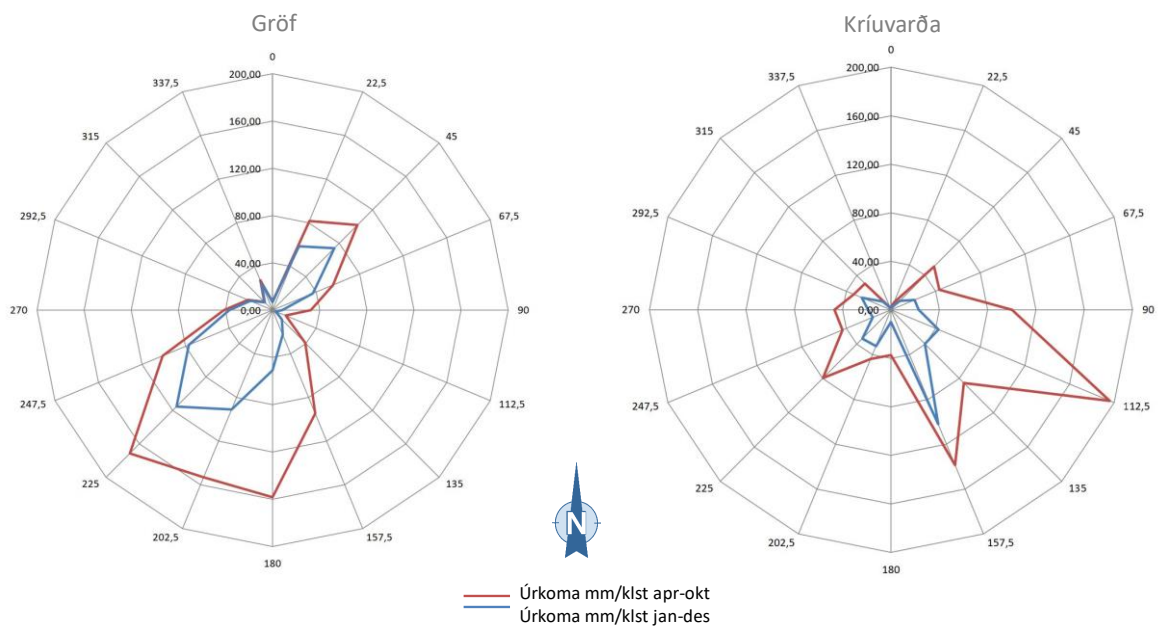
Svifryk (PM_{2,5}) í andrúmslofti í hverjum mánuði



MYND B.5 Meðalstyrkur svifryks (PM_{2,5}) í hverjum mánuði á Krúuvörðu og Gröf II.

B.4 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

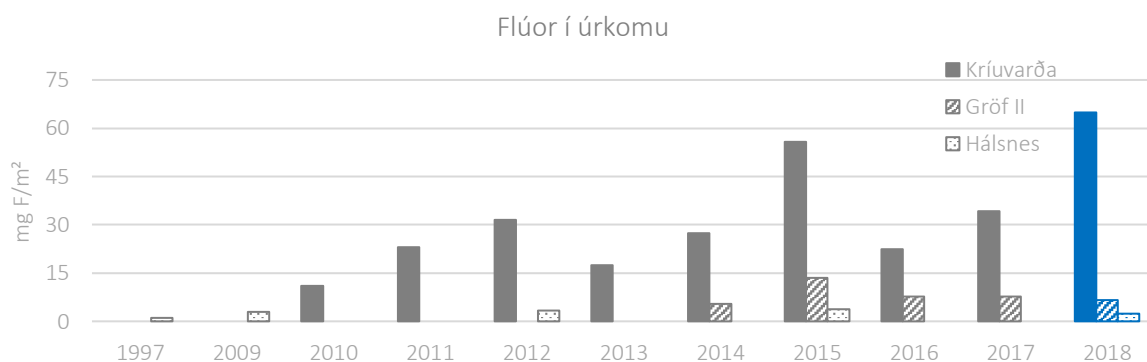
Úrkoma var nokkuð misjöfn árið 2018 á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi. Úrkomusamt var framan af ári, sérstaklega í febrúar og maí en frá júlí og út október var úrkomulítið. Hverju sýni var safnað í opin ílát yfir mánaðartímabil mælt út árið. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið. Niðurstöður eru háðar magni úrkomu og verða áfallsgildi hærri í meiri úrkomu. Helst rigndi í suðvestanátt á Gröf II en í suðaustanátt á Kríuvörðu (mynd B.6). Staðsetning stöðvanna miðað við iðnaðarsvæðið veldur því að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt skilar mengun sér frekar á Kríuvörðu. Mengunargildi árið 2018 mældust há á Kríuvörðu en í lægra meðallagi á hinum stöðvunum tveimur og er það viðbúið miðað við veðurfar og vindáttir á árinu.



MYND B.6 Megin úrkomuáttir á Gröf II og Kríuvörðu, tímabilin apríl – október og allt árið 2018.

Flúor

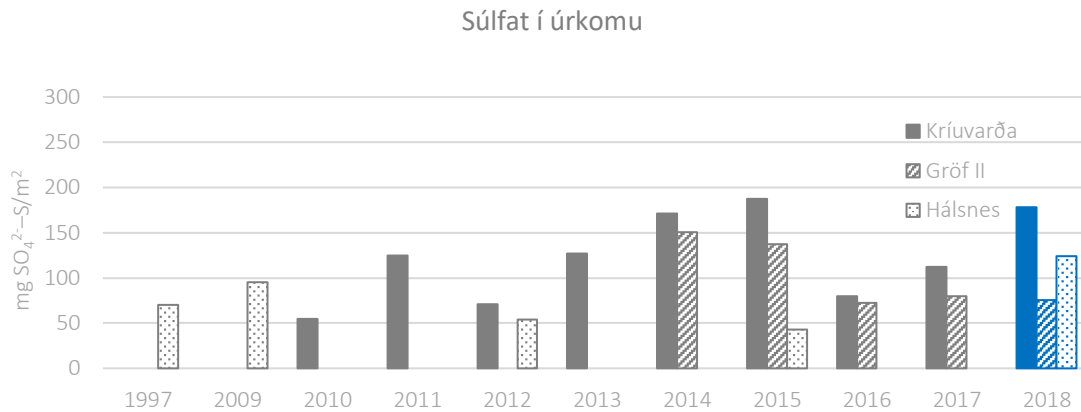
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu mældist í hærra lagi á Kríuvörðu ($64,9 \text{ mg/m}^2$), í meðallagi á Gröf II ($6,6 \text{ mg/m}^2$) og Hálsnesi (2 mg/m^2) (mynd B.7).



MYND B.7 Áfallsgildi flúors í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi yfir vöktunartímabilið (apríl – október).

Súlfat

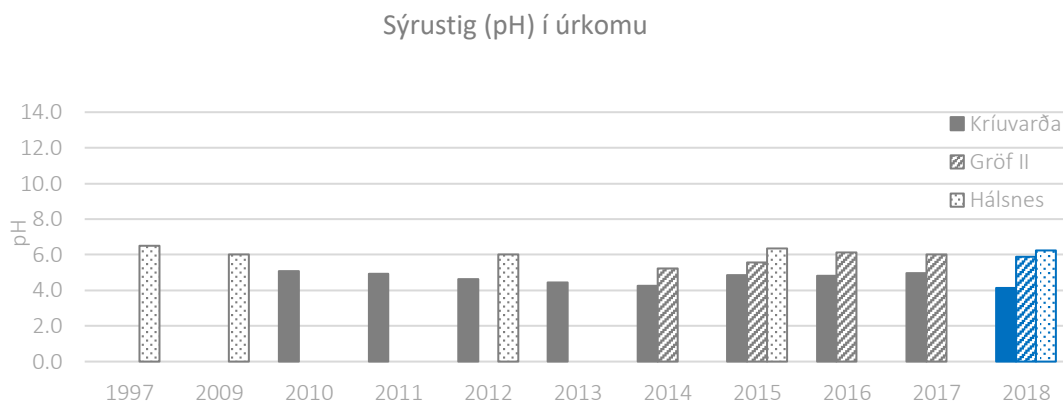
Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu mældist svipað og árið áður á Gröf en heldur hærra á Kríuvörðu og Hálsnesi (miðað við fyrri ár). Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu (mælt sem súlfat, $\text{SO}_4\text{-S}$) á vöktunartímabilinu apríl - október var $178,2 \text{ mg/m}^2$ á Kríuvörðu, $75,5 \text{ mg/m}^2$ á Gröf II og 124 mg/m^2 á Hálsnesi (mynd B.8). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir súlfat í úrkomu.



MYND B.8 Áfallsgildi súlfats í úrkomu á Kríuvörðu og Gröf II á vöktunartímabilinu (apríl – október).

Sýrustig

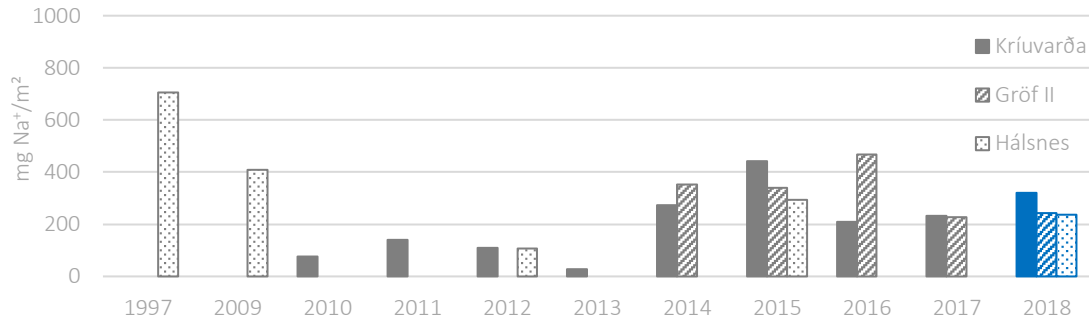
Sýrustig úrkomu árið 2018 var svipað og árin á undan á Gröf og Hálsnesi en á Kríuvörðu mældist sýrustig í úrkomu öllu lægra en að jafnaði á þeim mælistað. Á Kríuvörðu var meðalsýrustig pH 4,1, á Gröf II pH 5,9 og á Hálsnesi pH 6,2 (mynd B.9). Ekki hafa verið skilgreind viðmiðunarmörk fyrir sýrustig úrkomu. 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) [25].



MYND B.9 Meðalsýrustig í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

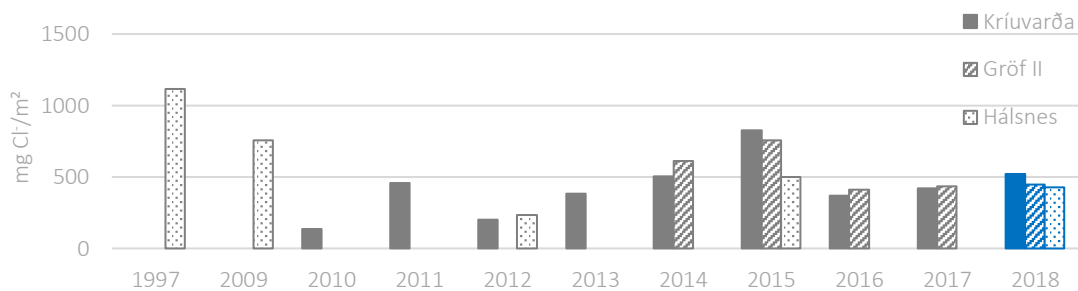
Meðalstyrkur natríns og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu 2010 – 2018 og á Gröf II 2014-2018 er birtur á myndum B.10 og B.11 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár).

Natríum í úrkomu



MYND B.10 Meðalstyrkur natríns í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

Klóríð í úrkomu



MYND B.11 Meðalstyrkur klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi.

VIÐAUKI C FERSKVATN

C.1 Niðurstöður mælinga

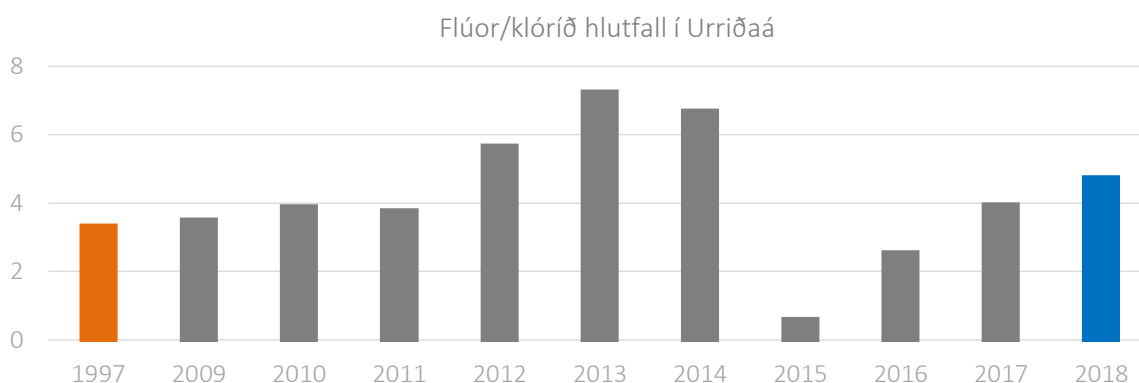
Í töflu C.1 má sjá meðalstyrk allra mælinga árið 2018 í vöktunarám samanborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Einnig má sjá hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta og hvenær þau mældust.

TAFLA C.1 Niðurstöður mælinga í vöktunarám (meðaltal, hámarks- og lágmarksgildi) ásamt skilgreindum hámarksgildum fyrir neysluvatn auk niðurstaðna tölfraeðigreiningar.

