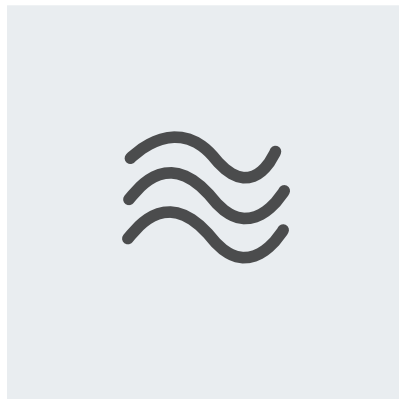


Umhverfisvöktun

IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Niðurstöður ársins 2020



SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

ÚTGÁFUDAGUR / VERKNÚMÉR

Apríl 2021 / 2434-161

SKÝRSLUNÚMÉR (ISBN) / SÍÐUFJÖLDI

ISBN 978-9935-9479-5-6/ 106

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Magnús Freyr Ólafsson

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Eva Yngvadóttir

LYKILORÐ

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

STAÐA SKÝRSLU

- Í vinnslu
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga
Niðurstöður ársins 2020

VERKHEITI

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2020

VERKKAUPI

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

HÖFUNDAR

Eva Yngvadóttir, Snævarr Örn Georgsson og Páll Höskuldsson

ÚTDRÁTTUR

Árið 2020 fór fram vöktun á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga með hefðbundnum hætti. Vöktunin fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028, með samþykki Umhverfisstofnunar. Eftirfarandi þættir voru vaktaðir að þessu sinni: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, klapparreitir, gróður (gras, lauf og barr), hey og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður vöktunar árið 2020 fyrir ferskvatn, gras, hey og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðum. Loftgæðamælingar fyrir flúoríð á Kríuvörðu mældust utan viðmiðunarmarkastarfsleyfis. Aðrar mælingar á flúor hjá Norðuráli eru allar innan starfsleyfismarkastarfsleyfis auk þess sem aðrar loftgæðamælingar í andrúmslofti uppfylla öll viðmiðunarmörk í reglugerðum. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr), klapparreiti og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár er hærri samanborið við árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, en ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

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

SAMANTEKT

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fór árið 2020 fram samkvæmt umhverfisvöktunar-áætlun, sem gildir til ársins 2028. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif starfsemi á iðnaðarsvæðinu á umhverfið. Þetta árið voru gerðar mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigrýfja í sjó, klappareitum, gróðri, heyi og grasbítum.

Niðurstöðurnar eru bornar saman við umhverfismörk í starfsleyfum og reglugerðum, þegar þau eru tiltæk. Einnig er gerður samanburður á milli ára og við bakgrunns-mælingar sem gerðar voru árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, og í sumum tilfellum miðað við árið 2007, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur

Niðurstöður vöktunar árið 2020 fyrir ferskvatn, gras, hey og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk eru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðum. Loftgæðamælingar fyrir flúoríð á Kríuvörðu mældust utan viðmiðunarmarkar starfsleyfis. Aðrar mælingar á flúor hjá Norðuráli eru allar innan starfsleyfismarkar auk þess sem aðrar loftgæðamælingar í andrúmslofti uppfylla öll viðmiðunarmörk í reglugerðum. Ekki hafa verið skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir klapparreiti, gróður (lauf og barr), grasbíta (sauðfé og hross) eða úrkomu. Í öllum tilfellum eru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir töldum þolmörkum gróðurs og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en hins vegar er ekki greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Þau fyrirtæki sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Alur Álvinnsla ehf., Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartangi ehf. Fyrirtækin eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, en þar fer einnig fram önnur starfsemi. Á árinu 2020 endurvann Alur 2.200 tonn af áli úr 5.200 tonnum af álgjalli. Ársframleiðsla Elkem var 104.537 tonn af 75% kísilmálm og 21.596 tonn af kísilryki og Norðurál framleiddi 313.000 tonn af áli.

Loftgæði

Styrkur heildarflúors, brennisteinsdíoxíðs, brennisteinsvetnis, nituroxíða, svifryks og bensó(a)pýrens mældist í öllum tilvikum undir skilgreindum umhverfismörkum. Styrkur loftkennds flúors í andrúmslofti að Kríuvörðu var óverulega umfram viðmiðunarmörk sem eru skilgreind í starfsleyfi Norðuráls.

Ekki eru skilgreind umhverfismörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Á Kríuvörðu mældist magn áfallins flúors og súlfats með úrkomu í herra lagi miðað við undanfarin ár auk þess sem úrkoman var vel súr. Á Gröf II mældist magn áfallins flúors og súlfats svipað og árið á undan og það sama á við um sýrustig úrkomunnar.

Ferskvatn

Í heild er hægt að segja gildi ársins 2020 í Kalmansá og Urriðaaá voru í meðallagi auk þess sem ekki varð vart mengunar í bergvatnsám. 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 og Urriðaá miðað við árið 1997. Styrkur flúors í bergvatnsánum hefur haldist óbreyttur undanfarin ár og er um fjórum sinnum lægri en í Kalmansá og Urriðaá.

Sjór við flæðigryfjur

Arsen, króm, kopar, nikkell, blý og sink mældust í sjósýnum við flæðigryfjurnar í öllum tilvikum innan við umhverfismörk II (lítill hætta á áhrifum á umhverfið). Því má vænta lítilla eða engra áhrifa frá þessum málum á lífríki sjávar vegna losunar frá flæðigryfjum. Styrkur járns, vanadíns og fosfórs mældist í öllum tilvikum svipaður og í viðmiðunarsýnum. Styrkur áls mældist svipaður eða lítilllega fyrir ofan styrkinn sem mældist í viðmiðunarsýnum sem bendir til lítillar útskolunar á áli úr flæðigryfjunni. Styrkur sýaníðs og flúors mældist svipaður og í viðmiðunarsýnum í öllum tilvikum.

Klapparreitir

Ekki var sýnilegur skaði á fléttum sem rekja má beint til loftmengunar vegna brennisteins eða flúors.

Styrkur brennisteins minnkaði í báðum fléttutegundunum (snepaskóf og hraunbreyskju) á öllum sýnatökustöðum miðað við árið 2017, þegar síðustu mælingar fóru fram. Lítil merkjanlegur munur var á styrk brennisteins hvort sem er innan þynningarsvæðis eða á sýnatökustað viðmiðunarsýnis við Hreðavatn.

Styrkur flúors í snepaskóf innan þynningarsvæðis minnkaði miðað við árið 2017. Hins vegar jókst styrkur flúors í snepaskóf á öllum sýnatökustöðum fyrir utan þynningarsvæðið nema á sýnatökustað viðmiðunarsýnis við Hreðavatn. Styrkur flúors í hraunbreyskju jókst á flestum sýnatökustöðunum. Umtalsvert minni styrkur mældist af flúor í hraunbreyskju en snepaskóf.

Að meðaltali minnkaði þekja fléttna og mosa á milli árána 2017 og 2020. Breytileiki þekjubreytinga var allmikill en ekki er hægt að sjá að þekjubreytingar séu aðrar eða meiri innan þynningarsvæða en utan þess.

Gróður

Gras

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

Lauf

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

Barr

Styrkur flúors í barri mældist á öllum vöktunarstöðum undir þolmörkum barrtrjáa. Engin breyting var á meðalstyrk flúors í eins árs eða tveggja ára barri norðan eða sunnan fjarðar miðað við árið 1997 og árið 2007.

Hey

Flúor í heyi mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum grasbíta og hámarksgildi flúors í fóðri. Mælingar á brennisteini í heyi voru 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 á 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 2020 var breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan fjarðar miðað við árið 1997, en til lækkunar miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar var meðalstyrkur flúors hærrí miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Frá fimm bæjum var meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár yfir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum í dádýrum. Ekkert sýni mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum. Árið 2020 var ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár norðan fjarðar miðað við árið 1997 né miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar var marktæk hækkun á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé á árinu 2020 miðað við árin 1997 og 2007.

Lifandi sauðfé og hross

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

Yfirlit yfir niðurstöður umhverfsvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2020, má sjá í töflunni hér fyrir aftan. Árið 2020 voru tekin um 480 sýni frá um 177 sýnatökustöðum. Rannsóknir vegna umhverfsvöktunar voru framkvæmdar af Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru rúmlega 74 mælipættir. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfum fyrirtækjanna eru einungis til fyrir 30 af þessum mælipáttum. Fyrir þá mælipætti sem íslensk umhverfismörk hafa ekki verið skilgreind eru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára.

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

		Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Loftegæði	Andrúmsloft	Lofkennit flúor í andrúmslofti	Starfsleyfi Norðuráls
		Lofkennit flúor + flúor í svifryki	Starfsleyfi Norðuráls
		Brennisteinsdíoxíð í lofti og ryki	Ársmeðalstyrkur - Gróðurverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Sólahringsmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Klukkustundarmeðalstyrkur SO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Brennisteinsvetni	Ársmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
			Klukkustundarmeðalstyrkur H ₂ S - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 514/2010
		Niturdíoxíð	Ársmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
			Klukkustundarmeðalstyrkur NO ₂ - Heilsuverndarmörk skv. rg. nr. 920/2016
		Nituroxíð	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)pýren 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 flæðigrýfjur	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
	Ál	
	Blý	
	Kopar	
	Króm	
	Nikkel	
	Sink	
	Flúor	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
	Járn	
	Sýaníð	
	Vanadín	Viðmiðunargildi ekki til
	Fosfór	
Klapparreitir	Þekja mosa	Viðmiðunargildi ekki til
	Þekja fléttna	
	Heildarþekja	
	Tegundafjöldi	
	Brennisteinn í fléttum	
	Flúor í fléttum	
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
Grasbitar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi ekki til
	Ástandsskoðun tanna og kjálka í sláturfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun liða í lifandi sauðfé	
	Ástandsskoðun tanna í lifandi hrossum	
	Ástandsskoðun liða í lifandi hrossum	

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	9
2	STAÐHÆTTIR	10
2.1	Þynningarsvæði	10
2.2	Starfsemi	10
2.3	Veðurfar	11
3	FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	13
3.1	Vöktunarstaðir	13
3.2	Tölfræði	13
4	LOFTGÆÐI	15
4.1	Niðurstöður	16
4.1.1	Flúor í andrúmslofti	16
4.1.2	Brennisteinsdíoxíð í andrúmslofti yfir árið	18
4.1.3	Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	19
4.1.4	Nituroxíð í andrúmslofti	21
4.1.5	Svifryk í andrúmslofti	22
4.1.6	Fjölrhinga arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	23
4.1.7	Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	24
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 FLÆÐIGRYFJUR	30
6.1	Niðurstöður	31
6.1.1	Málmur og steinefni í sjósýnum	31
6.1.2	Sýanið og flúor í sjósýnum	31
7	KLAPPARREITIR	33
7.1	Niðurstöður	34
7.1.1	Þekja tegunda	34
7.1.2	Brennisteinn og flúor í blað- og runnfléttum	36
8	GRÓÐUR	39
8.1	Niðurstöður	40
8.1.1	Flúor í grasi	40
8.1.2	Flúor í laufi	42
8.1.3	Flúor í barri	43
8.2	Þungmálmur og brennisteinn í mosa	44
9	HEY	45
9.1.1	Flúor í heyi	46
9.1.2	Brennisteinn í heyi	47
10	GRASBÍTAR	48

10.1	Niðurstöður	50
10.1.1	Flúor í lömbum	51
10.1.2	Flúor í fullorðnu fé	51
10.1.3	Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	52
10.1.4	Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	53
11	HEIMILDASKRÁ	54
VIÐAUKI A	ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR	57
VIÐAUKI B	LOFTGÆÐI	58
VIÐAUKI C	FERSKVATN	65
VIÐAUKI D	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	70
VIÐAUKI E	KLAPPARREITIR	72
VIÐAUKI F	GRÓÐUR	83
VIÐAUKI G	GRASBÍTAR	92

SKILGREININGAR

Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
BaP	Bensó(a)þýren, efnisþáttur í PAH ₁₆ .
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum.
Heilsuverndarmörk	Mörk sem sett eru til að tryggja heilsu manna í lengri tíma. ¹
pH	Sýrustig sem ákvarðast af magni vetnisjóna í vatnslausn.
Svifryk (PM ₁₀)	Svifryksagnir sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM _{2,5})	Svifryksagnir sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Umhverfismörk	Umhverfismörk eru leyfilegt hámarksgildi mengunar í tilteknum viðtaka í því skyni að koma í veg fyrir eða draga úr skaðlegum áhrifum á heilsu manna og/eða umhverfið. Umhverfismörk eru sett til að vernda umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (svo sem heilsuverndarmörk og gróðurverndarmörk til verndunar vistkerfa).
Viðtaki	Svæði sem tekur við mengun og þynnir hana eða eyðir.
Þolmörk	Hámarksstyrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talið er að þær þoli án þess að skaðast.
Þynningarsvæði	Sá hluti viðtaka þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir umhverfismörkum eða gæðamarkmiðum.

Reglugerðir:

920/2016	Um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu, styrk ósons við yfirborð jarðar og um upplýsingar til almennings.
514/2010	Um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.
265/2010	Um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum.
410/2008	Um arsen, kadmíum, kvikasilfur, 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

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

Árið 2020 var unnið samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og er gerð skv. starfsleyfum og samþykkt af Umhverfisstofnun [1].

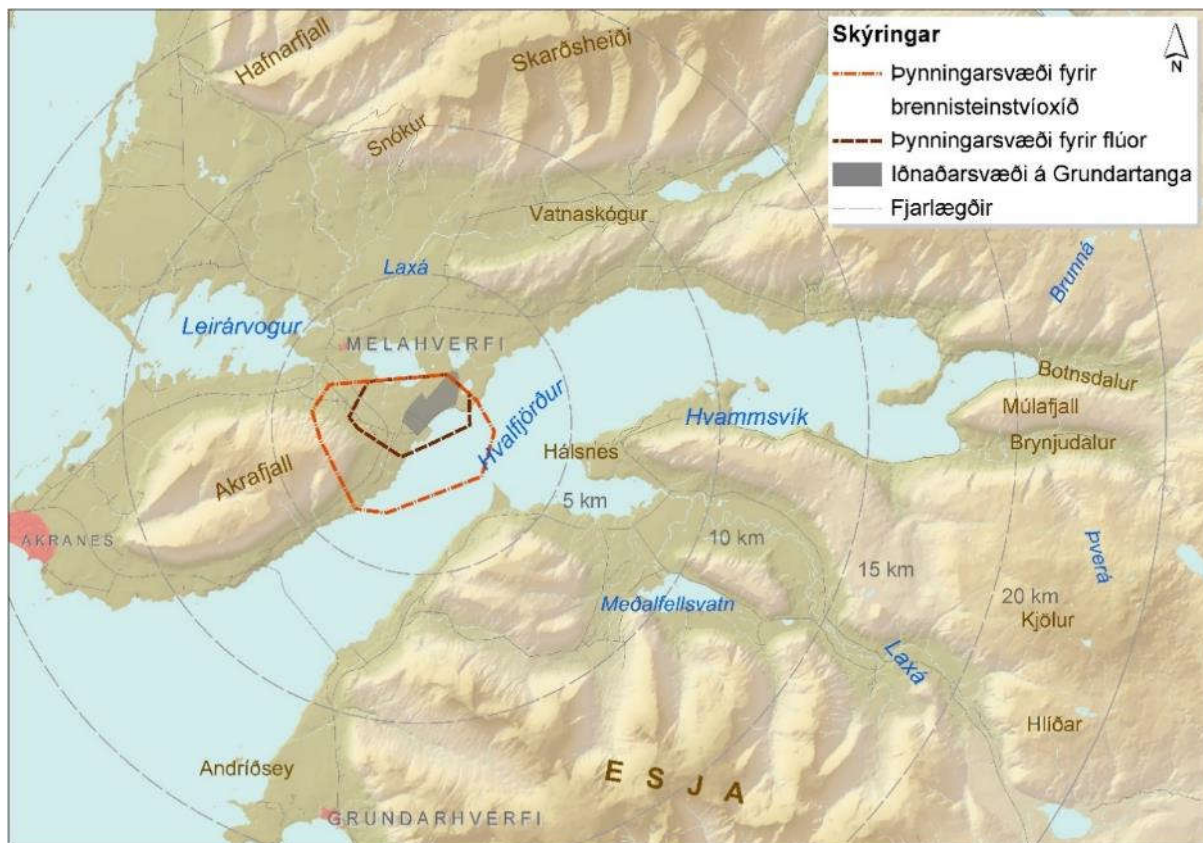
Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunarmælinga í grennd við iðnaðarsvæðið sem voru framkvæmdar árið 2020. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Auk þess er mat lagt á breytileika mælinganna fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar.

Skýrslunni er skipt í tíu kafla. Kafli 1 inniheldur stuttan inngang sem lýsir tilgangi umhverfisvöktunarinnar. Í kafla 2 er lýsing á staðháttum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir umfang og mælipætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3. Í köflum 4 – 10 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, klapparreiti, hey, gróður og grasbíta. Í viðaukum skýrslunnar kemur fram ítarefni og nánari upplýsingar sem tengjast mælingum og niðurstöðum. Í viðauka A er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur umhverfisvöktunar og í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Niðurstöður ferskvatnsmælinga auk tölfræðigagna er að finna í viðauka C. Í viðauka D er að finna ítarefni vegna vöktunar á sjó við flæðigryfjur. Viðauki E inniheldur upplýsingar um klapparreiti, viðauki F inniheldur upplýsingar um gróður auk tölfræðigagna og viðauki G inniheldur nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

2 STAÐHÆTTIR

2.1 Þynningarsvæði

Við norðanverðan Hvalfjörð er staðsett skipulagt iðnaðarsvæði á Grundartanga, eins og sjá má á mynd 2.1.



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

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

2.2 Starfsemi

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979 og er ársframleiðslugeta verksmiðjunnar 120.000 tonn af kísilmálmi. Starfsfólk Elkem á Grundartanga

framleiðir m.a. sérhæfða kísilmálmböndu sem er mikilvæg fyrir rafbílavæðingu heimsins og framleiðslu á orkusparandi heimilistækjum. Árið 2020 framleiddi Elkem 104.537 tonn af 75% kísilmálm og 21.596 tonn af kísilyki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,93 % af samantöldum rekstrartíma allra ofna. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af kísilmálm og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilyki. Við framleiðslu kísilmálms er losun til umhverfis aðallega loftborin sem má að mestu leyti rekja til kísilmálmryks, brennisteinsdíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂).

Árið 2020 störfuðu um 600 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 313 þúsund tonnum af áli. Afurðin er hreint ál og álblöndur. Norðurál leggur áherslu á að starfsemi fyrirtækisins sé í sátt við umhverfið og stöðugt er unnið að lágmarkun umhverfisáhrifa. Stöðugleiki í rekstri og notkun endurnýjanlegra orkugjafa tryggir að kolefnisspor íslenska álsins er með því lægsta sem gerist í heiminum.

Norðurál hlaut árið 2019 hina alþjóðlegu ASI vottun sem staðfestir að fyrirtækið stenst ítrustu kröfur um samfélagslega ábyrgð, heiðarlega viðskiptahætti, umhverfisvænt hráefni og framleiðslu.

Rekstur gekk almennt vel árið 2020 og var losun innan starfsleyfismarka nema hvað flúor mældist yfir starfsleyfismörkum á Krúuvörðu. Álver Norðuráls á Grundartanga var gangsett árið 1998 og hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári.

Alur Álvinnsla ehf., hóf starfsemi á Grundartanga í nóvember 2012 og vinnur ál úr álgjalli frá álfyrirtækjum. Árið 2020 vann Alur um 2.200 af áli úr 5.200 tonnum af álgjalli, en fyrirtækið hefur starfsleyfi til að taka á móti allt að 15.000 tonnum af álgjalli á ári. Við framleiðsluna féllu til um 1.300 tonn af saltköku en á árinu voru flutt út 3.000 tonn erlendis til endurvinnslu. Salt úr enduruninni saltköku verður nýtt aftur í bræðsluferli Áls.

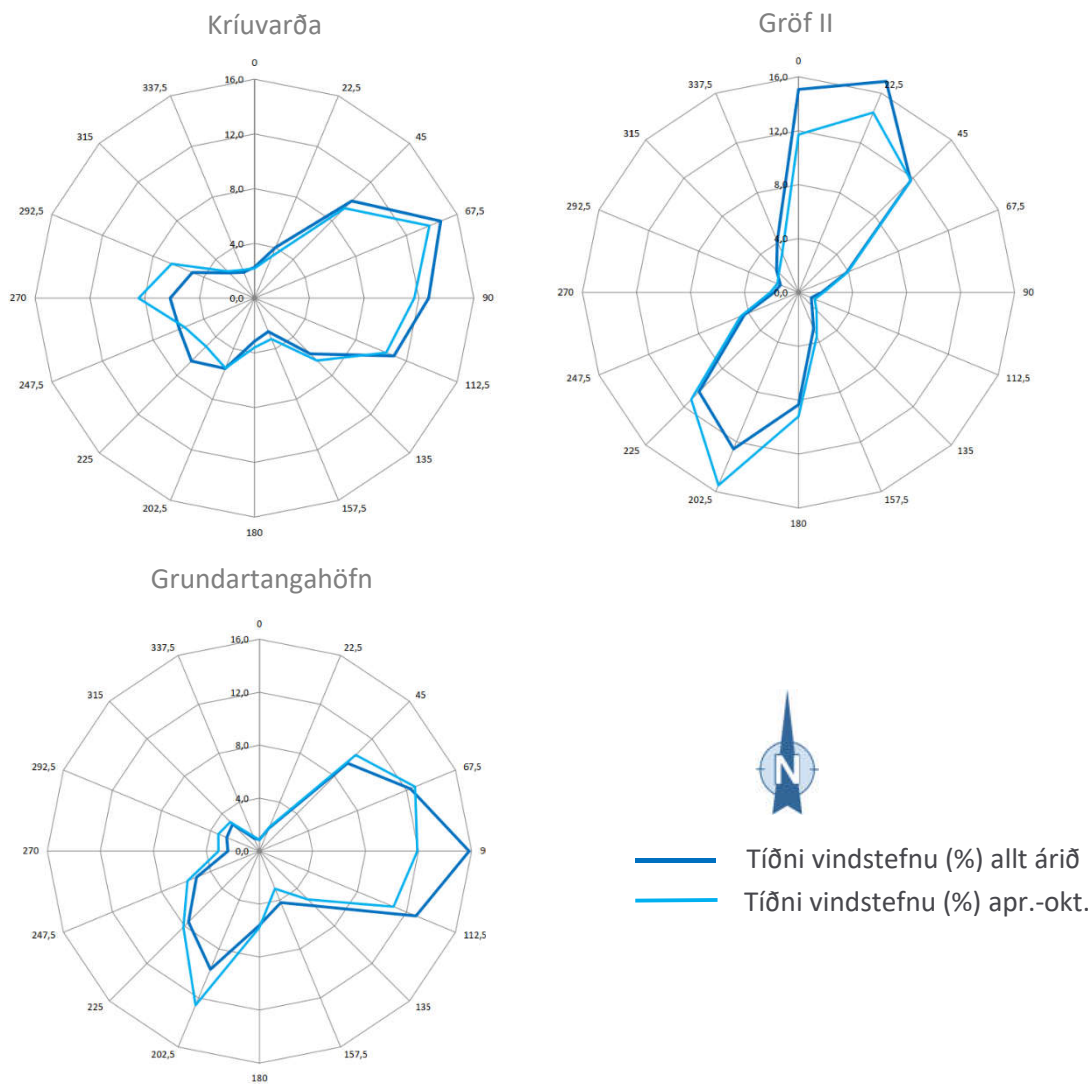
2.3 Veðurfar

Líkt og fyrri ár fóru veðurmælingar fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum á Krúuvörðu, Gröf II og Grundartangahöfn, sjá staðsetningu loftgæðamælistöðva á mynd 3.1. Mælistöðin Gröf II er staðsett um 3 km suðvestur af Grundartanga, skammt frá bænum Gröf II í um 40 m hæð y.s. Mælistöðin á Krúuvörðu er staðsett um 700 metra norðan við austurenda álversins í um 15 m hæð y.s. en stöðin á Grundartangahöfn er staðsett í um 25 m hæð y.s. Í töflu 2.1 kemur fram meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraði á öllum mælistöðvum [2]. Vindhraði var mestur á Grundartanga en kaldast var á Gröf II. Hitastig ársins 2020 var 0,6-1,5 °C lægra en árið 2019 en vindur var hægari yfir sumartímann en árið áður.

TAFLA 2.1 Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2020 [2].

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

Vindrósir fyrir allt árið 2020 og fyrir tímabilið apríl til október á öllum veðurstöðvum eru sýndar á mynd 2.2. Vindrós á Gröf II fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem augljóslega mótar vindrósina með afgerandi hætti. Þar snúast austanáttir til norðaustanátta og suðlægar áttir til suðvestlægrar átta vegna legu fjallsins. Á Kríuvörðu virðist álverið skýla fyrir suðvestanvindum. Vindrósir vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósir alls ársins eru mjög svipaðar. Á Gröf II eru norðaustanáttir algengastar en austanátt í Grundartangahöfn og á Kríuvörðu [2].



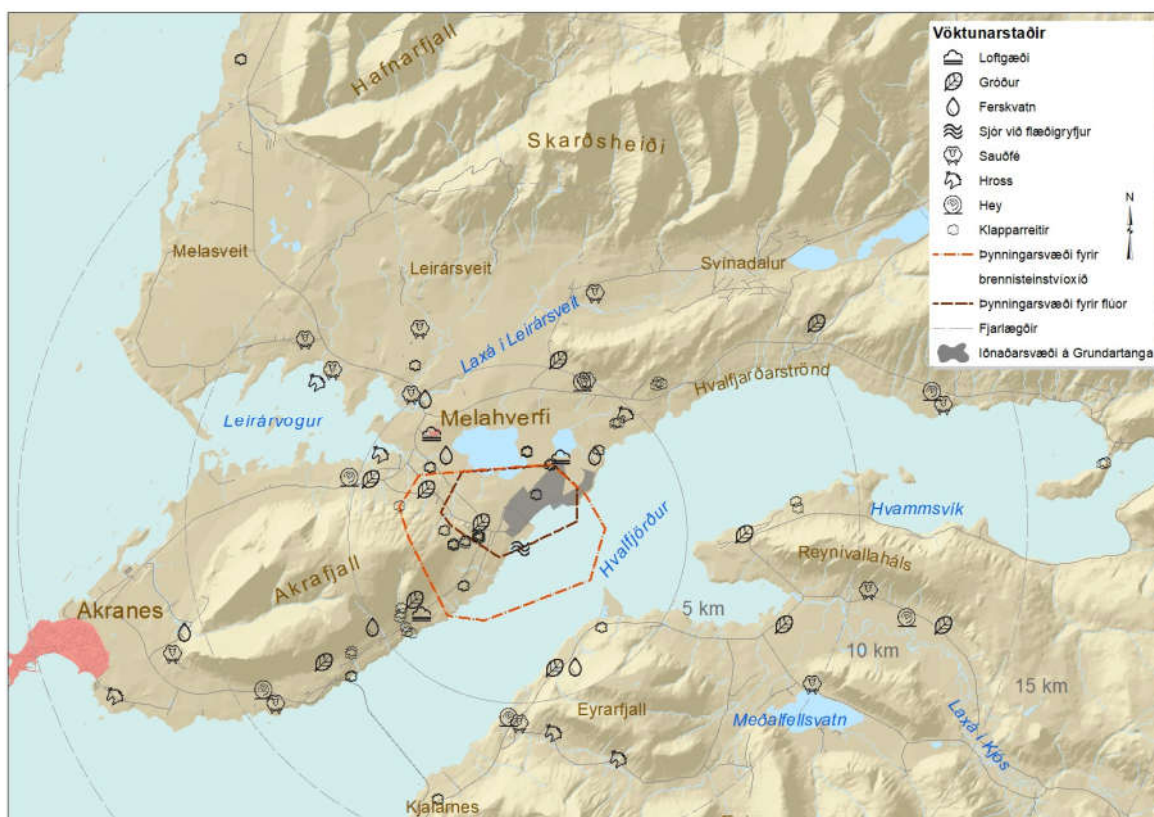
MYND 2.2 Vindrósir frá Grundartangahöfn, Kríuvörðu og Gröf II fyrir tímabilið apríl - október 2020 og allt árið 2020.

3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR

Umhverfisvöktun ársins 2020 var framkvæmd í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og má finna á heimasíðu Umhverfisstofnunar [1]. Í töflu 3.1 er yfirlit yfir mæliþætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil.

3.1 Vöktunarstaðir

Mynd 3.1 sýnir yfirlit yfir vöktunarstaði umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, klappareiti, gróður, hey og grasbíta (sauðfé og hross) árið 2020.



MYND 3.1 Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2020 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, klappareiti, gróður, hey og grasbíta.

3.2 Tölfræði

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

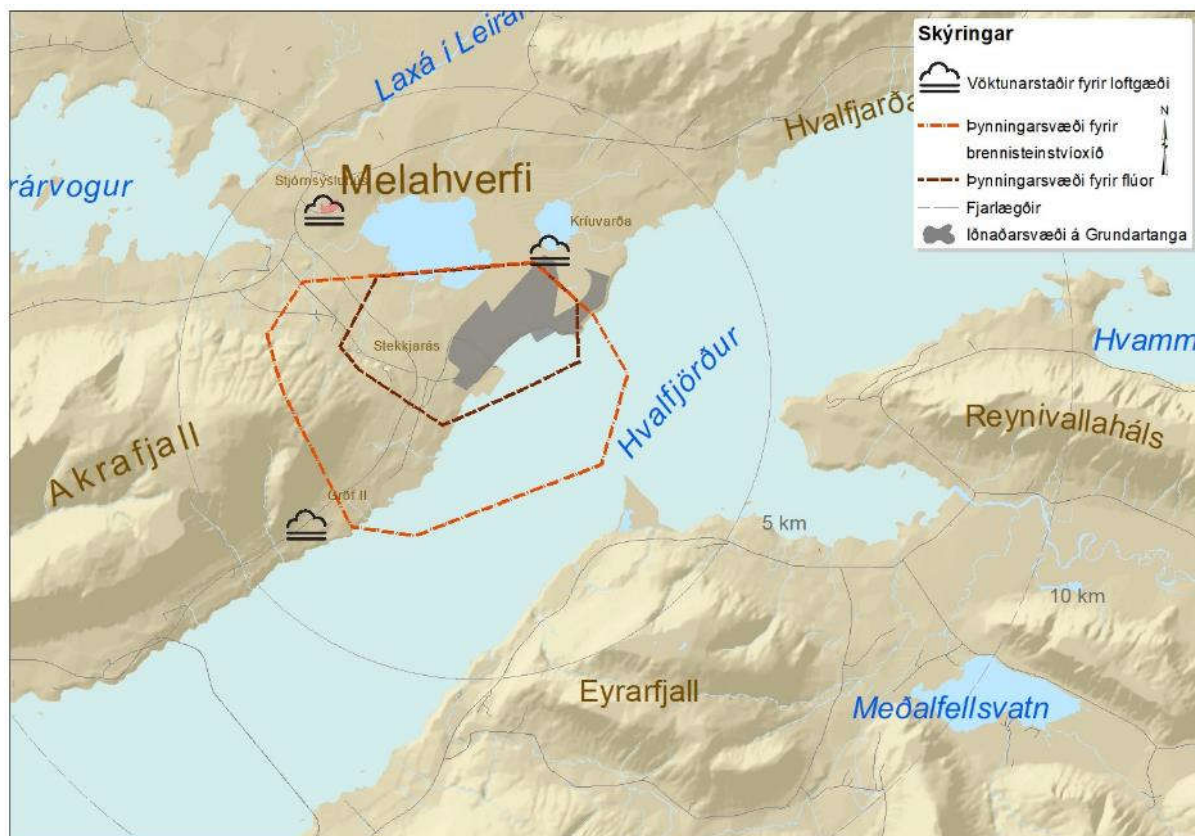
TAFLA 3.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2020.

	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<p><i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, brennisteindíoxíð í lofti og ryki, svifryk, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni</p> <p><i>Úrkoma:</i> klóríð, níturat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín og kalsín</p>	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Kríuvarða, Gröf II, Melahverfi</p>	<p><i>Kríuvarða:</i> allt árið</p> <p><i>Gröf II:</i> allt árið</p> <p><i>Melahverfi:</i> allt árið</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
		<p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Hálsnes, apríl-okt, þriðja hvert ár, síðast 2018 [3]. Næst 2021</p>		
Ferskvatn	Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín	<p><i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá</p> <p><i>Uptök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá</p>	16. apríl - 28. sept. 2020	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
Sjór við flæðigryfjur	<p><i>Málmur:</i> arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín</p> <p>Sýaníð, flúor og fosfór</p>	Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfjur auk tveggja viðmiðunarstaða	9.júní, 26. ágúst og 4. október 2020	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
Lífriki sjávar	<p>16 PAH efni og 13 ólífræn snefilefni í mjúkvef kræklinga</p> <p>16 PAH efni í sjávarseti</p>	<p><i>Rannsóknir fimmta hvert ár. Seinast mælt 2016 [4]. Næst mælt 2021.</i></p>		
Gróður	Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi (<i>birki, reynir</i>) og barri (<i>greni, bergfura, stafafura</i>)	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús, Hlíð</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur</p>	<p><i>Gras:</i> 11. júní, 7. júlí og 4. sept. 2020</p> <p><i>Lauf:</i> 11. júní og 4. sept. 2020</p> <p><i>Bar:</i> 19. nóv. 2020</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> NMÍ*, Skógrækt ríkisins</p>
Mosar og fléttur	<p><i>Klapparreitir:</i> Gróður-breytingar fléttna og mosa, brennisteinn og flúor í fléttum</p> <p><i>Móareitir:</i> Gróðurbreytingar</p>	<p><i>Klapparreitir:</i> Rannsóknir fara fram þriðja hvert ár á sumartíma. Sýnataka fór fram 7.- 9. júlí 2020.</p> <p><i>Móareitir:</i> Rannsóknir á móareitum yfir sumartíma á sex ára fresti. Seinast mælt 2015 [5]. Næst mælt 2021.</p>		
Hey	Flúor og brennisteinn	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Litla Fellsöxl, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Innri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Grímsstaðir</p>	Janúar 2021	<p><i>Sýnataka:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p> <p><i>Efnagreiningar:</i> NMÍ*</p>
Grasbítar	Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka	<p><i>Sláturfé:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skorholt, Eystri Leirárgarðar, Hóll, Skipanes, Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg, Vestri Reynir, Innri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Meðalfell Grímsstaðir</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi</p>	<p><i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2020</p>	<p><i>Efnagreiningar:</i> NMÍ*</p> <p><i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé	<p><i>Lifandi sauðfé:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Grímsstaðir, Kiðafell</p>	<p><i>Lifandi sauðfé og hross:</i> janúar 2021</p>	<p><i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	Ástand tanna og liða í lifandi hrossum	<p><i>Lifandi hross:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Skipanes, Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Morastaðir</p>		

* NMÍ: Efnagreiningar - Nýsköpunarmiðstöð Íslands sameinaðist Hafrannsóknastofnun í janúar 2021.

4 LOFTGÆÐI

Þrjár loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2020, þ.e. á Kríuvörðu, Gröf II og í Melahverfi (mynd 4.1). Á þessum mælistöðvum fóru m.a. fram sjálfvirkar mælingar allt árið fyrir mismunandi mælipætti (tafla 4.1). Loftgæðamælistöðin á Hálsnesi var ekki starfrækt en hún er aðeins starfrækt þriðja hvert ár, samkvæmt vöktunaráætlun. Hún var í rekstri árið 2018 og verður því starfrækt aftur árið 2021.



MYND 4.1 Staðsetning loftgæðamælistöðva í rekstri árið 2020.

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 2020. Niðurstöður mælinga á SO_2 , H_2S og svifryki (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$), eru birtar á www.loftgaedi.is.