Mælistaður	Flúor (µg/L)	Klóríð (mg/L)	Súlfat (mg/L)	Sýrustig pH	Leiðni (µS/cm)
<i>Kalmansá</i>	128 Min 108 (apríl) Max 172 (maí)	18,5 Min 16,6 (apríl) Max 20,8 (maí)	9,0 Min 7,3 (apríl) Max 10,8 (júní)	7,32 Min 7,00 (apríl) Max 7,45 (júlí)	159 Min 138 (júlí) Max 184 (ág.)
<i>Urriðará</i>	128 Min 31 (apríl) Max 169 (júlí)	26,9 Min 18,7 (júní) Max 51,3 (ág.)	8,0 Min 6,4 (sept.) Max 9,5 (ág.)	7,25 Min 6,98 (apríl) Max 7,45 (júlí)	192 Min 154 (júní) Max 290 (ág.)
<i>Berjadalsá</i>	27 Min 18 (sept.) Max 41 (júlí)	12,1 Min 10,8 (sept.) Max 12,9 (apríl)	2,8 Min 2,8 (apríl) Max 2,9 (júlí)	7,45 Min 7,32 (apríl) Max 7,6 (sept.)	79 Min 74 (júlí) Max 87 (apríl)
<i>Fossá</i>	38 Min 26 (sept.) Max 49 (júlí)	7,8 Min 7,4 (sept.) Max 8,2 (júlí)	1,9 Min 1,8 (sept.) Max 2,0 (júlí)	7,58 Min 7,5 (júlí) Max 7,65 (sept.)	70 Min 66 (júlí) Max 73 (sept.)
<i>Laxá</i>	38 Min 26 (sept.) Max 49 (júlí)	7,2 Min 6,7 (sept.) Max 7,7 (júlí)	2,0 Min 1,9 (sept.) Max 2,0 (júlí)	7,66 Min 7,65 (sept.) Max 7,67 (júlí)	65 Min 63 (júlí) Max 67 (sept.)
<i>Kúludalsá</i>	36 Min 25 (apríl) Max 53 (júlí)	14,5 Min 12,6 (sept.) Max 16,2 (apríl)	3,6 Min 3,5 (sept.) Max 3,7 (júlí)	7,44 Min 7,32 (apríl) Max 7,55 (sept.)	89 Min 83 (júlí) Max 100 (apríl)
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	250	250	6,5 – 9,5	Á ekki við

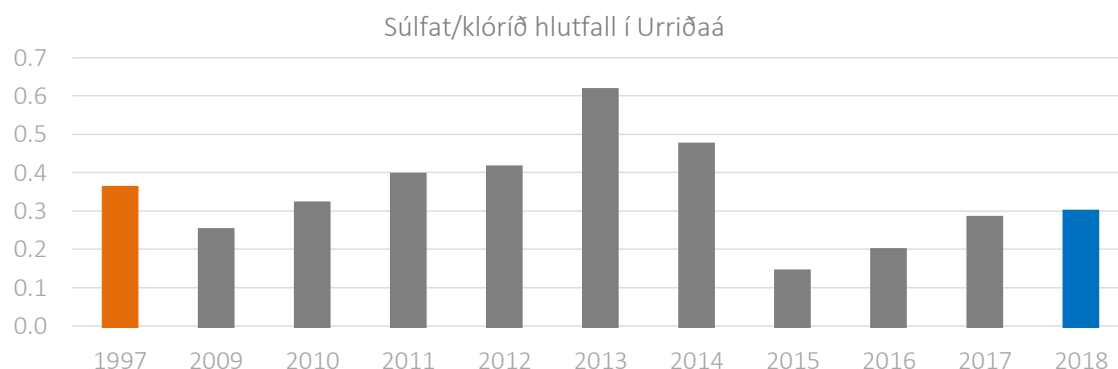
C.2 Áhrif sjávar á mælingar

Styrkur klóríðs er mældur í vöktunaránum svo að hægt sé að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúors og klóríðs í Urriðaá. Hlutfall flúors/klóríðs má sjá á mynd C.1 en hlutfallið er aðeins undir meðaltali síðustu 10 ára. Stöðuga hækkun á hlutfalli flúors/klóríðs er að sjá frá árinu 2015 sem gefur til kynna lægri styrk klóríðs þar sem styrkur flúors er marktækt sá sami frá upphafi mælinga. 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.

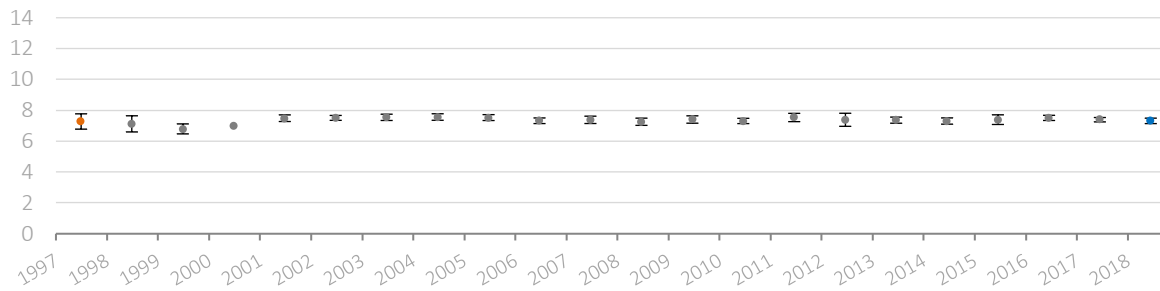
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfats/klóríðs er á uppleið og má því leiða líkur að því að styrkur klóríðs sé á niðurleið. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



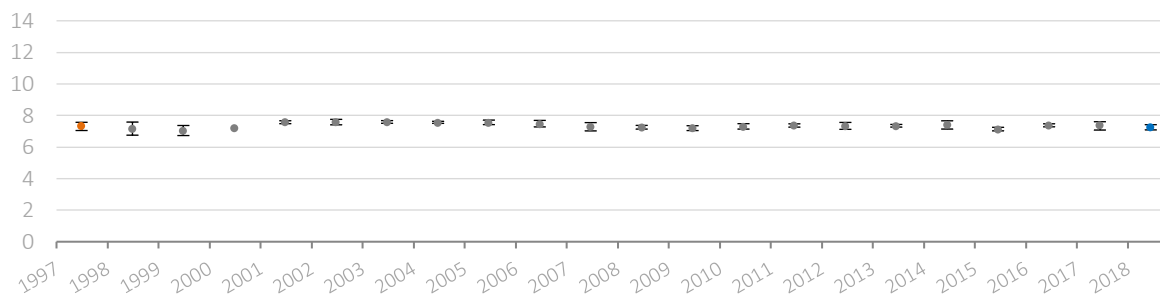
MYND C.2 Meðaltal súlfat/klóríðs hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

C.3 Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

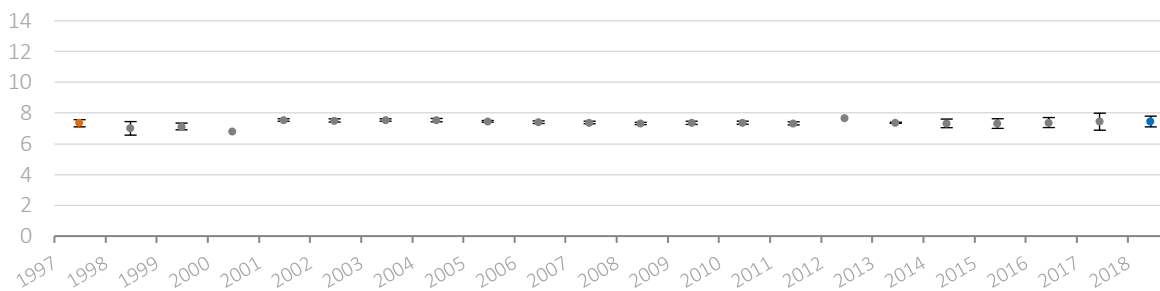
Umhverfisvöktun fyrir ferskvatn hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2018 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræðiútreikninga á vöktunarmælingum fyrir ferskvatn árin 1997 – 2018 eru birt hér á eftir. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2018.



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

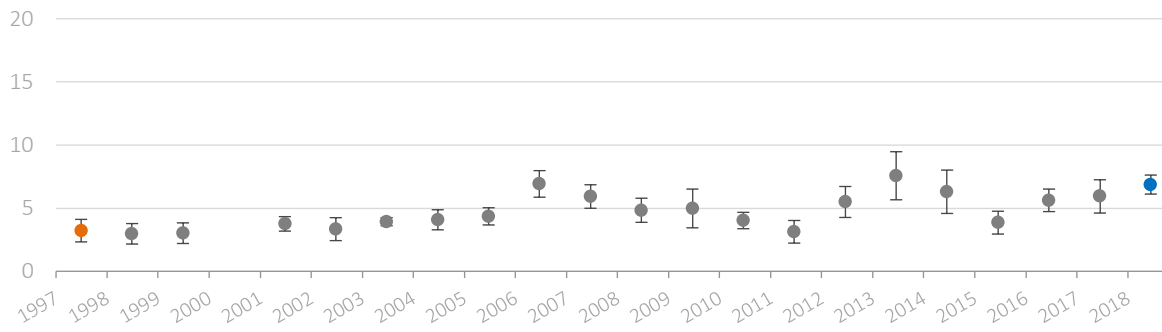


MYND C.4 Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

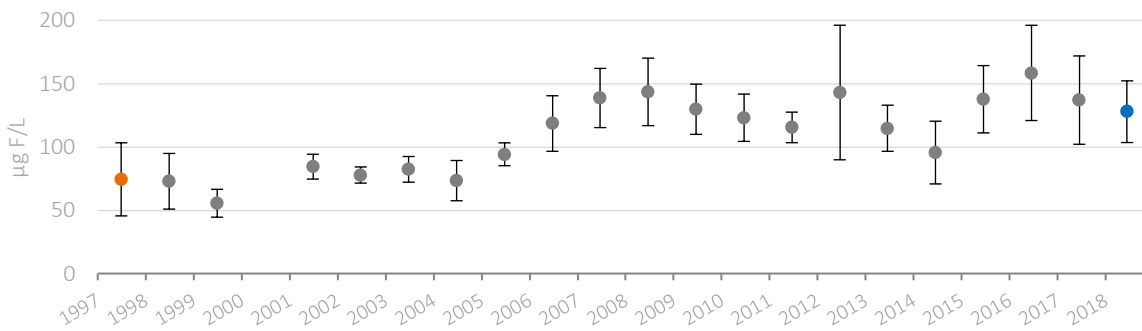


MYND C.5 Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

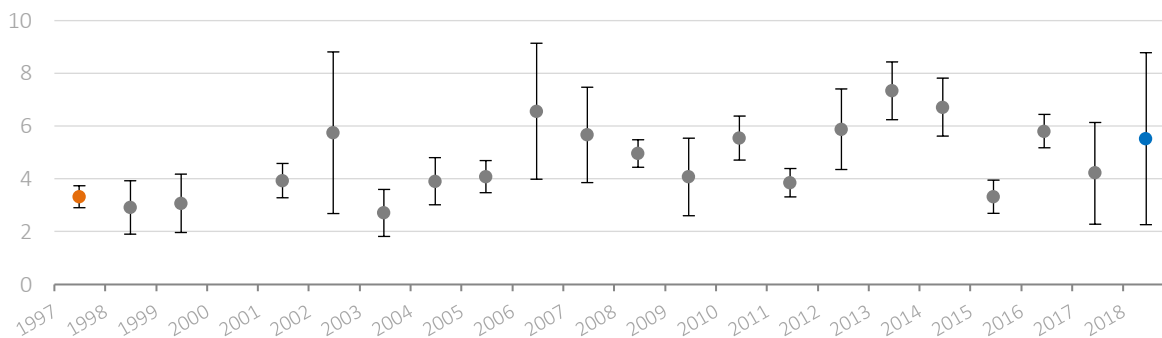
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á flúor/klóríð - hlutfalli og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



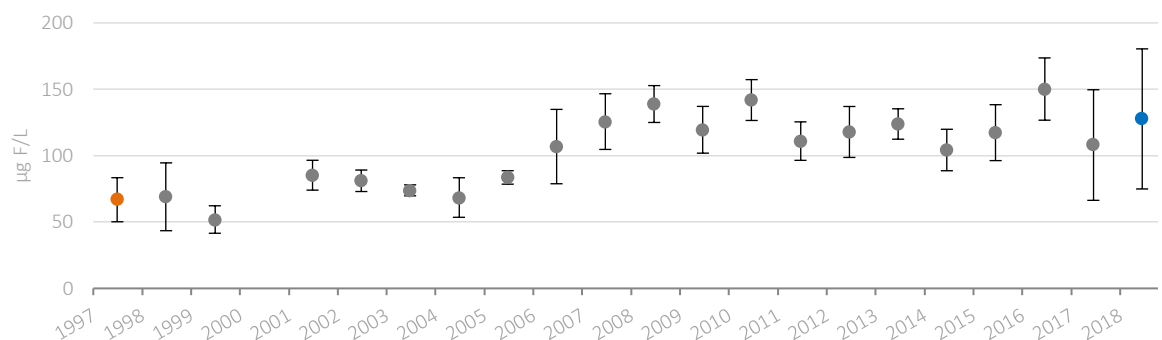
MYND C.6 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



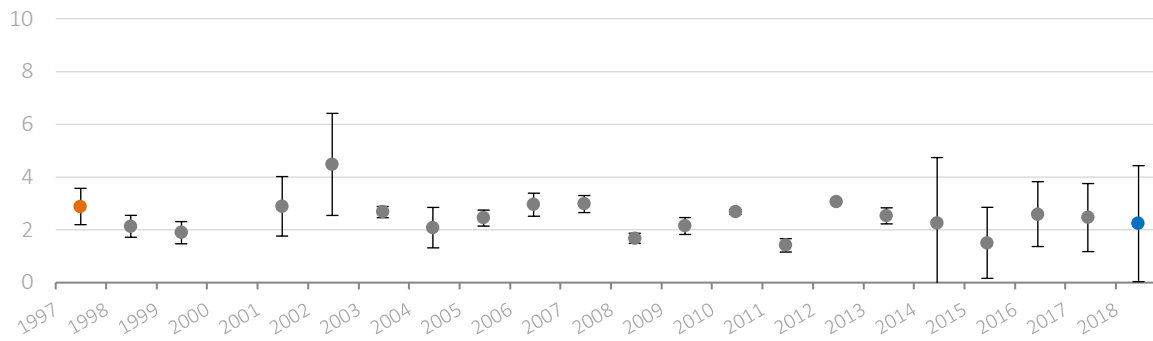
MYND C.7 Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



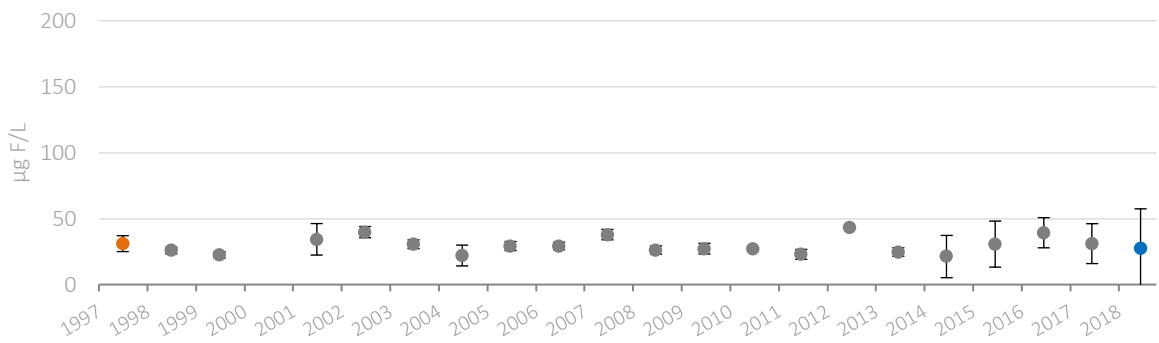
MYND C.8 Meðaltal flúor/klóríðs hlutfalls í Urriðaa ásamt 95% öryggisbilum.