Loftgæðamælistöð	Sjálfvirkar mælingar allt árið	Sýnum safnað á síur allt árið	Úrkoma
Kríuvörða	Svifryk (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$), SO_2 , H_2S , 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_2S		

4.1 Niðurstöður

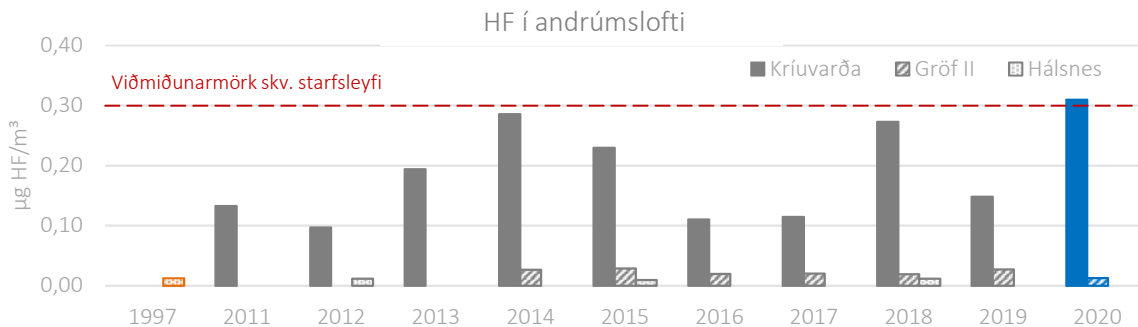
Yfirlit yfir niðurstöður mælinga á loftgæðum (andrúmsloft og úrkoma) ásamt skilgreindum umhverfismörkum má finna í köflum 4.1.1 - 4.1.6. Frekari niðurstöður mælinga á loftgæðum er að finna í viðauka B. Í töflum B.1 - B.3 er yfirlit yfir reglugerðir sem skilgreina viðeigandi viðmiðunarmörk fyrir hvern mælipátt auk hæstu og lægstu mældu gildi. Á gröfum og línuritum sem eiga við um loftgæði eru sýndar niðurstöður síðustu 10 ára, vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2010, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

4.1.1 Flúor í andrúmslofti

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

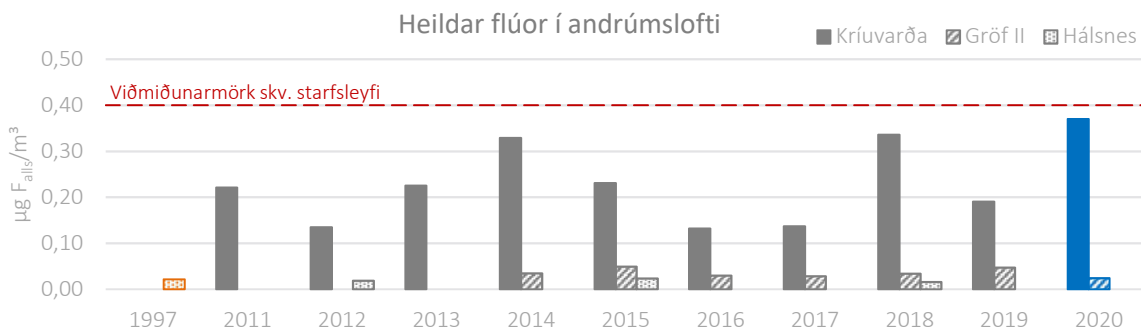
Líkt og fyrri ár var sýnum fyrir flúormælingar safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II. Á Kríuvörðu var meðalstyrkur loftkennds flúors á mælistöðvunum yfir viðmiðunarmörkum ($0,3 \mu\text{g HF/m}^3$ tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls, sbr. mynd 4.2. Er það í fyrsta sinn sem það gerist síðan byrjað var að safna sýnum á síur árið 2010 og má rekja það til mjög hárra gilda um vorið, einkum 4. og 27. maí. Á Gröf II var meðalstyrkur HF lægri en undanfarin ár og langt innan viðmiðunarmarka (mynd 4.2).

Í starfsleyfi Norðuráls eru gefin upp viðmiðunarmörk utan þynningarsvæðis fyrir loftkenndan flúor $0,30 \mu\text{g HF/m}^3$, reiknað sem meðaltal yfir tímabilið 1. apríl - 30. september ár hvert. Árið 2020 mældist styrkur loftkennds flúors, á Kríuvörðu, yfir þetta tímabil $0,42 \mu\text{g HF/m}^3$ (mynd 4.2), sem er það hæsta sem mælst hefur. Þessar mæliniðurstöður byggja á söfnun jafnstórra sýna yfir mislangt tímabil, þ.e. einu sýni sem safnað er samfellt yfir 1 sólarhring og öðru sýni sem safnað er í 12 mínútur á hverri klukkustund yfir 5 daga tímabil. Samkvæmt hefð hefur meðaltalið verið tekið einfalt, þ.e. að eins dags sýnið vegur jafn þungt og sýni sömu stærðar tekið yfir fimm daga [2]. Það er álit sérfræðinga NMÍ að réttara sé að reikna meðaltal flúors þannig að fimm daga sýnin vegi fimm sinnum meira en eins dags sýnin, þar sem fræðilega séð ætti jafnt vægi sýna að gefa sama meðaltal ef mjög mörg sýni eru tekin. Yfir skemmra tímabil bendir hins vegar fræðileg skoðun til þess að fimm daga mæling gefi betri forspá um meðaltalið. Með því að reikna meðaltal loftkennds flúors þannig að fimm daga sýnin vegi fimm sinnum meira en eins dags sýnin er meðalstyrkur loftkennds flúors á Kríuvörðu yfir tímabilið apríl-september, $0,31 \mu\text{g HF/m}^3$ (mynd 4.2). Það er því mat sérfræðinga NMÍ að styrkur loftkennds flúors á Kríuvörðu árið 2020 sé raunverulegur umfram viðmiðunarmörk sem gefin eru upp í starfsleyfi Norðuráls en óverulegur [2].



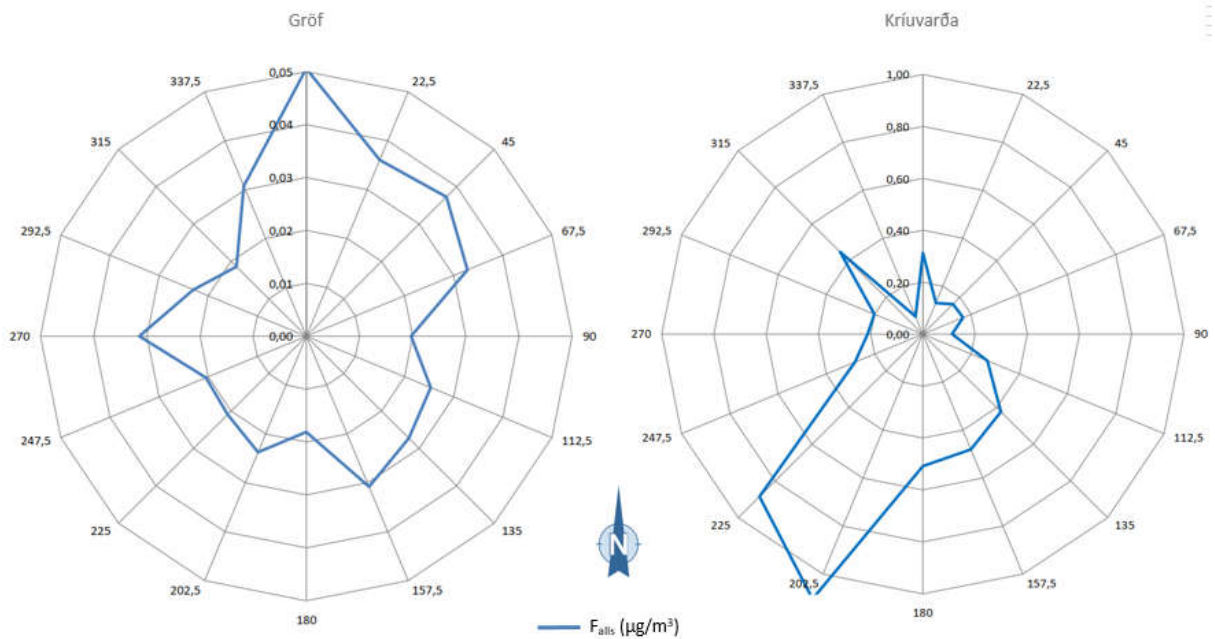
MYND 4.2 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á starfsleyfistímabilinu (apríl - september) á Kríuvörðu og Gröf II.

Svipaða sögu er að segja um styrk heildarflúors (F), þ.e. samanlagðan styrk loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti og flúors bundinn í ryki, yfir vöktunartímabilið. Meðalstyrkur heildarflúors á Kríuvörðu var $0,5 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á tímabilinu 1. apríl - 30. september, sem er yfir viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðurláls ($0,4 \mu\text{g F}/\text{m}^3$). Þegar meðaltalið er reiknað með sömu aðferð og áður, þ.e. eins dags sýnið vegur jafn þungt og sýni sömu stærðar tekið yfir fimm daga er meðalstyrkur flúors $0,42 \mu\text{g F}/\text{m}^3$. Það er mat sérfræðinga NMÍ að réttara sé að reikna meðaltal heildarflúors á sama hátt og meðaltal loftkennds flúors þ.e. að fimm daga sýnin vegi fimm sinnum meira en eins dags sýnin. Með þessari aðferð er meðalstyrkur heildarflúors á Kríuvörðu yfir tímabilið apríl-sept. $0,37 \text{ F}/\text{m}^3$ (mynd 4.3) og því undir viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðurláls [2].



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

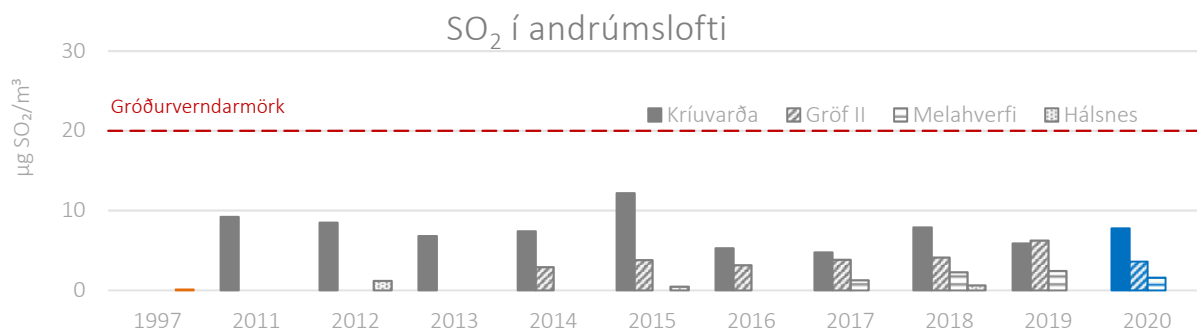
Eins og áður mældist styrkur flúors hærri á Kríuvörðu en Gröf II og var áberandi hæstur þegar tíðar suðvestanáttir voru ríkjandi. Á Gröf II mældist hærri styrkur flúors í norðaustanáttum. Helsta ástæðan fyrir þessum mun er staðsetning mælistöðvanna. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mældinga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



MYND 4.4 Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2020 á Kríuvörðu og Gröf II. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

4.1.2 Brennisteinsdíoxíð í andrúmslofti yfir árið

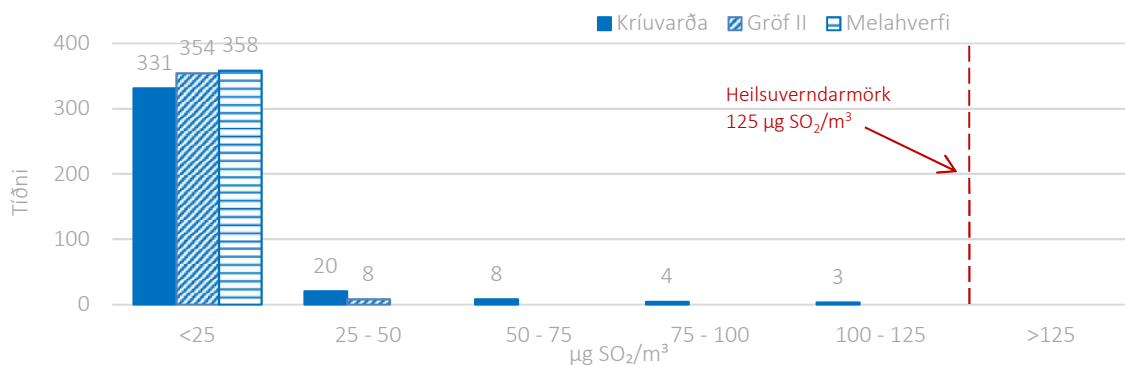
Brennisteinsdíoxíð (SO_2) var mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi (mynd 4.5 og mynd B.3 í viðauka). Styrkur SO_2 mældist hærri á Kríuvörðu en Gröf II, líkt og venjan er. Styrkurinn á Gröf II mældist lægri en síðustu þrjú árin þar á undan. Styrkur SO_2 á Kríuvörðu mældist nokkuð hærri en árið 2019 og var órlítið yfir meðaltali síðustu 10 ára. Styrkur við Melahverfi var nokkuð lægri en árin tvö á undan. Meðalstyrkur SO_2 í andrúmslofti árið 2020 var á öllum mælistöðvum undir gróðurverndarmörkum ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) sem gilda utan þynningarsvæðis (mynd 4.5).



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

Árið 2020 mældist SO_2 aldrei yfir klukkustundarheilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) en árlega er leyfilegt að fara 24 sinnum yfir þau mörk. Hæstu gildi SO_2 mældust í suðsuðvestanátt á Kríuvörðu, norðnorðaustanátt á Gröf II og í suðaustanátt í Melahverfi. Er það í samræmi við að meginuppspretta brennisteinsdíoxíðs tengist iðnaðarsvæðinu á Grundartanga.

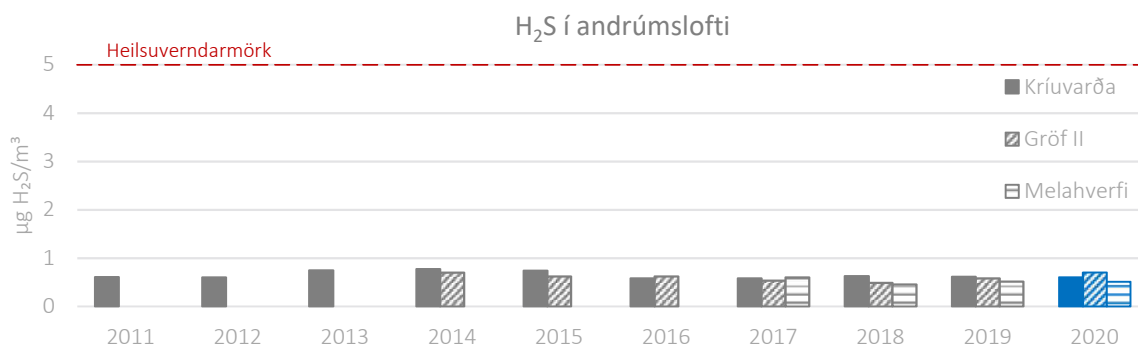
Á vöktunarstöðunum mældist sólarhringsmeðalstyrkur SO₂ aldrei yfir heilsuverndarmörkum (125 µg SO₂/m³) en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO₂ á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi yfir árið 2020. Mælingar eru ekki skráðar alla daga ársins sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu.



MYND 4.6 Fjöldi mælinga fyrir mismunandi sólarhringsmeðalstyrk SO₂ á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2020.

4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

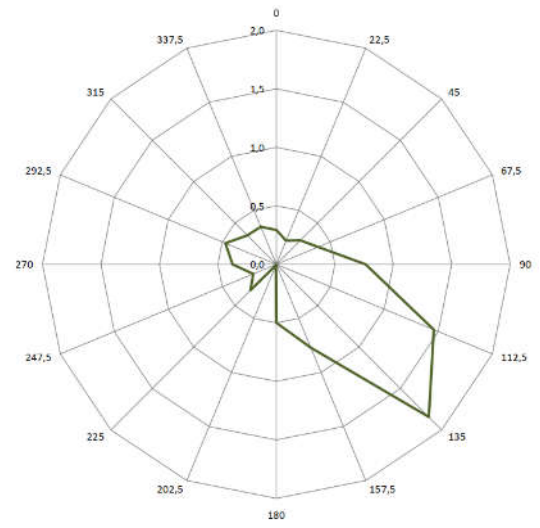
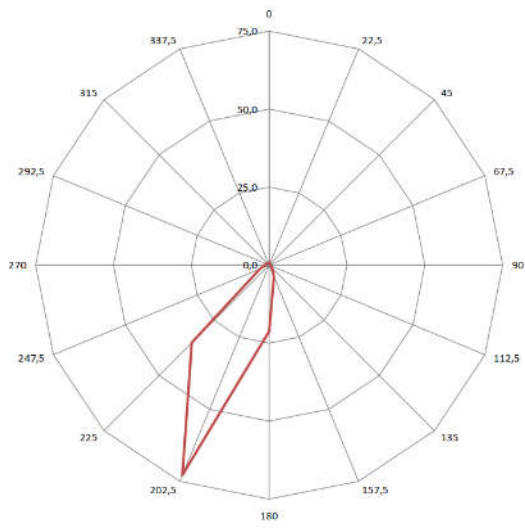
Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis (H₂S) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2020. Meðalstyrkur loftborins H₂S mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörðunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B [2].



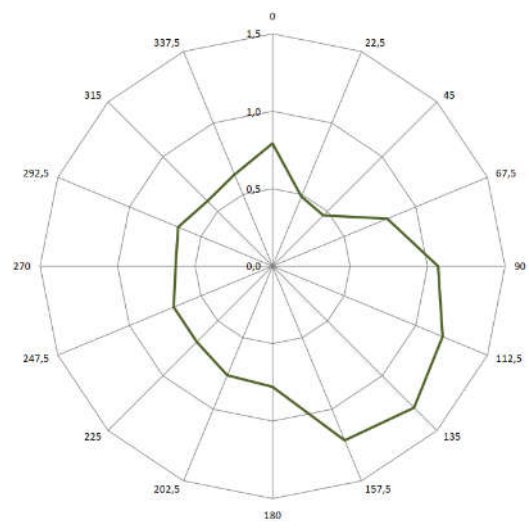
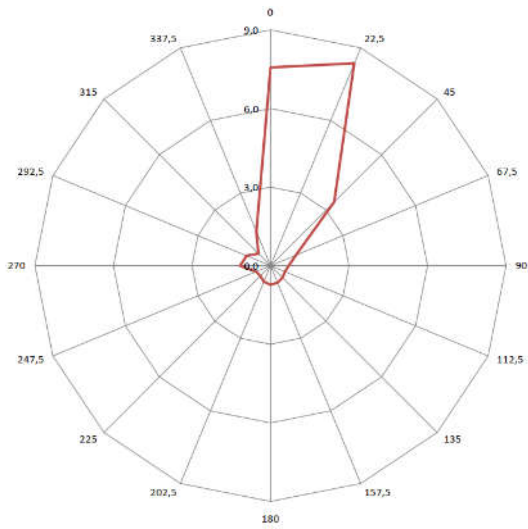
MYND 4.7 Meðalstyrkur H₂S á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

Meginuppspretta SO₂ á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem SO₂ berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að Gröf II í norðaustanáttum (mynd 4.8). Uppspretta H₂S á Kríuvörðu og Gröf II er að suðaustan frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Niðurstöðurnar eru svipaðar og fyrri ár á öllum þremur mælistöðum.

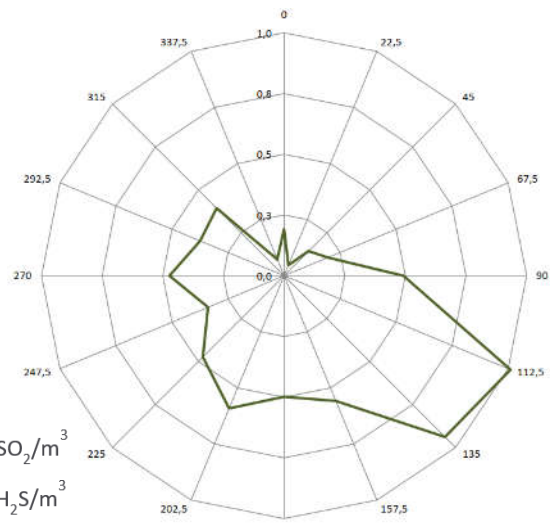
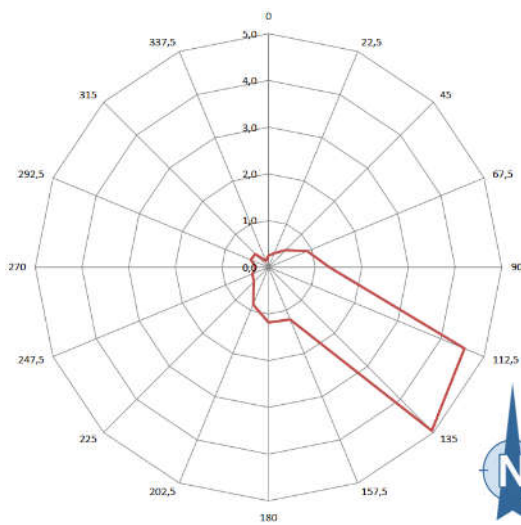
Kríuvarða



Gröf II



Melahverfi



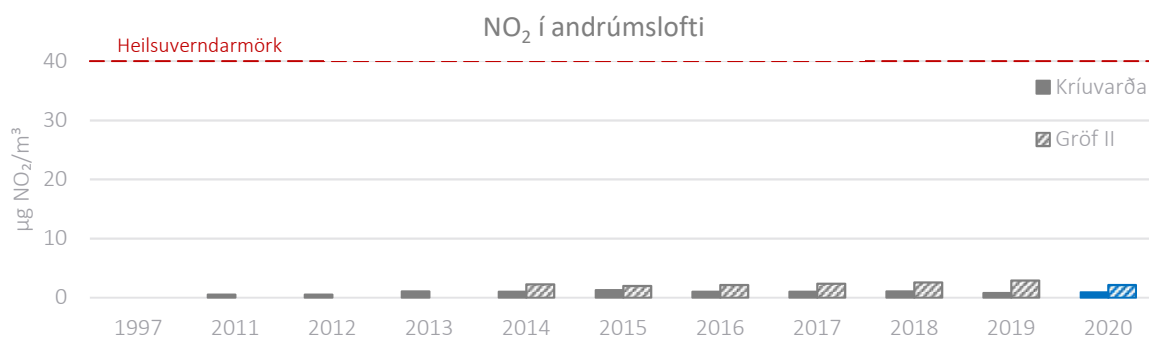
— $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$
— $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$

MYND 4.8 Styrkur SO_2 og H_2S í mældum vindáttum árið 2020 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

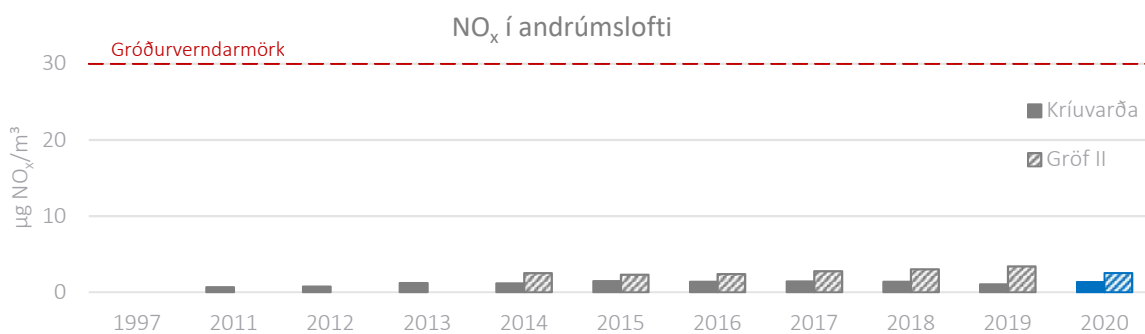
4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs (NO_x) og niturmónoxíðs (NO) í andrúmslofti á Kríuvörðu og á Gröf II, allt árið 2020. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturdíoxíð (NO_2). Niðurstöðurnar eru sambærilegar á Kríuvörðu og undanfarin ár, en með lægsta móti á Gröf II sem gæti tengst minni umferð á árinu auk þess sem tíðni NA-átta var minni á árinu. Helstu uppsprettur nituroxíða eru líklegast bílaumferð og iðnaðarsvæðið. Sólarhringsmeðalstyrkur NO_2 fór aldrei yfir heilsuverndarmörk og það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk.

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



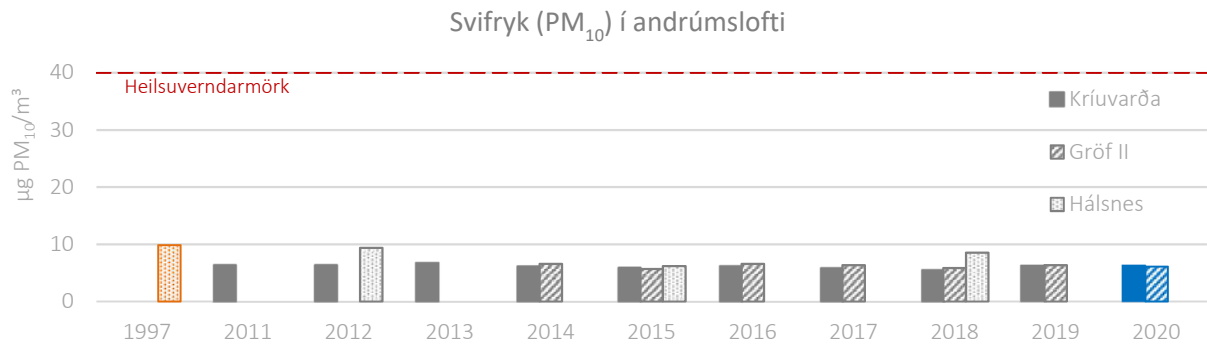
MYND 4.9 Meðalstyrkur NO_2 á Kríuvörðu og Gröf II.



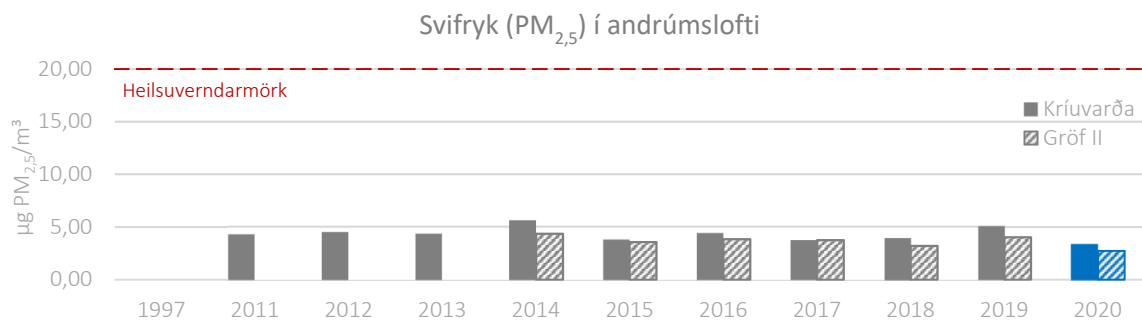
MYND 4.10 Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og Gröf II.

4.1.5 Svifryk í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar á styrk svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$) fóru fram á Kríuvörðu og Gröf II árið 2020. Meðalstyrkur PM_{10} og $PM_{2,5}$ mældist undir heilsuverndarmörkum og var meðalstyrkur PM_{10} svipaður og síðastliðin ár (myndir 4.11) en styrkur $PM_{2,5}$ var með lægsta móti sérstaklega á Gröf II (mynd 4.12). Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks PM_{10} einu sinni yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu á Kríuvörðu, þar var 28. október í ANA- átt, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

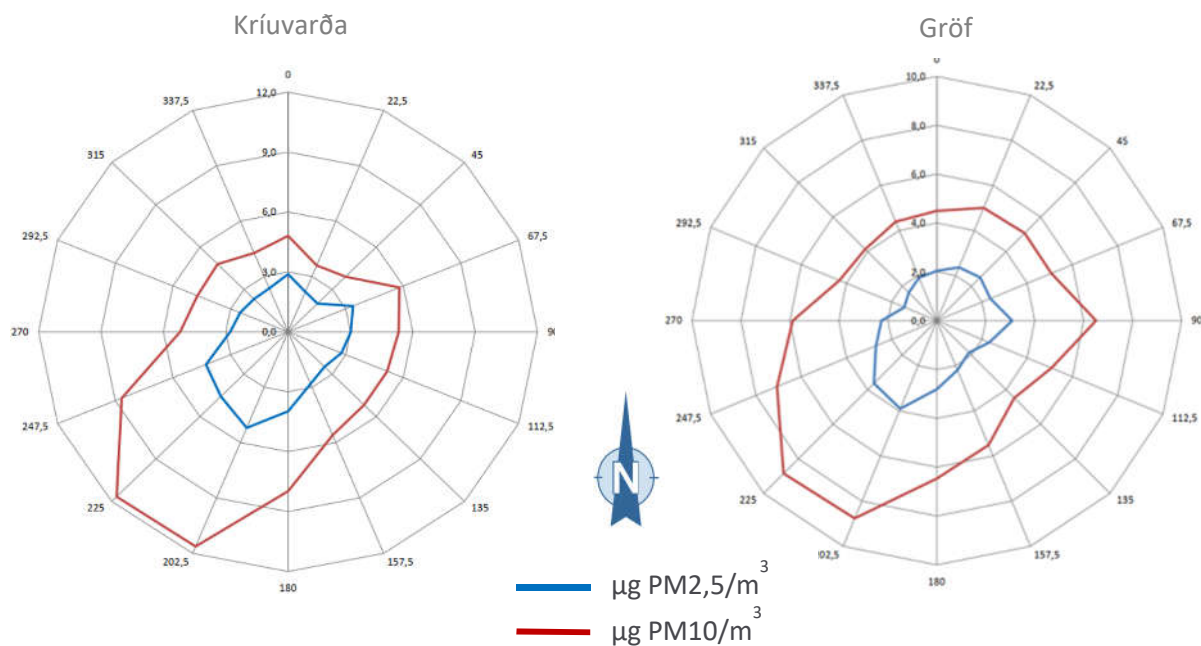


MYND 4.11 Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II.



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

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2020. 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].

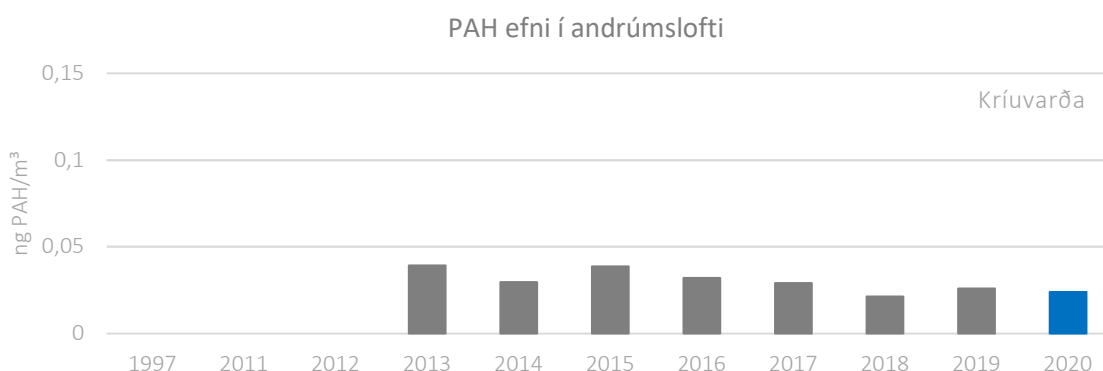


MYND 4.13 Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2020.

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 2020. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH₁₆ efna í andrúmslofti. Styrkur PAH₁₆ efnanna var svipaður og undanfarin ár (mynd 4.14).

Umhverfismörk hafa verið skilgreind fyrir bensó(a)pýren (1 ng BaP/m³), sem er eitt PAH₁₆ efnanna. BaP mældist langt undir þessum mörkum eða á bilinu 0,0006 – 0,0042 ng/m³.

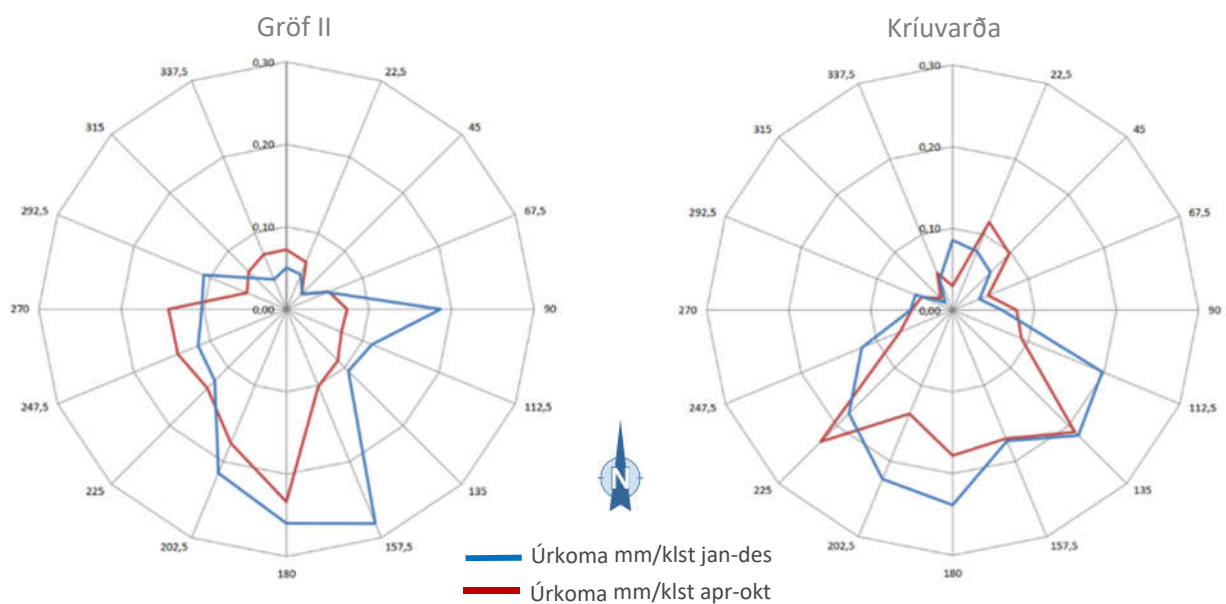


MYND 4.14 Styrkur PAH₁₆ efna í svifryki á Kríuvörðu.

4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Magn brennisteins, flúoríðs og sýrustig er mælt í úrkomusýnum sem safnað er á Gröf II og á Kríuvörðu. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur og auðvelt fyrir flugur og frjókorn að blandast sýnunum. Einnig eru mæld efnin natrín, klór, kalsín og níturat [2] (sjá viðauka B.4). Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið, en pH er bein mæling í úrkomu. Niðurstöður geta endurspeglað að nokkru úrkomumagn þar sem áfallsgildi eru hærri í meiri úrkomu.

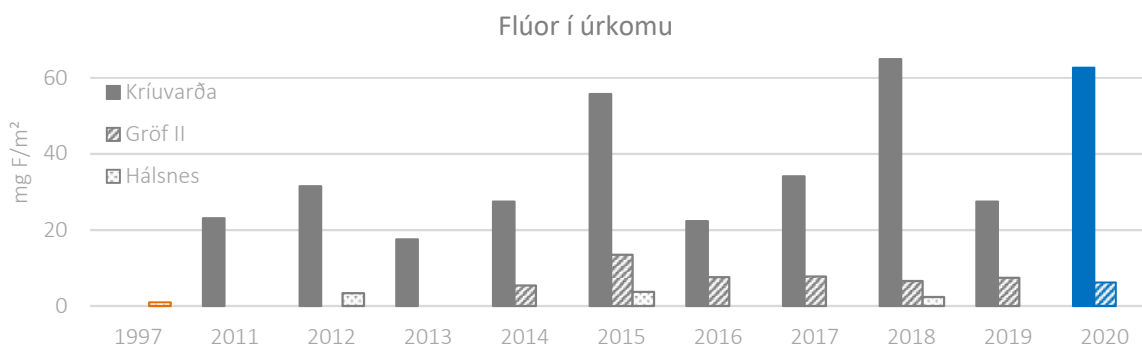
Á Gröf II rignir mest í suðvestanátt en austsuðaustanátt á Kríuvörðu (mynd 4.15). Afstaða stöðvanna til verksmiðjувæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



MYND 4.15 Megin úrkomuáttir á Gröf II og Kríuvörðu, tímabilin apríl – október og allt árið 2020.

Flúor

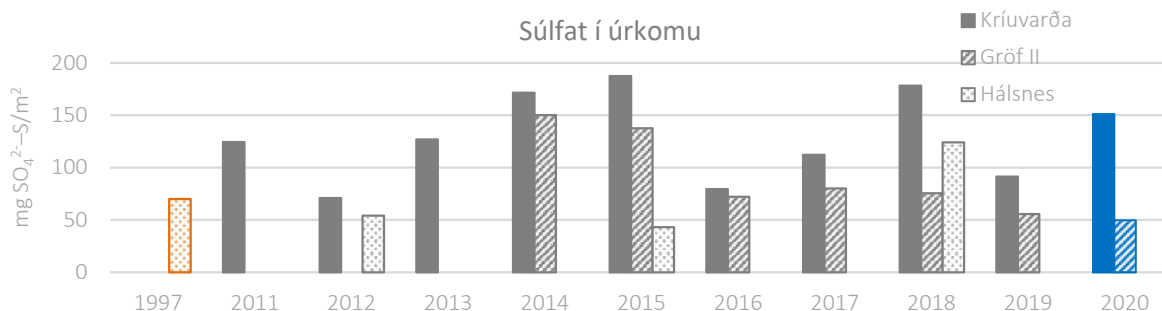
Meðaltal áfallsgilda flúors í úrkomu (apríl - október) mældist í hærra lagi á Kríuvörðu en svipað á Gröf II miðað við árin á undan (mynd 4.16). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir flúormagn í úrkomu.



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

Súlfat

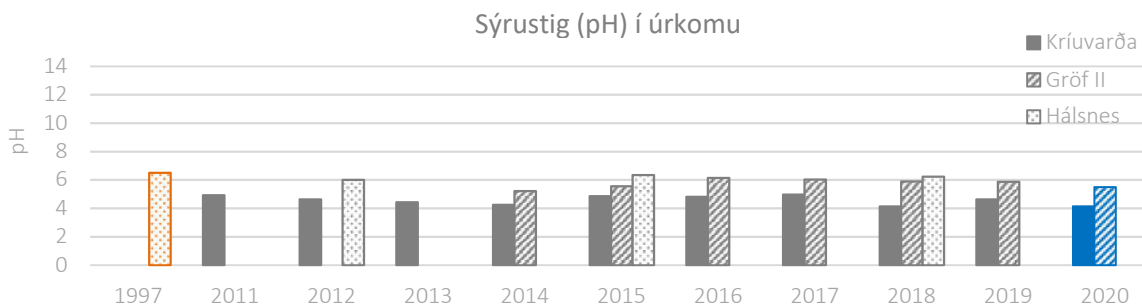
Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl - október, var svipað á Gröf II og árið 2019 en hærra á Kríuvörðu (mynd 4.17). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.



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

Sýrustig

Á vöktunartímabilinu 2020 mældist sýrustig úrkomu aðeins lægri á Gröf II og árin á undan. Á Kríuvörðu mældist sýrustig svipað og árið 2018 þegar sýrustigið var óvenju lágt. Á Kríuvörðu var meðalsýrustig pH 4,1 og á Gröf II 5,5 (mynd 4.18). Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir sýrustig úrkomu. Veðurstofa Íslands fylgist með sýrustigi ómengaðrar úrkomu og sýna mánaðarsýni pH 5,6. Daglegar mælingar á sömu úrkomu sýna þó að meðaltali væga súrnun (pH 5,4) [6].

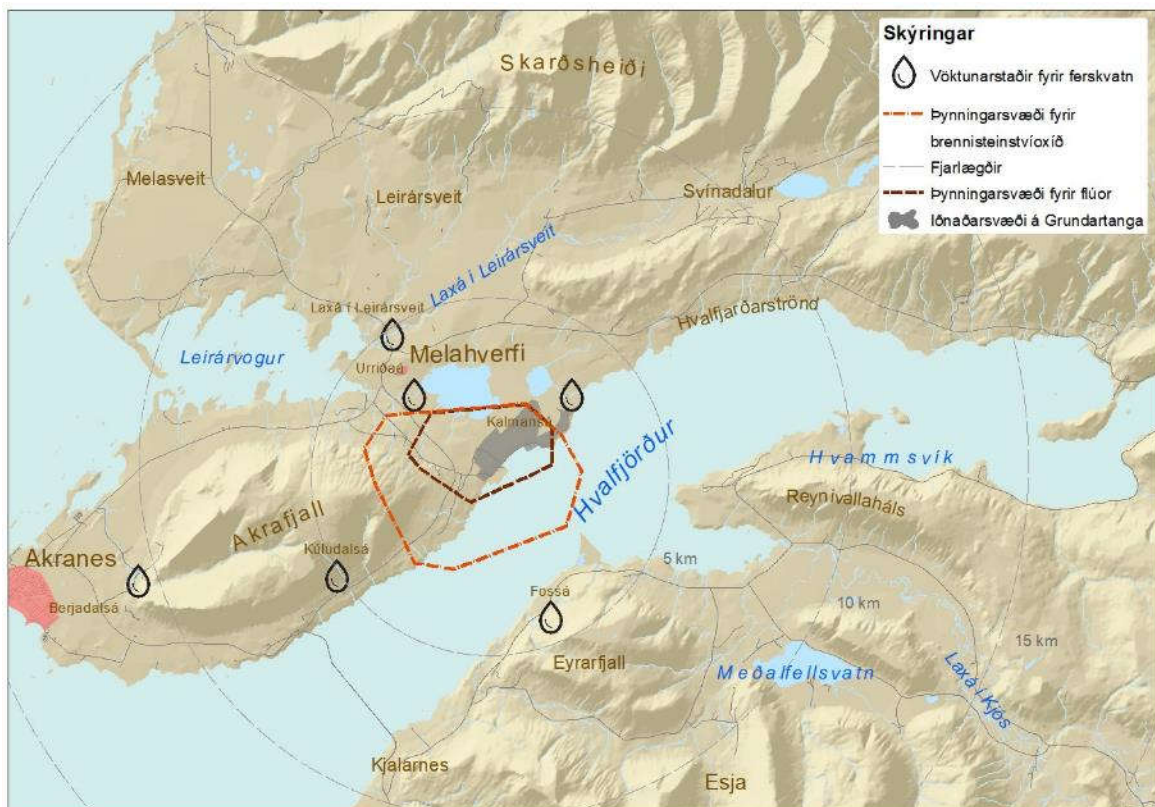


MYND 4.18 Meðalsýrustig í úrkomu á Kríuvörðu og Gröf II á vöktunartímabilinu (apríl – október).

5 FERSKVATN

Vatnssýni voru tekin úr fimm ám norðan Hvalfjarðar, þ.e. Laxá í Leirársveit (104-497-R), Urriðaá (104-138-R), Kalmansá (104-185-R), Berjadalsá ofan Akraness (104-179-R) og Kúludalsá (104-175-R). Þá voru einnig tekin sýni úr Fossá undir Eyrarfjalli, sunnan Hvalfjarðar (mynd 5.1). Númerin aftan við nöfnin á ánum er vatnshlotanúmer umræddra vatnshlota (Fossá hefur ekkert númer). Tímabil sýnatöku var frá 16. apríl til 28. september 2020. Sýnum var safnað í hverjum mánuði úr Urriðaá og Kalmansá, samtals sex sýnum úr hvorri á. Sýni úr Laxá og Fossá voru tekin tvisvar yfir söfnunartímabilið og þrjú sýni voru tekin úr Berjadalsá og Kúludalsá. Í vatnssýnum var mælt sýrustig og leiðni ásamt styrk flúors, klórs, súlfats, natríns og kalsíns. Sýnataka og mælingar voru unnar af NMÍ [7]. Bakgrunns mælingar frá árinu 1997 eru til fyrir alla þætti í öllum ám nema Fossá, þar hófust mælingar árið 2000, og Kúludalsá, þar sem mælingar hófust 2016.

Ekki þurfti að sleppa neinu sýni úr meðaltalsútreikningi vegna áhrifa frá hárrí sjávarstöðu í Urriðaá, Kalmansá eða Laxá, en sýnatökustaðir í þessum ám geta lent undir sjávarmáli á stórstraumsflóðum. Áhrifa slíkra flóða getur gætt í nokkra daga á eftir og eru þá greinileg í mælingu á natríní og klóríði.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2020.

Kalmansár og Urriðaár eru hreinar bergvatnsár en uppspretta þeirra er fyrst og fremst yfirborðsvatn, annars vegar úr Hólmavatni og hins vegar Eiðisvatni. Laxá, Berjadalsá, Kúludalsá og Fossá eru bergvatnsár/dragár sem sækja rennsli sitt mikið í fjallendi. Í viðauka C má sjá niðurstöður tölfræðigreiningar á mælingum á efnainnihaldi þriggja vöktunaráa frá 1997 – 2020 sem notaðar eru til

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

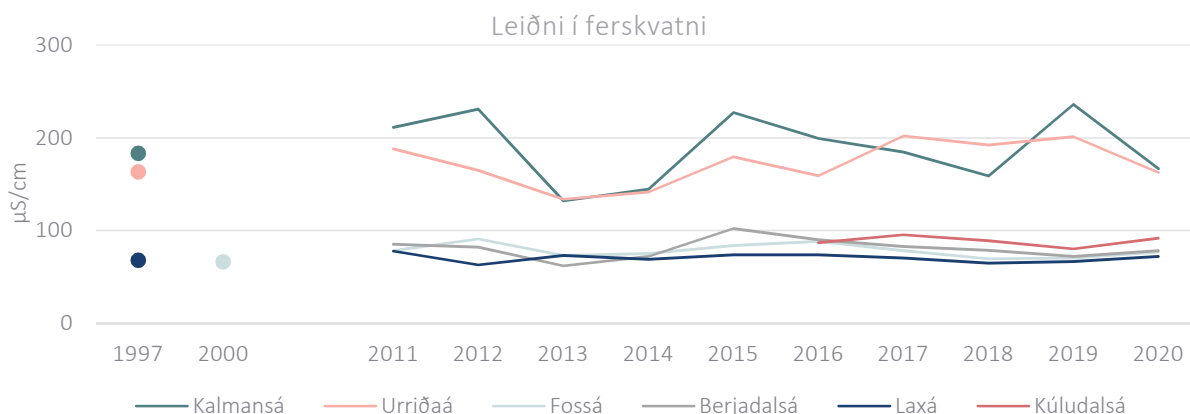
5.1 Niðurstöður

Niðurstöður benda ekki til breytinga á mengunarstigi yfirborðsárvatns frá því sem verið hefur undanfarin ár, heldur hefur ástand þess verið nokkuð svipað frá árinu 2006, en frá því ári mátti sjá nokkuð aukna mengun í ánum sem koma úr vötnum norðan Grundartanga, Eiðisvatni og Hólmavatni. Í heild mega gildi árið 2020 teljast í meðallagi. Ekki verður vart mengunar í bergvatnsám [7].

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á fersku vatni má sjá í viðauka C. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2010, sem má nálgast hjá Umhverfisstofnun.

5.1.1 Leiðni ferskvatns

Leiðni í Urriðaá og Kalmansá árið 2020 mældist að meðaltali 165 $\mu\text{S}/\text{cm}$, minnst 132 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og mest 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Í bergvatnsánum mældist leiðni á bilinu 67 – 105 $\mu\text{S}/\text{cm}$ þar sem meðaltalið var 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Meðalleiðni allra ána var 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og er með lægra móti miðað við undanfarin ár, en breytileikinn hefur verið nokkur í gegnum árin (mynd 5.2). Efnainnihald vatns hefur áhrif á leiðni og því er eðlilegt að leiðni mælist hærrí í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.



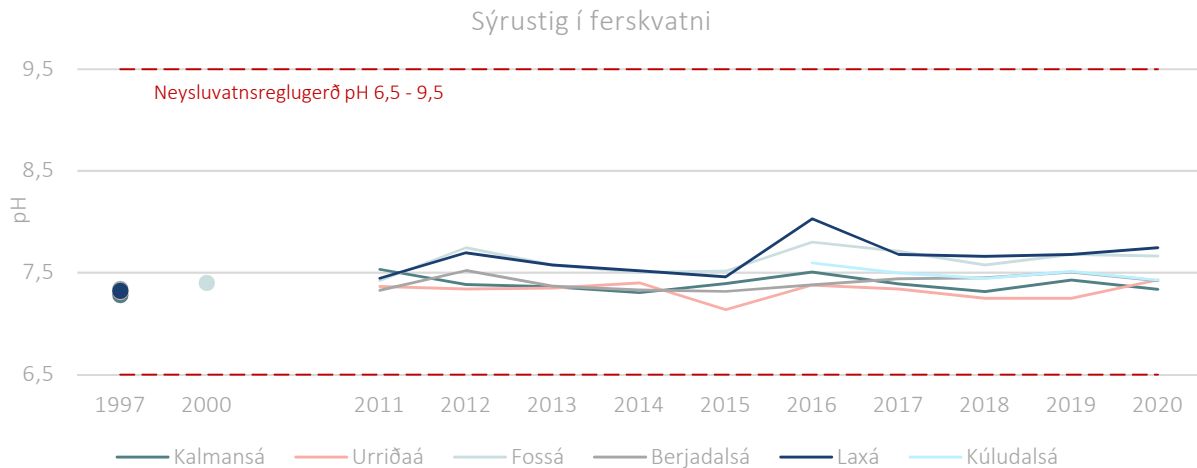
MYND 5.2 Meðalleiðni í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Árið 2020, líkt og öll síðastliðin 10 ár, voru allar mælingar á sýrustigi innan þeirra marka sem sett eru fyrir neysluvatn (pH 6,5 – 9,5) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Meðalsýrustig í Kalmansá og Urriðaá var pH 7,34 og mældist á bilinu pH 7,14 – 7,64. Sýrustig bergvatnsána mældist að meðaltali pH 7,57 og var á bilinu pH 7,27 – 7,78. Meðaltal mælinga á sýrustigi fyrir allar árnar var pH 7,49, sem er á svipuðu reki og meðaltal síðustu 10 ára.

Sýnin voru tekin um mitt sumar og sumarlok úr bergvatnsánum en sýrustigið hefur tilhneigingu til að hækka þegar líður á sumarið [7].

Á mynd 5.3 má sjá meðaltal sýrustigs í vöktunarám. Hvorki var marktæk breyting á sýrustigi í Kalmansá, Urriðaá né Berjadalsá miðað við árið 1997, né miðað við árið 2007 (viðauki C). Ekki voru gerðar tölfræðigreiningar á Fossá og Laxá sökum of fárra mælinga. Að sama skapi var ekki gerð tölfræðigreining á Kúludalsá þar sem árið 2020 er einungis fimmta árið sem að hún er vöktuð.

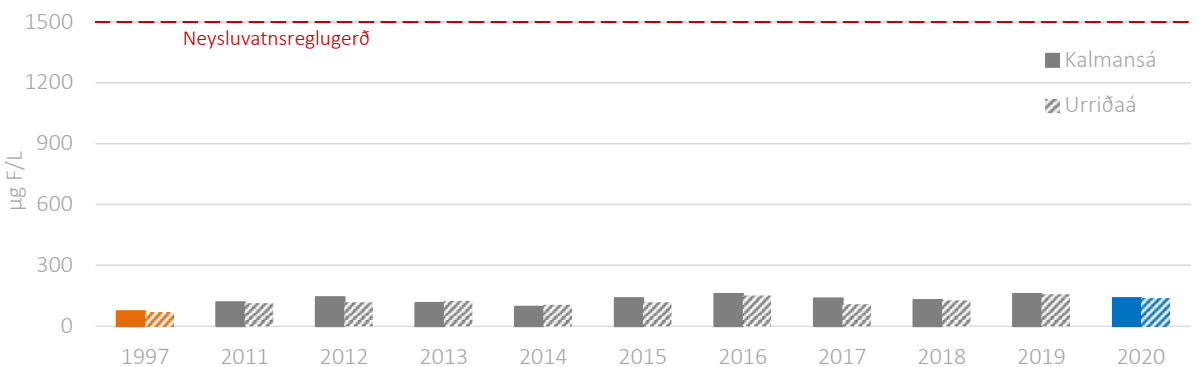


MYND 5.3 Meðaltal sýrustigs í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

5.1.3 Flúor í ferskvatni

Meðalstyrkur flúors í vöktunarám hefur alltaf mælst langt undir hámarksgildi flúors í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (1.500 µg F/L), sjá mynd 5.4. Rannsóknir sem gerðar voru í Columbia ánni í Norður-Ameríku sýna að ef styrkur flúors í ferskvatni er hærri en 200 µg F/L geti það haft skaðleg áhrif á uppgöngu fullorðinna laxfiska [8]. Ekki hefur verið skilgreindur hámarksstyrkur flúors í íslenskum ám og vötnum. Ársmeðalstyrkur flúors hefur aldrei farið yfir 200 µg F/L á vöktunartímanum í vöktunaránum.

Meðalstyrkur flúors var 139 µg F/L í bæði Urriðaá og Kalmansá árið 2020 (mynd 5.4), sem er aðeins hærra en tíu ára meðaltal árána 2010-2019 (128 µg F/L). Meðaltal flúors í bergvatnsánum var tæplega fjórum sinnum lægri, sem er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára. Í bergvatnsánum var meðalstyrkur flúors 35 µg F/L eða á bilinu 32-40 µg F/L.



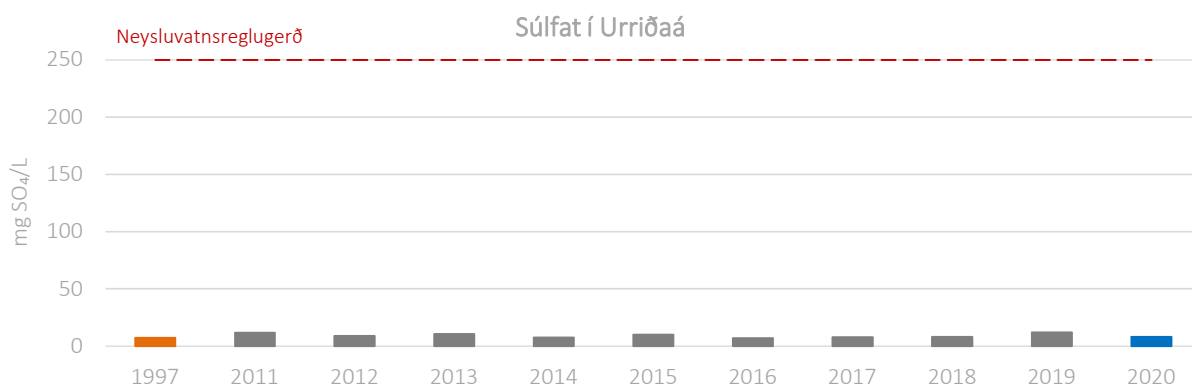
MYND 5.4 Meðalstyrkur flúors í Urriðaá og Kalmansá síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn eru uppsprettur Kalmansár og Urriðaár. Þessi vötn eru staðsett afar nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga og hafa því áhrif á flúormagn í ánum. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur að hluta innan þynningarsvæðisins fyrir flúor. Vatnsmagn ána og vatnanna sem þær renna úr hefur einnig áhrif á styrk flúors og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars útskýrst af breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu. Suðvestanáttir voru algengar 2020, en það gæti stuðlað að aukinni mengun í Eiðisvatni og Hólmavatni, sem eru norðan og norðaustan við iðnaðarsvæðið.

Á árinu 2020 var marktæk hækkun á flúorstyrk bæði í Kalmansá og Urriðaá miðað við árið 1997 en ekki miðað við árið 2007 (viðauki C). Í Kalmansá og Urriðaá hefur mælst hærri styrkur flúors í takt við aukna framleiðslu álversins en frá árinu 2008 hefur styrkur þess sveiflast nokkuð. Meðalstyrkur flúors í bergvatnsánum hefur verið nánast óbreyttur frá árinu 2000 og rúmast innan náttúrulegs breytileika en styrkurinn var nærri meðallagi árið 2020 [7].

5.1.4 Súlfat í ferskvatni

Styrkur súlfats (SO_4) í vöktunaránum mældist í öllum tilfellum undir því hámarksgildi sem sett er fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO_4/L) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001. Líkt og með flúor var styrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá töluvert hærri en mældur styrkur í bergvatnsánum og er það í samræmi við niðurstöður fyrri ára. Meðalstyrkur bergvatnsánna var 2,7 mg SO_4/L en 8,6 mg SO_4/L fyrir Kalmansá og Urriðaá (sjá mynd 5.5 fyrir Urriðaá).



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

6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

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

Á árinu 2020 voru eins og áður, tekin sjósýni þrisvar sinnum yfir sumartímenn á 10 stöðum utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Á hverjum stað voru sýni tekin á eins metra dýpi í eins metra og fjögurra metra fjarlægð frá grjótgarðinum (mynd 6.1). Auk þess voru tvö sýni tekin til viðmiðunar, annað í miðju fjarðar og hitt við Kalastaði. Sýni þaðan eru talin innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Í sjósýnunum var mældur styrkur arsens (As), króms (Cr), kopars (Cu), nikkels (Ni), blýs (Pb), sinks (Zn), járn (Fe), áls (Al), fosfórs (P) og vanadíns (V) auk magn sýaníðs (CN) og flúors (F). Sýni voru tekin dagana 9. júní, 26. ágúst og 4. október 2020. Sýnataka og efnagreiningar voru unnar af NMÍ [9].



MYND 6.1 Staðsetning sýnatökustaða (Ljósmynd: Emil Þór Sigurðsson, í eigu Faxaflóahafna). Sýnatökustaðir 7 og 8 voru 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 2020 svipaðar og mælst hafa á undanförunum árum. Ekkert sýni mældist yfir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki.

6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum

Þau efni sem eru mæld voru í sjósýnum fyrir utan flæðigryfjurnar; arsen, blý, króm, kopar, nikkell og sink, eru talin vera óæskileg í lífríki hafsins ef þau eru í miklu magni. Skilgreind hafa verið umhverfismörk fyrir þessi efni í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (tafla 6.2). Einnig var járn, ál, vanadín, fosfór, flúor og sýaníð mælt í sjósýnum, en engin umhverfismörk eru skilgreind fyrir þessi efni í reglugerðum. Meðalstyrk efna í sjósýnum er að finna í töflu 6.1. Meðalstyrk ásamt hæsta og lægsta mældu styrk þessara efna er að finna í viðauka D.

Arsen, blý, nikkell, fosfór, og vanadín mældust í öllum tilvikum í lægri eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, oft undir greiningarmörkum (tafla 6.1). Eins og áður mældist meðalstyrkur í öllum tilvikum innan umhverfismark II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Það sama á við um styrk járn sem mældist í öllum tilvikum lægri eða í svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum og undir hámarksgildi fyrir járn í neysluvatni (200 µg /L). Styrkur áls mældist svipaður eða lítillaga fyrir ofan styrkinn sem mældist í viðmiðunarsýnum sem bendir til lítillar útskolunar á áli úr flæðigryfjunni.

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

6.1.2 Sýaníð og flúor í sjósýnum

Meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum, má sjá í töflu 6.1. Ekki eru til nein umhverfismörk fyrir þessi efni í sjó. Styrkur sýaníðs, bæði fyrir frítt sýaníð og heildar sýaníð, mældist í öllum tilfellum undir greiningarmörkum (<0,005 mg/L) og hámarksgildi sýaníðs í neysluvatni (0,05 mg/L). Flúor mældist í hærrí eða svipuðum styrk og mældist í viðmiðunarsýnum, hæst að meðaltali (1,56 mg F/L) í sýni í 1m fjarlægð fyrir miðju gryfjunnar sem er rétt fyrir ofan hámarksgildi fyrir styrk flúors í neysluvatni (1,5 mg F/L). Meðalstyrk, hæsta og lægsta mældu styrk sýaníðs og flúors í sjósýnum er að finna í viðauka D.

TAFLA 6.1 Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2020. Litir vísa til umhverfismarka. Umhverfismörk ekki til fyrir ólituð efni.

Vöktunarstaður	As µg/L	Cr µg/L	Cu µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Zn µg/L	Al* µg/L	F* mg/L	Fe* µg/L	P* µg/L	V* µg/L	Sýnaíð* (Fritt) mg/L	Sýnaíð* (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	2,27	0,26	<0,5	<0,5	<0,3	<2	17,9	1,47	25,0	<40	2,02	<0,005	<0,005
2 Austurendi - 4 m	2,11	0,26	<0,5	<0,5	<0,3	<2	24,6	1,44	33,5	<40	2,17	<0,005	<0,005
3 Austanmegin - 1 m	2,15	0,23	0,51	<0,5	<0,3	<2	24,4	1,38	31,1	<40	2,03	<0,005	<0,005
4 Austanmegin - 4 m	2,46	0,22	<0,5	<0,5	<0,3	<2	24,8	1,41	33,4	<40	2,17	<0,005	<0,005
5 Miðja - 1 m	2,21	0,20	0,76	<0,5	<0,3	<2	34,0	1,56	35,5	<40	2,09	<0,005	<0,005
6 Miðja - 4 m	2,16	0,22	<0,5	0,56	<0,3	<2	28,0	1,40	36,7	<40	2,11	<0,005	<0,005
7 Vestanmegin - 1 m	2,07	0,26	0,50	<0,5	<0,3	4,0	38,9	1,36	38,7	<40	2,11	<0,005	<0,005
8 Vestanmegin - 4 m	2,00	0,29	<0,5	<0,5	<0,3	<2	31,3	1,38	43,5	<40	2,13	<0,005	<0,005
9 Vesturendi - 1 m	2,03	0,24	<0,5	<0,5	<0,3	<2	30,0	1,36	38,4	<40	2,05	<0,005	<0,005
10 Vesturendi - 4 m	2,11	0,27	0,70	0,54	<0,3	7,2	38,6	1,39	39,0	<40	2,09	<0,005	<0,005
Kalastaðir	1,96	0,21	<0,5	<0,5	<0,3	2,3	17,4	1,32	19,2	<40	1,99	<0,005	<0,005
Miðja fjarðar	2,14	0,18	<0,5	<0,5	<0,3	<2	26,3	1,30	36,4	<40	1,99	<0,005	<0,005

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

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

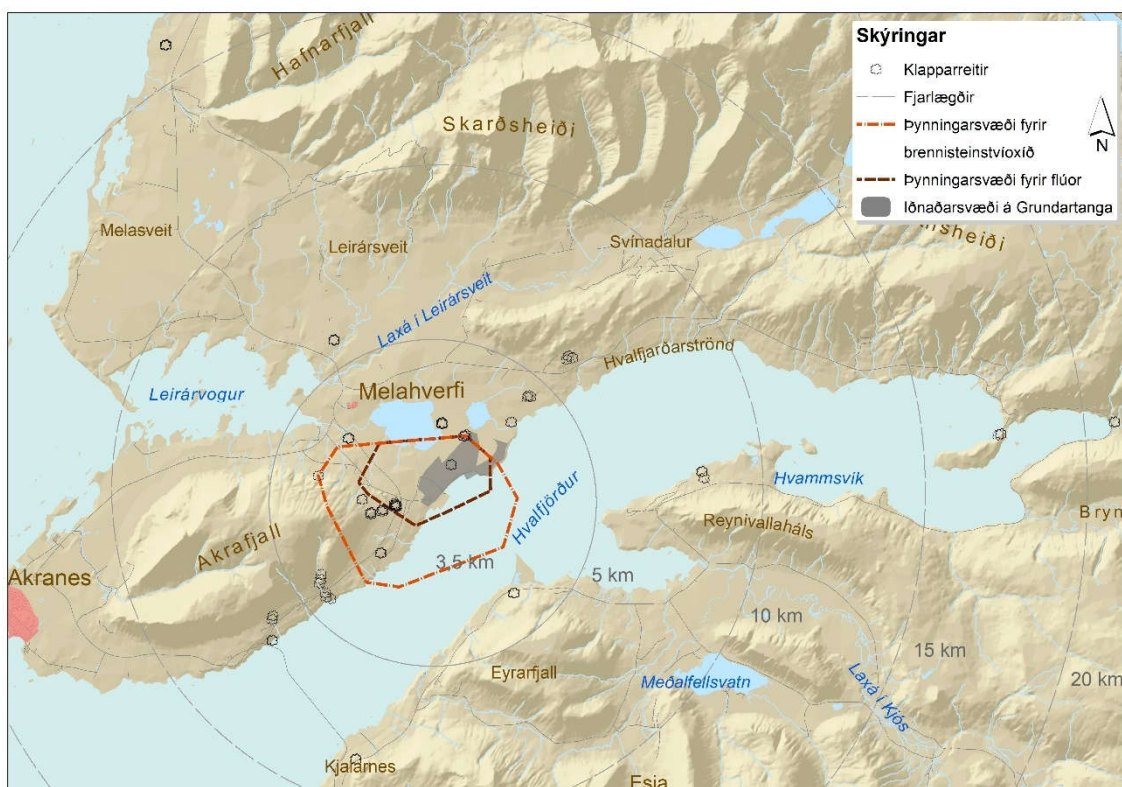
Umhverfismörk málma skv. rg. nr. 796/1999	I µg/L	II µg/L	III µg/L	IV µg/L	V µg/L
Kopar (Cu)	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Sink (Zn)	<5	5-20	20-60	60-300	>300
Blý (Pb)	<0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Króm (Cr)	<0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Nikkel (Ni)	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Arsen (As)	<0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75

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

7 KLAPPARREITIR

Klapparsamfélög mosa og fléttna hafa verið vöktuð á föstum reitum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga frá árinu 1976. Sérstaklega er fylgst með þekjubreytingum á mosum og fléttum þ.e. blaðfléttum (snepaskóf, *Parmelia saxatilis*), runnfléttum (klettastrý, *Ramalina subfarinacea*) og hrúðurfléttum (hraunbreysku, *Stereocaulon vesuvianum*) innan vöktunarreita auk þess sem háplöntur eru rannsakaðar að nokkru marki. Mosar og blað- og runnfléttur eru viðkvæm gagnvart flúor og brennisteini í lofti því þessar tegundir taka alla næringu og raka úr lofti, eru mjög hægvaxta og hafa langlífa líkamshluti þ.e. fella ekki ofanjarðarhluta plöntunnar og geta því ekki losað sig við óaskileg efni. Mengunarefni safnast því smám saman í þennan gróður og gefur vísbendingu um uppsöfnun mengunarefna í náttúrunni.

Samkvæmt vöktunaráætlun fara rannsóknir fram á mosum og fléttum á klöppum þriðja hvert ár. Vöktunarreitirnir (40 x 50 cm) sem nú eru vaktaðir eru 58 talsins, í stað 60 áður, á 18 svæðum, þar sem þrátt fyrir mikla leit fundust ekki tveir reitir, annar þeirra var lagður árið 2014 við Kalastaðakot en hinn árið 1999 við Akrafjall. Tíu reitir eru innan þynningarsvæða og 48 reitir utan þynningarsvæða (sbr. mynd 7.1). Þetta eru sömu reitir og voru vaktaðir árið 2014.



MYND 7.1 Yfirlitskort yfir staðsetningu fastra klapparreita í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga árið 2020.

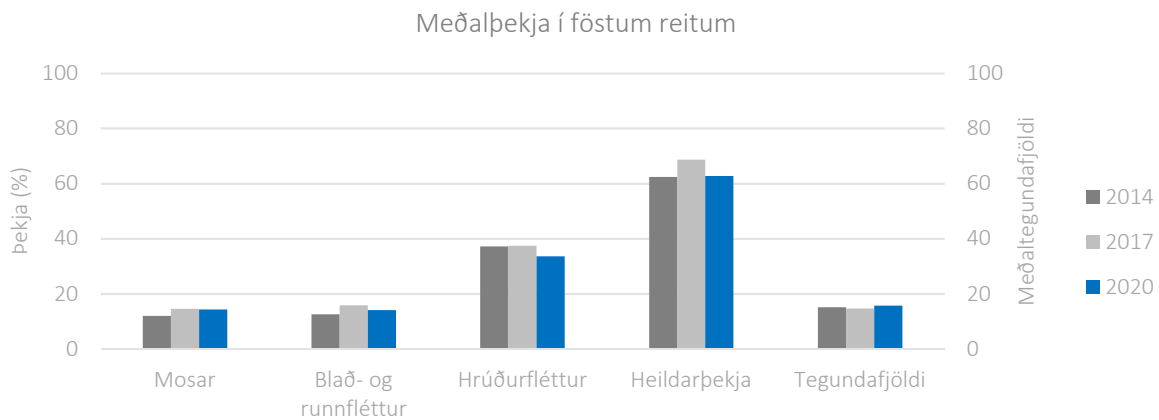
Vettvangsvinna fór fram 7. – 9. júlí 2020 á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands [10]. Frá því að föstu reitirnir voru lagðir út 1975 og 1976 hafa þeir verið þekju- og tegundametnir fimm sinnum áður, árin 1997, 2006, 2011, 2014 og 2017 [10] og ljósmyndaðir reglulega.

Styrkur flúors og brennisteins var mældur í sýnum af fléttunum, snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) frá fjórum svæðum í nágrenni iðnaðarsvæðisins: Í reitum á Stekkjarási í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga (innan þynningarsvæða fyrir flúor og brennisteinsdíoíð), í norðaustur hlíð Akrafjalls í um 2,5 km fjarlægð (innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinsdíoíð) og utan þynningarsvæða á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots í um 5 km fjarlægð og ofan við Gröf (í um 4 km fjarlægð). Samanburðarsýni voru tekin við Bifröst í Borgarfirði nærri Hreðavatni eins og áður hefur verið gert. NMÍ sá um mælingar á flúor og brennisteini [10].

7.1 Niðurstöður

7.1.1 Þekja tegunda

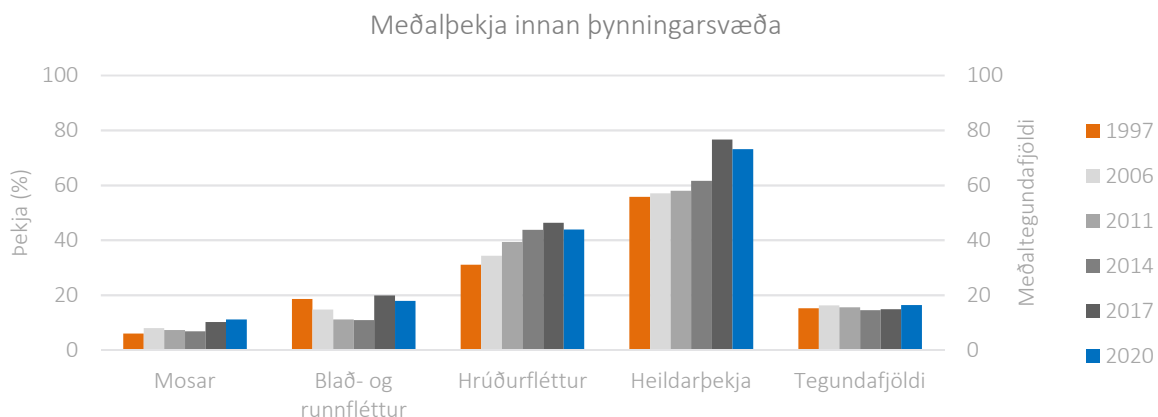
Breytingar á þekju mosa, blað- og runnfléttna voru metnar út frá ljósmyndum frá 58 klapparreitum sem metnir hafa verið á árunum 2014, 2017 og 2020. Að meðaltali hafði þekja fléttna og mosa minnkað á milli áráanna 2017 og 2020 (mynd 7.2). Klettastrý hélt áfram að auka þekju sína miðað við árið 2017 á þeim svæðum sem því hafði hnignað síðan vöktun klapparreita hófst árið 1976. Þekjubreytingar eru svipaðar í klapparreitum innan og utan þynningarsvæða (viðauki E).



MYND 7.2 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðal tegundafjölda í öllum föstum reitum (58) sem metnir voru árin 2014, 2017 og 2020.

Gróðurbreytingar innan þynningarsvæða iðnaðarsvæðisins við Grundartanga

Tíu reitir voru vaktaðir á svæðum sem eru innan þynningarsvæða brennisteins og flúors (mynd 7.1). Ekki var hægt að sjá einhlítar gróðurbreytingar hvorki hjá mosum né blað- og runnfléttum næst iðnaðarsvæðinu. Að meðaltali hafði þekja mosa aukist lítillega en þekja blað- og runnfléttna minnkað og sömuleiðis meðalheildarþekjan. Þekja mosa hefur aldrei mælst meiri auk þess sem fjöldi tegunda jókst nokkuð á milli ára (mynd 7.3). Í viðauka E má sjá nánara þekjumati fyrir hvert svæði fyrir sig. Tafla 7.1 inniheldur yfirlit yfir svæði klapparreita og samanburð á þekjumati milli áráanna 2017 og 2020.



MYND 7.3 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda föstum reitum (10) innan þynningarsvæða 1997-2017.

TAFLA 7.1 Yfirlit yfir samanburð á mati þekju mosa og fléttna á svæðum sem staðsett eru innan þynningarsvæða milli árunna 2017 og 2020.

Vöktunarsvæði	Mosar	Blað- og runnfléttur	Hrúðurfléttur	Heildarþekja	Tegundafjöldi
Stekkjarás (í 1 km fjarlægð)	þekja jókst	þekja minnkaði	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst
Selás (í <2 km fjarlægð)	þekja jókst	þekja svipuð	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst
Langholt (í <3 km fjarlægð)	þekja svipuð	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst
Akrafjall (í 2,2-2,3 km fjarlægð)	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst	þekja jókst	þekja minnkaði

Litakóði

þekja jókst	þekja svipuð	þekja minnkaði
-------------	--------------	----------------

Gróðurbreytingar utan þynningarsvæða

Alls voru 48 reitir vaktaðir sem eru fyrir utan þynningarsvæði iðnaðarsvæðisins á Grundartanga (mynd 7.1). Þetta eru sömu reitir og voru mældir árið 2014. Í viðauka E má sjá nánara þekjumati fyrir hvern reit fyrir sig. Tafla 7.2 inniheldur yfirlit yfir samanburð á þekjumati milli árunna 2017 og 2020.