MYND C.9 Meðalstyrkur flúors í Urriðaa 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 2018, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum frá tímabilinu 2014-2018, þegar það á við. Umhverfisstærðir 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	1,32	1,27 1,35
2 Austurendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,23 1,33
3 Austanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,36	1,33 1,39
4 Austanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,31	1,26 1,34
5 Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,44	1,41 1,46
6 Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,40	1,29 1,53
7 Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,25 1,34
8 Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,29	1,25 1,32
9 Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,28	1,25 1,32
10 Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,27	1,25 1,32
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,24	1,19 1,29
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,26	1,16 1,32
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 2018, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum frá tímabilinu 2014-2018, þegar það á við. Umhverfsgildi 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	1,65	1,32 1,85	0,36	0,22 0,45	0,68	<0,5 1,06	<0,5 0,53	<0,5 0,53	<0,3 0,3	<0,3 0,3	3,1	2,1 3,8	20,6	13,7 27,5	23	17 31	<40	<40 40	2,01	1,80 2,20
2 Austurendi - 4 m	1,47	1,22 1,75	0,27	0,17 0,33	0,63	<0,5 1,13	<0,5 0,53	<0,5 0,53	<0,3 0,3	<0,3 0,3	3,2	2,5 4,0	22,3	16,8 28,8	28	22 37	<40	<40 40	2,16	1,89 2,34
3 Austanmegin - 1 m	1,60	1,21 1,87	0,27	<0,1 0,34	<0,5	<0,5 0,72	<0,5 0,53	<0,5 0,53	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,6	<2,0 4,4	22,5	18,2 25,1	30	20 36	<40	<40 40	2,01	1,90 2,10
4 Austanmegin - 4 m	1,45	1,15 1,78	0,32	0,16 0,61	0,57	<0,5 1,21	<0,5 0,53	<0,5 0,53	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,6	<2,0 3,6	22,9	17,9 26,4	32	23 39	<40	<40 40	2,16	1,86 2,34
5 Miðja - 1 m	1,49	1,07 1,97	0,26	0,17 0,38	0,56	<0,5 0,8	0,66	<0,5 0,74	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,8	<2,0 4,5	18,4	15,3 21,0	19	15 21	<40	<40 40	2,06	1,83 2,28
6 Miðja - 4 m	1,58	1,16 1,83	0,23	0,15 0,31	0,63	<0,5 1,03	0,63	<0,5 1,02	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,2	<2,0 3,5	19,4	15,9 21,9	19	15 23	<40	<40 40	2,11	1,84 2,31
7 Vestanmegin - 1 m	1,44	1,15 1,83	0,30	0,27 0,36	1,15	<0,5 2,63	0,5	<0,5 0,71	<0,3 0,3	<0,3 0,3	3,7	2,4 4,4	123,5	17,5 277	155	25 352	<40	<40 40	2,37	1,81 3,10
8 Vestanmegin - 4 m	1,53	1,14 1,77	0,25	<0,2 0,26	1,01	<0,5 2,13	<0,5	<0,5 1	<0,3 0,3	<0,3 0,6	2,2	<2,0 4,0	25,3	17,0 29,7	31	19 40	<40	<40 80	2,18	1,77 2,52
9 Vesturendi - 1 m	1,55	1,21 1,89	0,28	<0,2 0,30	0,67	<0,5 0,8	<0,5	0,71 1	<0,3 0,3	<0,3 0,6	2,7	<2,5 4,0	22,8	19,8 25,5	29	27 33	<40	<40 80	2,10	1,92 2,43
10 Vesturendi - 4 m	1,57	1,29 1,78	<0,2	0,16 0,19	<0,5	<0,5 1,17	<0,5	<0,5 0,5	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,9	<2,0 4,9	22,3	21,4 23,5	29	25 31	<40	<40 40	2,15	1,79 2,48
Kalastaðir	1,38	1,09 1,69	0,23	0,21 0,27	0,66	<0,5 0,91	<0,5	<0,5 0,69	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,3	<2,0 5,0	37,6	10,6 51,2	56	13 80	<40	<40 43,5	2,04	1,67 2,60
Miðja fjarðar	1,61	1,08 1,89	0,29	0,25 0,36	<0,5	<0,5 0,57	<0,5	<0,5 0,5	<0,3 0,3	<0,3 0,3	2,6	<2,0 4,4	26,4	19,8 37,2	34	24 51	<40	<40 40	2,24	1,92 2,41
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 tölfraeðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2018 má sjá í kafla E.4. Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Aukasýnataka af grasi var 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 2009 – 2018 auk bakgrunnsgildis fyrir árið 1997 til viðmiðunar. Tafla E.1 sýnir styrk flúors í grasi og niðurstöðu úrvinnslu á tölfraeði, sem sýna að hækkun er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2018 miðað við árið 1997, en hinsvegar er ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007 eins og undanfarin ár. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hefur verið mælt frá 2009. Við Gröf II við hús frá 2010 til 2017. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011 og á Hólabrú hófust mælingar sumarið 2018. Í Skorradal var mælt árin 2010-2012 en síðan voru ekki mælingar gerðar á sýnum í Skorradal fram til ársins 2016. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [11] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [10]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður áruna 1998 til 2007, sem finna má á heimasíðu Umhverfisstofnunar og þeirra fyrirtækja sem standa að vöktuninni.

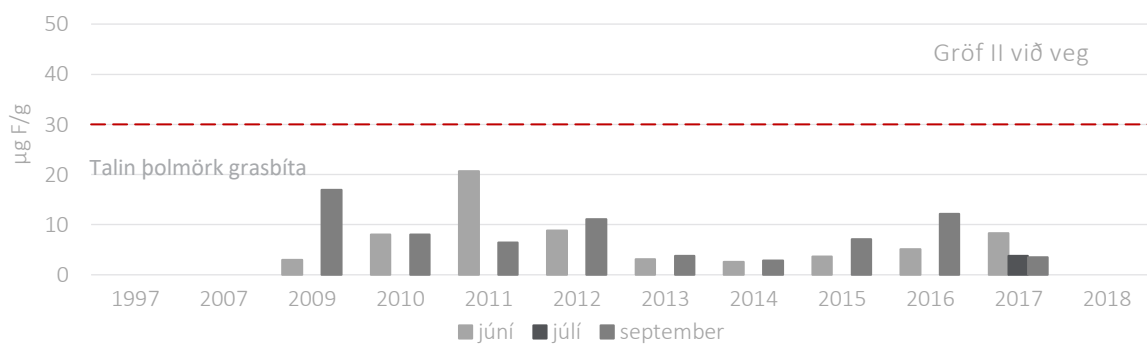
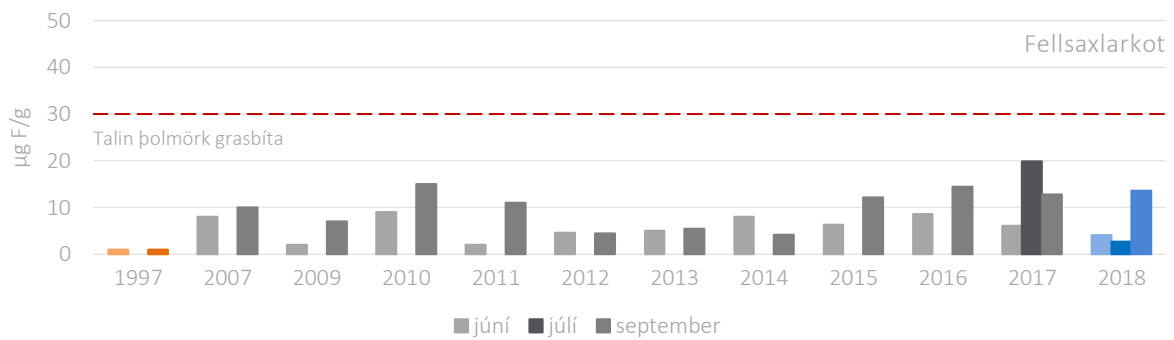
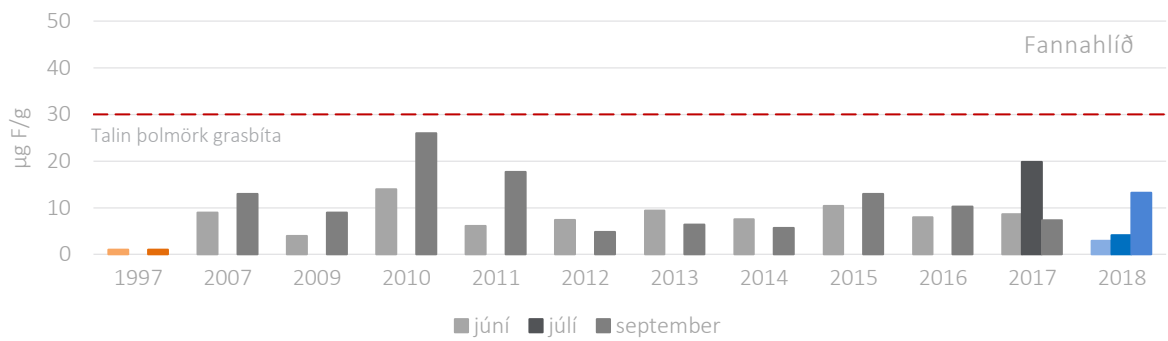
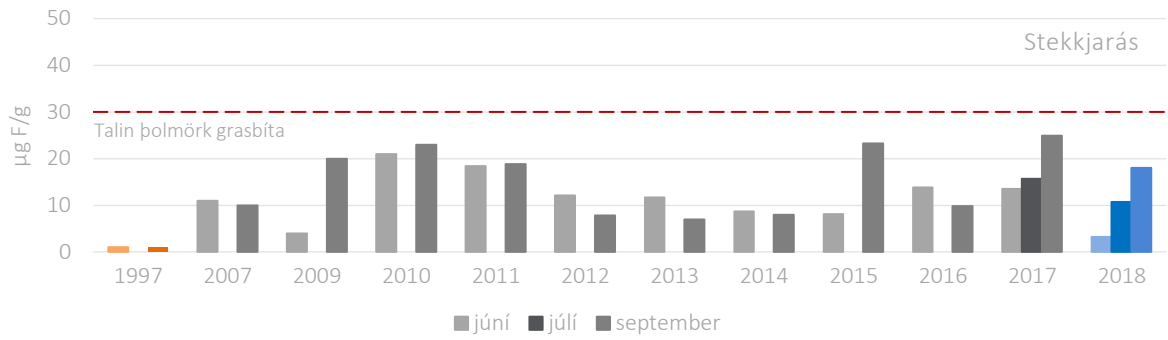
TAFLA E.1 Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2018 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfraeði-úrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi								
	Vöktunarstaður	Júní (µg F/g þurrefni)	Júlí (µg F/g þurrefni)	September (µg F/g þurrefni)	Breyting 2018 m.v. 1997	Breyting 2018 m.v. 2007		
Norðan fjarðar	<i>Stekkjarás</i>	3	11	18	Hækkun	Engin breyting		
	<i>Fannahlíð</i>	3	4	13				
	<i>Fellsaxlarkot</i>	4	3	14				
	<i>Ferstikla</i>	3	1	1				
	<i>Gröf II við hús</i>	3	9	31				
	<i>Hólabrú</i>	2	8	4				
	<i>Hlíð</i>	2	3	9				
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	4	10	5				
	<i>Fossbrekka</i>	2	2	3				
	<i>Háls í Kjós</i>	2	2	1				
	<i>Reynivellir</i>	3	2	4				
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		2	-	1				
Talin þolmörk grasa Talin þolmörk grasbíta [11] Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**							100-200 µg F/g í plöntuvef 30 µg F/g í plöntuvef 50 µg F/g fyrir mjólkandi ær og 30 µg F/g fyrir annað sauðfé	

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

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	14	17	14	Sumarið 2018 var almennt votviðrasamt. Rígt hafði síðustu 5 daga fyrir sýnatöku í júní, og var tímabilið þar á undan óvenju úrkomusamt. Skúrir höfðu verið flesta daga fyrir sýnatöku í júlí. Lítil úrkoma hafði verið fyrir sýnatöku í september.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	19,4	4,7	2,1	
Lofthiti (°C)	9	10,5	8	
Meðalvindhraði (m/s)	10-12	4	8-11	
Vindáttir	SV og SA-áttir	NA-A áttir	NA- áttir	

Flúor í grasi



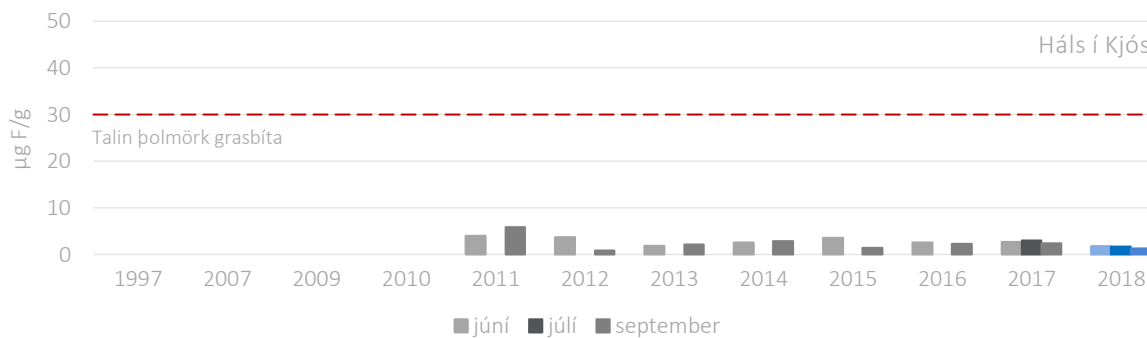
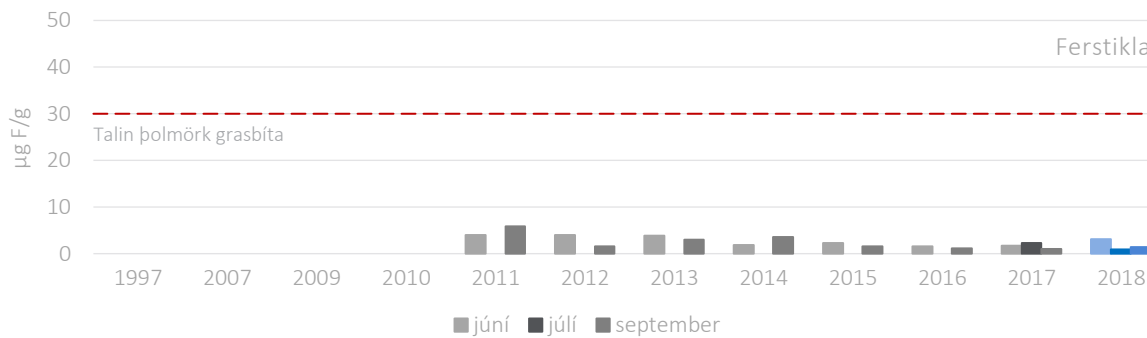
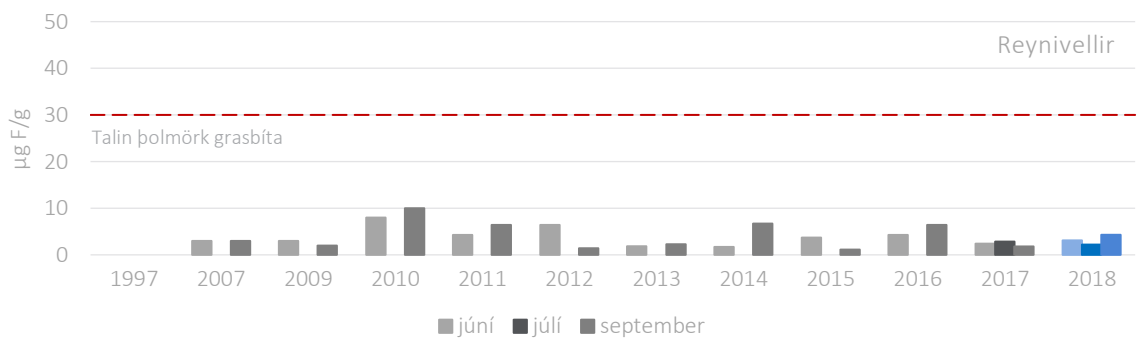
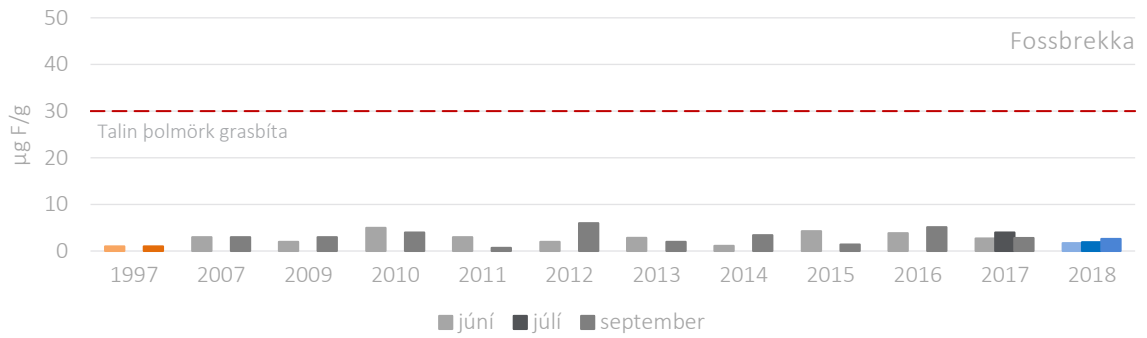
MYND E.1 Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í grasi (framhald)