TAFLA 7.2 Yfirlit yfir samanburð á þekjumati mosa og fléttna á svæðum utan þýnningarsvæða milli árána 2017-2020.

Vöktunarsvæði	Mosar	Blað- og runnfléttur	Hrúðurfléttur	Heildarþekja	Tegundafjöldi
Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga					
Skvöþ (í 7 km fjarlægð)		Ekki til staðar			
Ofan við Gröf (í 5 km fjarlægð)					
Neðristallar (í 8 km fjarlægð)					
Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga					
Kalmansá (í 3 km fjarlægð)					
Kalastaðakot (í 4 km fjarlægð)					
Miðfells múli (í 5 km fjarlægð)					
Gróðurbreytingar innan 10 km radíus frá Grundartanga					
Bjarnarholt (í 2 km fjarlægð)					
Álfholt (í 3 km fjarlægð)					
Beitistaðaholt (í 6 km fjarlægð)					
Ofan Hvalfjarðareyrar (í 4 km fjarlægð)					
Hvammsnes (í 8 km fjarlægð)					
Tíðaskarð (í 9 km fjarlægð)					
Gimbrapallar (í 4 km fjarlægð)					
Gróðurbreytingar í meira en 10 km fjarlægð frá Grundartanga					
Hafnarbæli (í 16 km fjarlægð)					
Þyrilsnes (í 17 km fjarlægð)					
Hvalfjarðarbotn (í >20 km fjarlægð)					

Litakóði Þekja jókst Þekja svipuð Þekja minnkaði

7.1.2 Brennisteinn og flúor í blað- og runnfléttum

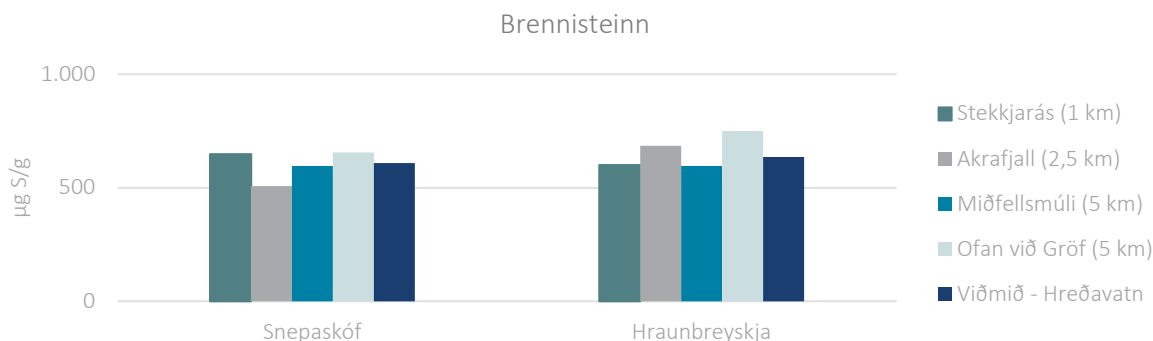
Styrkur brennisteins og flúors var mældur í hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) og snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) frá fjórum svæðum í nágrenni iðnaðarsvæðisins, líkt og í fyrri rannsóknum [10].

Þolmörk fléttna fyrir brennistein og flúor virðast misjöfn eftir tegundum og ekki vel þekkt hvar mörkin nákvæmlega liggja. Aldur fléttupalsins hefur vafalítið mikið um það að segja hve mikið af flúor og brennisteini nær að safnast fyrir í því [10].

Brennisteinn

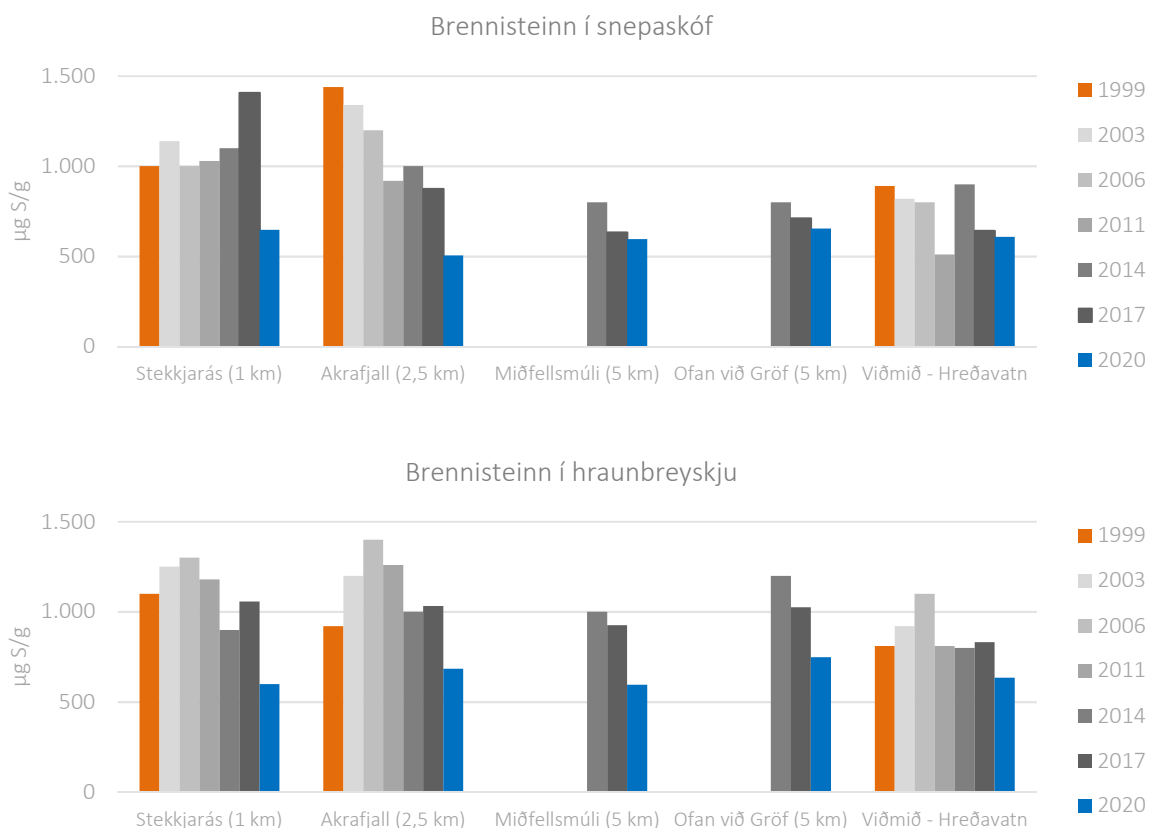
Styrkur brennisteins í snepaskóf og hraunbreyskju mældist á bilinu 500-750 µg S/g, sem er sambærilegt við þann styrk sem mældist í viðmiðunarsýni við Hreðavatn (mynd 7.4). Hæsti styrkur brennisteins mældist í sýnum af hraunbreyskju ofan við Gröf (749 µg S/g).

Erlendar rannsóknir hafa sýnt að náttúrulegur styrkur brennisteins í fléttum á svæðum þar sem ekki er um veruleg áhrif loftmengunar að ræða liggur oftast á bilinu 300-600 $\mu\text{g S/g}$. Efri þolmörk margra fléttna liggur hins vegar á bilinu 2.000 – 3.000 $\mu\text{g S/g}$, en hjá viðkvæmum tegundum geta þolmörkin verið á bilinu 1.500 – 2.000 $\mu\text{g S/g}$ [11].



MYND 7.4 Styrkur brennisteins, árið 2020, í snepaskóf og hraunbreyskju á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu.

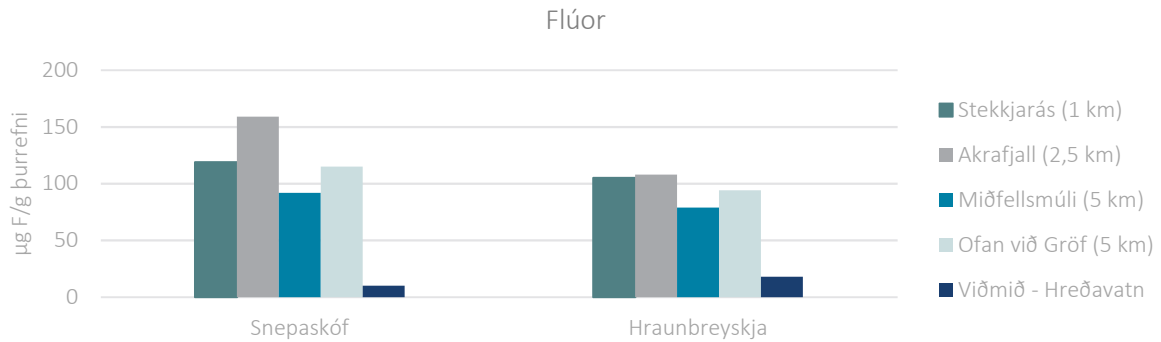
Brennisteinn mældist árið 2020 lægri en áður þekkt á öllum sýnatökustöðum hvort sem er innan eða utan þynningarsvæða (mynd 7.5).



MYND 7.5 Styrkur brennisteins í snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og í hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) frá því að mælingar hófust.

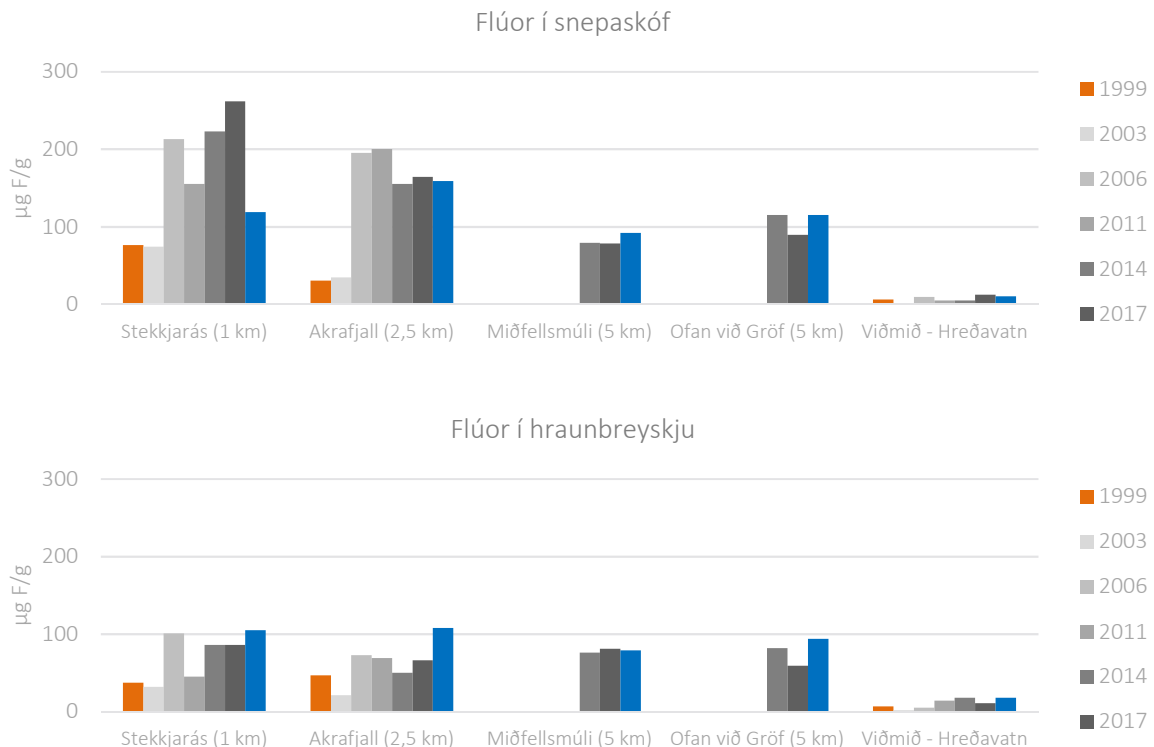
Flúor

Eins og í fyrri rannsóknum mældist hærri styrkur flúors í snepaskóf en hraunbreyskju og mun hærri í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnum frá Hreðavatni (mynd 7.6). Flúor mældist hæstur í sýnum af snepaskóf í Akrafjalli (159 µg F/g þurrefnis), rétt utan við þynningarsvæði flúors sem er lítið lægra en mældist árið 2017 (mynd 7.7). Styrkur flúors í öðrum sýnum breyttist lítillega (bæði lækkaði og hækkaði) á tímabilinu 2017 til 2020 (viðauki E).



MYND 7.6 Styrkur flúors, árið 2020, í snepaskóf og hraunbreyskju á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu.

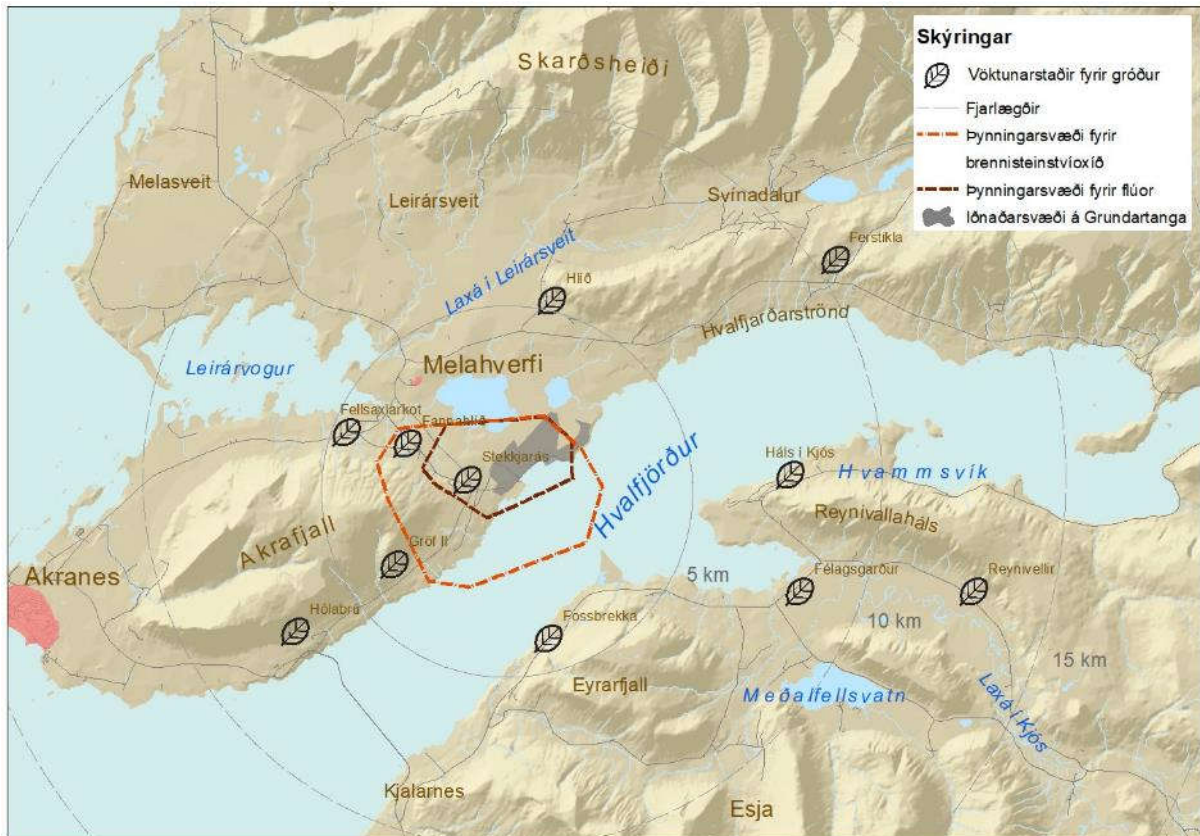
Styrkur flúors í snepaskóf innan þynningarsvæðis minnkaði miðað við árið 2017 (mynd 7.7) Hins vegar jókst styrkurinn í snepaskóf utan þynningarsvæðis nema í viðmiðunarsýnum frá Hreðavatni.



MYND 7.7 Styrkur flúors í snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og í hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*) frá því að mælingar hófust.

8 GRÓÐUR

Tekin voru sýni af gróðri með sama hætti og undanfarin ár. Gerðar voru mælingar á styrk flúors í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs úr mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki og reyni) og barri (bergfuru, greni og stafafuru). Framsett mæligildi í skýrslunni eiga við heildarmagn flúors, bæði í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs. Söfnun miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem reynt er að velja sýnatökudaga þegar þurr hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á ellefu vöktunarstöðum í Hvalfirði (mynd 8.1), auk þess sem sýni voru tekin í Skorradal til viðmiðunar. Tveir staðir liggja innan þynningarsvæða, Stekkjarás og Fannahlíð.



MYND 8.1 Vöktunarstaðir gróðurs í Hvalfirði árið 2020.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 11. júní og 4. september 2020 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 7. júlí 2020. Frá maí fram í september er sá tími þegar vöxtur gróðurs er hvað hraðastur og þegar komið er að lokum vaxtartímabilsins. Barri var safnað þann 19. nóvember 2020. Söfnun og greining sýna var eins og undanfarin ár í höndum NMÍ [12]. Tölfræðigreining var gerð á styrk flúors í grasi, laufi og barri til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hafi átt sér stað milli ára (sjá viðauka F). Ólíkar tegundir gróðurs eru taldar þola flúor misvel og má sjá viðeigandi viðmiðunarmörk í töflu 8.1.

TAFLA 8.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [13].

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 [14]. 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 [13].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungsþolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [15, 16, 17, 14]

8.1 Niðurstöður

Staðbundið veðurfar getur haft áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri. Næst uppsprettum getur úrkoma til dæmis lækkað styrk flúors í gróðri á meðan vindátt getur aukið styrkinn á þeim svæðum sem snúa undan meginvindátt frá uppsprettum. Hins vegar hefur hitastig minni áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri [12]. Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka F. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2010, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

8.1.1 Flúor í grasi

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í grasi undir hámarksgildi flúors í fóðri (30 µg F/g), skv. reglugerð nr. 340/2001 og innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri [14], sbr. töflu 8.2 og mynd F.1 í viðauka F.

Hæsti flúorstyrkur í grasi (21,1 µg F/g) mældist í júlí á Stekkjarási. Til samanburðar mældist flúor hæst 2,4 µg F/g í grassýnum við Skorradal. Meðaltal flúors á Stekkjarási var lægra árið 2020 miðað við árið 2019, en meðalstyrkur flúors á öðrum vöktunarstöðum var svipaður á milli ára. Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka F.

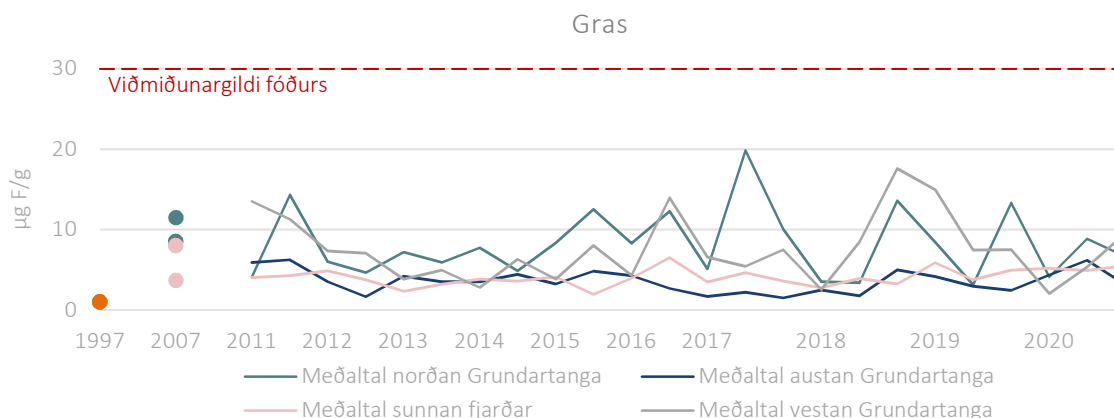
Hækkun er á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2020 miðað við árið 1997, en hins vegar er, líkt og undanfarin ár, ekki marktæk breyting sé miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor alltaf mælst hærrí í grasi norðan fjarðar en sunnan fjarðar en ekki er alltaf um marktækan mun að ræða og á það við um árið 2020. Almenn er umtalsvert meiri breytileiki á mæligildum norðan fjarðar en sunnan.

TAFLA 8.2 Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2020 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfræði-úrvinnslu og veðurfari við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi								
	Vöktunarstaður	Júní ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Júlí ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	September ($\mu\text{g F/g}$ þurrefni)	Breyting 2020 m.v. 1997	Breyting 2020 m.v. 2007		
Norðan fjarðar	Stekkjars	5	21	19	Hækkun	Engin breyting		
	Fannahlíð	5	10	7				
	Fellsaxlarkot	3	8	6				
	Ferstickla	2	5	2				
	Gröf II við hús	2	6	7				
	Hólalbrú	2	5	12				
	Hlíð	6	8	4				
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	8	10	13				
	Fossbrekka	2	3	6				
	Háls í Kjós	3	2	2				
	Reynivellir	8	4	1				
Viðmiðunarstaður	Skorradalur	2	-	2				
Talin þolmörk grasa							100-200 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	
Talin þolmörk grasbíta [14]							30 $\mu\text{g F/g}$ í plöntuvef	
Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**					30 $\mu\text{g F/g}$ fyrir sauðfé			

** Samkvæmt reglugerð nr. 895/2009 um (46.) breytingu á reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri, er hámarksinnihald flúors fyrir grasbíta 50 $\mu\text{g/g}$ fóðurs með 12% rakainnihaldi en 30 $\mu\text{g/g}$ fyrir mjólkandi dýr.

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	11	7	4	Sumarið 2020 var í meðallagi hlýtt, júlí var kaldari en meðaltal síðustu ára en ágúst hlýrri. Úrkoma í júlí og sérstaklega í ágúst var yfir meðaltali síðustu ára en minni hina mánuðina. Nánast þurr var síðustu 5 daga fyrir sýnatöku í júní. Lítilsháttar úrkoma hafði verið 2. og 3. júlí fyrir sýnatökuna í júlí. Nokkur úrkoma hafði verið 30. ágúst til 1. september en úrkomulaust 2. og 3. september.
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	1	2	20	
Lofthiti ($^{\circ}\text{C}$)	9,4	11,8	6,5	
Meðalvindhraði (m/s)	4	4	10	
Vindáttir	V-A- áttir	V-A áttir	N-SA- áttir	



MYND 8.2 Meðaltal flúors í grasi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga, vor, sumar og haust, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

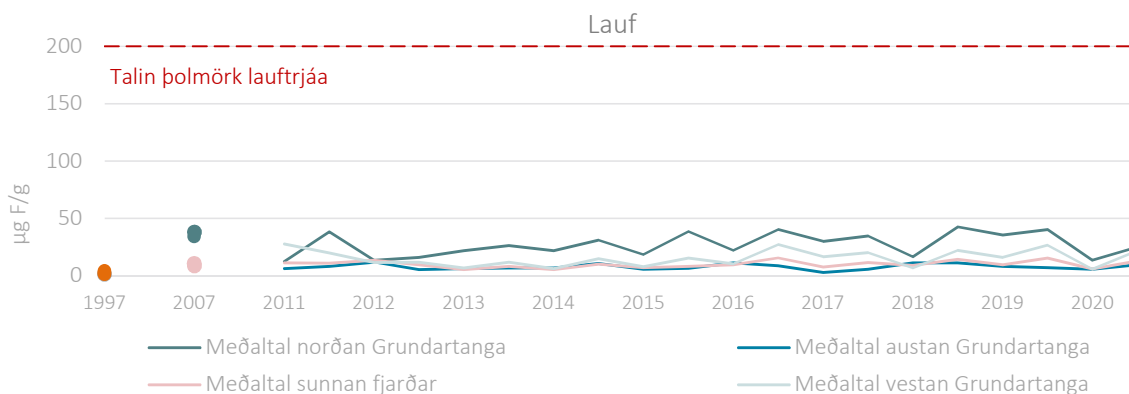
8.1.2 Flúor í laufi

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í laufi innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 8.3 og mynd F.2 í viðauka F. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum á Stekkjarási í september (40,3 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 4,4 µg F/g.

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka F. Tafla 8.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2020 og niðurstöður tölfræðigreiningar sem sýna að hækkun er á meðalstyrk flúors í laufi frá öllum vöktunarstöðum árið 2020 miðað við árið 1997, en ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufsýnum miðað við árið 2007 (mynd F.3 í viðauka F). Mynd 8.3 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar. Meiri breytileiki er á mæligildum norðan og vestan við Grundartanga en austan Grundartanga og sunnan fjarðar.

TAFLA 8.3 Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2020 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfræðiúrvinnslu. Sjá töflu E.1 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í september (µg F/g þurrefni)	Breyting 2020 m.v. 1997	Breyting 2020 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjarsás</i>	14	40	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	13	24		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	13	25		
	<i>Ferstikla</i>	3	6		
	<i>Gröf II við hús</i>	5	17		
	<i>Hólabrú</i>	6	27		
	<i>Hlíð</i>	8	13		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	7	16		
	<i>Fossbrekka</i>	1	3		
	<i>Háls í Kjós</i>	7	6		
	<i>Reynivellir</i>	9	15		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		3	4		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef			



MYND 8.3 Meðalstyrkur flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997 og mælingu ársins 2007 til viðmiðunar.

8.1.3 Flúor í barri

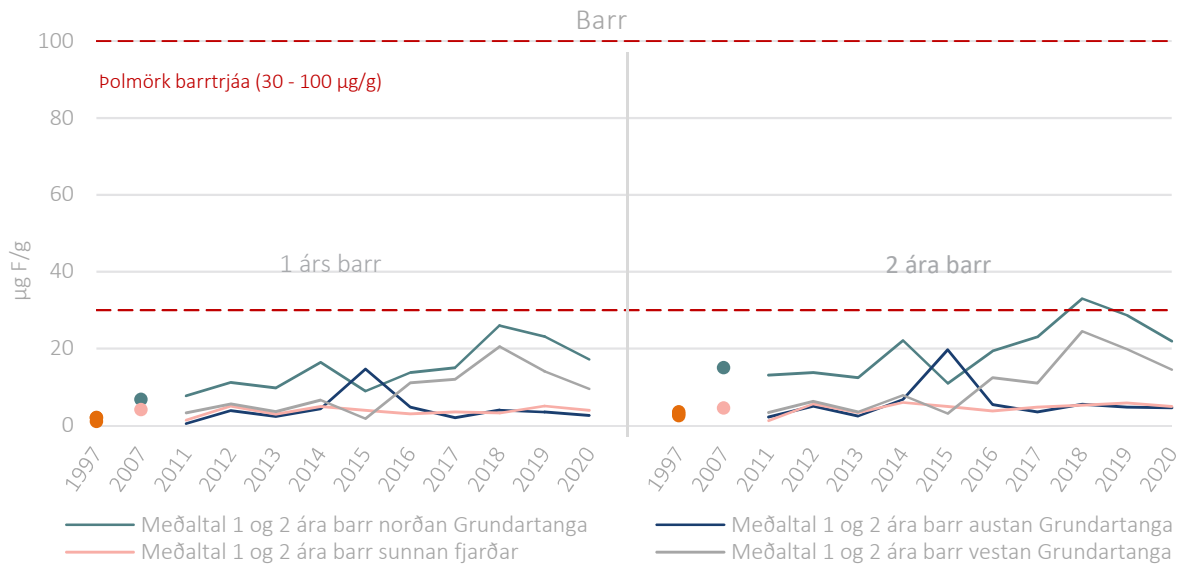
Í öllum tilvikum var meðalstyrkur flúors í eins árs barri undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri fór á einum stað, Fannahlíð, yfir neðri mörk þessara þolmarka, 30 µg F/g. Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærrí en flúor í eins árs barri. Mynd 8.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar á öllum vöktunarstöðum.

TAFLA 8.4 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2020 ásamt þolmörkum og samantekt á niðurstöðum tölfræðilegrar greiningar og veðurfari við sýnatökur.

Flúor í barri					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur 1 árs barr (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur 2 ára barr (µg F/g þurrefni)	Breyting 2020 m.v. 1997	Breyting 2020 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjars	23	26	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	25	32		
	Fellsaxlarkot	9	12		
	Ferstikla*	2	4		
	Gröf II við hús*	9	13		
	Hlíð*	3	6		
Hólabrú*	10	16			
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	4	6		
	Fossbrekka	2	3		
	Háls í Kjós*	3	4		
	Reynivellir	6	7		
Viðmiðunarstaður Skorradalur		2	2		
Talin þolmörk barrtrjáa		30 - 100 µg F/g í plöntuvef			

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

Veðurfar við sýnatökur		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	19	Veður á sýnatökudag var þurrt, bjart og kalt. Austnorð-austlægar áttir höfðu verið ríkjandi dagana fyrir sýnatöku. Engin úrkoma mældist á Kriuvörðu dagana fyrir sýnatöku. Meðalhitastig tímabilsins var -1,4 °C.



MYND 8.4 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

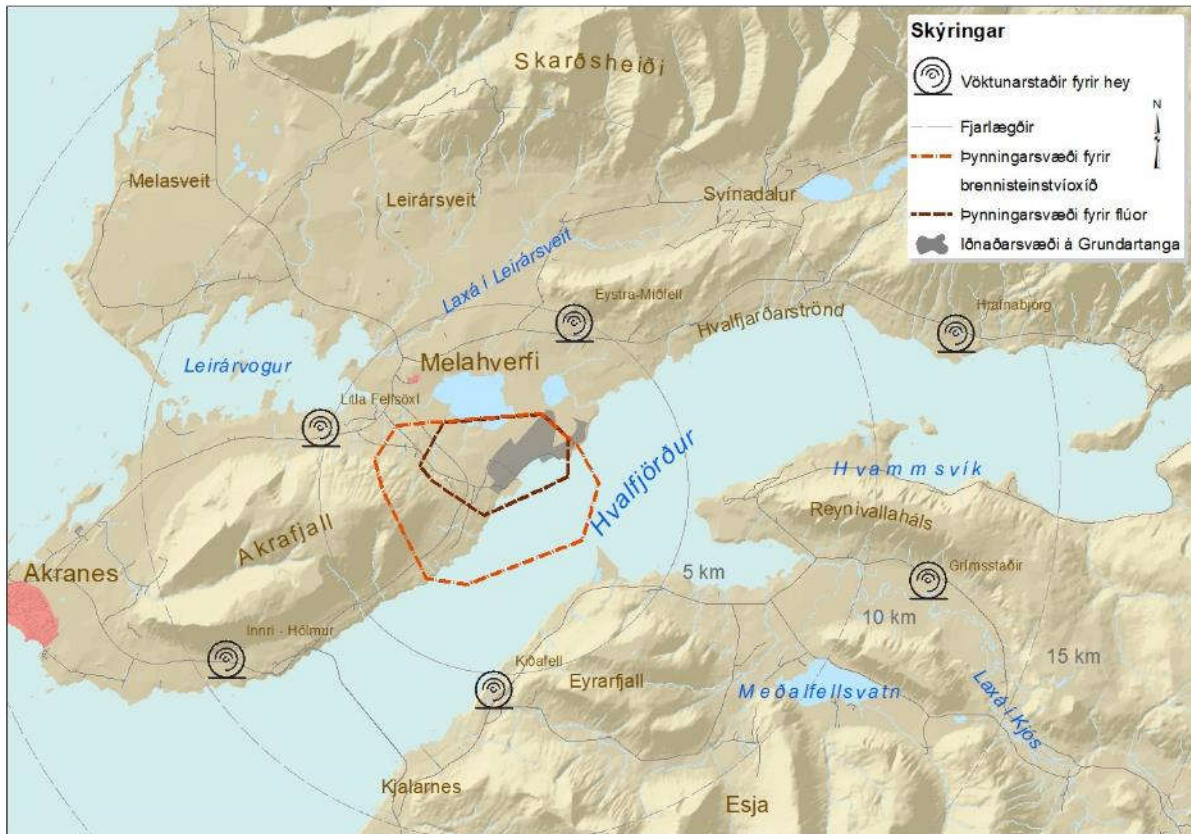
Engar marktækar breytingar voru á meðalstyrk flúors í 1 árs né 2 ára barri árið 2020 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd 8.4). Greinilegur munur var á flúorstyrk í barri norðan og sunnan fjarðar. Árið 2020 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir F.5 og F.6 í viðauka F).

8.2 Þungmálmar og brennisteinn í mosa

Ísland er þátttakandi í evrópsku vöktunarverkefni sem hefur það að meginmarkmiði að fylgjast með losun þungmálma í andrúmslofti með því að mæla styrk þeirra í mosa víðs vegar um Evrópu. Í þessum tilgangi hefur sýnum af tildurmosa (*Hylocomium splendens*), sem er einn af algengustu mosum Íslands, verið safnað víðs vegar um landið á fimm ára fresti, fyrst árið 1990. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur séð um sýnatöku og gefið út niðurstöður þessara rannsókna [18]. Sýnum var síðast safnað haustið 2020 en niðurstöður liggja ekki fyrir. Þá var eins og áður sýnum af tildurmosa sérstaklega safnað í nágrenni við iðjuverin á Grundartanga.

9 HEY

Samkvæmt vöktunaráætlun skal mæla flúor og brennistein í heyi annað hvert ár. Árið 2020 fóru þessar mælingar fram í heyi frá sex bæjum (Grímsstöðum, Innri Hólmi, Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Kiðafelli og Litlu Felsöxl), sem staðsettir eru norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 9.1). Samtals voru tekin 12 heysýni frá þessum bæjum með heybor í janúar 2021. Sýnin endurspeglar það hey sem gefið er í vetrargjöf. Dýralæknirinn í Mosfellsbæ sá um söfnun sýna og NMÍ sá um efnamælingar [19].



MYND 9.1 Vöktunarstaðir fyrir hey í Hvalfirði árið 2020.

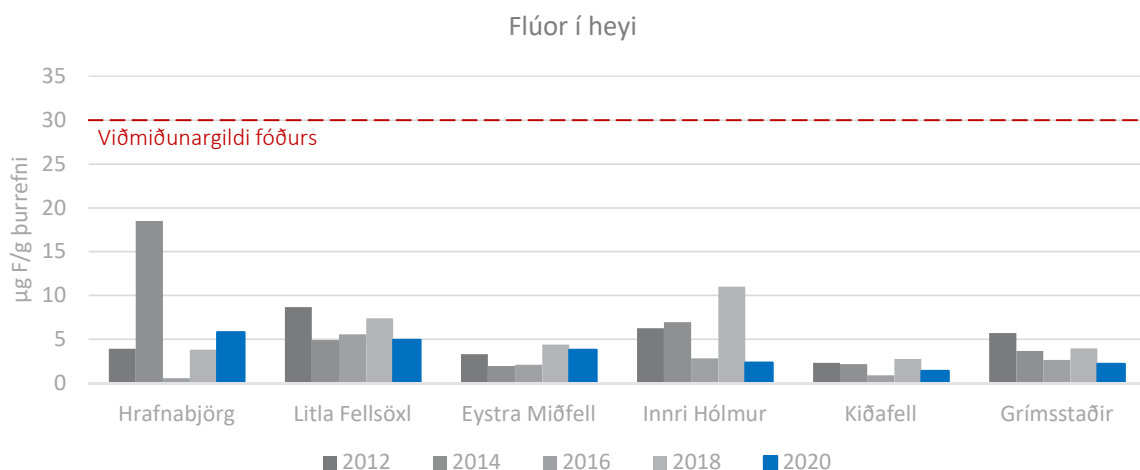
9.1.1 Flúor í heyi

Flúor í heyi frá árinu 2020 mældist í öllum tilfellum innan skilgreindra hámarksgilda flúors í fóðri fyrir nautgripi, geit- og sauðfé (50 µg F/g) og fyrir mjólkandi dýr (30 µg F/g) miðað við 12% rakainnihald, sbr. reglugerð nr. 895/2009 um (46.) breytingu á reglugerð nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri. Að auki mældist flúor innan talinna þolmarka grasbíta (30 µg F/g þurrefni) (mynd 9.2) [19].

TAFLA 9.1 Niðurstöður mælinga flúors og brennisteins í heyi (miðað við 0% raka) á öllum vöktunarstöðum ásamt þolmörkum.

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

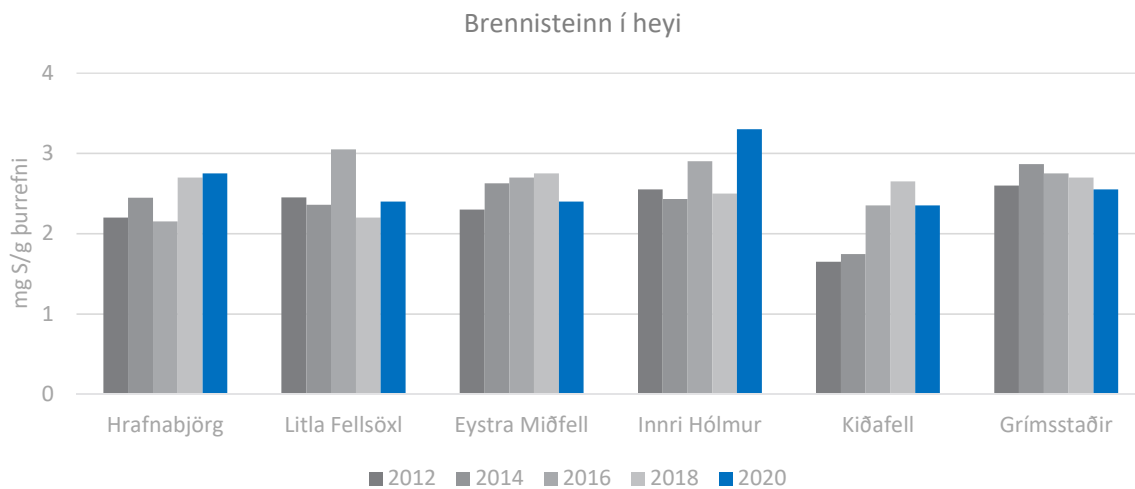
Styrkur flúors mældist hæstur í heysýni frá Hrafnabjörg og lægstur í heysýni frá Kiðafelli, sjá töflu 9.1. Til samanburðar mældist flúorstyrkur í grasi á viðmiðunarstöðum eldri rannsókna á Suðvesturlandi, 3,7-8,3 µg F/g [20] og 4,2 µg F/g í grasi og heyi [21]. Einnig má benda á að flúorstyrkur í grasi 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 [22]. Mynd 9.2 sýnir flúor í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Miðað við árið 2018 mældist flúor í heyi hærrí á Hrafnabjörgum en lægri á öllum öðrum vöktunarstöðum.



MYND 9.2 Meðalstyrkur flúors í heyi.

9.1.2 Brennisteinn í heyi

Í töflu 9.1 má einnig sjá niðurstöður mælinga á brennisteini í heyi. Styrkur brennisteins mældist hæstur í heysýni frá Innri Hólmi og lægstur í sýnum frá Litlu Fellsöxl og Kiðafelli. Styrkur brennisteins í heysýnunum mældist svipaður og niðurstöður rannsóknar á snefilefnum í tæplega 200 heysýnum sem tekin voru víðs vegar um landið árið 2006 [23]. Þar voru meðal- og miðgildi 2,3 mg S/g, lægsta gildi 2 mg S/g og hæsta gildi 3,6 mg S/g. Mynd 9.3 sýnir brennistein í heyi frá árinu 2012, þegar vöktun þess hófst. Miðað við árið 2018 var meðalstyrkur brennisteins hærri í heyi frá Innri Hólmi, Litlu Fellsöxl og Hrafnabjörgum en lægri í heyi frá Eystra Miðfelli, Kiðafelli og Grímsstaðir.

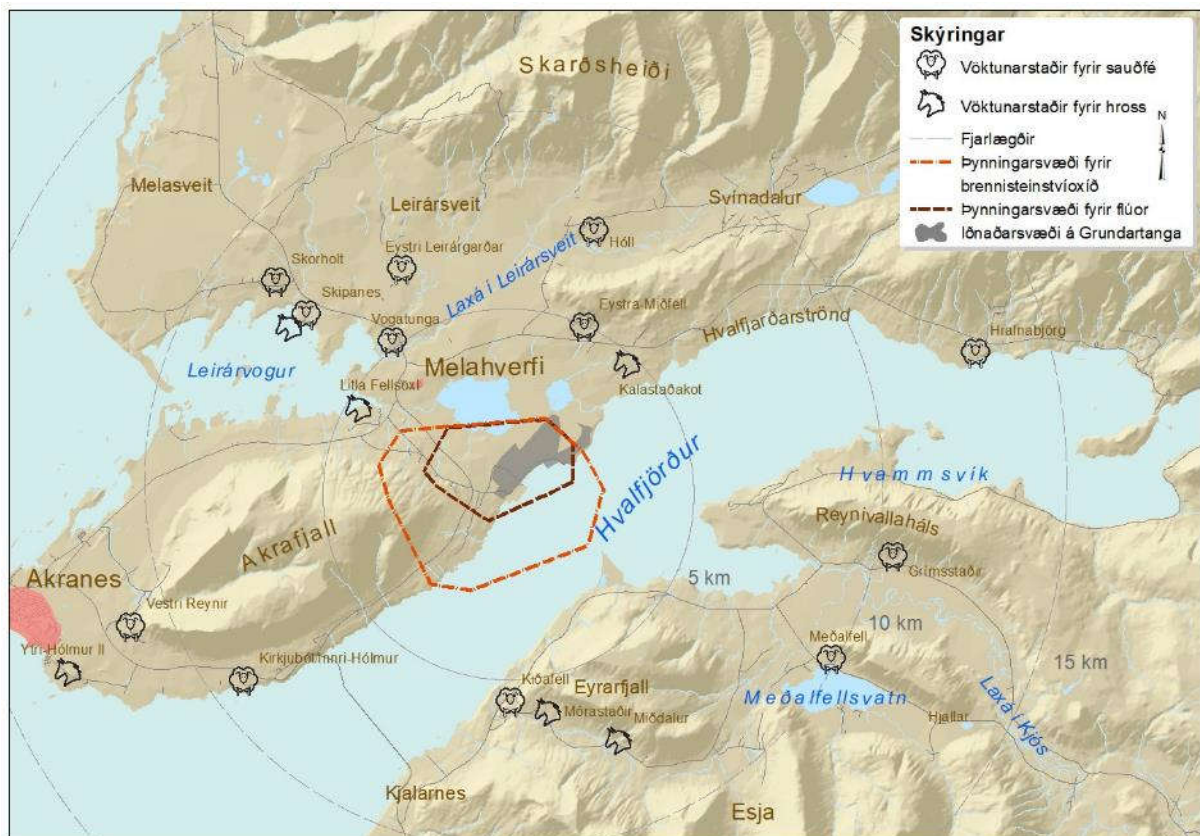


MYND 9.3 Meðalstyrkur brennisteins í heyi.

10 GRASBÍTAR

Árlega fer fram vöktun á áhrifum flúors á sauðfé og hross frá bæjum í nágrenni við iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Vöktunarbæirnir eru staðsettir bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 10.1). Flúor var mældur í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé. Einnig voru kjálkarnir skoðaðir með tilliti til vísbendinga um skemmdir vegna flúoráhrifa [24]. Dýralæknir frá Dýralækninum í Mosfellsbæ sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og NMÍ sá um flúormælingar í beinösku kjálka. Dýralæknir skoðaði einnig ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa og mat ástand liðamóta í framfótum dýranna [19].

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



MYND 10.1 Vöktunarbærir fyrir sauðfé og hross árið 2020.

Sýni af kjálkabeinum úr lömbum og fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2020, bárust frá 12 bæjum (mynd 10.1). Til viðmiðunar bárust, eins og áður, kjálkabein úr lömbum og fullorðnu fé frá bæjunum Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit, og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Alls var flúor mældur í 111 sýnum af beinösku kjálkabeina (56 lömb og 55 fullorðin dýr). Öll kjálkabein voru einnig skoðuð og mæld [24].

Í grasbítum getur flúor safnast upp í kjálkum og tönnum, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [24]. Uppsprettur flúors geta einnig verið af náttúrulegum uppruna og má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjó [14]. Þölmörk sauðfjár gagnvart flúor eru óljós þar sem þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma. Rannsóknir liggja ekki fyrir um áhrif flúors á tennur sauðfjár og því er, líkt og undanfarin ár, miðað við niðurstöður norskrar rannsóknar á ungum dádýrum. Í töflu 10.1 er sýndur sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum [17, 25]. Einnig má nefna til viðmiðunar að styrkur flúors mældist í kringum 180-200 µg F/g í beinösku 4-5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki hafa orðið fyrir neinni flúormengun sumarlengt [26]. Jafnframt mældist á árunum 1968 – 1971 styrkur flúors í beinösku kjálka úr 25 dýrum af fullorðnu fé víðs vegar af landinu (Gullbringu-, Árnes-, Borgarfjarðar- og Snæfellssýslu) að meðaltali 1.150 µg F/g þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 µg F/g og sá hæsti 2.400 µg F/g [26]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jörturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 µg F/g [27].

Talið er að ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g sé hættu á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár [14].

TAFLA 10.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta, byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [17, 25].

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

Dýralæknir mat ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi fjár frá fimm bæjum norðan og sunnan Hvalfjarðar (samtals 50 dýr), þ.e. frá Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu, Kiðafelli og Grímsstöðum. Féð var á aldrinum 2-8 vetra. Að þessu sinni var lifandi fé frá Innri Hólmi ekki skoðað.

Einnig skoðaði dýralæknir tennur og liði, m.t.t. flúorskaða, í samtals 36 hrossum frá sex bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. frá Litlu Fellsöxl, Skipanesi, Kalastaðakoti, Ytri Hólmi, Miðdal og Morastöðum. Leitast var við að skoða bæði ung og gömul hross. Aldur hrossanna var 4 til 26 vetra. Þá var leitast við að skoða hross sem eru að mestu uppalin á bæjunum og líkleg til að vera áfram á jörðinni og því til staðar í endurteknar skoðanir. Skoðun á tönnum og liðum í lifandi fé og hrossum fór fram í janúar 2021.

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

TAFLA 10.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [28].

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

10.1 Niðurstöður

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfissvöktun á grasbítum má sjá í viðauka G. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfissvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2010, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

Í töflu 10.3 má sjá meðalstyrk flúors frá vöktunarbæjum við Hvalfjörðinn og talin þolmörk dádýra. Þar má einnig sjá hvaða breytingar hafa orðið á styrk flúors árið 2020 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur). Í viðauka F eru upplýsingar um meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum ásamt ítarlegri niðurstöðum tölfraeðigreiningar og yfirliti um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé.

TAFLA 10.3 Niðurstöður vöktunar fyrir sauðfé og talin þolmörk grasbíta á flúorstyrk í beinum auk niðurstaðna tölfraeðiúrvinnslu.

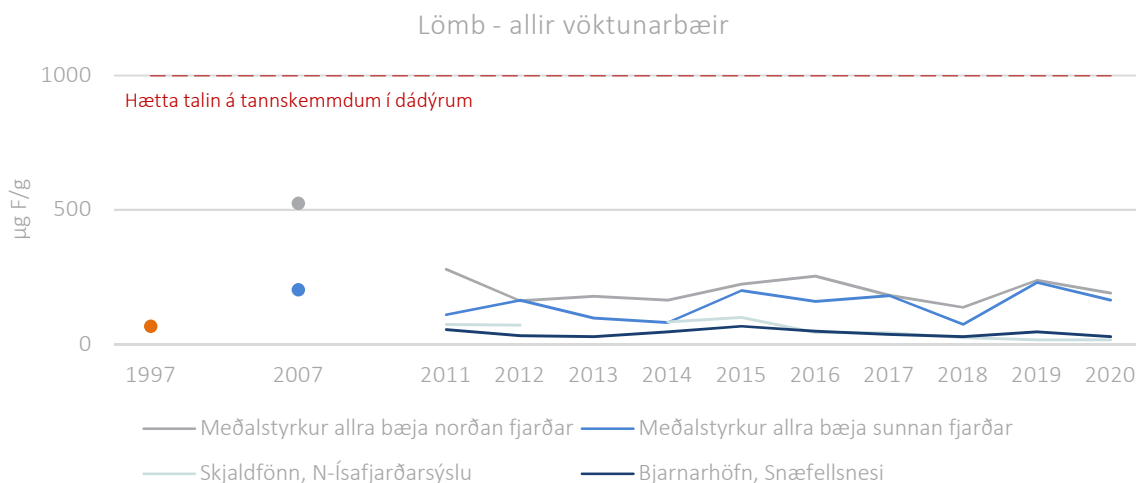
Vöktunarbæir	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2020 m.v. 1997	Breytingar 2020 m.v. 2007
Lömb			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	127		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur, Vestri Reynir)</i>	283		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)</i>	171		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	191	Hækkun	Lækkun
<i>Bæir sunnan Hvalfjarðar</i>			
<i>Kiðafell, Grímsstaðir, Meðalfell</i>	164	Hækkun	Engin breyting
Fullorðið fé			
<i>Bæir norðan Hvalfjarðar</i>			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.128		
<i>Bæir vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	1.522		
<i>Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu</i>	728		
<i>Allir bæir norðan Hvalfjarðar</i>	915	Engin breyting	Engin breyting
<i>Allir bæir sunnan Hvalfjarðar</i>	843	Hækkun	Hækkun
Viðmið			
Talin hætta á tannskemmdum í dádýrum	1.000 - 2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

10.1.1 Flúor í lömbum

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba mældist í öllum tilvikum undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (1.000 µg F/g, viðauki F). Hæstur var meðalstyrkurinn í kjálkabeinum lamba frá Eystra Miðfelli (463 µg F/g) og lægstur í lömbum frá Skipanesi (54 µg F/g).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 184 µg F/g, sem er svipað og undanfarin 12 ár. Frá vöktunarstöðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 191 µg F/g og 164 µg F/g sunnan fjarðar (mynd 10.2). Til viðmiðunar mældist flúorstyrkur í kjálkabeinum lamba 17 µg F/g frá Skjaldfönn og 29 µg F/g frá Bjarnarhöfn. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar er marktæk breyting til lækkunar á flúorstyrk samanborið við árið 2007 eins og áður.

Meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarðar árið 2020 er marktækt hærri en mældist árið 1997, en marktækt lægri miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors árið 2020 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur meðalstyrkur flúors í lömbum norðan fjarða yfirleitt verið hærri eða svipaður og meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan fjarðar, en ekki hefur alltaf verið um marktækan mun að ræða (viðauki G). Árið 2020 mældist styrkur flúors svipaður í lömbum norðan fjarðar og sunnan fjarðar.



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

10.1.2 Flúor í fullorðnu fé

Þar sem flúor safnast fyrir í beinum kinda með tíma getur verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé milli ára. Í þessari vöktun er markmiðið að mæla flúor í 6 vetra fé og eldra, en það hefur ekki tekist í öllum tilvikum í gegnum árin. Meðalaldur fullorðins fjár árið 2020 var rúmlega 6 vetra (yngst 2 vetra og elst 8 vetra).

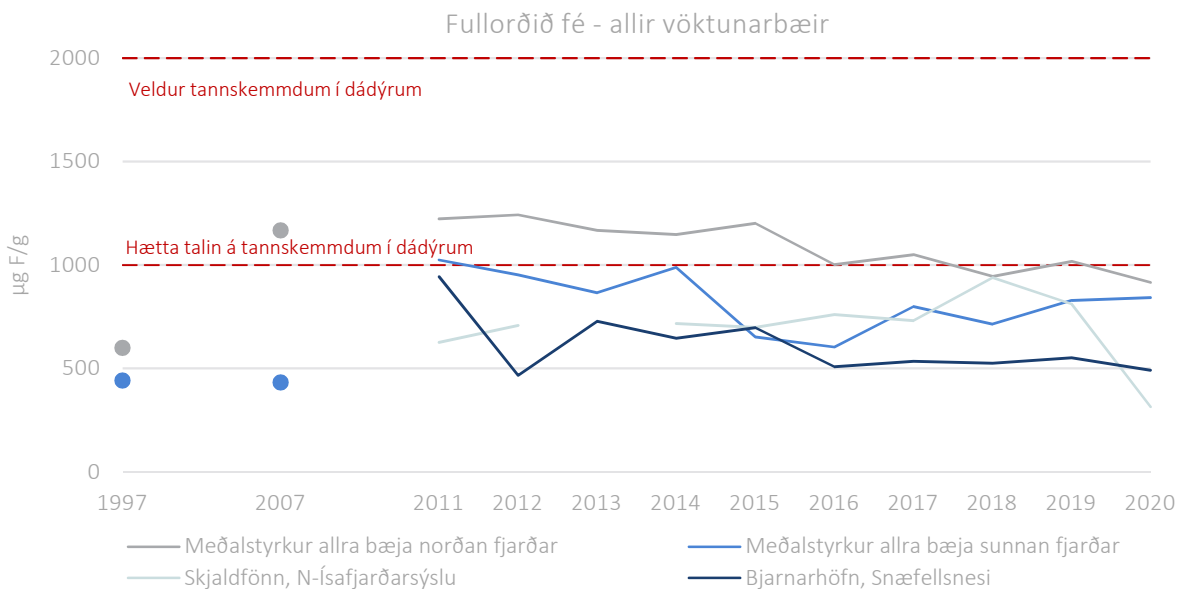
Meðalstyrkur flúors var yfir 1.000 µg F/g í kjálkabeinum fullorðins fjár frá fimm bæjum (Vestri Reyni, Innri Hólmi, Hrafnabjörg, Eystra Miðfelli og Meðalfelli). Þetta er sá styrkur sem hætta er talin að valdi

tannskemmdum í dádýrum. Ekkert sýni mældist 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 897 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 915 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 843 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 10.3). Meðalstyrkur flúors hefur farið lækkandi síðustu 12 árin sérstaklega í dýrum norðan fjarðar. Frá upphafi vöktunar hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2020 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki G).

Meðalstyrkur flúors var hæstur í fullorðnu fé frá Innri Hólmi (1.749 µg F/g) og lægstur í fullorðnu fé frá Hóli (479 µg F/g). Til viðmiðunar mældist flúor úr fullorðnu fé að meðaltali 315 µg F/g frá Skjaldfönn (1-9 vetra gömul dýr) og 491 µg F/g frá Bjarnarhöfn (6-7 vetra gömul dýr).

Árið 2020 var ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árið 1997 né árið 2007. Sunnan fjarðar er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé bæði miðað við árið 1997 og árið 2007. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum samanborið við árið 1997, hins vegar er ekki marktæk breyting á flúorstyrk samanborið við árið 2007.



MYND 10.3 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan og sunnan fjarðar auk viðmiðunarsýna frá 1997 og 2007.

10.1.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé m.t.t. sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 10.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka G [24].

TAFLA 10.4 Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	36	12	8
Sæmileg	0	0	0
Slæm	0	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir norðan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Bæir sunnan Hvalfjarðar Fjöldi dýra	Viðmiðunarbæir Fjöldi dýra
Góð	15	3	3
Sæmileg	3	2	1
Slæm	17	7	4
<i>Meðalaldur (ár)</i>	<i>5,9</i>	<i>6,2</i>	<i>5,4</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).

Öll lömbin voru við góða tannheilsu en mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé. Hæsti meðalstyrkur flúors mældist í fullorðnu fé frá Innri Hólmi (1.749 µg F/g). Í þremur dýrum mældist flúor yfir viðmiðunarmörkum (1.000 µg F/g), tvö dýranna voru við góða tannheilsu og eitt við slæma tannheilsu. Engar breytingar sáust á glerungi framtanna þessara dýra. Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum.

10.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

Niðurstöður skoðana dýralæknis á tönnum og liðamótum í framfótum lifandi grasbíta (sauðfé og hross) gefa til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt. Bólgur voru greindar á vinstri fæti á fullorðinni kind frá Grímsstöðum en engar bólgur voru greindar í liðamótum hrossanna.

Í viðauka G (kafla G.2) má sjá yfirlit yfir niðurstöður skoðunar tanna og liðamóta framfóta í lifandi sauðfé og hrossum, sbr. matskerfi í töflu 8.2. Almenn tannheilsa var lágt á ástandi á tönnum og liðum bæði hjá sauðfé og hrossum. Tennur í einu hrossi fékk einkunnina 3 (nokkur áhrif, þar sem dæld/eyðing var sjáanleg í glerungi). Ekki er hægt að fullyrða að eyðingin sé að völdum flúors, þar sem tannsteinn getur t.d. valdið skaða á tönnum og tannholdi. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Litlu Felssöxl (0,22) og lægst í hrossum frá Miðdal (0,06). Hæsta meðaltalsgildi fyrir framtennur var í fé frá Vogatungu (0,25), aðallega vegna lausra tanna og lægst í fé frá Eystra Miðfelli (0,10). Bólgur voru greindar á vinstri fæti í einni fullorðinni kind frá Grímsstöðum.

11 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 iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar-desember 2020,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2021.
- [3] Eva Yngvadóttir, Alexandra Kjeld, Börkur Smári Kristinsson og Friðrik Gunnarsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018.,“ Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf., Alur Álvinnsla ehf., 2019.
- [4] Eva Yngvadóttir; Friðrik K. Gunnarsson; Hlöðver Stefán Þorgeirsson og Snævarr Örn Georgsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016.,“ Elkem Ísland ehf., GMR Endurvinnslan ehf., Kratus ehf., Norðurál Grundartangi ehf., 2017.
- [5] Eva Yngvadóttir; 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] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað 6 apríl 2021].
- [7] Hermann Þórðarson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Ferskvatnsmælingar 2020.,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, 2020.
- [8] J. A. Camargo, „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ *Chemosphere*, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [9] Kristmann Gíslason, „Umhverfisvöktun Hvalfirði, Mælingar í sjó við flæðigryfjur. 6EM20039.,“ Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, Reykjavík, 2021.
- [10] Starri Heiðmarsson, „Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2017-2020. NI-21002,“ Náttúrufræðistofnun Íslands, Garðabær, 2021.

- [11] Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen, „Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2014-2017.,“ Náttúrufræðistofa Íslands, NÍ-18001, 2018.
- [12] Dr. Kristmann Gíslason, „Gróðurskýrsla 2020,“ Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, 2021.
- [13] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Marcolom, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [14] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [15] 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.
- [16] Horntvedt og Øyen, „Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk. Kafli 6 í Norsk aluminiumindustri og miljø. Project for effectstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge,“ Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS), Oslo, 1994.
- [17] 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.
- [18] Sigurður H. Magnússon, „Þungmálmur og brennisteinn í mosa á Íslandi 1990-2010: áhrif iðjuvera,“ Náttúrufræðistofnun Íslands, Garðabær, 2013.
- [19] Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2021, sem er liður í umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lifandi búfé og hey,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2021.
- [20] Pétur Sigurjónsson, Aksel Lydersen, Ernst Bosshard & R. Sulzberger, „Skýrsla haustið 1970: Niðurstöður flúorrannsóknna,“ Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 1970.
- [21] Friðrik Pálmason, Gunnar Guðmundsson & Jóhannes Sigvaldason, „Áhrif loftmengunar frá álveri við Dysnes í Eyjafirði á gróður og búfénað. Fylgirit: Áhrif flúors í lofti á gróður og búfénað,“ Iðnaðarráðuneytið, Reykjavík, 1985.
- [22] Guðmundur Georgsson, Guðmundur Pétursson & Páll A. Pálsson, „Flúoreitrun í búfé. Ráðunautafundur 178-187,“ 1981.

- [23] Grétar Hrafn Harðarson, Arngrímur Thorlacius, Bragi Líndal Ólafsson, Hólmgeir Björnsson & Tryggvi Eiríksson, „Styrkur snefilefna í heyi.,“ Fræðaping landbúnaðarins 2006, bls. 179-189, 2006.
- [24] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2020. Skýrsla vegna umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2021.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and inverstigation of fluorosis in livestock and horses,“ *In Practice*, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [28] National Research Council, „Effects of Fluorides in Animals,“ National Academy of Science, National Academies Press, 1974.

VIÐAUKI A ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR

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

- 1) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2019. Útgefin í apríl 2020.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Útgefin í maí 2019.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Útgefin í apríl 2018.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Útgefin í apríl 2017.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Útgefin í apríl 2016.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Útgefin í apríl 2015.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Útgefin í apríl 2014.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Útgefin í apríl 2013.
- 9) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Útgefin í apríl 2012.
- 10) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Útgefin í apríl 2011.
- 11) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Útgefin í apríl 2010.
- 12) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Útgefin í apríl 2009.
- 13) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Útgefin í maí 2008.
- 14) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Útgefin í október 2007.
- 15) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Útgefin í nóvember 2006.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2005.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Útgefin í apríl 2004.
- 18) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Útgefin í mars 2003.

VIÐAUKI B LOFTGÆÐI

TAFLA B.1 Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Kríuvörðu árið 2020, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
F (síur, apríl - október)			
Meðalstyrkur HF	0,36		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,31	0,3	Starfsleyfi Norðurlands Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,93		Mælt 27. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,43		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,37	0,4	Starfsleyfi Norðurlands Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,82		Mælt 27. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,01		
F (síur, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,28		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,93		Mælt 27. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,35		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	4,82		Mælt 27. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,01		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	3,0		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	7,8	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	112	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 3x árlega. Mælt 27.5 í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	213,9	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 24x árlega. Mælt 4. maí í SV-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,62	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	4,9	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Má yfirstíga 5x árlega. Mælt 4. júlí í V-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	0,9	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	10	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 7x árlega. Mælt 27.11 í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	35,8	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 4. maí í SSV-átt.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	1,3	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	13,7		Mælt 27. nóvember í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	6,2	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	64	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 35x árlega. Mælt 28. október í ANA -átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	1,8		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	3,3	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
PAH efni - Bensó(a)þýren			
Mældur styrkur apríl – október (síur)	$6 \cdot 10^{-7} - 4,2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

TAFLA B.2 Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Gröf II árið 2020, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

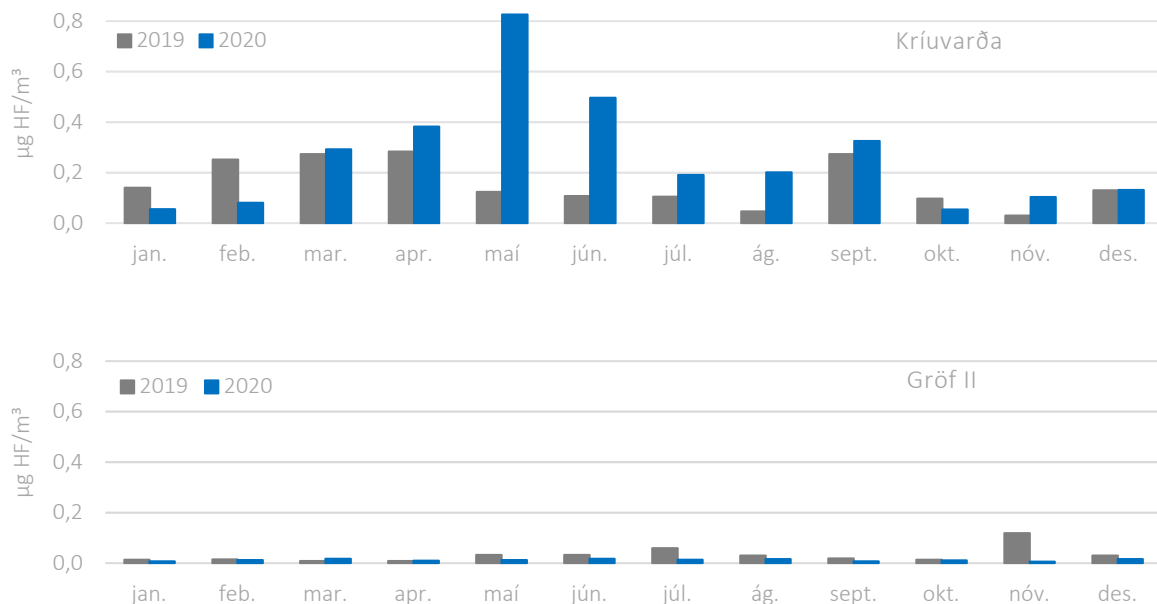
Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
F (súr, apríl - október)			
Meðalstyrkur HF	0,01		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,01	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,04		Mælt 26. - 30. júní í NA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,02		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,02	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,09		Mælt 2. - 6. apríl í NNA-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
F (súr, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,01		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,06		Mælt 8. mars í N-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,03		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,24		Mælt 8. mars í N-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	1,5		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	3,6	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	36	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 18. des í NA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	192	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 28. janúar í NNA-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,70	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	6,1	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 4. júlí í breytilegri átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	2,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	22	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 30. desember í NA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,1		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	83,2	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 19. nóvember í NN-átt.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	2,5	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	24		Mælt 30. desember í NA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,2		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	6,1	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	44	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 28. október í NA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,9		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	2,7	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

TAFLA B.3 Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2020, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan þynningarsvæða.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
SO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	1,6	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	12	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 19. apríl í SA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	49	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 23. júlí í ANA-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,5	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	4,1	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 9. apríl í A-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

B.1 Flúor í andrúmslofti

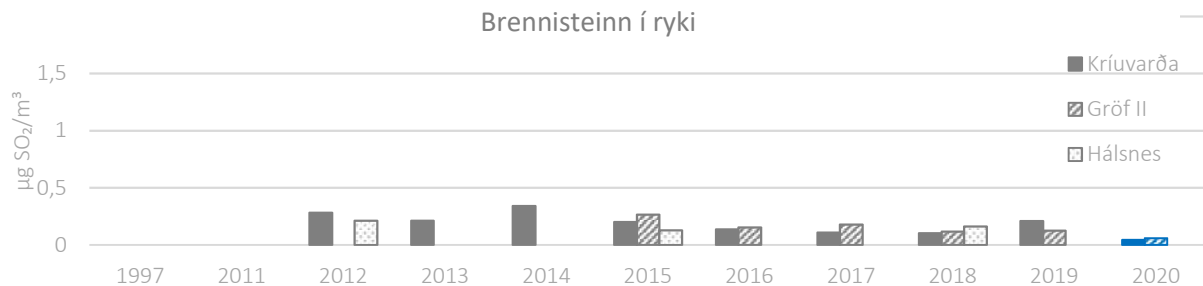
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2020 og til samanburðar árið 2019.



MYND B.1 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II yfir árið 2020.

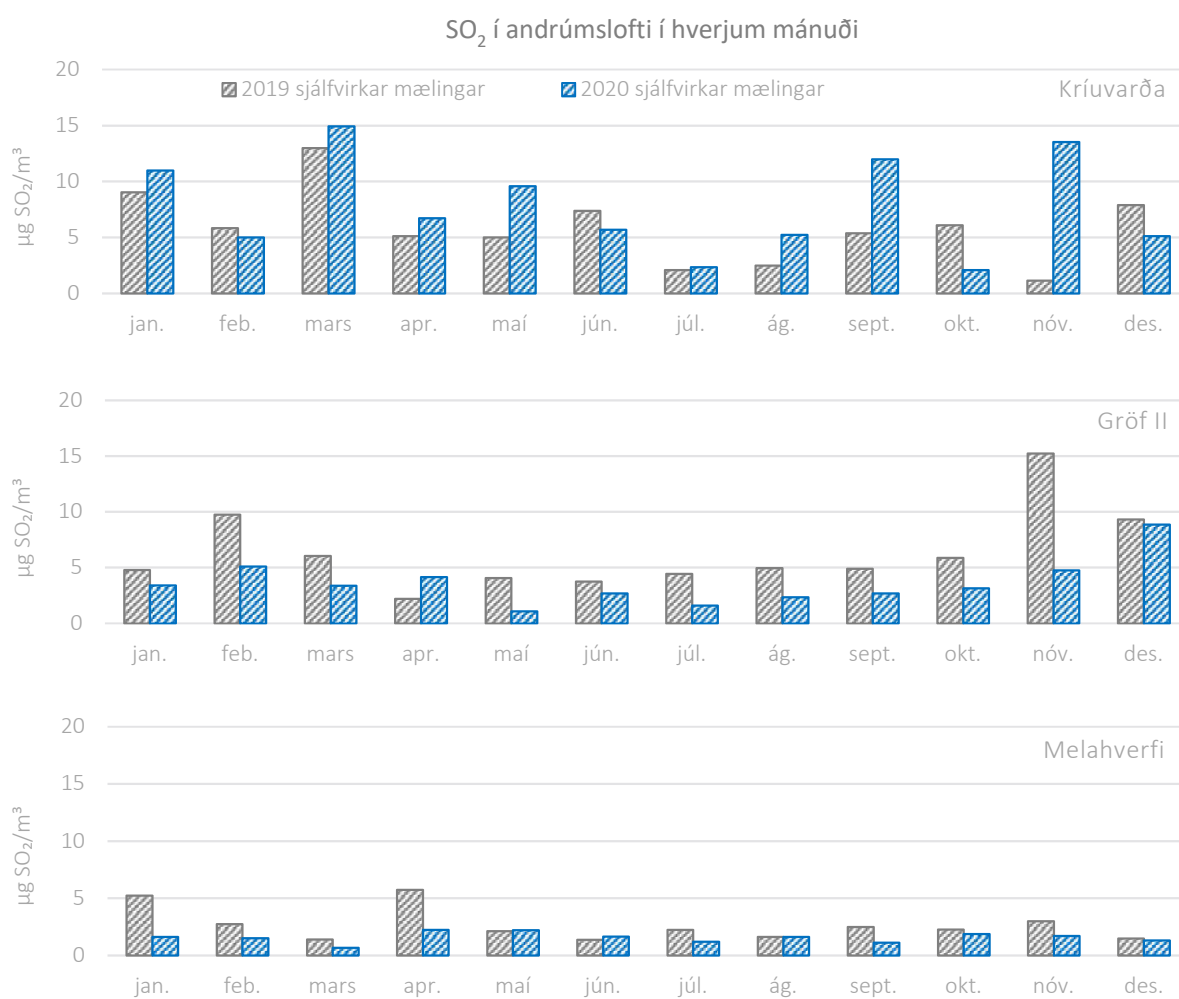
B.2 Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

Mynd B.2 sýnir styrk brennisteins í ryksýnum sem safnað var á síur á vöktunarstöðunum. Brennisteinn í ryki á sér margar náttúrulegar uppsprettur, m.a. úr sjó og jarðvegi og er því ekki eiginlegur mælikvarði á mengun í Hvalfirði. Brennisteinn í ryki hefur aldrei mælst lægri, hvorki á Gröf II eða Kríuvörðu.



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

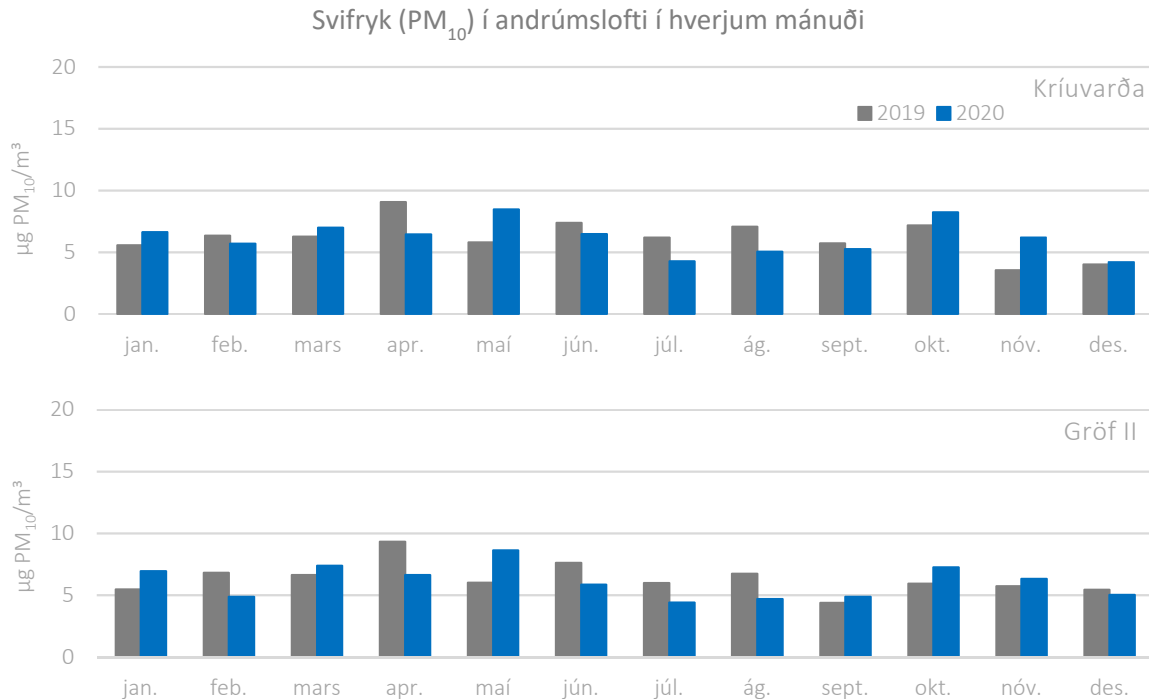
Mynd B.3 sýnir niðurstöður sjálfvirkra mælinga (flúrljómun) á meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2020 og til samanburðar árið 2019. Árið 2020 mældist styrkur SO₂ almennt lægri eða svipaður og árið 2019 á Gröf II. Á Kríuvörðu mældist mánaðarlegur styrkur ársins 2020 almennt sambærilegur eða hærri en árið 2019, sem má rekja til algengi suðvestanáttá á árinu í janúar og mars og aftur í september og nóvember. Styrkur í Melahverfi árið 2020 mældist lægri en árið 2019.