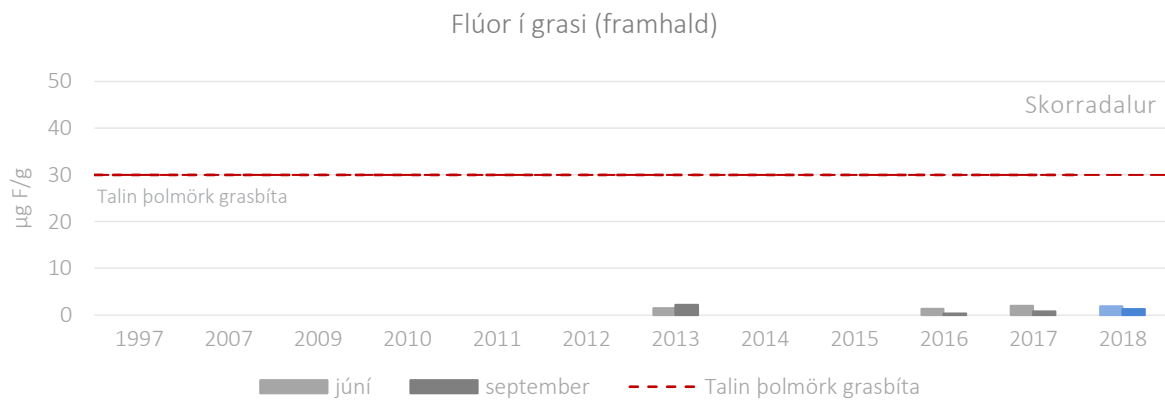


MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í grasi (framhald)



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



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

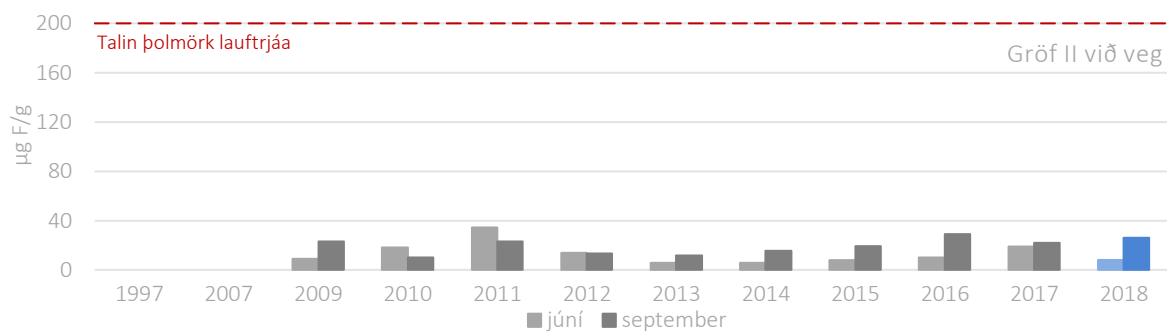
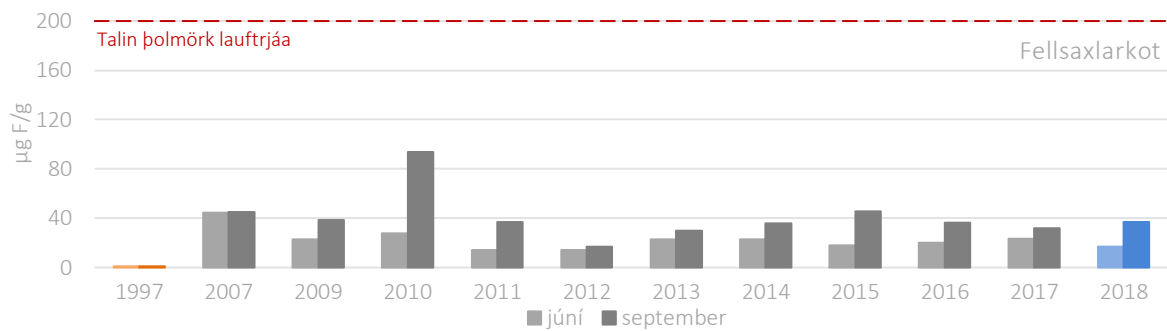
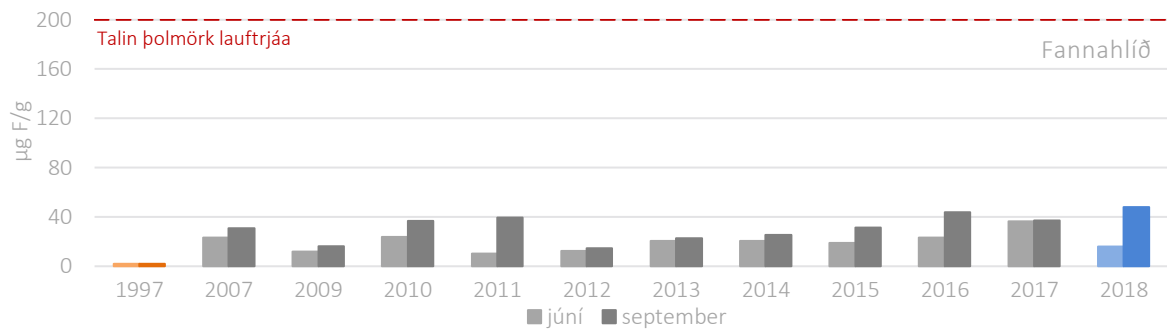
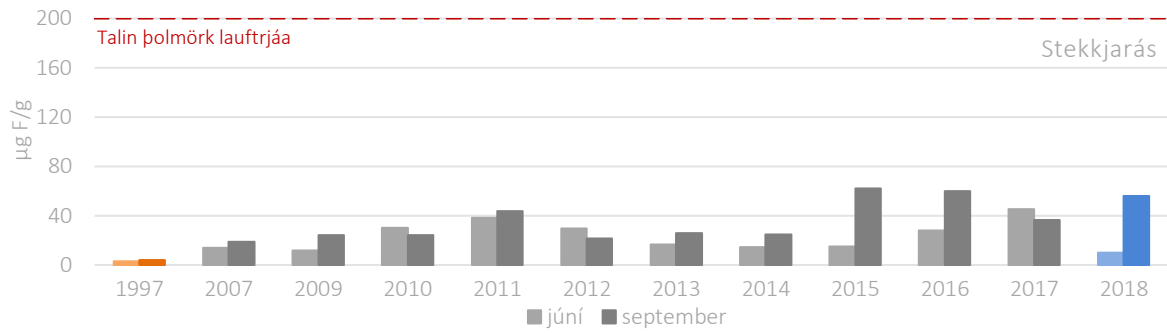
E.2 Flúor í laufi

Meðalstyrkur flúors í laufi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd E.2 fyrir árin 2009 – 2018 og bakgrunnsgildi fyrir árið 1997 til viðmiðunar, þar sem það liggur fyrir. Tafla E.2 sýnir mældan meðalstyrk árið 2018 og niðurstöður tölfræðigreiningar sem sýna að hækkun er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2018 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum miðað við árið 2007. Að Gröf II við Þjóðveg og 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. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 µg F/g [10]. 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.

TAFLA E.2 Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2018 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfræðiúrvinnslu. Sjá töflu E.1 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Breyting 2018 m.v. 1997	Breyting 2018 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjárás</i>	10	56	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	16	48		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	17	37		
	<i>Ferstikla</i>	9	7		
	<i>Gröf II við hús</i>	5	18		
	<i>Hólabrú</i>	8	26		
	<i>Hlíð</i>	13	15		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	13	22	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fossbrekka</i>	3	5		
	<i>Háls í Kjós</i>	5	6		
	<i>Reynivellir</i>	14	15		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		3	4		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef			

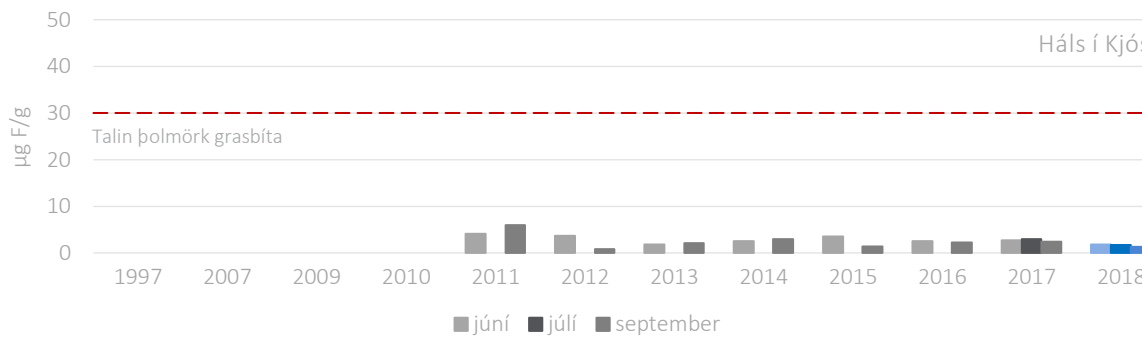
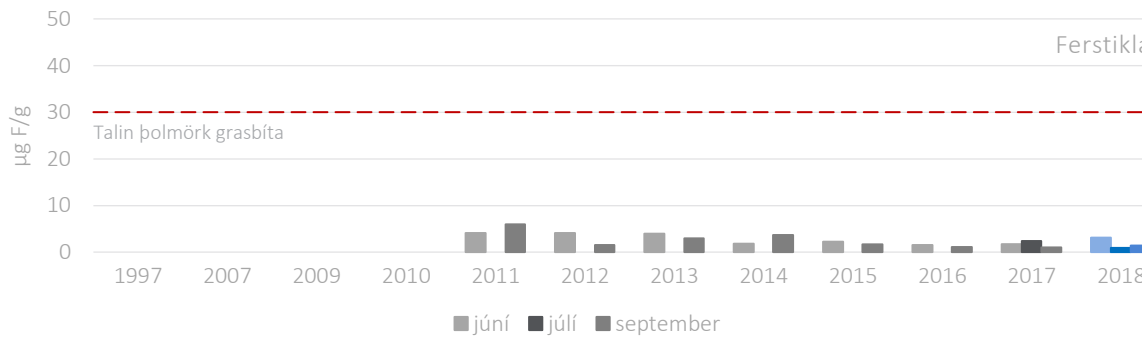
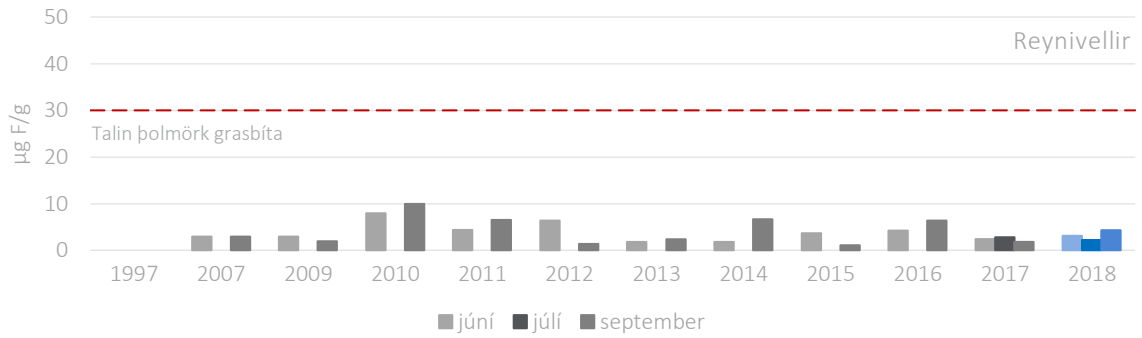
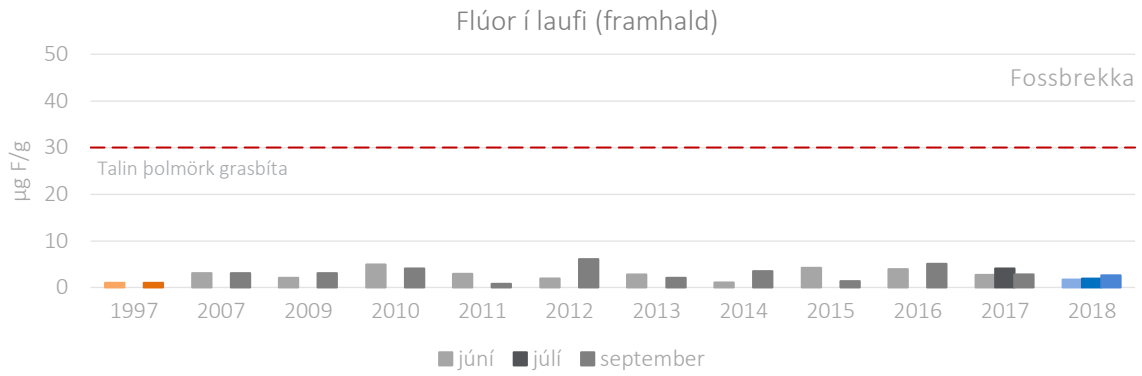
Flúor í laufi



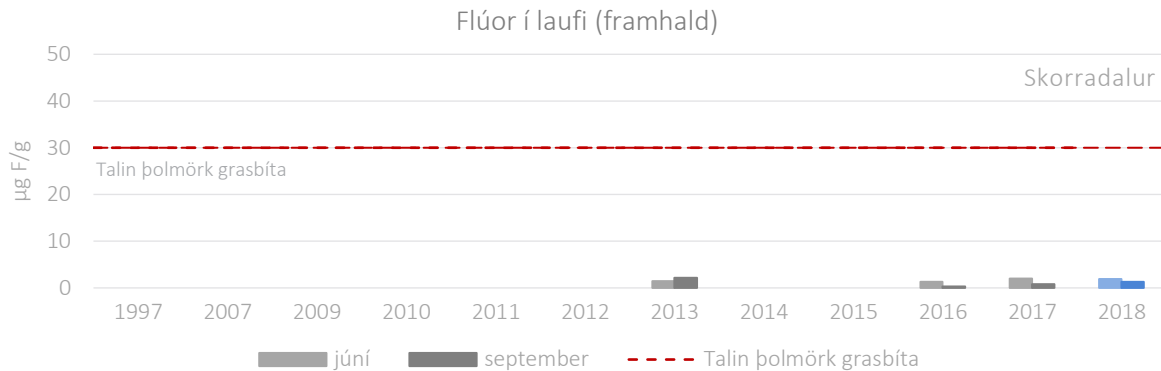
MYND E.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



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 Flúor í barri

Meðalstyrkur flúors í 1 árs og 2 ára barri á vöktunarstöðunum ellefu árið 2018 má sjá í töflu E.3. Tölfræðigreining sýnir að marktæk breyting er til hækkunar á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri árið 2018 miðað við árin 1997 en engin breyting miðað við mælingar ársins 2007. Greinilegur munur er á flúorstyrk í barri norðan fjarðar og sunnan fjarðar. Árið 2018 er þessi munur fyrir eins árs og tveggja ára barr marktækur.