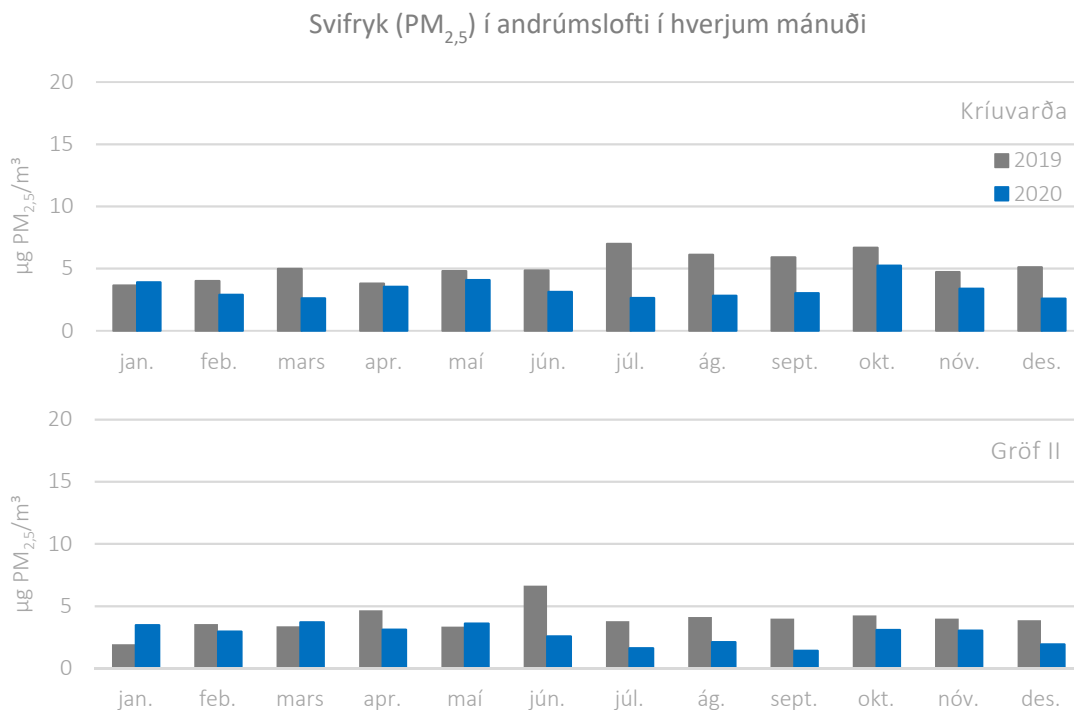
MYND B.3 Meðalstyrkur brennisteinsdíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árin 2019 og 2020 á Krúvörðu, Gröf II og Melahverfi.

B.3 Svifryk í andrúmslofti

Meðalstyrkur svifryks, PM₁₀ og PM_{2,5}, í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II má sjá á myndum B.4 og B.5. Mælingar ársins 2020 eru svipaðar árinu á undan fyrir PM₁₀ en fyrir PM_{2,5} eru mælingarnar á Kríuvörðu hærri en árið á undan en lægri á Gröf II.



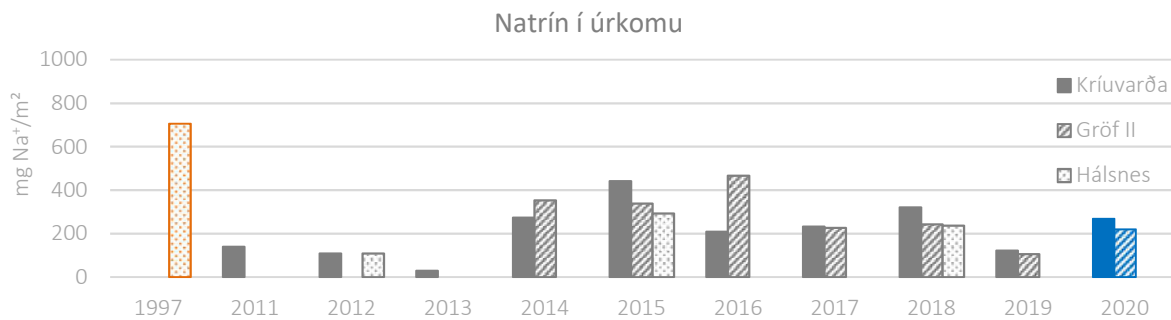
MYND B.4 Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) yfir árin 2019 og 2020 á Kríuvörðu og Gröf II.



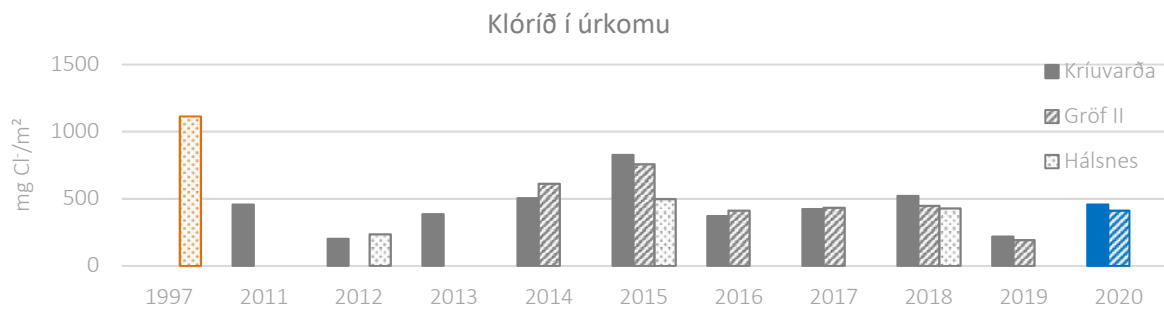
MYND B.5 Meðalstyrkur svifryks (PM_{2,5}) yfir árin 2019 og 2020 á Kríuvörðu og Gröf II.

B.4 Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klór, kalsíns og nítrats var mælt í úrkomu á Gröf II og Kríuvörðu. Sýni voru yfirleitt þokkalega tær. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið. Meðalstyrkur natríns og klóríðs í úrkomu á Kríuvörðu 2011 – 2020 og á Gröf II 2014-2020 er birtur á myndum B.6 og B.7 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár). Á báðum stöðum mældist styrkur natríns og klóríðs nokkuð hærri en árið 2019 en sambærilegur við árin þar á undan.



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



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

VIÐAUKI C FERSKVATN

C.1 Niðurstöður mælinga

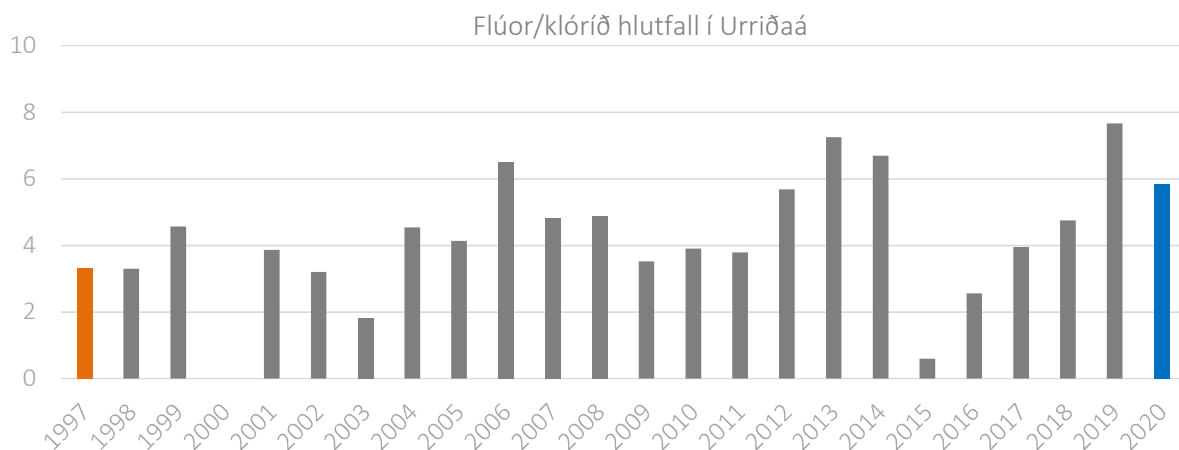
Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2020 í vöktunarár samnborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta.

TAFLA C.1 Niðurstöður mælinga í vöktunarár árið 2020 (meðaltal, hámarks- og lágmarksgildi) ásamt skilgreindum hámarksgildum fyrir neysluvatn.

Mælistaður (fjöldi sýna)	Flúor (µg/L)	Klóríð (mg/L)	Súlfat (mg/L)	Sýrustig pH	Leiðni (µS/cm)
<i>Kalmansá (6)</i>	139 Min 94 (sept.) Max 180 (júlí)	24,7 Min 18,0 (júní) Max 35,9 (júlí)	9,1 Min 6,6 (apríl/ágúst) Max 10,5 (sept.)	7,25 Min 7,14 (apríl) Max 7,43 (júní)	167 Min 132 (ágúst) Max 220 (júlí)
<i>Urriðaaá (6)</i>	139 Min 99 (ágúst) Max 180 (júlí)	23,7 Min 18,7 (júní) Max 30,1 (júlí)	8,0 Min 6,9 (apríl) Max 9,0 (júlí)	7,43 Min 7,29 (maí) Max 7,64 (júlí)	163 Min 146 (apríl) Max 188 (júlí)
<i>Berjadalsá (3)</i>	33 Min 22 (sept.) Max 41 (apríl)	13,1 Min 10,5 (sept.) Max 15,0 (apríl)	2,9 Min 2,5 (apríl) Max 3,2 (sept.)	7,42 Min 7,32 (apríl) Max 7,50 (júlí)	78 Min 67 (sept.) Max 86 (apríl)
<i>Fossá (2)</i>	34 Min 26 (sept.) Max 42 (júlí)	11,1 Min 10,4 (sept.) Max 11,8 (júlí)	2,0 Min 2,0 (júlí) Max 2,0 (sept.)	7,67 Min 7,61 (sept.) Max 7,72 (júlí)	77 Min 69 (sept.) Max 85 (júlí)
<i>Laxá (2)</i>	32 Min 26 (sept.) Max 38 (júlí)	9,4 Min 9,1 (sept.) Max 9,6 (júlí)	2,3 Min 2,2 (júlí) Max 2,4 (sept.)	7,75 Min 7,71 (sept.) Max 7,78 (júlí)	72 Min 69 (sept.) Max 75 (júlí)
<i>Kúludalsá (3)</i>	40 Min 32 (sept.) Max 44 (júlí)	16,6 Min 12,8 (sept.) Max 20,8 (apríl)	3,7 Min 3,5 (apríl) Max 3,9 (sept.)	7,43 Min 7,27 (apríl) Max 7,58 (júlí)	92 Min 75 (sept.) Max 105 (apríl)
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	250	250	6,5 – 9,5	Á ekki við

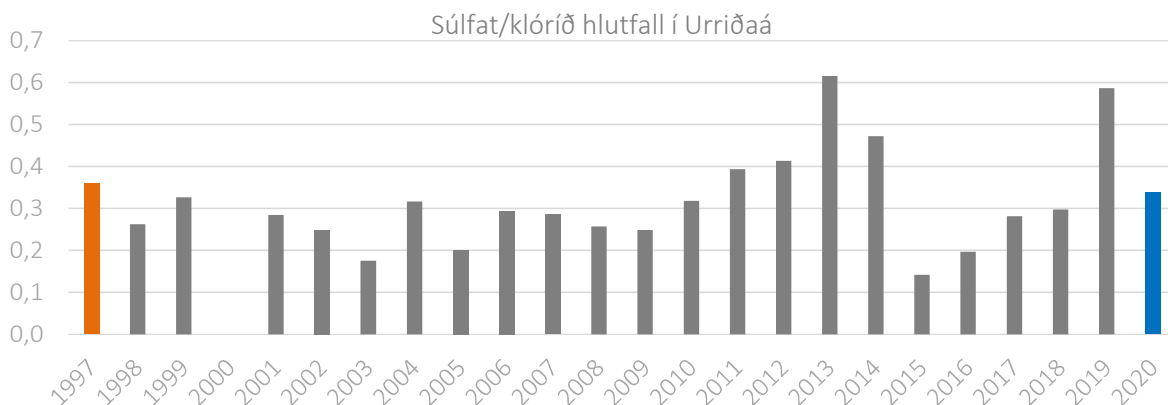
C.2 Áhrif sjávar á mælingar

Mældur er styrkur klóríðs í vöktunaránum til að meta áhrif frá sjó. Mældur styrkur klóríðs í ánum hefur ætíð verið innan þess hámarksgildis sem sett er fyrir styrk klóríðs í neysluvatni samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 (250 mg Cl/L). Til að meta áhrif sjávar er reiknað hlutfall flúor/klóríð í Urriðaá annars vegar og hlutfall súlfat/klóríð hins vegar, sjá myndir C.1 og C.2. Hlutfall flúor/klóríð er það fimmta hæsta síðustu 10 ár. Stöðug hækkun á hlutfalli flúor/klóríð var á árunum 2015-2019, sem gefur til kynna lægri styrk klóríðs þar, en 2020 lækkaði hlutfallið. Hins vegar mældist flúor í hærra lagi í Urriðaá þetta árið sem gæti tengst algengum suðvestanáttum sem báru mengun frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga yfir uppsprettur árinna í Eiðisvatni.



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

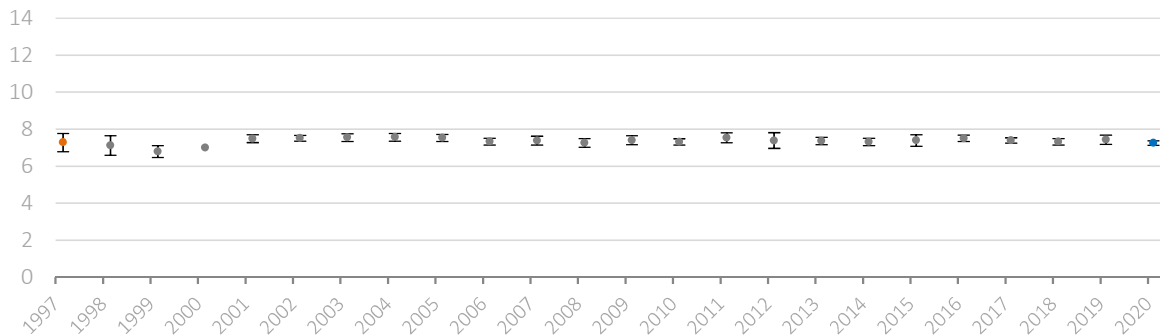
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfat/klóríð lækkaði eftir hátt gildi 2019 og er nú sambærilegt því sem var árunum þar á undan. Magn súlfats mældist aðeins undir meðaltali síðustu 10 ára en styrkur klóríðs var um meðaltal síðustu 10 ára. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



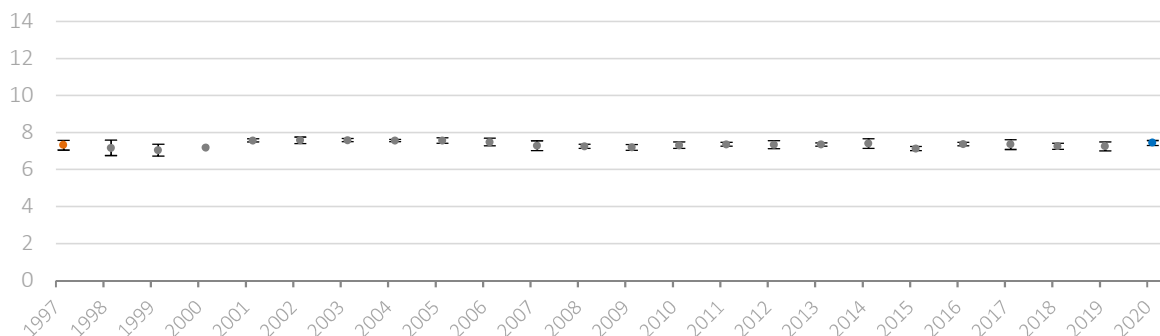
MYND C.2 Meðaltal súlfat/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

C.3 Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

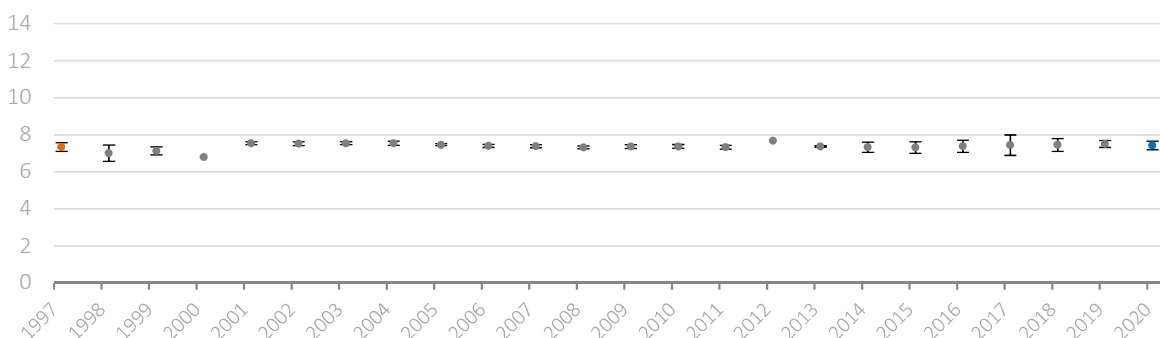
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2020 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2020. Vert er að nefna að eftir því sem fleiri mælingar eru gerðar minnkar tölfræðióvissan og endurspeglar það að hluta til stærð öryggisbila.



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

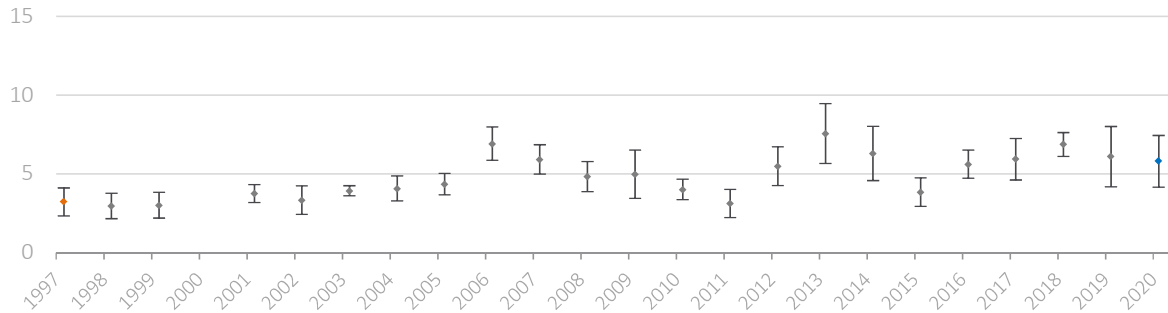


MYND C.4 Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

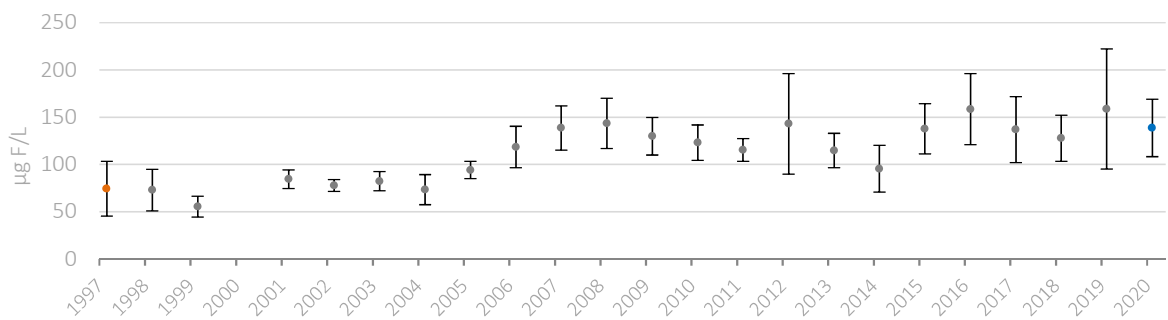


MYND C.5 Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

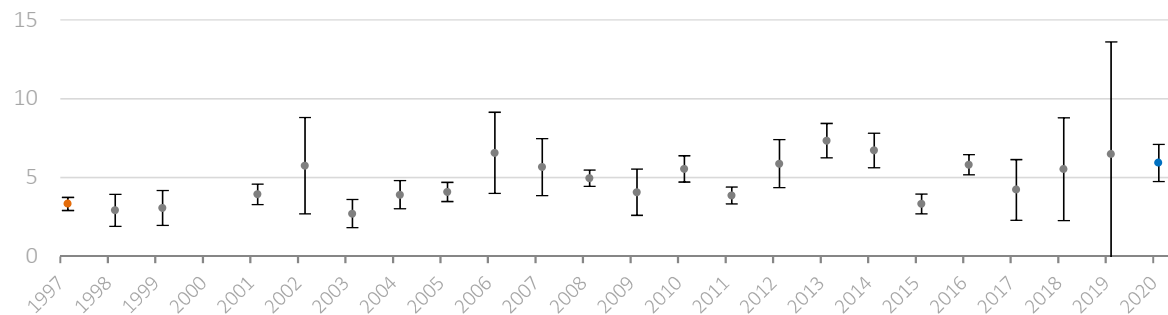
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfræðigreiningar á hlutfalli flúor/klóríð og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



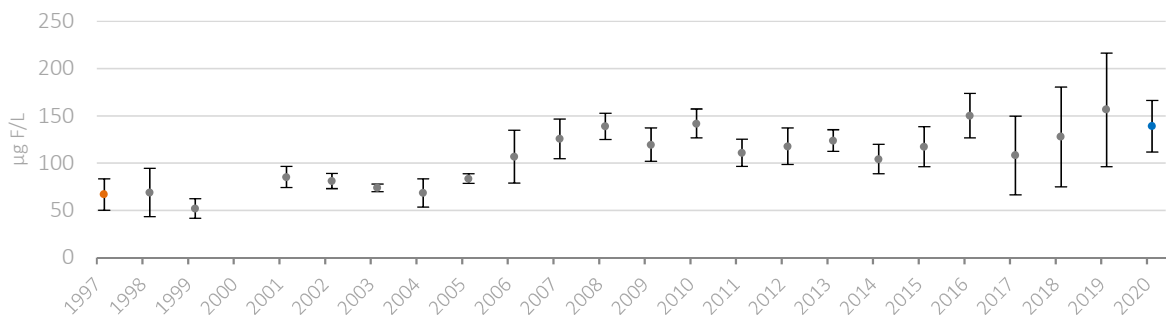
MYND C.6 Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



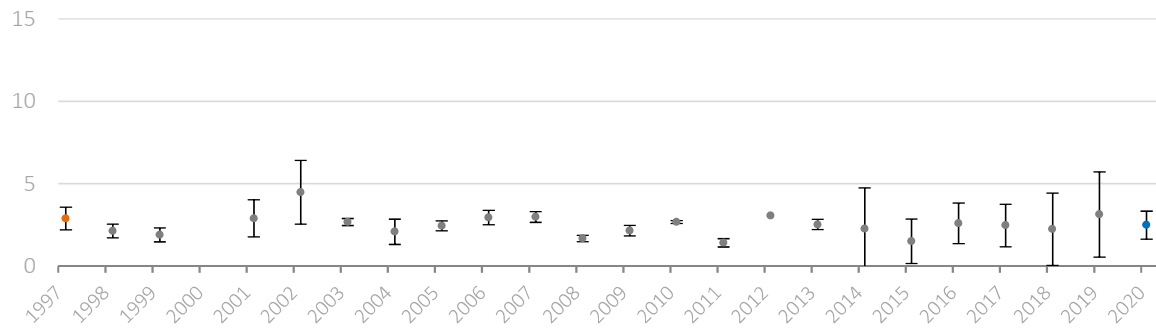
MYND C.7 Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



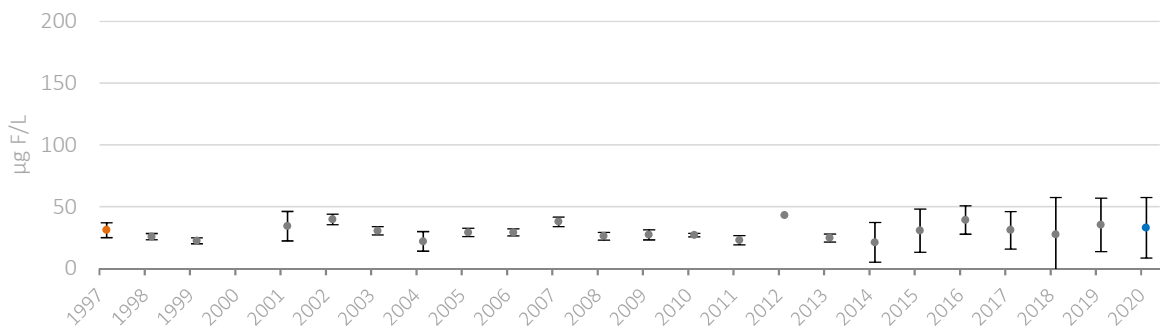
MYND C.8 Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



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



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



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

VIÐAUKI D SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR

TAFLA D.1 Meðalstyrkur, hæsta og lægsta gildi efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2020, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2014-2019, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *.

Vöktunarstaður	Sýaníð* (Frítt) (mg/L)	Min Max	Sýaníð* (Heild) (mg/L)	Min Max	Flúor* (mg/L)	Min Max
1 Austurendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,47	1,33 1,63
2 Austurendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,44	1,32 1,62
3 Austanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,38	1,30 1,45
4 Austanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,41	1,32 1,51
5 Miðja - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,56	1,36 1,84
6 Miðja - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,40	1,37 1,45
7 Vestanmegin - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,36	1,30 1,42
8 Vestanmegin - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,38	1,36 1,43
9 Vesturendi - 1 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,36	1,30 1,42
10 Vesturendi - 4 m	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,39	1,35 1,42
Kalastaðir	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,32	1,30 1,35
Miðja fjarðar	<0,005	<0,005 <0,005	<0,005	<0,005 <0,005	1,30	1,28 1,33
Miðgildi 2014-2019 Kalastaðir	<0,005		<0,005		1,26	
Miðgildi 2014-2019 Miðja fjarðar	<0,005		<0,005		1,28	

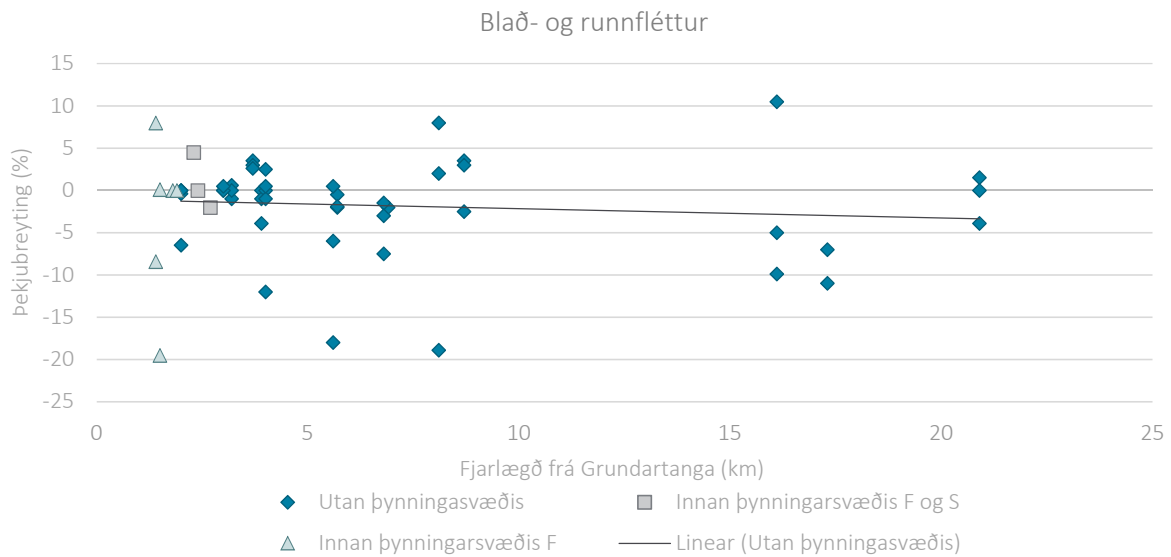
TAFLA D.2 Meðalstyrkur, hæsta og lægsta gildi efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2020, auk miðgilda sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2014-2019, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *.

Vöktunarstaður	As µg/L	Min Max	Cr µg/L	Min Max	Cu µg/L	Min Max	Ni µg/L	Min Max	Pb µg/L	Min Max	Zn µg/L	Min Max	Al* µg/L	Min Max	Fe* µg/L	Min Max	P* µg/L	Min Max	V* µg/L	Min Max	
1 Austurendi - 1 m	2,27	1,71 2,92	0,26	0,20 0,32	<0,5	<0,5 0,79	<0,5	<0,5 0,65	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 2,68	17,9	8,5 26,8	25,0	16,0 32,8	<40	<40 <40	2,02	1,73 2,22	
2 Austurendi - 4 m	2,11	1,81 2,43	0,26	0,21 0,31	<0,5	<0,5 0,25	<0,5	<0,5 0,58	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 2,27	24,6	17,1 35,0	33,5	27,4 43,0	<40	<40 <40	2,17	1,76 2,50	
3 Austanmegin - 1 m	2,15	2,01 2,35	0,23	0,18 0,27	0,51	<0,5 0,73	<0,5	<0,5 0,87	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 <2	24,4	10,0 42,1	31,1	17,1 48,9	<40	<40 <40	2,03	1,73 2,19	
4 Austanmegin - 4 m	2,46	2,10 2,82	0,22	0,19 0,25	<0,5	<0,5 0,25	<0,5	<0,5 0,68	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 <2	24,8	15,0 40,0	33,4	23,0 48,3	<40	<40 <40	2,17	1,84 2,47	
5 Miðja - 1 m	2,21	1,99 2,62	0,20	0,15 0,25	0,76	<0,5 1,49	<0,5	<0,5 0,56	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 <2	34,0	11,9 56,0	35,5	17,5 46,7	<40	<40 <40	2,09	1,79 2,28	
6 Miðja - 4 m	2,16	1,98 2,31	0,22	0,19 0,27	<0,5	<0,5 0,25	0,56	<0,5 0,89	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 2,21	28,0	12,7 46,4	36,7	26,3 55,7	<40	<40 <40	2,11	1,75 2,37	
7 Vestanmegin - 1 m	2,07	1,78 2,34	0,26	0,20 0,34	0,50	<0,5 0,74	<0,5	<0,5 0,25	<0,3	<0,3 <0,3	4,0	<2 7,03	38,9	14,7 58,9	38,7	24,7 53,1	<40	<40 <40	2,11	1,85 2,40	
8 Vestanmegin - 4 m	2,00	1,74 2,40	0,29	0,28 0,30	<0,5	<0,5 0,54	<0,5	<0,5 0,67	<0,3	<0,3 <0,6	<2	<2 <2	31,3	18,0 50,1	43,5	27,4 66,2	<40	<40 <40	2,13	1,72 2,37	
9 Vesturendi - 1 m	2,03	1,91 2,19	0,24	0,21 0,26	<0,5	<0,5 0,54	<0,5	<0,5 0,25	<0,3	<0,3 <0,6	<2	<2 <2	30,0	21,3 46,4	38,4	28,5 57,8	<40	<40 <40	2,05	1,86 2,22	
10 Vesturendi - 4 m	2,11	1,82 2,48	0,27	0,21 0,38	0,70	<0,5 1,27	0,54	<0,5 1,1	<0,3	<0,3 <0,3	7,2	<2 13,3	38,6	15,0 52,2	39,0	23,4 57,2	<40	<40 <40	2,09	1,70 2,35	
Kalastaðir	1,96	1,58 2,34	0,21	0,11 0,27	<0,5	<0,5 0,25	<0,5	<0,5 0,78	<0,3	<0,3 <0,3	2,3	<2 3,58	17,4	12,5 24,2	19,2	12,2 24,9	<40	<40 48,0	1,99	1,84 2,11	
Miðja fjarðar	2,14	1,76 2,35	0,18	0,12 0,22	<0,5	<0,5 0,63	<0,5	<0,5 0,84	<0,3	<0,3 <0,3	<2	<2 <2	26,3	17,3 40,0	36,4	25,0 48,8	<40	<40 <40	1,99	1,84 2,08	
Kalastaðir Miðgildi frá 2014-2019	1,65		0,23		≤0,5		≤0,5		<0,3		≤2				43						
Miðja fjarðar Miðgildi frá 2014-2019	1,82		0,25		≤0,5		≤0,5		<0,3		≤2				35						

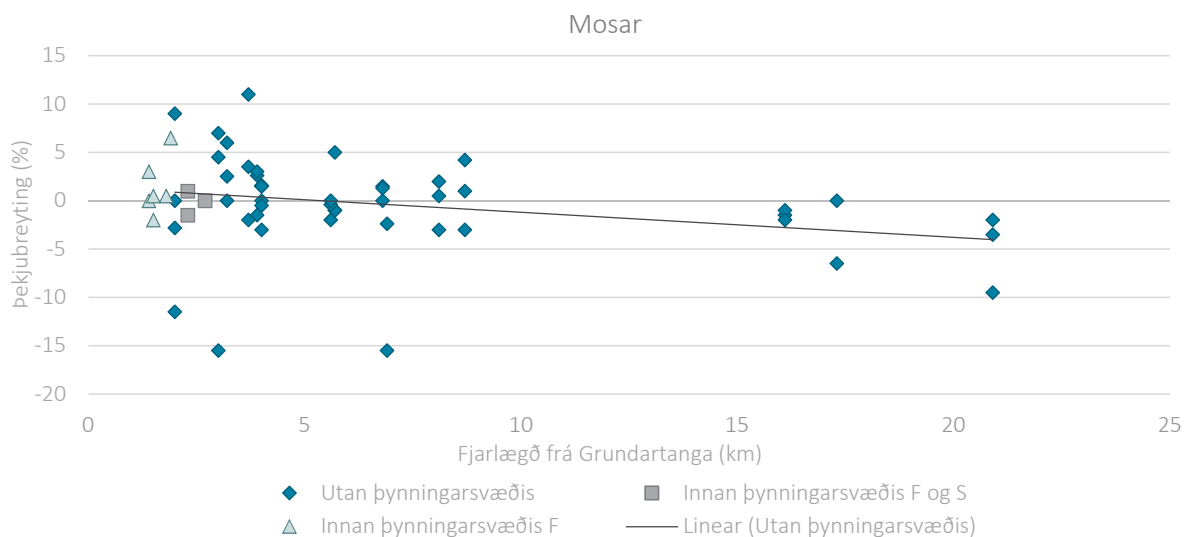
Mjög lítil eða engin hættu á áhrifum
 Lítil hættu á áhrifum
 Áhrifa að vænta á viðkvæmt lífríki
 Áhrifa að vænta
 Ávallt ófullnægjandi ástand vatns fyrir lífríki/þynningarsvæði

VIÐAUKI E KLAPPARREITIR

Breytingar á þekju mosa og fléttan voru metnar út frá ljósmyndum af 58 klapparreitum (myndir E.1 og E.2). Ekki virðast mikil tengsl vera á milli nálægðar við iðnaðarsvæðið og þekjubreytinga hjá blað- og runnfléttum. Aðhvarfslínan er byggð á breytingum innan reita sem staðsettir eru utan þynningarsvæða en breytileikinn er allmikill innan þynningarsvæðanna. Að meðaltali hefur þekja allra tegundahópa minnkað miðað við árið 2017.



MYND E.1 Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga blað- og runnfléttna 2017-2020.



MYND E.2 Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga og þekjubreytinga mosa 2017-2020.