TAFLA E.3 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2018 ásamt þölmörkum 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 2018 m.v. 1997	Breyting 2018 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	18	32	Hækkun í 1 árs ára barri.	Engin breyting
	Fannahlíð	27	34		
	Fellsaxlarkot	25	32		
	Ferstikla*	4	5		
	Gröf II við veg*	25	29		
	Hlíð*	4	6		
	Hólabrú*	16	20		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	4	7	Engin breyting	Engin breyting
	Fossbrekka	2	3		
	Háls í Kjós*	4	5		
	Reynivellir	3	6		
Viðmiðunarstaður Skorradalur		1	1		
Talin þölmörk barrtrjáa		30 - 100 µg F/g í plöntuvef			

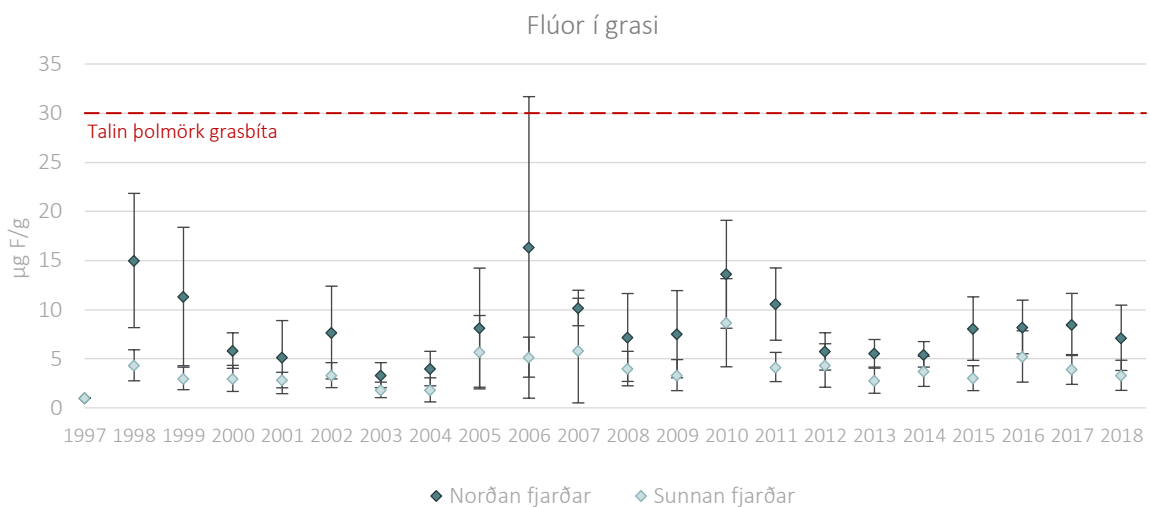
* Mælingar hófust árið 2009 við Hlíð, árið 2010 við Gröf II við hús og árið 2011 við Ferstiklu og Háls í Kjós. Mælingar við Hólabrú hófust sumarið 2018.

Veðurfar við sýnatökur		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	15	Nóvembermánuður var kaldur og þurr var dagana fyrir sýnatöku. Austlægar og norðlægar áttir voru ríkjandi vikuna fyrir sýnatökuna og meðalhitastig tímabilsins -2° C. Heildarúrkoma vikuna fyrir sýnatöku var 29,9 mm.

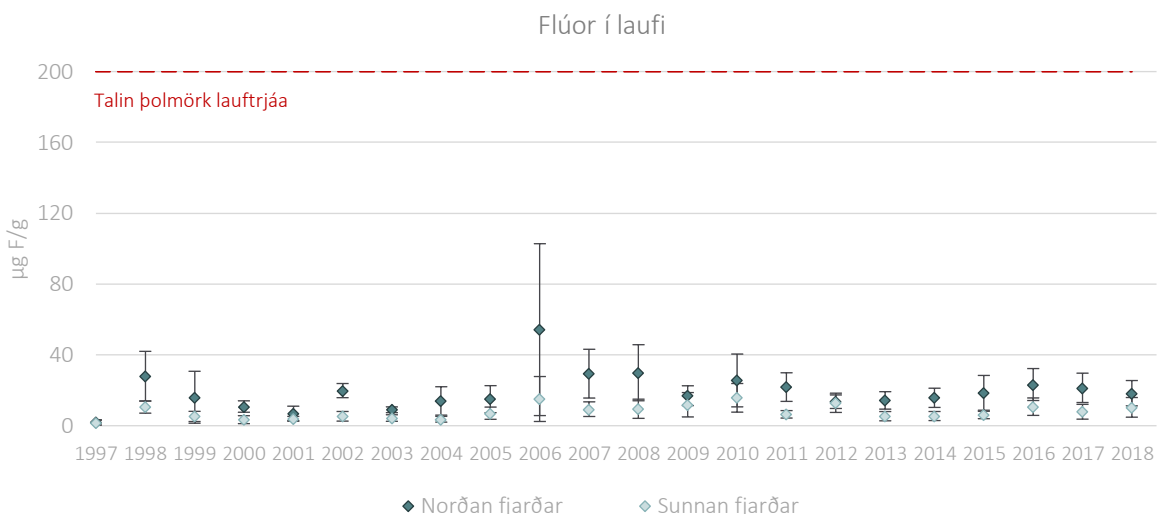
E.4 Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2018 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræði útreikninga á vöktunarmælingum fyrir gróður árin 1997 – 2018 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 – E.6.

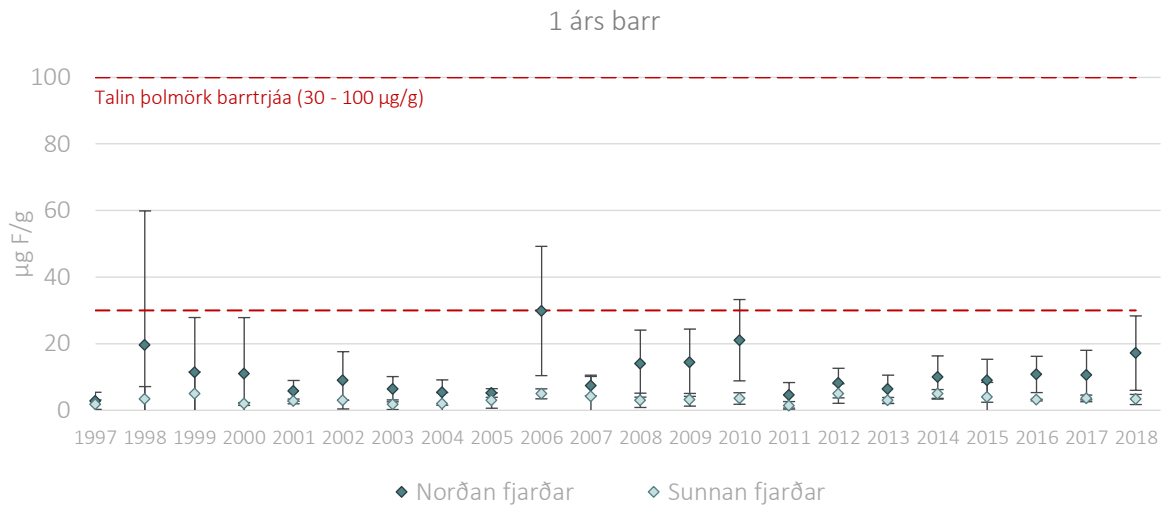
Mynd E.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd E.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir E.5 og E.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í barri norðan og sunnan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



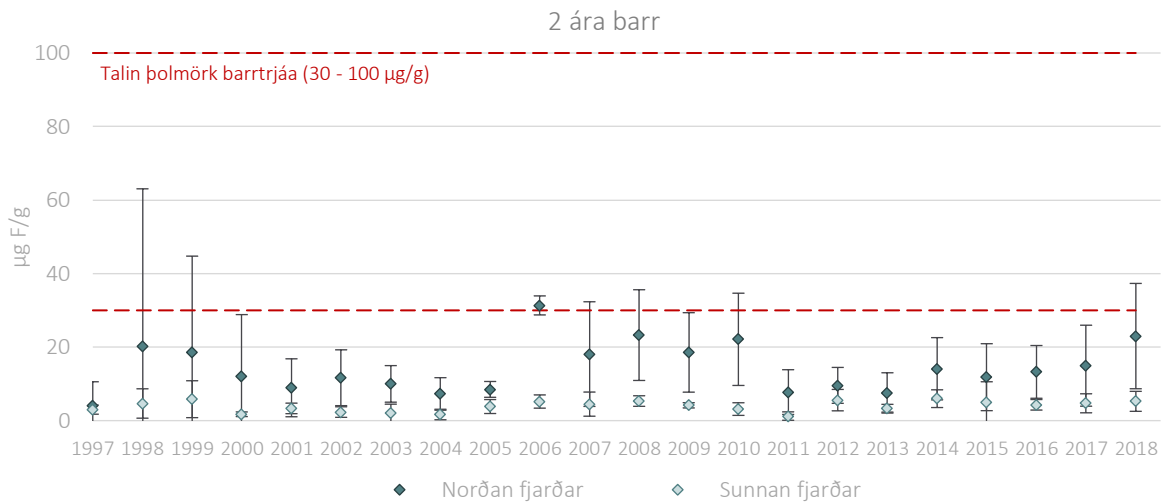
MYND E.3 Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



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 113 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausarnir og tennur voru einnig skoðaðir og skráningar gerðar m.t.t. ástands glerungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. 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 [20].

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	Eystri Leirárgarðar	4	4	4	4	0	0
	Eystra Miðfell	4	4	4	4	0	0
	Vestri Reyn	4	4	3	4	1	0
	Hóll	4	4	4	4	0	0
	Hrafnabjörg	4	4	4	4	0	0
	Innri Hólmur	4	4	4	4	0	0
	Skipanes	4	4	4	4	0	0
	Skorholt	4	4	4	4	0	0
	Vogatunga	4	4	4	4	0	0
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	4	4	4	4	0	0
	Meðalfell	4	3	4	3	0	0
	Kiðafell	4	4	4	4	0	0
Viðmiðunarsýni – sauðfé							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsness.)	4	4	4	3	0	1
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðars.)	4	6	4	6	0	0
	Samtals	56	57				

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 hættu er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1000 µg/g flúor [11, 15]), eru í appelsínugulu lettri. Þau gildi sem eru yfir styrk 2000 µg F/g, sem talin eru valda tannskemmdum í dádýrum skv. sömu rannsókn, eru sýnd með rauðu lettri.

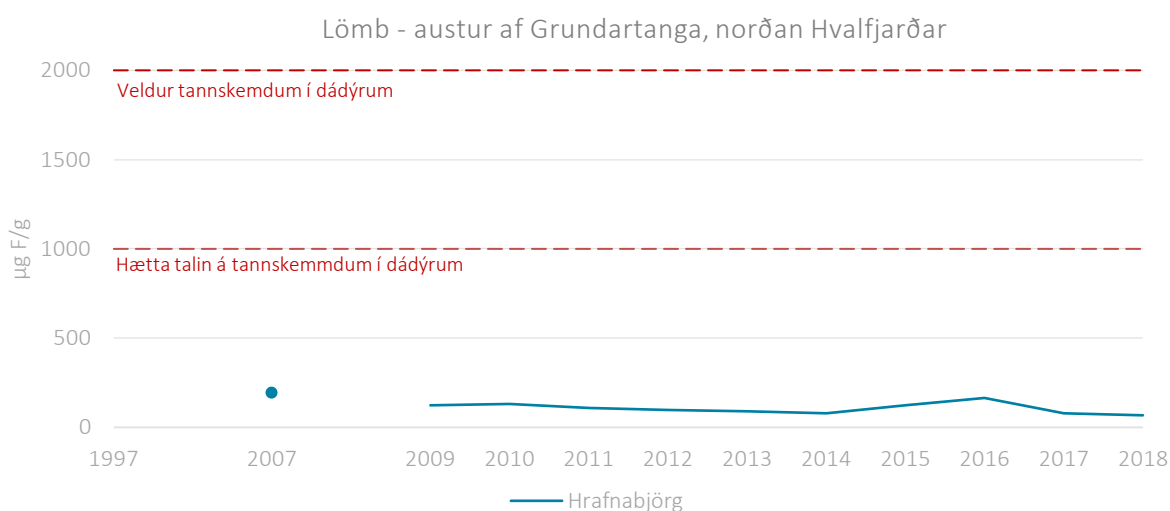
Bær	Lömb	Fullorðin fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystri Leirárgarðar	26	401	6
	38/46	518	6
	55	398	6
	31	571	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	39 / (26-55)	472 / (398-571)	
Eystra Miðfell	251	664	2
	305	1192	5
	268	1143	5
	334	1125	4
Meðalstyrkur / (Min-Max)	290 / (251-334)	1031 / (664-1192)	
Vestri-Reyn	335	1236	7
	193	1137	5
	167	936	7
	159	1282	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	213 / (159-335)	1148 / (936-1282)	
Hóll	90	695	7
	73	640	8
	77	700	10
	82	764	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	80 / (73-90)	700 / (640-764)	
Hrafnabjörg	57	839/830	8
	53	980	7
	89	1142	9
	72	627	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	68 / (53-89)	884 / (627-1142)	
Innri Hólmur	207	2204	5
	283	1813	4
	259	1839	5
	353	1621	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	276 / (207-353)	1869 / (1621-2204)	
Skipanes	57	939	7
	68	1207	6
	47	789	6
	48	701	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	55 / (47-68)	909 / (701-1207)	
Skorholt	104	655	6
	95	748	6
	109	498	6
	59	630	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	92 / (59-109)	633 / (498-748)	
Vogatunga	142	925	7
	98	861	8
	120	830	7
	136	793	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	124 / (98-142)	852 / (793-925)	

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Sunnan Hvalfjarðar			
Grímsstaðir	109	569	4
	90	901	7
	85	811/769	6
	108	588	4
Meðalstyrkur / (Min-Max)	98 / (85-109)	728 / (569-901)	
Kíðafell	50	487	6
	38	533	5
	96	633	6
	48	475	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	58 / (39-96)	532 / (475-633)	
Meðalfell	90	1030	9
	50	804	5
	74	821	3
	57/59		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	66 / (50-90)	885 / (804-1030)	
Viðmiðunarbær			
Bjarnarhöfn	32	575	6
	36	639	6
	25/24	550/387	6
	27	477	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	29 / (24-36)	526 / (387-639)	
Skjaldfönn	20/18	874/883	7
	15	986	6
	30	902	6
	40	1050	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	25 / (15-40)	939 / (874-1050)	

Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

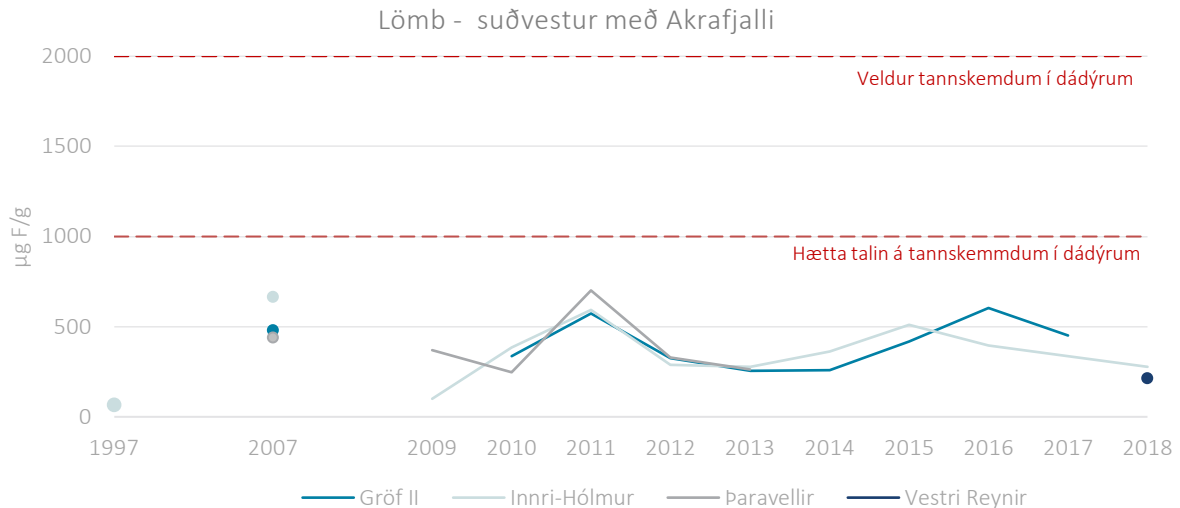
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 þegar öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun og yfir tímabilið 2009-2018 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við.

Vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga verður fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu, miðað við ríkjandi vindáttir. 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 2018 miðað við árið 1999 sem og miðað við árið 2007 (mynd F.11).



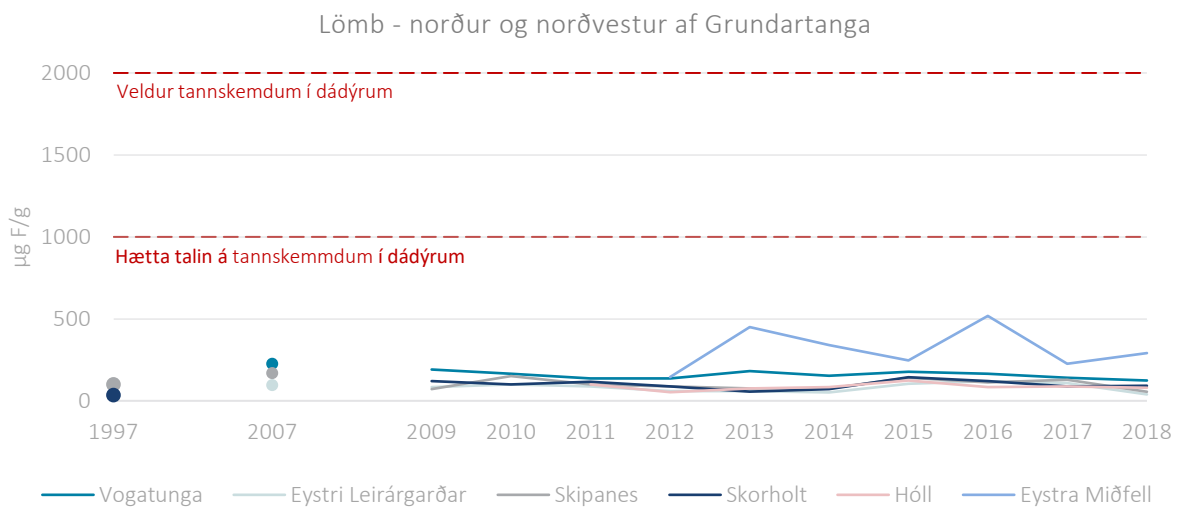
MYND F.1 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

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. Fjárþúskapur er ekki lengur stundaður á Gröf II og því er kominn nýr vöktunarstaður, Vestri Reyn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði miðað við árið 1997, hins vegar er breyting til lækkunar á styrk flúors samanborið við árið 2007 (mynd F.12).



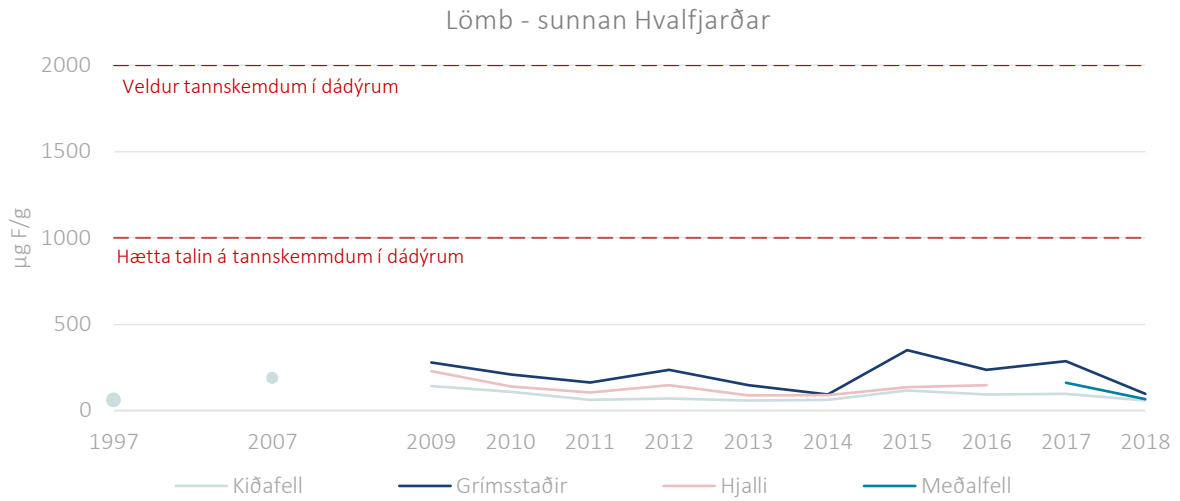
MYND F.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd F.3 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Ekki er marktæk breyting til hækkunar eða lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2018 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.

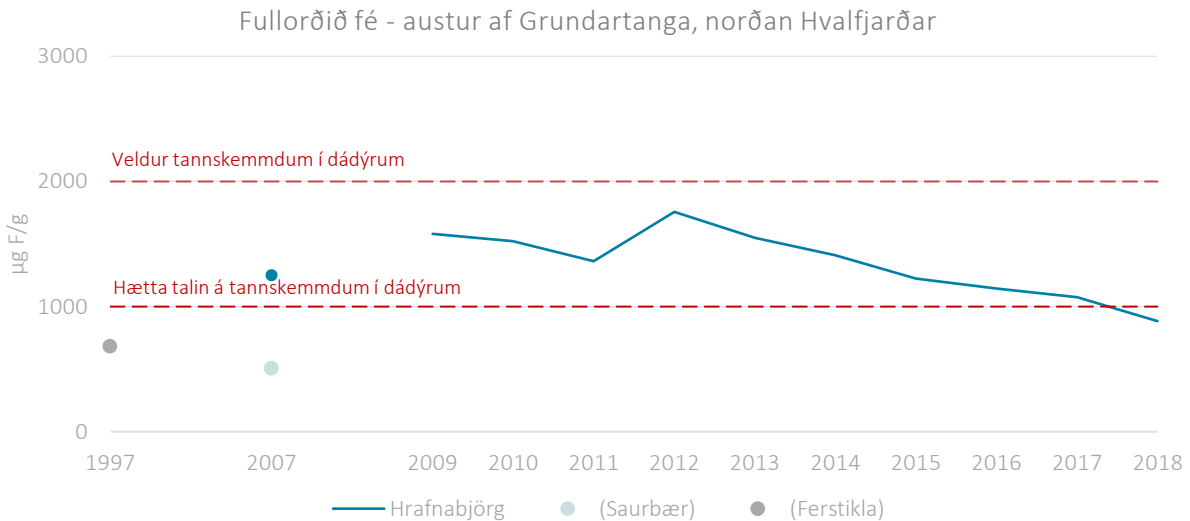
Mynd F.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Engin marktæk breyting er á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2018 miðað við árið 1997, en marktæk breyting til lækkunar er miðað við árið 2007 (mynd F.14).



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

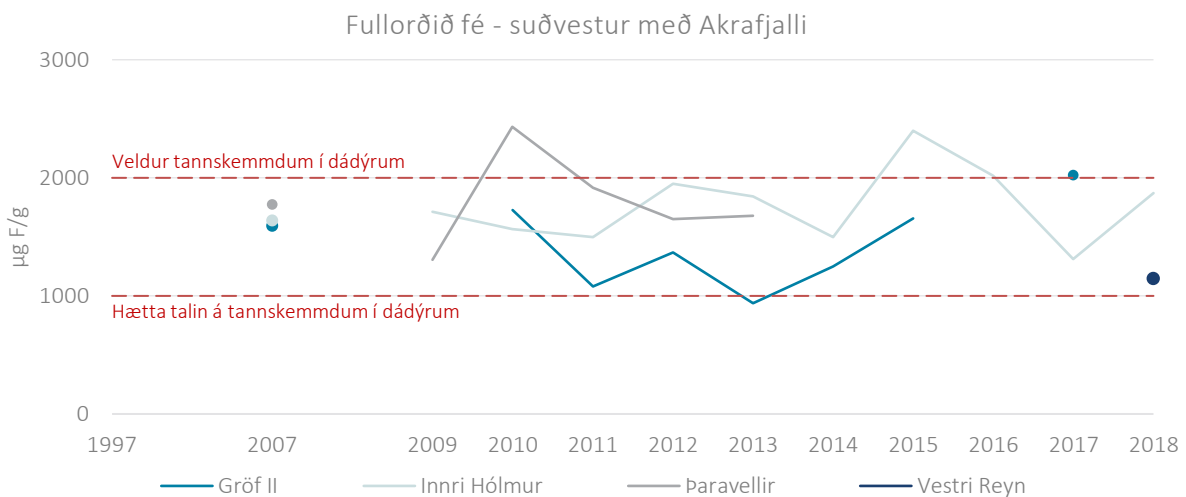
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu. Meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessum bæ, má sjá á mynd F.5. Eins og áður er ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2018 miðað við árið 1997 né árið 2007 (mynd F.17).



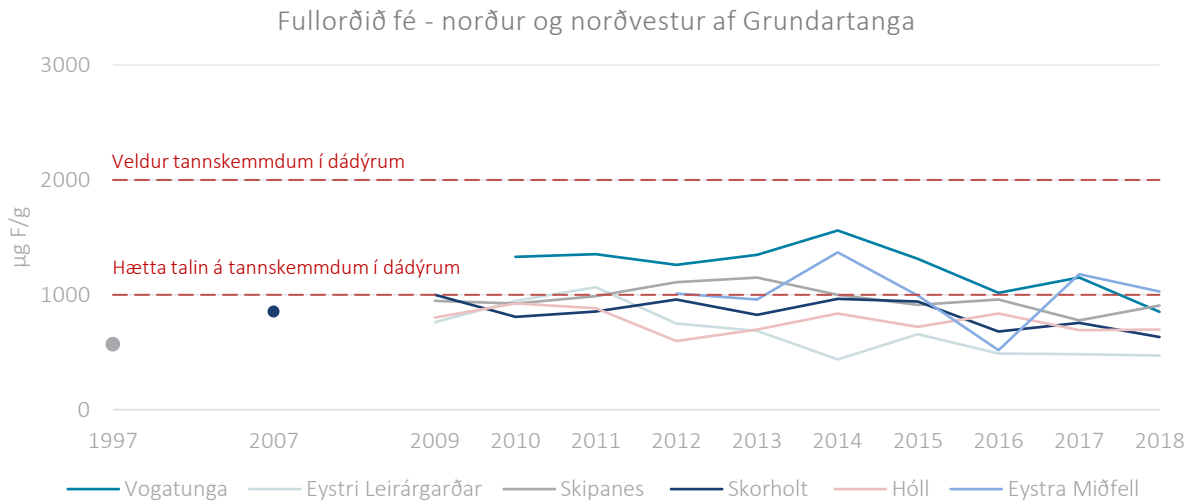
MYND F.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

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 2018 miðað við árið 2007 (mynd F.18).



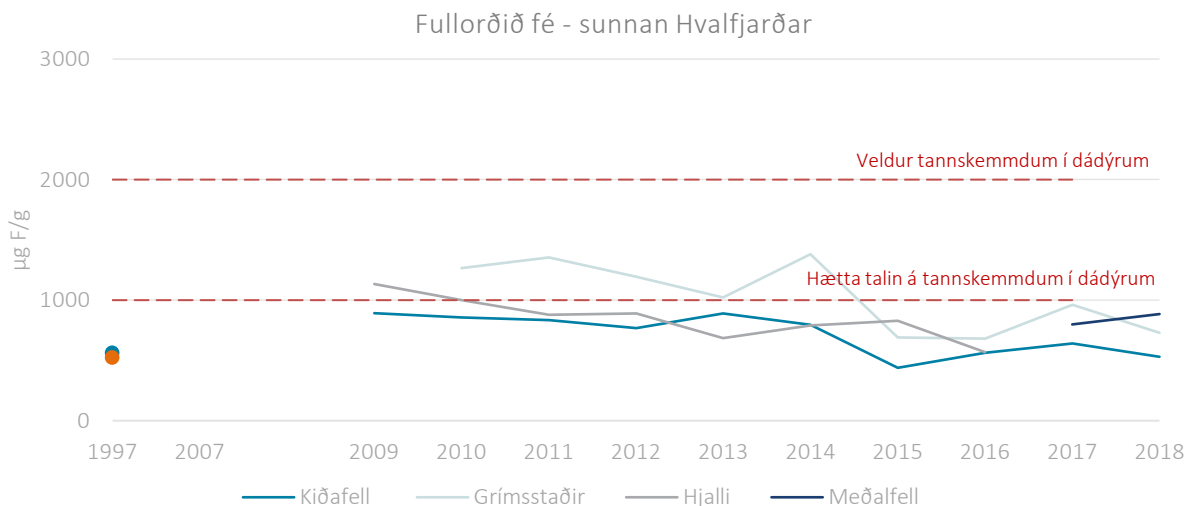
MYND F.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

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 2018 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 2018 er ekki marktæk breyting á flúorstyrk í kjálkabeinum í fullorðnu fé samanborið við árið 1997 en marktæk breyting er til hækkunar 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.2 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.4 og F.3 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 [24], sjá töflu 9.2 í kafla 9.

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	17.1.2019	10	3,9	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,03	0,10	0,20	0
Innri Hólmur	25.1.2019	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,00	0
Hrafnabjörg	22.1.2019	10	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,20	0
Eystra Miðfell	22.1.2019	10	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vogatunga	22.1.2019	10	4,6	0	0	0	0,14	0,14	0	0	0	0,04	0	0	0
Kiðafell	17.1.2019	10	3,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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 [24] sjá töflu 9.2 í kafla 9.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur uppi hægra megin			Framtennur uppi vinstra megin			Framtennur niðri hægra megin			Framtennur niðri vinstra megin			Meðaltal	Liðir
				iur ₃	iur ₂	iur ₁	iul ₁	iul ₂	iul ₃	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃		
Skipanes	30.1.2019	6		0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Ytri-Hólmur	25.1.2019	6	13	0	0,67	0,83	0,83	0,67	0	0	0	0,17	0,17	0	0	0,28	0
Litla Fellsöxl	22.1.2019	6	16	0	0,17	0,83	0,83	0,17	0	0	0	0,17	0,17	0	0	0,19	0
Miðdalur	17.1.2019	6	14	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
Kalastaðakot	22.1.2019	6	12	0,17	0,17	0,67	0,67	0,17	0,17	0	0	0,17	0,17	0	0	0,19	0
Morastaðir	22.1.2019	6		0	0	0,67	0,67	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0

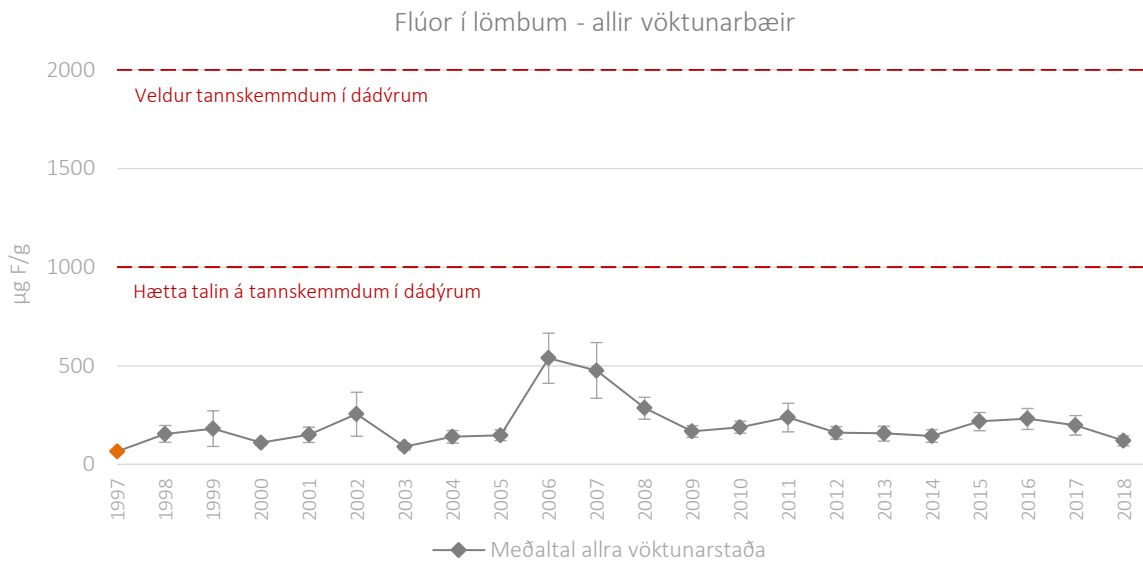
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

F.3 Tölfræðiniðurstöður grasbíta

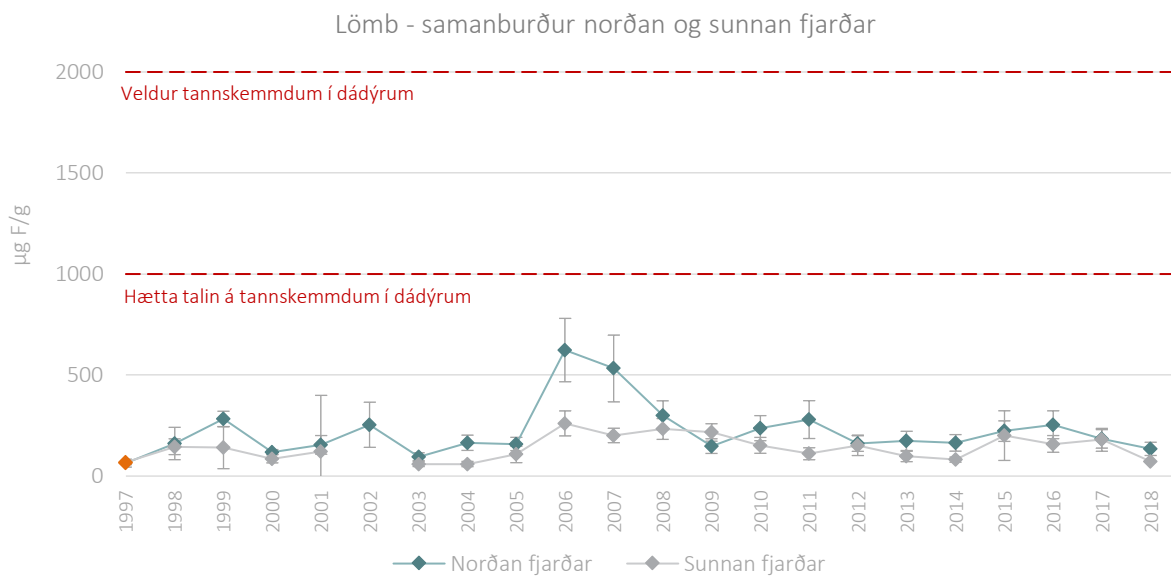
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2018 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

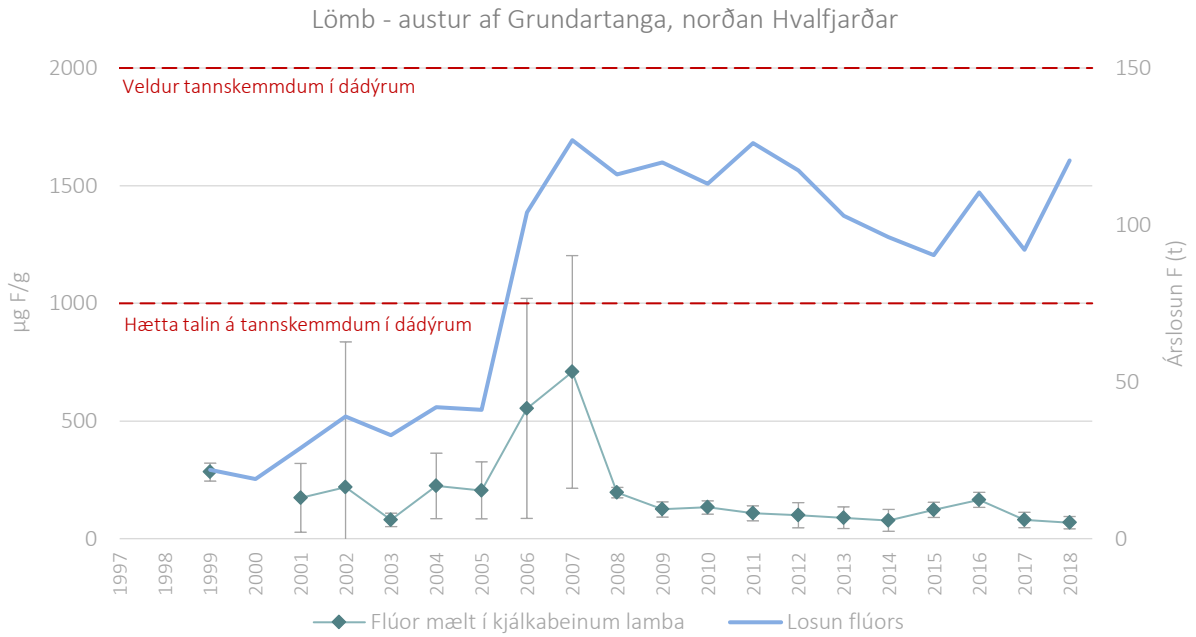
Lömb



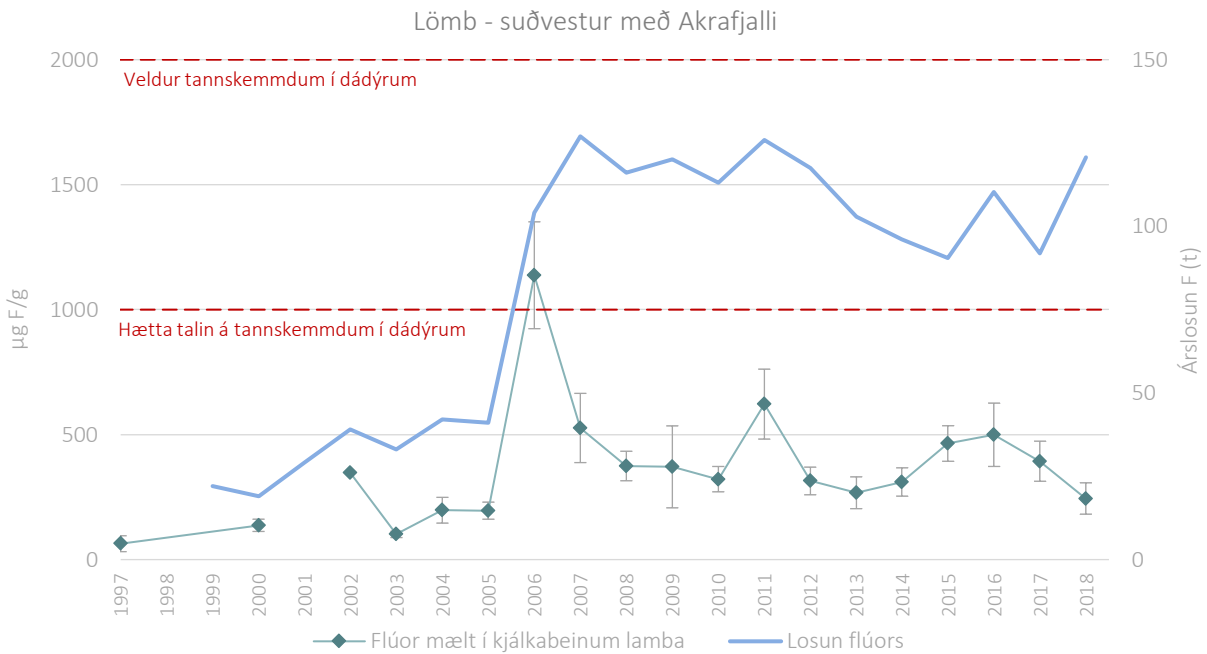
MYND F.9 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



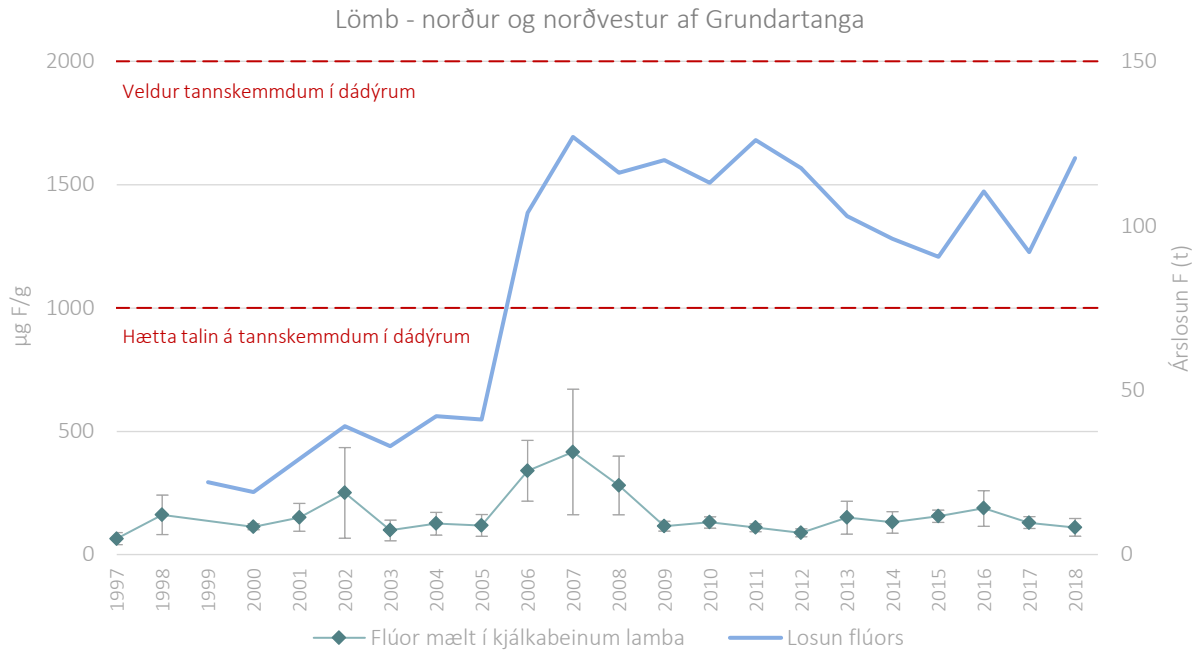
MYND F.10 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar.