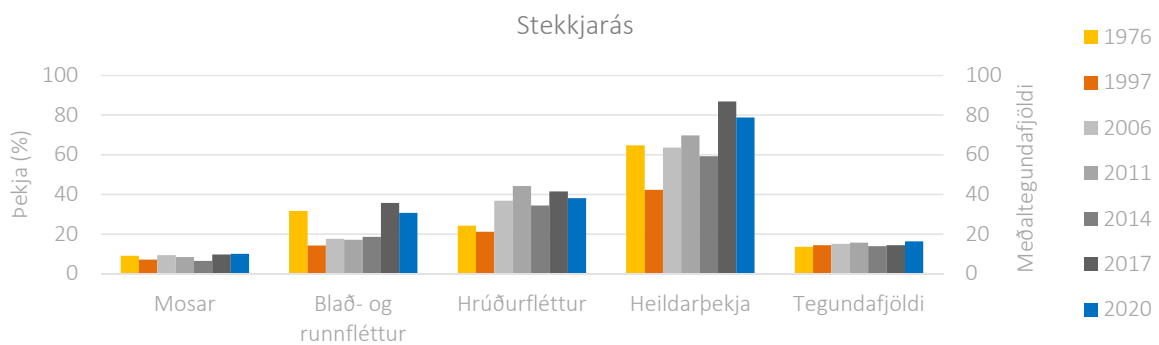
Myndir E.3 – E.6 sýna meðalþekjumat á mosa, blað- og runnfléttum, hrúðurfléttum auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum nær iðnaðarsvæðinu en 3,5 km, innan þynningarsvæða flúors og brennisteins, sem metnir voru árið 2020.

Myndir E.7 - E.22 sýna meðalþekjumat á mosa, blað- og runnfléttum, hrúðurfléttum auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum utan þynningarsvæða, sem metnir voru árið 2020.

E.1 Gróðurbreytingar innan þynningarsvæða iðnaðarsvæðisins

Stekkjars

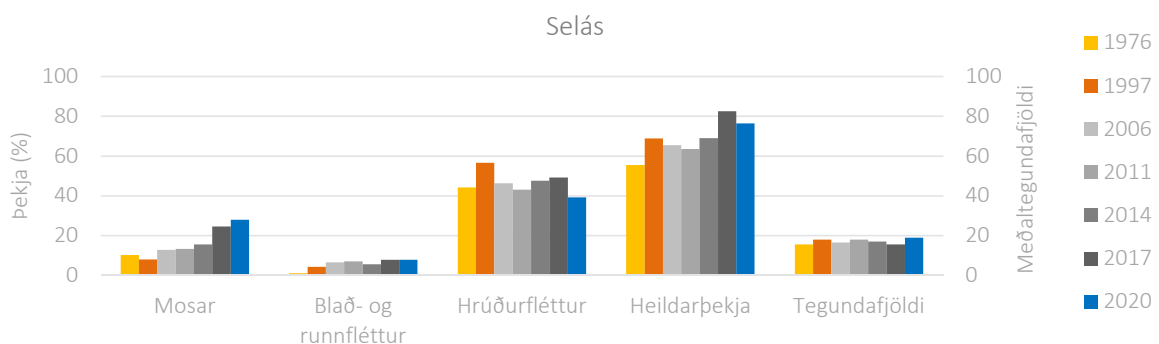
Stekkjars er um einn kílómetra frá iðnaðarsvæðinu í VSV. Þar eru sjö reitir, nr. 1 - 4 og 33 - 35 en 2020 voru reitir nr. 1, 2 og 4 ekki metnir. Heildarþekjan dróst saman frá árinu 2017 en hún hafði aukist mikið á milli árána 2014 og 2017. Þekja klettastrýs jókst nokkuð milli árána 2017 og 2020.



MYND E.3 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33 - 35 við Stekkjars.

Selás

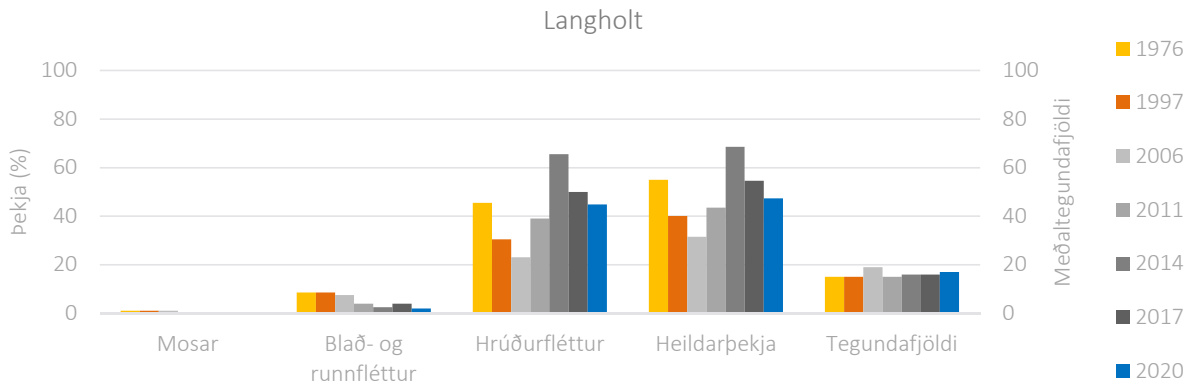
Fjórir reitir, 8 - 11, eru staðsettir á Selási, tæplega 2 km frá Grundartanga. Reitirnir eru staðsettir innan þynningarsvæðis vegna flúors. Reitir 8 og 11 voru metnir árið 2020. Þekja mosa hélt áfram að aukast líkt og hún hefur gert síðan 1997, blað- og runnfléttur stóðu í stað á meðan dró úr þekju hrúðurfléttna.



MYND E.4 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 8 og 11 við Selás.

Langholt

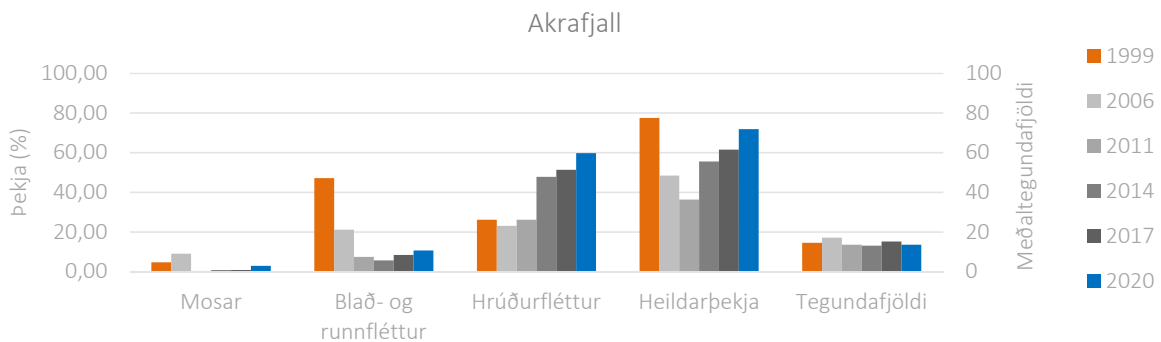
Þrír reitir, 27 - 29, eru staðsettir við Langholt tæplega 3 km suðvestur af Grundartanga, innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinsdíoxíð. Árin 2014, 2017 og 2020 var reitur nr. 27 sá eini sem var metinn. Heildarþekjan hélt áfram að minnka líkt og hún hefur gert frá 2014 sem var þá óvenju mikil vegna meiri þekju hrúðurfléttna það árið.



MYND E.5 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reit 27.

Akraffjall

Tíu reitir eru vaktaðir í norðanverðu Akraffjalli. Þannig eru reitir 53 - 55 í um 1,9 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu, reitir 56 - 59 í 2,2 - 2,3 km fjarlægð og reitir 60 - 62 í 2,4 km fjarlægð. Allir eru reitirnir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinsdíoxíð en einungis þrír þeirra voru metnir árin 2014 og 2017, þ.e. nr. 56, 57 og 60. Árið 2020 voru einungis tveir reitir metnir þ.e. nr. 56 og 60. Þekja blað- og runnfléttna jókst nokkuð miðað við árið 2014, en þekja þeirra hafði dregist saman frá upphafi mælinga árið 1999.

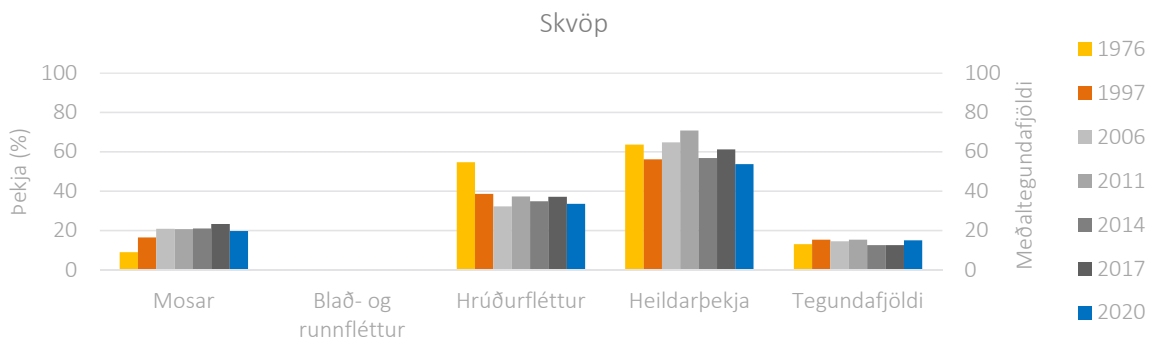


MYND E.6 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 56 og 60.

E.2 Gróðurbreytingar vestsuðvestur af iðnaðarsvæðinu, utan þynningarsvæða

Skvöp við Kúludalsá

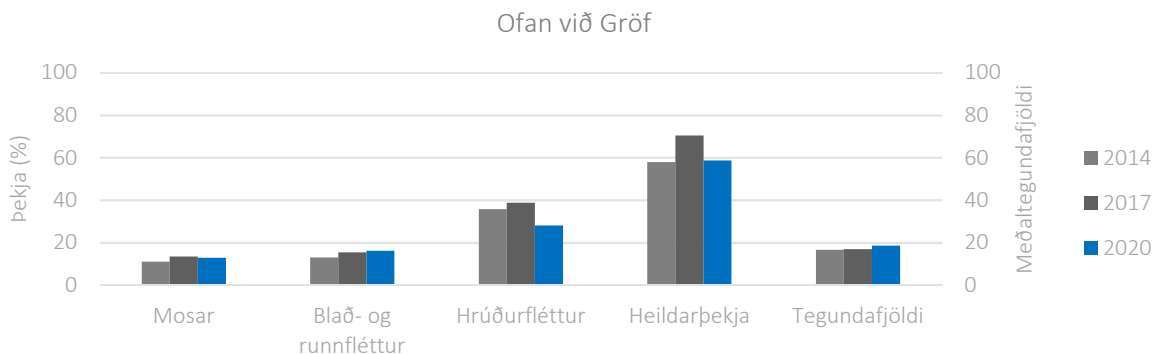
Hjá Skvöp við Kúludalsá, í um 7 km fjarlægð frá Grundartanga eru staðsettir reitir 24 - 26, sem allir voru metnir árin 2014, 2017 og 2020. Örlítið fannst af blað- og runnfléttum í reit 26 og minnkaði þekja mosa og hrúðurfléttna lítillega frá árinu 2017.



MYND E.7 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24 - 26.

Ofan við Gröf

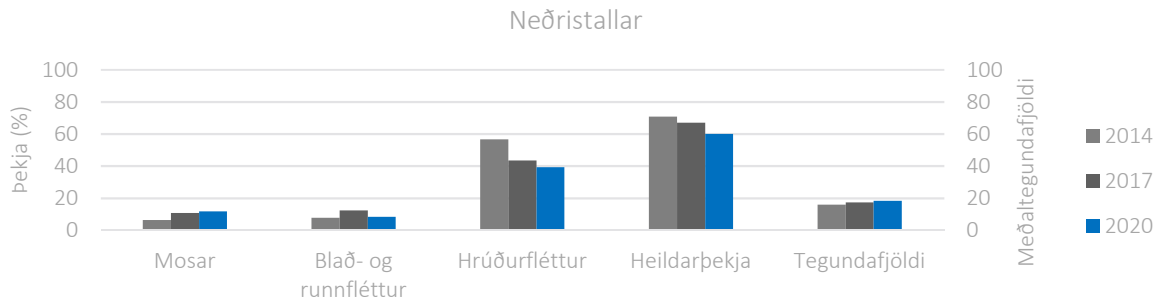
Ofan við Gröf eru þrír reitir, 72 - 74, sem allir voru metnir árin 2014, 2017 og 2020. Reitirnir eru framan í og ofan á klettabelti sem er u.þ.b. 100 metra fyrir ofan þjóðveginn. Þekja blað- og runnfléttna jókst frá árinu 2017 á meðan að þekja mosa dróst lítillega saman og það sama á við um þekju hrúðurfléttna.



MYND E.8 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 72 - 74.

Neðristallar

Þrír reitir, 75 - 77, eru staðsettir í klettabelti fyrir ofan námu við Hólabrú í skriðurrunnum hlíðum Akrafjalls. Reitirnir eru allir á lóðréttum klettum. Þekja mosa jókst en þekja fléttna dróst saman.

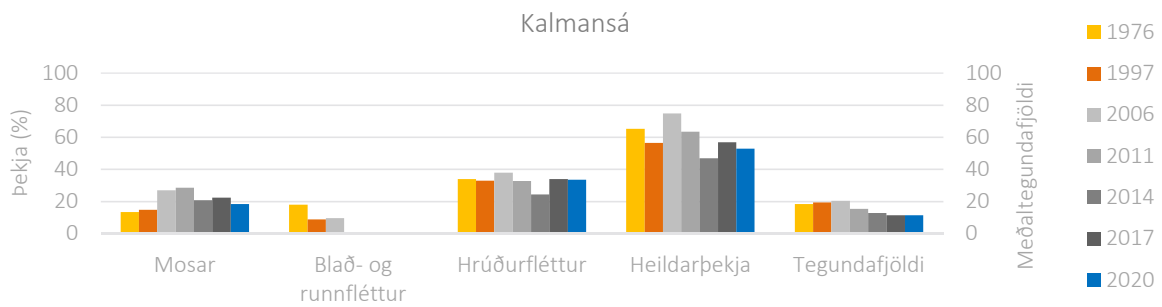


MYND E.9 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 75 - 77.

E.3 Gróðurbreytingar austnorðaustur af iðnaðarsvæðinu, utan þynningarsvæða

Kalmansá

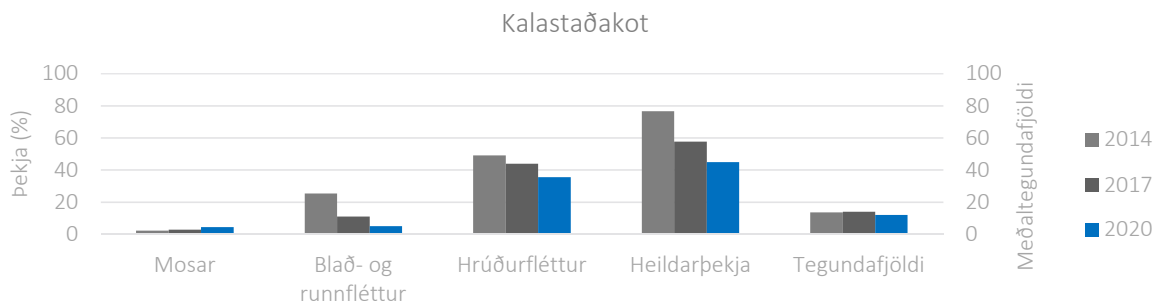
Í um 3 km fjarlægð frá Grundartanga í austnorðaustur eru þrír reitir, 36 - 38, við Kalmansá á milli Kalastaðakots og Kataness. Lítið var um blað- og runnfléttur eins og árin áður. Þekja mosa minnkaði en þekja hróðurfléttna var svipuð og árið 2017.



MYND E.10 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 36 - 38.

Kalastaðakot

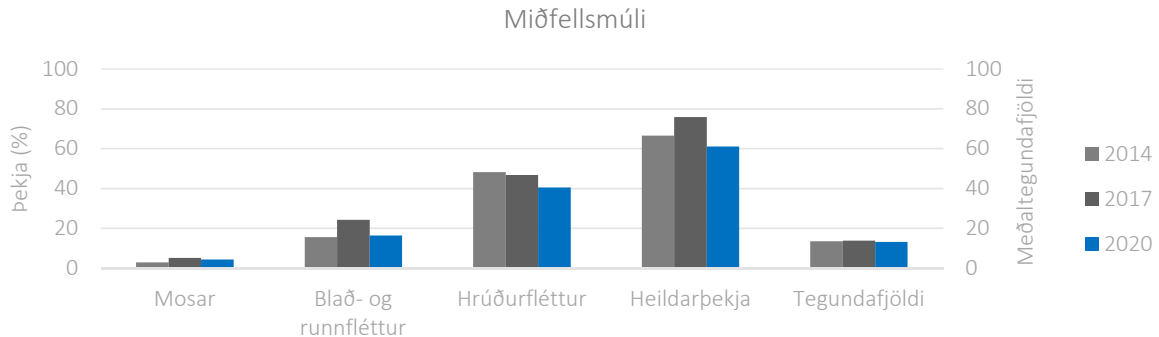
Á lágu holti í grennd við Kalastaðakot standa ávalar klappir upp úr landinu. Á þeim og á nálægum stórum steinum eru þrír reitir, 63 - 65. Þrátt fyrir leit mistókst að finna reit 65 sumarið 2020 og eru því einungis reitir 63 og 64 bornir saman við fyrri ár. Í reitum 63 og 64 jókst þekja mosa en þekja fléttna minnkaði milli árána 2017 og 2020.



MYND E.11 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 63 og 64.

Miðfellsmúli

Á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots eru þrír reitir, 66 - 68. Reitirnir eru framan í klettabeltum. Þekja allra hópa minnkaði miðað við árið 2017.

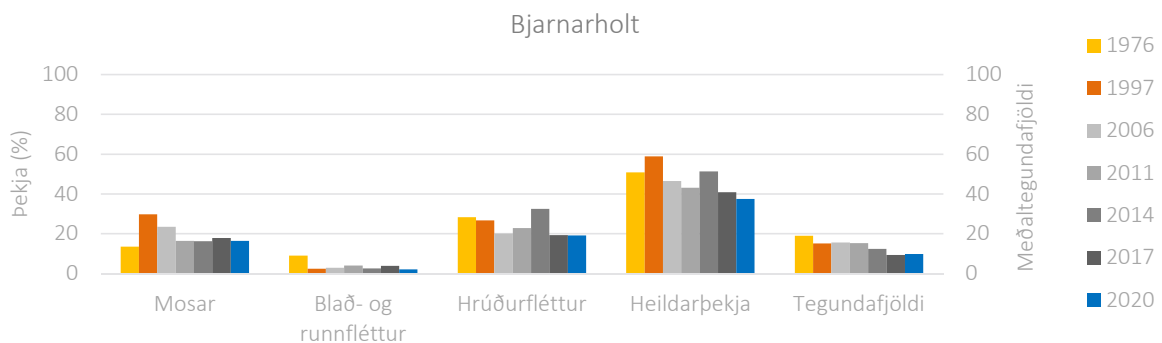


MYND E.12 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 66 - 68.

E.4 Gróðurbreytingar < 10 km frá iðnaðarsvæðinu, utan þýnningarsvæða

Bjarnarholt

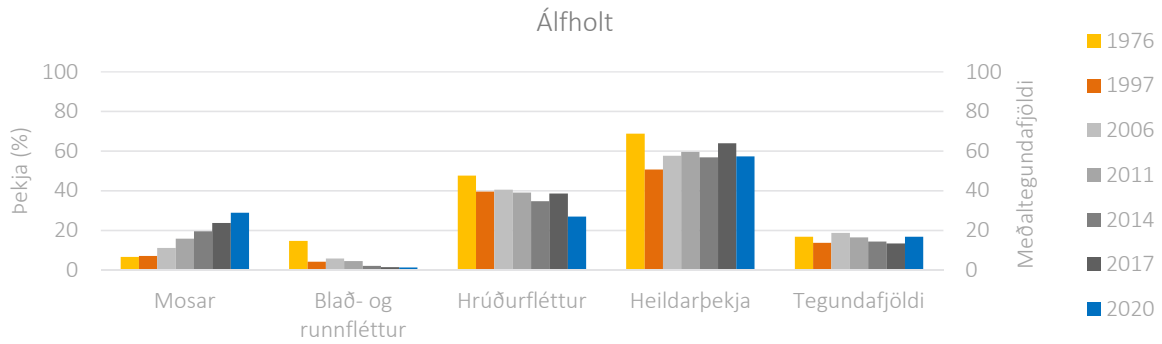
Fjórir reitir, 12 - 15, eru staðsettir á Bjarnarholti u.þ.b. 2 km norður af Grundartanga og eru þeir reitir utan þýnningarsvæða iðnaðarsvæðisins. Heildarþekja allra tegunda dróst saman milli árunna 2017 og 2020.



MYND E.13 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 12 - 15.

Álfholt

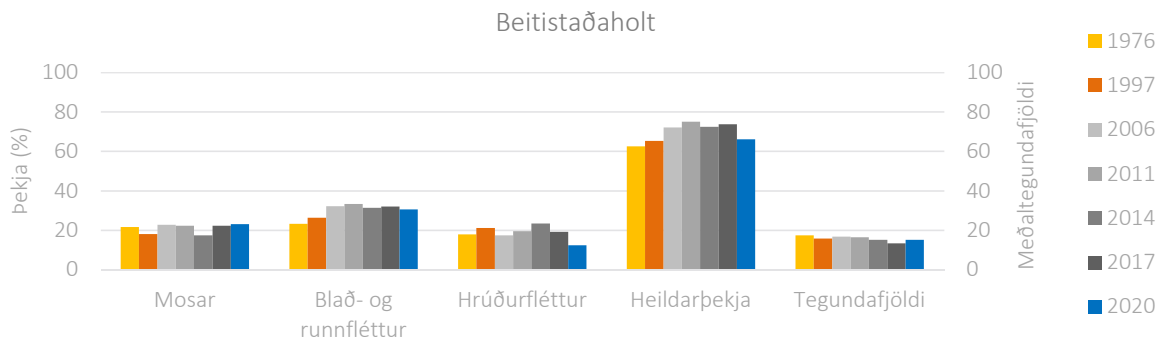
Þrír reitir, 30 - 32, eru staðsettir við Álfholt, rúma 3 km frá Grundartanga, suðvestan Eiðisvatns. Einn þeirra, 31, snýr að Grundartanga á meðan hinir tveir snúa frá verksmiðjussvæðinu. Reitirnir við Álfholt eru rétt utan þýnningarsvæða iðnaðarsvæðisins. Heildarþekjan minnkaði árið 2020 miðað við árið 2017 vegna minni þekju hróðurfléttna.



MYND E.14 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 30 - 32.

Beitistaðaholt

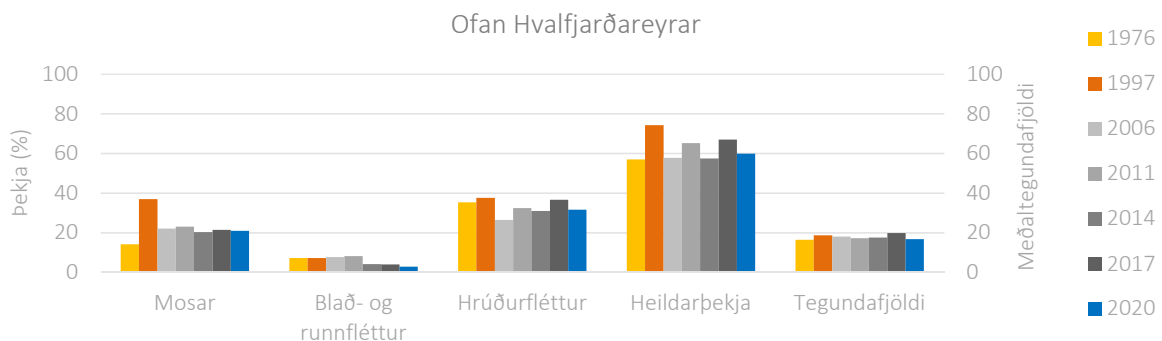
Á Beitistaðaholti eru þrír reitir, 39 - 41, í tæplega 6 km fjarlægð norðvestur frá Grundartanga. Heildarpekjan minnkaði á tímabilinu frá 2017 til 2020 þrátt fyrir meiri þekju mosa.



MYND E.15 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 39 - 41.

Ofan Hvalfjarðareyrar

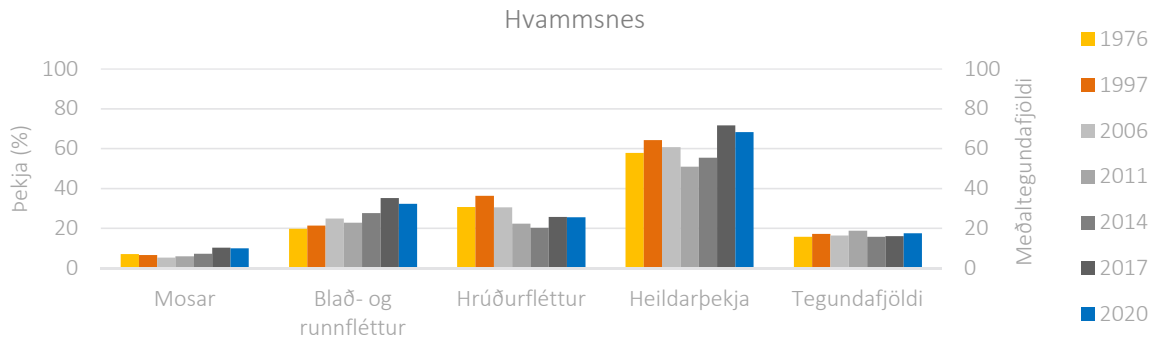
Ofan Hvalfjarðareyrar eru fjórir reitir, 19, 20, 51 og 52, í tæplega 4 km fjarlægð frá Grundartanga. Þekja allra hópa minnkaði milli árána 2017 og 2020.



MYND E.16 Meðalpekja mosa og fléttna auk meðalheildarpekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52.

Hvammsnes

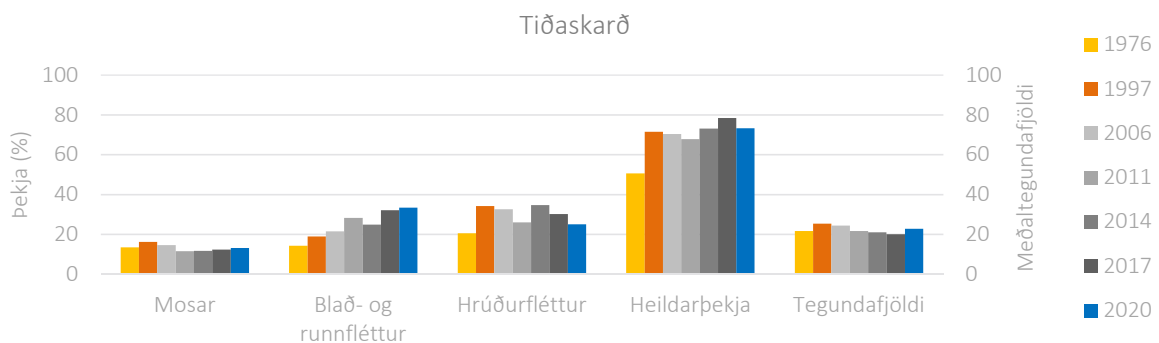
Þrír reitir, 48 - 50, eru utan við Hvammsnes. Þekja blað- og runnfléttna minnkaði á meðan þekja mosa og hrúðurfléttna stóð í stað. Í reit 48 hélt þekja snepaskófar áfram að aukast eins og fyrri ár.



MYND E.17 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 48 - 50.

Tíðaskarð

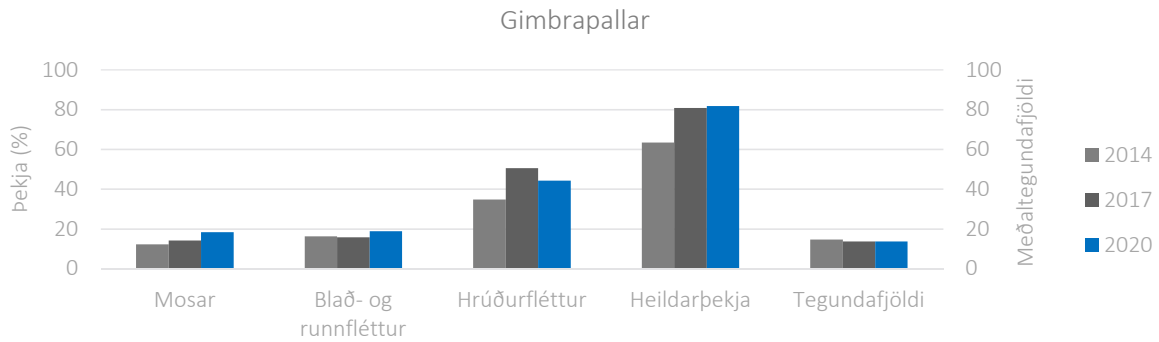
Þrír reitir, 16 - 18, eru staðsettir við Tíðaskarð tæplega 9 km suður af Grundartanga. Þekja blað- og runnfléttna jókst líkt og hún hefur gert frá upphafi mælinga með undantekningu árið 2014.



MYND E.18 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 16 - 18.

Gimbrapallar

Þrír reitir, 69 - 71, eru staðsettir í klettabeltum á svokölluðum Gimbrapöllum sem eru ofan Böltsmýra í tæplega 5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu. Þekja hrúðurfléttna minnkaði nokkuð á meðan þekja mosa og blað- og runnfléttna jókst miðað við árið 2017.

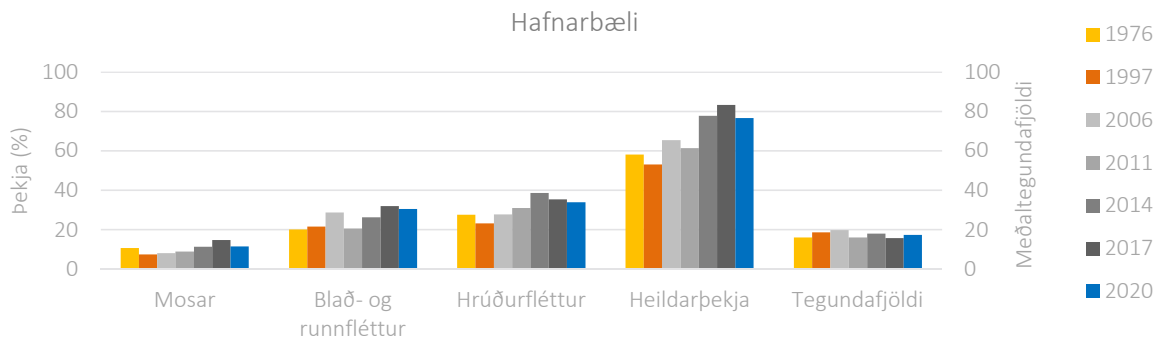


MYND E.19 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 69 - 71.

E.5 Gróðurbreytingar > 10 km frá iðnaðarsvæðinu

Hafnarbæli

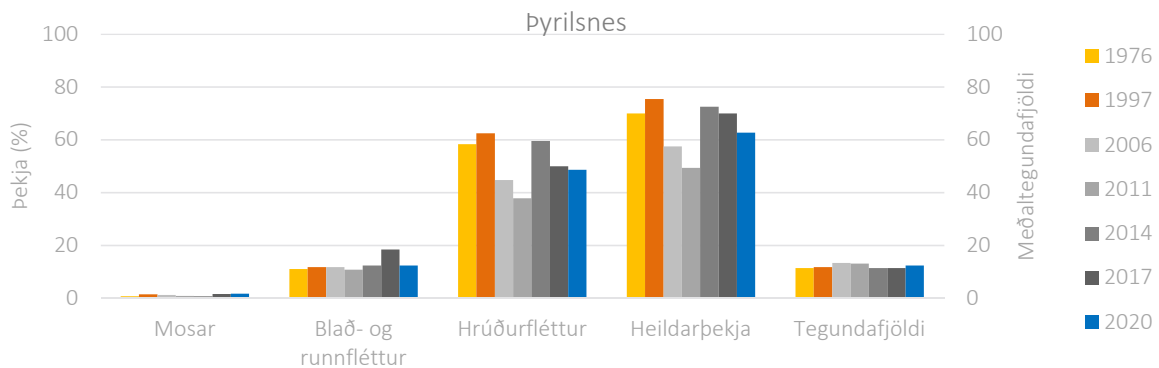
Þrír reitir, 42 - 44, eru staðsettir við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli u.þ.b. 16 km norðnorð - vestur af Grundartanga. Þekja allra hópa minnkaði líttilega miðað við 2017.



MYND E.20 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42 - 44.

Þyrilsnes

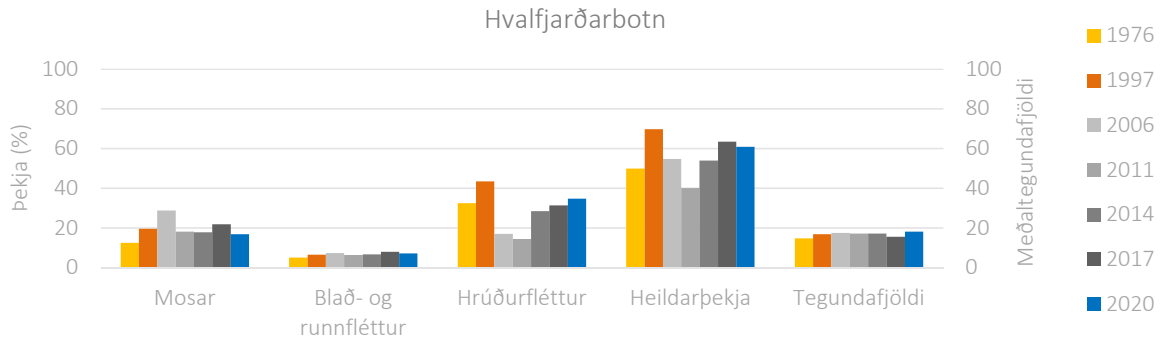
Þrír reitir, 45 - 47, eru á Þyrilsnesi í u.þ.b. 17 km fjarlægð frá Grundartanga. Þekja blað- og runnfléttna minnkaði auk þekja hróðurfléttna miðað við árið 2017.



MYND E.21 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45 - 47.

Hvalfjarðarbotn

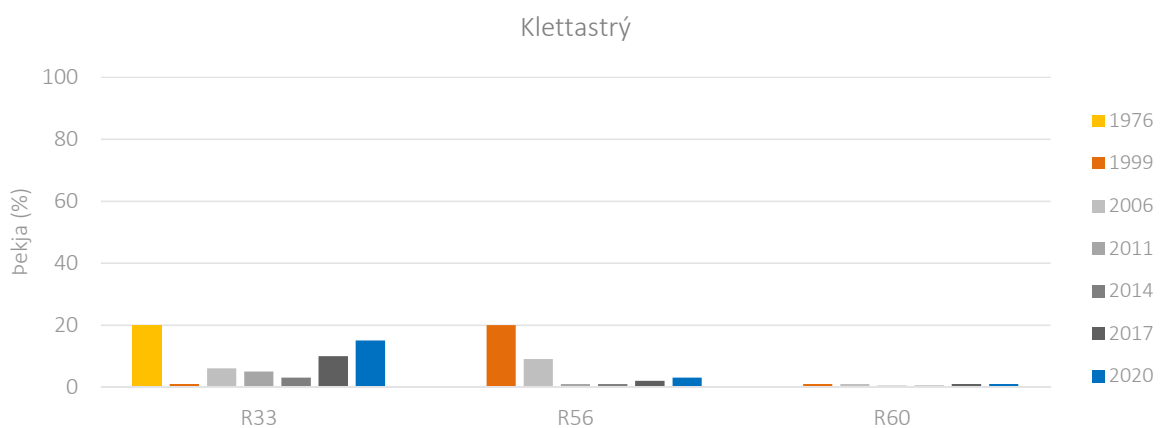
Þrír reitir, 21 - 23, eru í botni Hvalfjarðar í rúmlega 20 km fjarlægð frá Grundartanga, tveir þeirra eru staðsettir á flötum klöppum meðan sá þriðji er á lóðréttum, lágum klettavegg. Þekja hrúðurfléttna jókst á meðan þekja mosa minnkaði nokkuð og þekja blað- og runnfléttna minnkaði lítillega miðað við 2017.



MYND E.22 Meðalþekja mosa og fléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21 - 23.