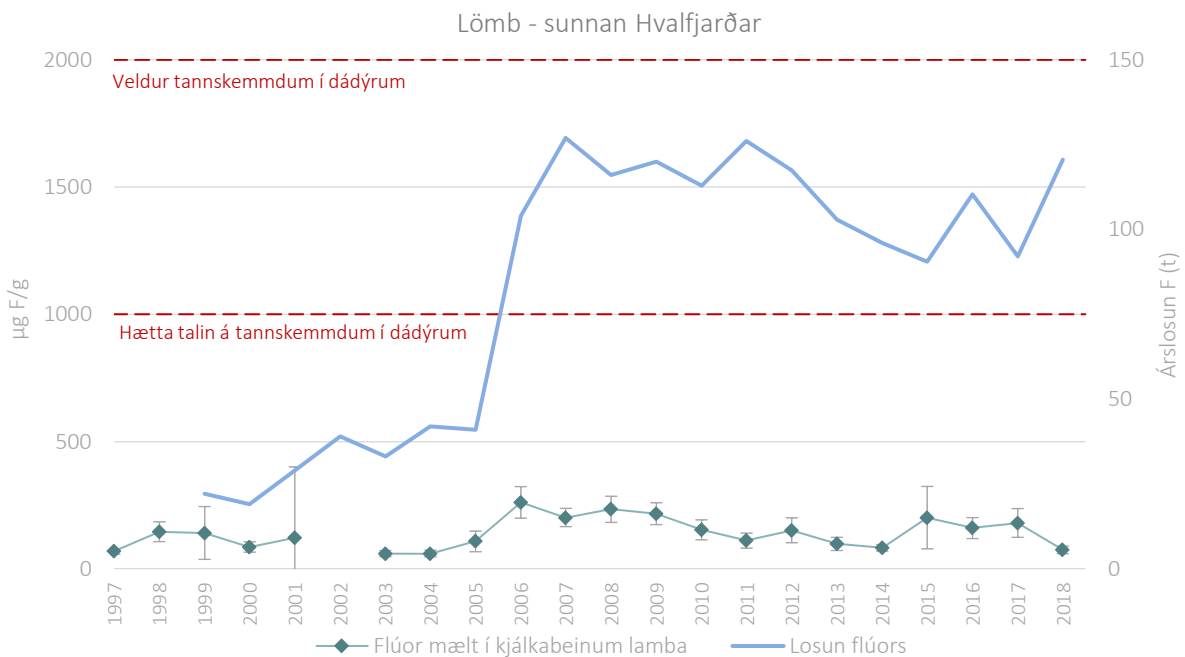
MYND F.11 Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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

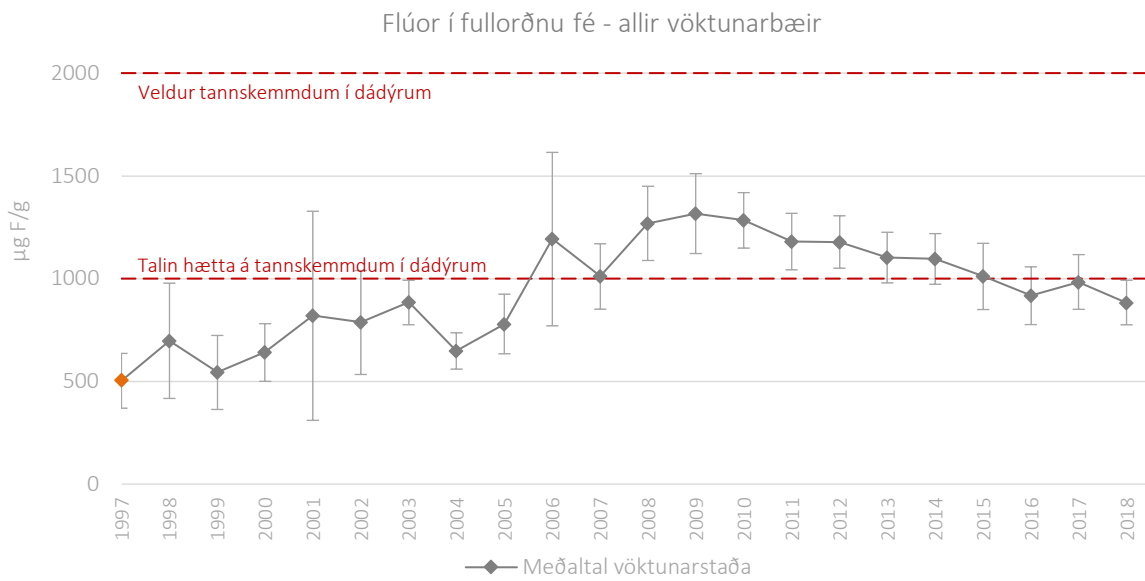


MYND F.13 Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

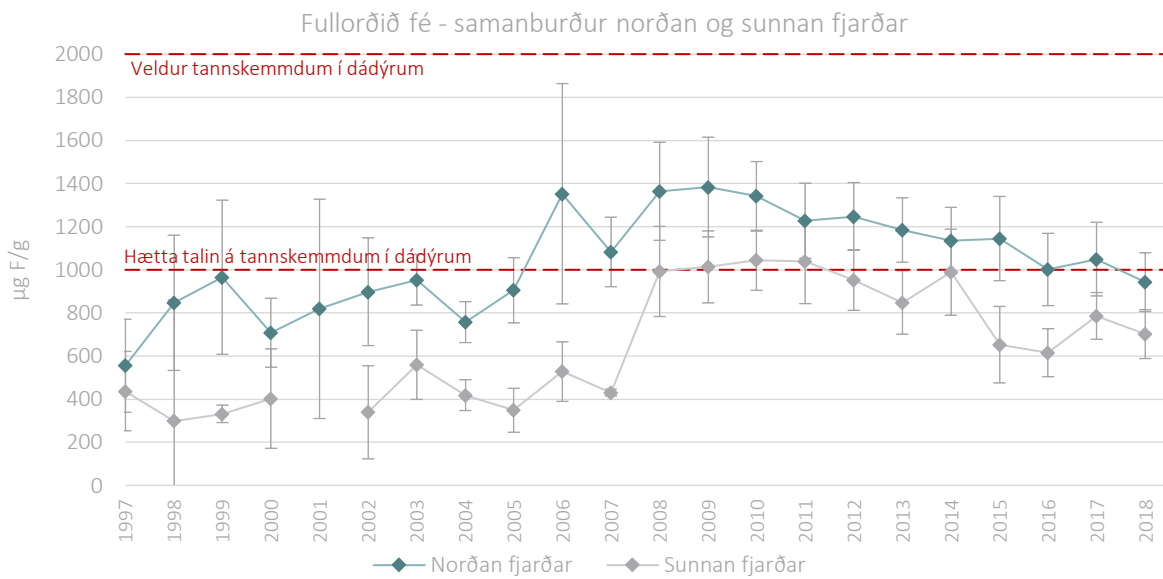


MYND F.14 Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

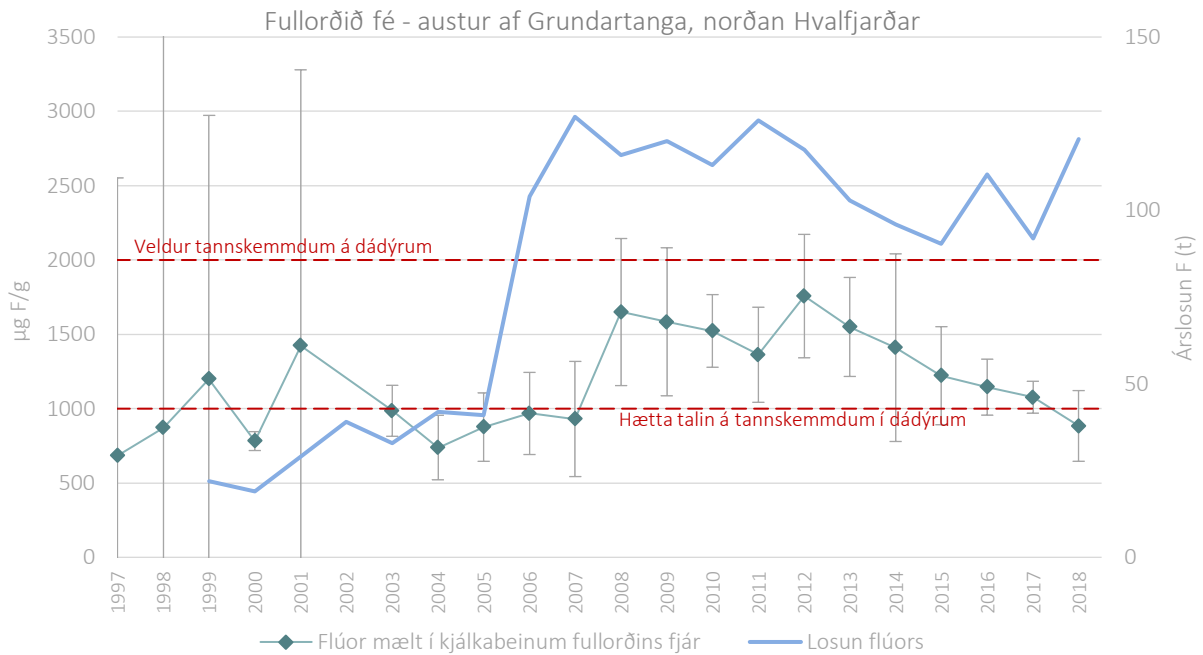
Fullorðið fé



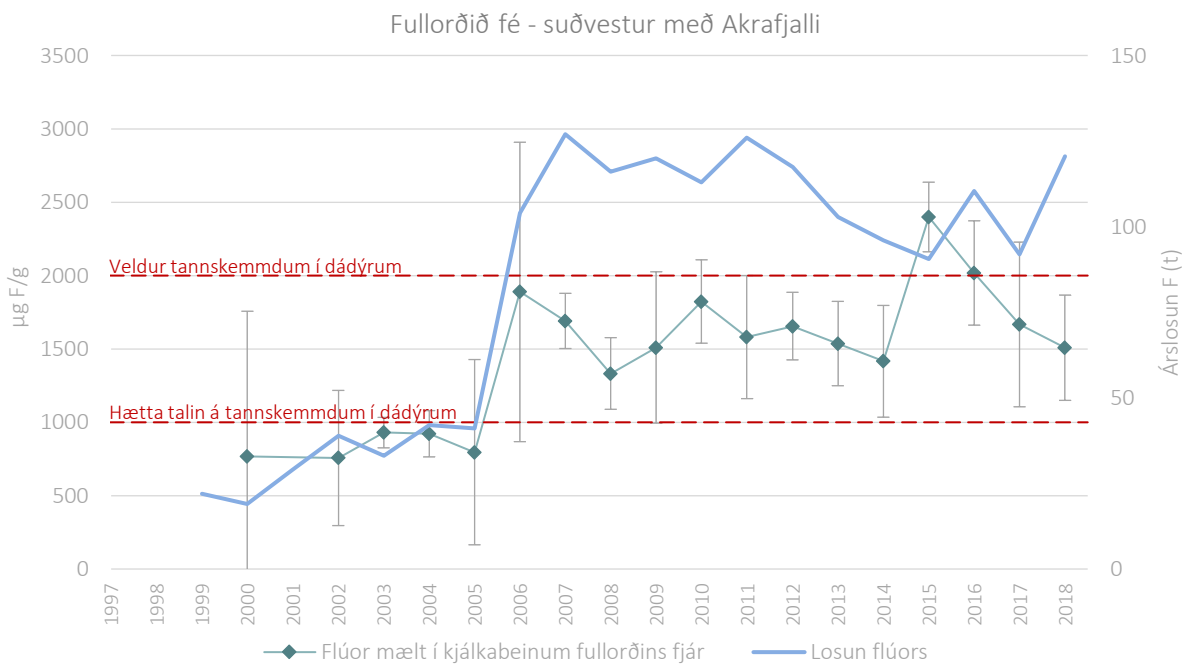
MYND F.15 Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum frá.



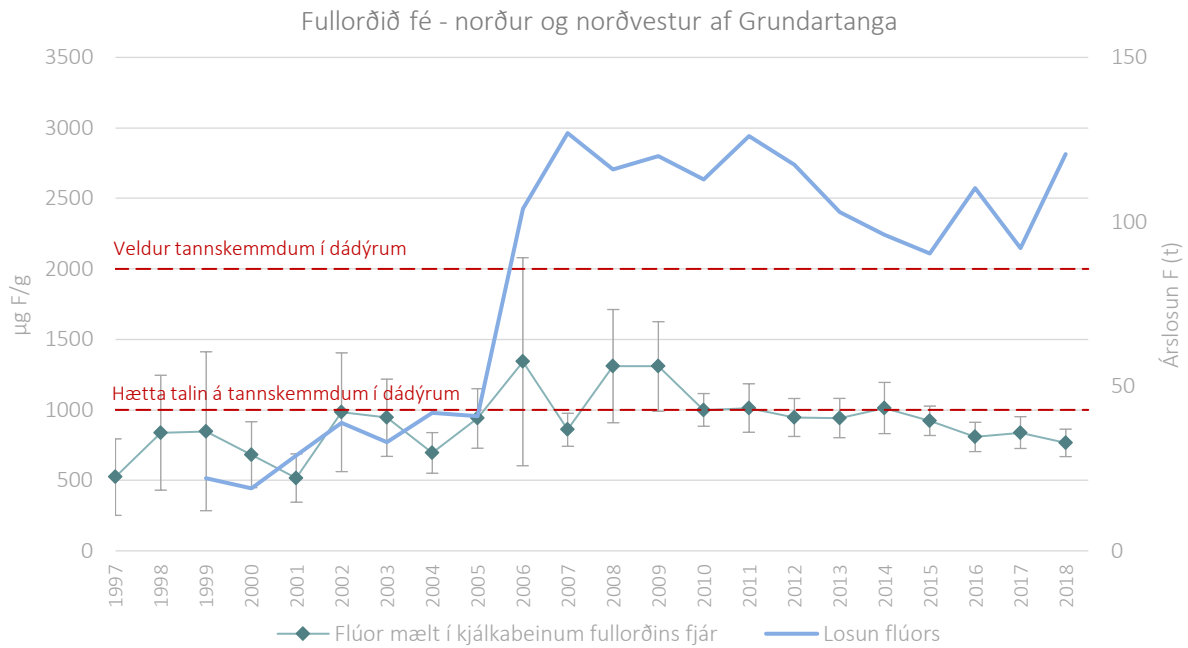
MYND F.16 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar .



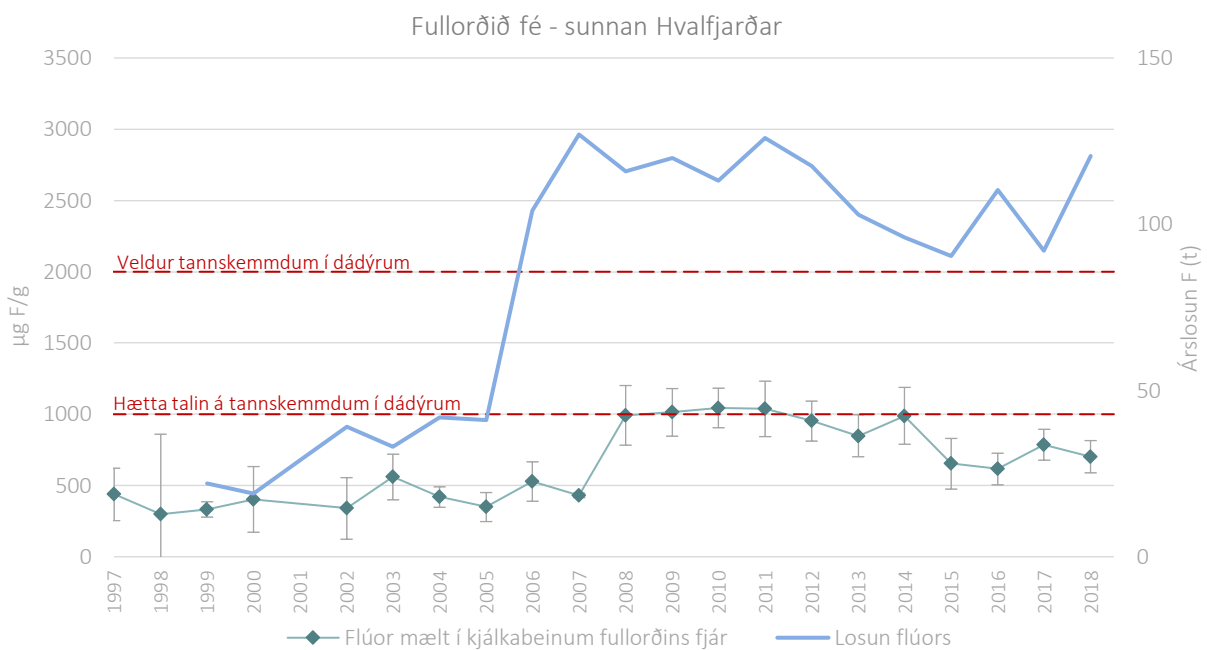
MYND F.17 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



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.