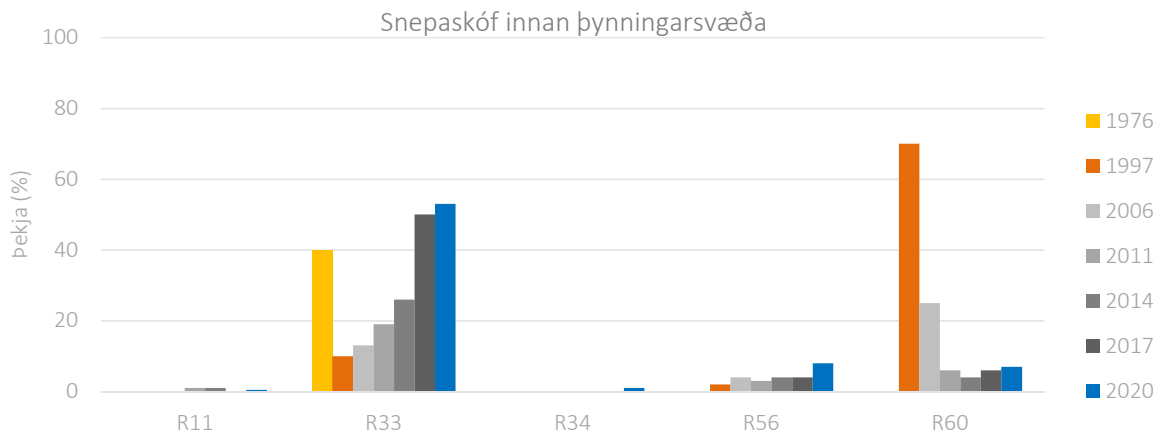
E.6 Þekjubreytingar einstakra tegunda

Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) er runnkennd flétta sem vex einkum á klettum og klöppum nærri sjó. Tegundin hafði mikla þekju í Stekkjarási, reitum 33 - 35, þegar mælingar hófust árið 1976 og var þá í slíku magni að óhætt var talið að safna sýnum af henni til að mæla í magn flúors og brennisteins. Árið 2006 var hins vegar einungis nægt magn af klettastrýi að finna í um 2,5 km fjarlægð frá Grundartanga við reiti 56 - 59. Hnignun klettastrýs var greinileg til ársins 2014 en síðan þá hefur hún nokkuð hjarnað við og hefur aukið t.d. umtalsvert þekju sína í reit 33 frá árinu 2014 en hvarf úr reit 59. Reitirnir fjórir sem klettastrý hefur vaxið í eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinsdíoxíðs auk þess sem reitur 33 er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor, sbr. mynd E.23.

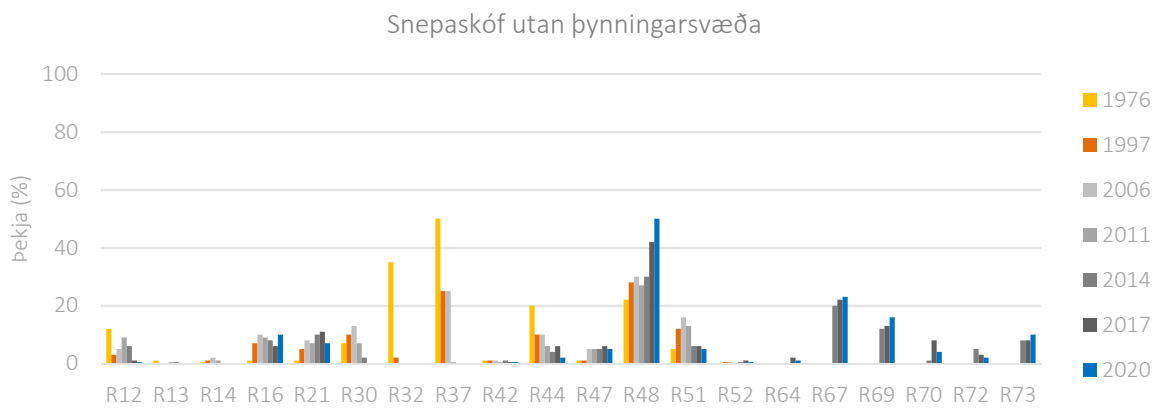


MYND E.23 Þekja klettastrýs (*Ramalina subfarinacea*) í fjórum reitum, R33 (1 km) við Stekkjarás, R56 (2,2 - 2,3 km), R59 (2,2 - 2,3 km) og R60 (2,4 km) sem eru í Akrafjalli.

Snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) er sú blaðflétta á svæðinu sem finnst í flestum reitum og hefur mesta þekju. Á mynd E.24 má sjá þekjubreytingar snepaskófar í reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæða iðnaðarsvæðisins hvað varðar brennisteinsdíoxíð og flúor. Til samanburðar eru þekjubreytingar tegundarinnar í reitum sem staðsettir eru utan þynningarsvæða sýndar á mynd E.25. Snepaskóf hefur aukið þekju sína í öllum þeim reitum er tegundin kemur fyrir í innan þynningarsvæða. Stöðug þekjuaukning snepaskófar hefur verið í reit 33, sem er á Stekkjarási innan þynningarsvæða fyrir flúor og brennistein, síðan 1997. Snepaskóf jók einnig þekju sína í nokkrum reitum fjær iðnaðarsvæðinu en í öðrum dró úr þekju tegundarinnar, sjá mynd E.25.



MYND E.24 Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í reitum sem allir eru staðsettir innan þynningarsvæða brennisteinsdíoxíðs og flúors.



MYND E.25 Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í reitum sem allir eru staðsettir utan þynningarsvæða brennisteinsdíoxíðs og flúors.

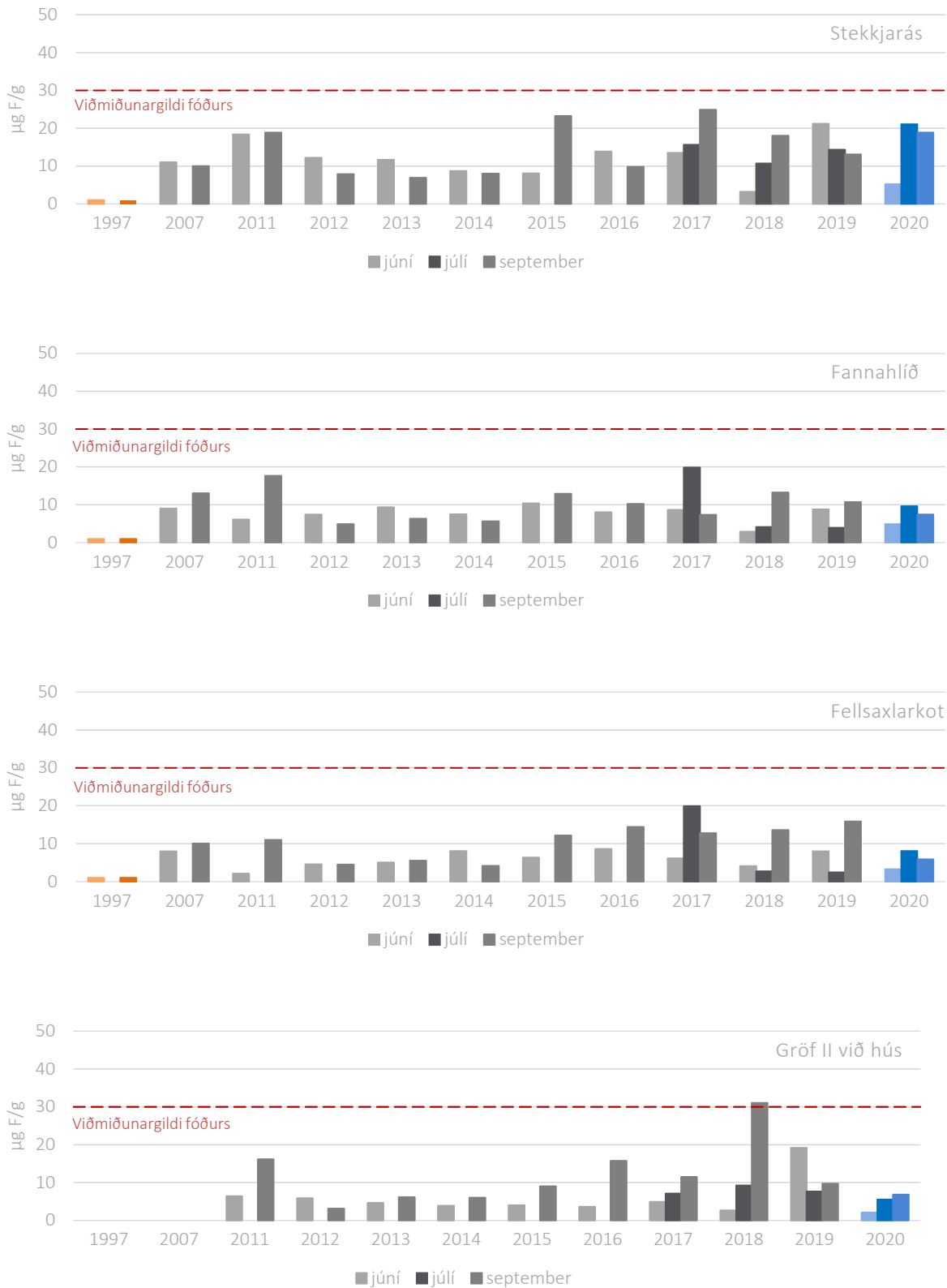
VIÐAUKI F GRÓÐUR

Niðurstöður frá umhverfisvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum F.1 til F.2. Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfisvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2020 má sjá í kafla F.3. Þegar sýnum er safnað í maí er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýni voru einnig tekin af grasi í júlí. Sýnum var safnað sunnan og norðan megin Hvalfjarðar, alls 82 sýnum af grasi og laufi og 56 sýnum af barri.

F.1 Flúor í grasi

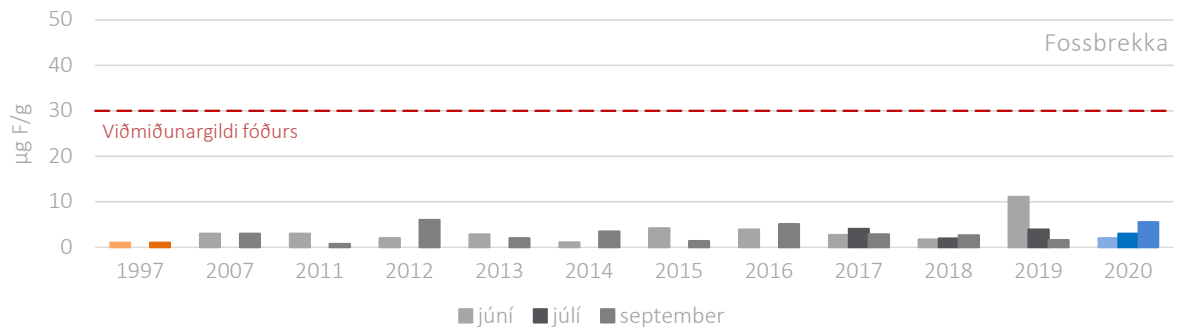
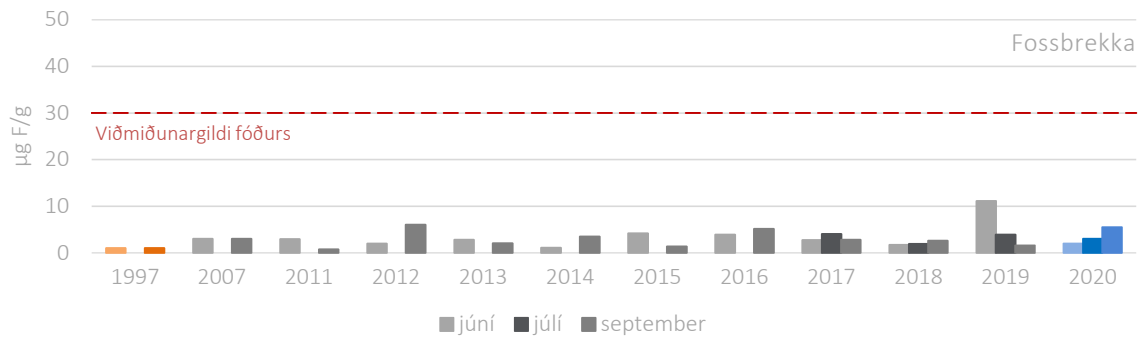
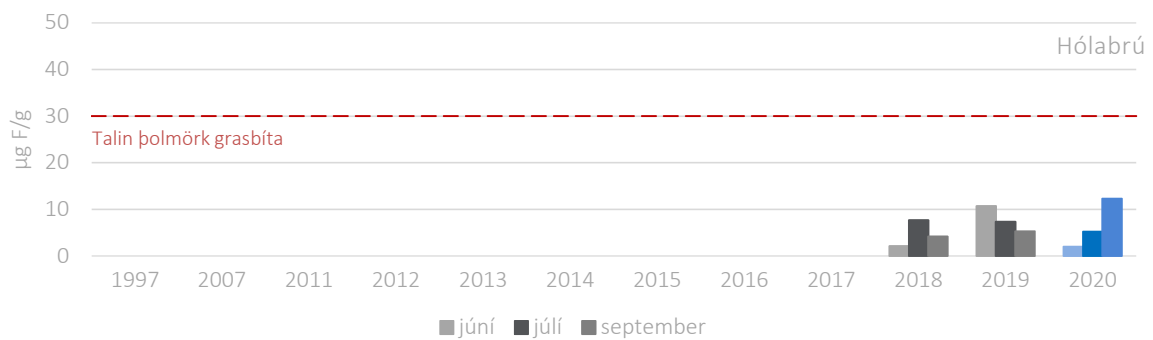
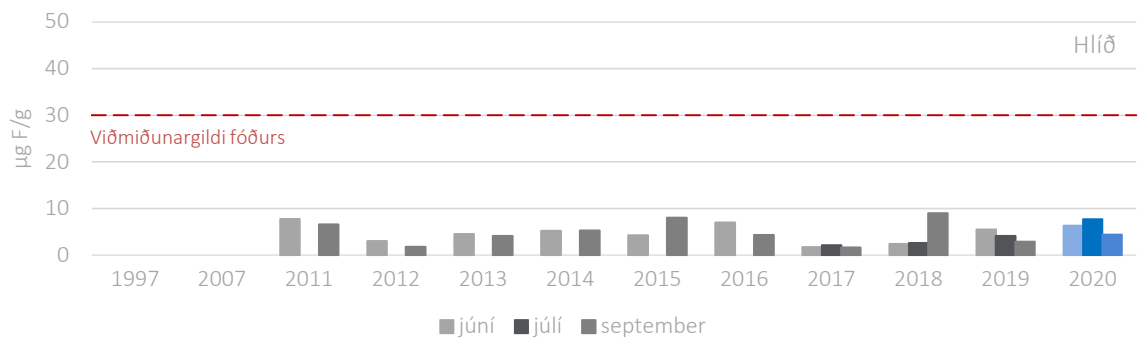
Styrk flúors í grasi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd F.1, fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2011-2020 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við Þjóðveg og Hlíð hófust mælingar árið 2009 og við Gröf II við hús árið 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011 og við Hólabrú árið 2018. Til viðmiðunar eru tekin sýni í Skorradal. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [14] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [13]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2010, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

Flúor í grasi



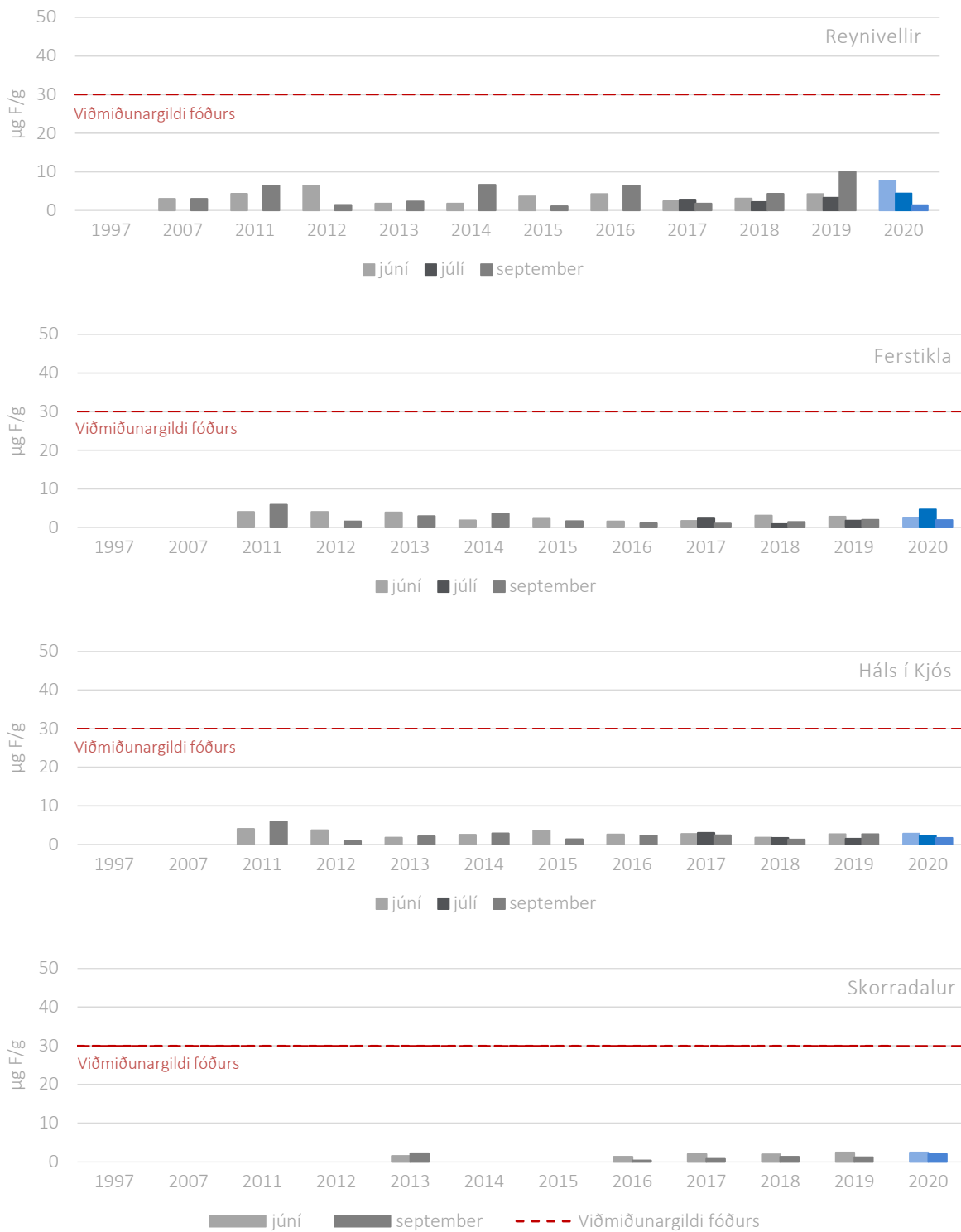
MYND F.1 Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í grasi (framhald)



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

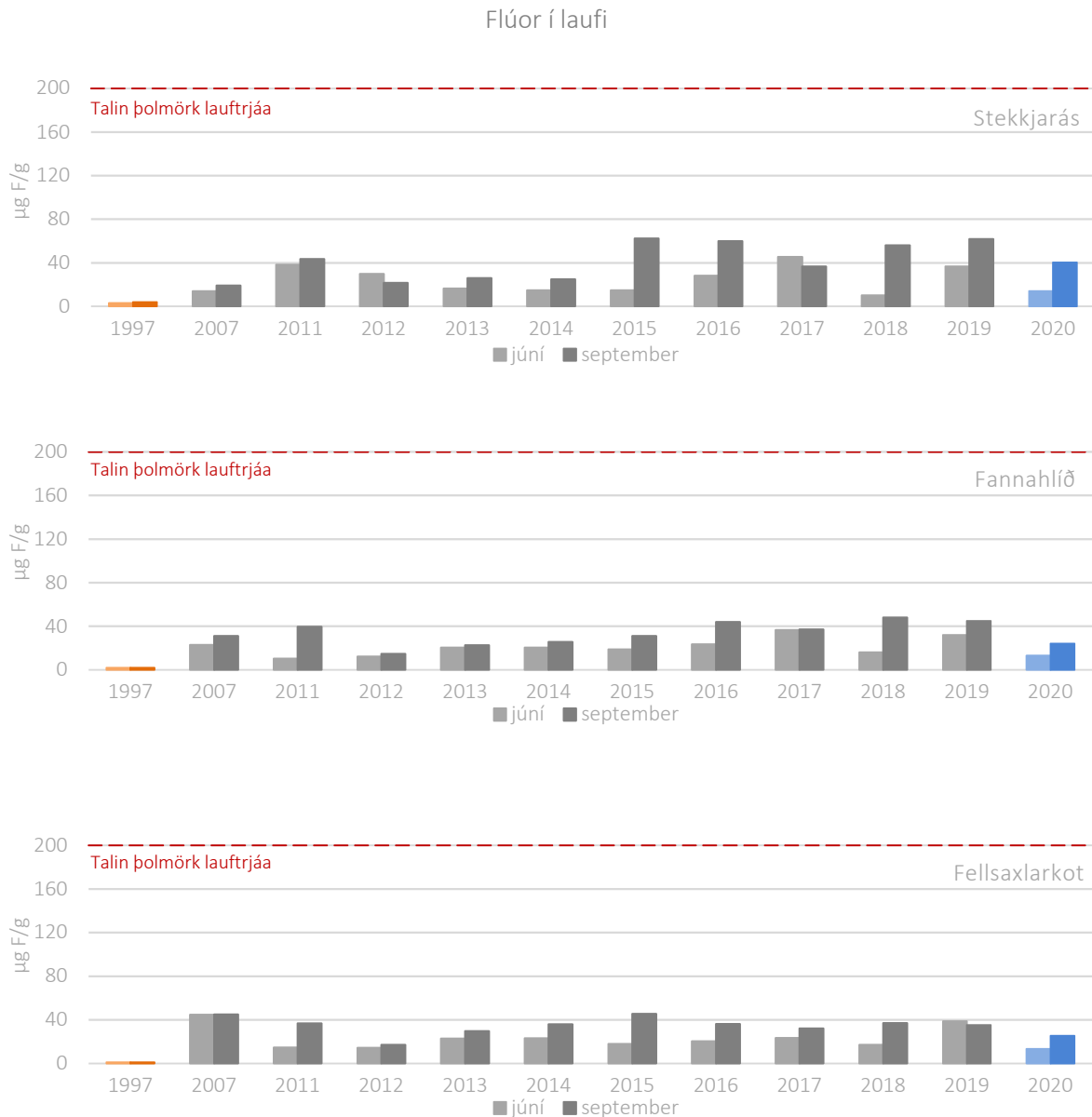
Flúor í grasi (framhald)



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

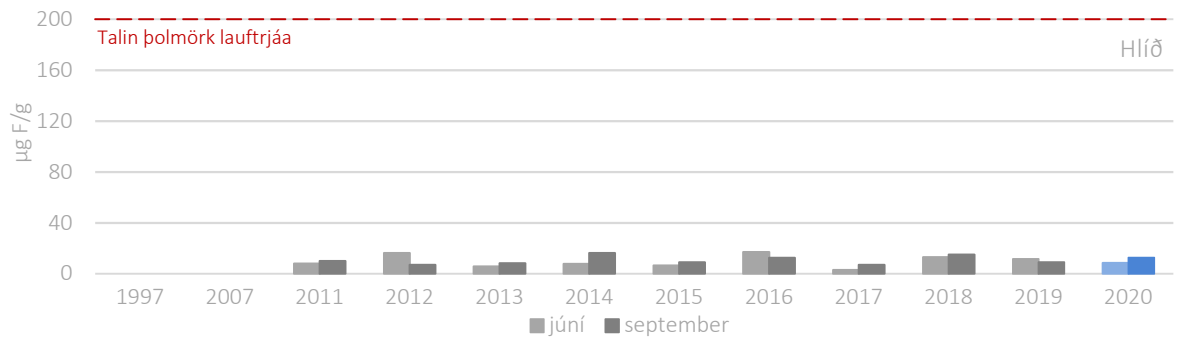
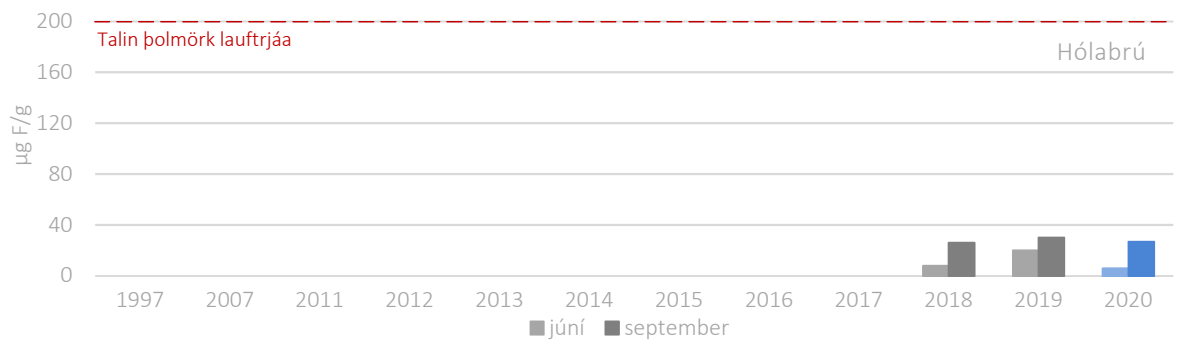
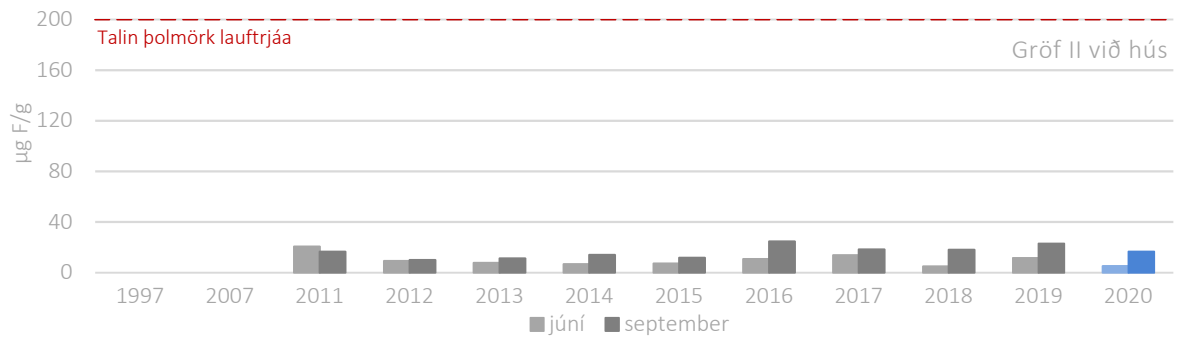
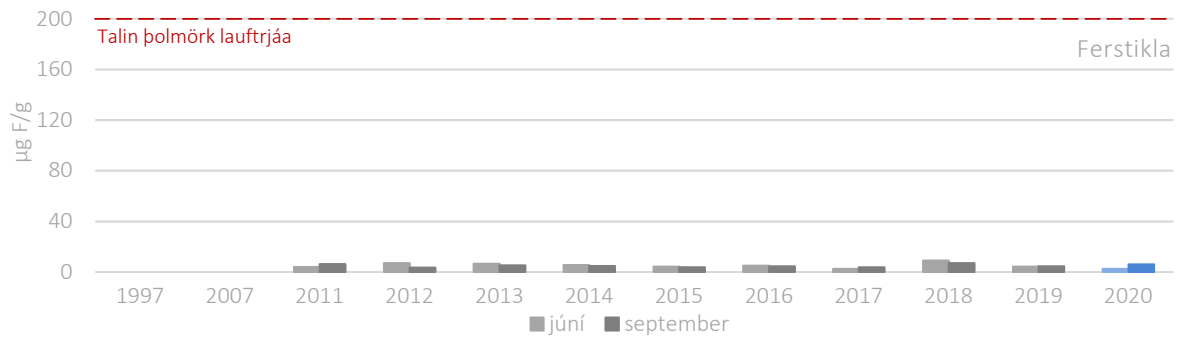
F.2 Flúor í laufi

Meðalstyrk flúors í laufi á vöktunarstöðunum tólf má sjá á mynd F.2 fyrir árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2011 - 2020 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við hús og við Hlíð hefur flúor í laufi verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Háls í Kjós og árið 2018 hófust mælingar við Hólabrú. Mælingar í Skorradal fóru áður fram árið 2013 og síðan árlega frá árinu 2016. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 $\mu\text{g F/g}$ [13]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2010, sem nálgast má hjá Umhverfisstofnun.

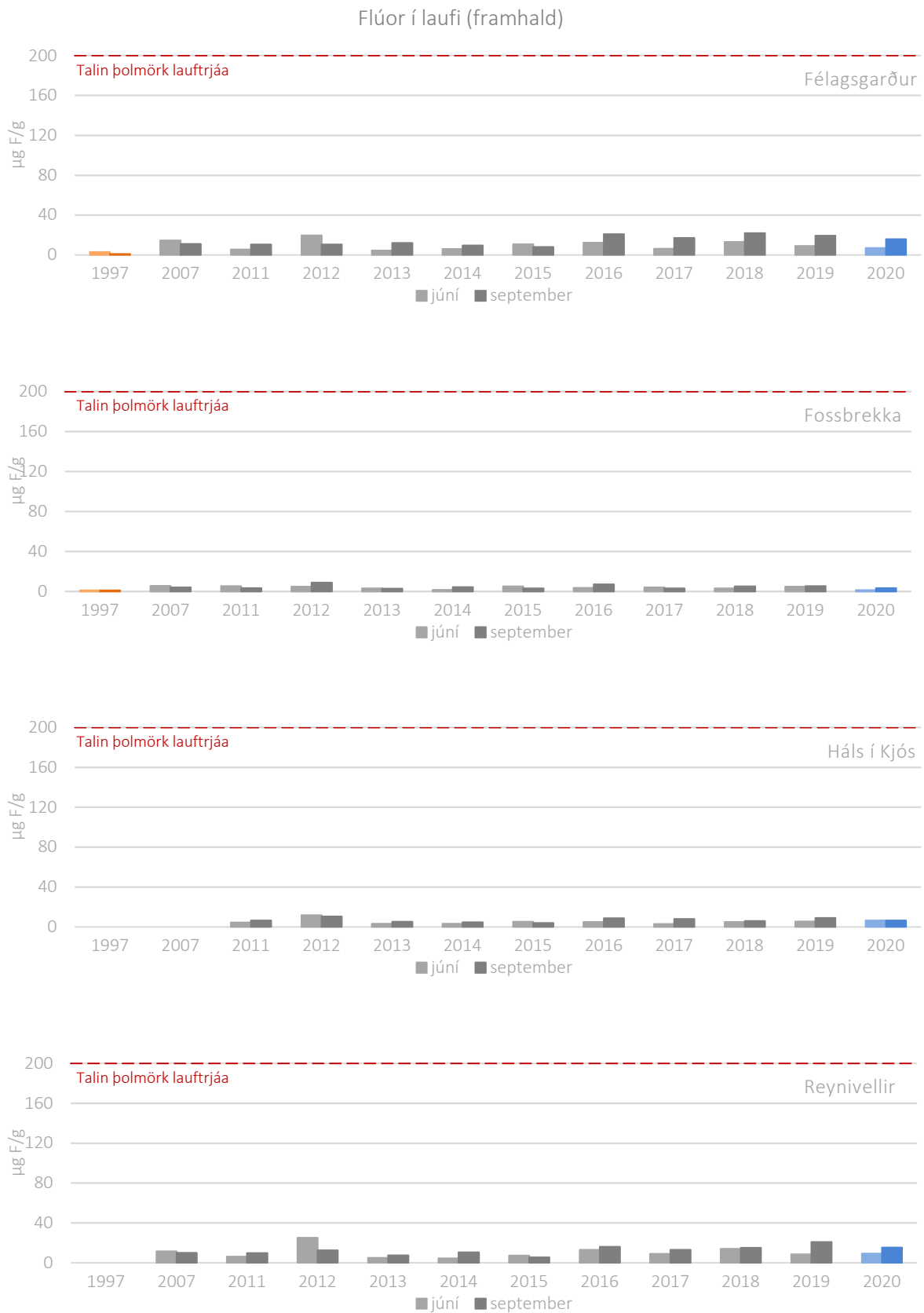


MYND F.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í laufi (framhald)

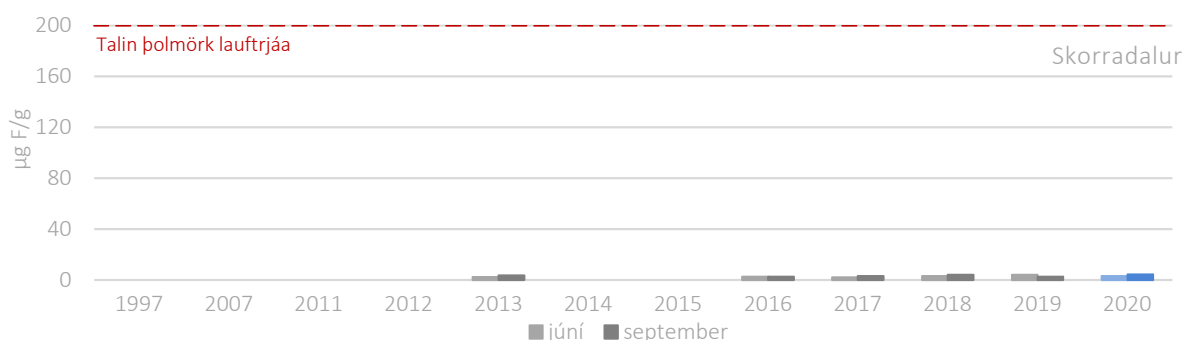


MYND F.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.



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

Flúor í laufi (framhald)

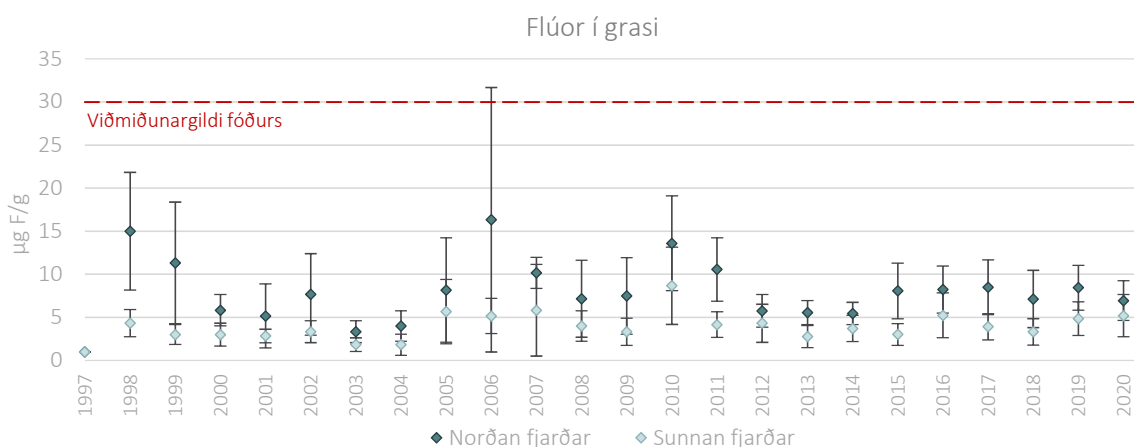


MYND F.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

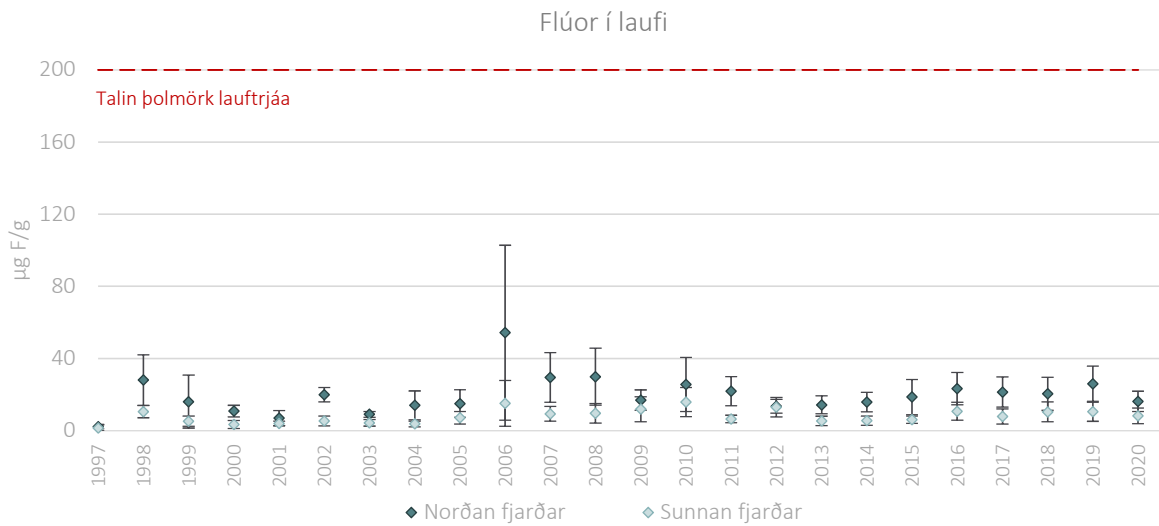
F.3 Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 - 2020 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Gröf með niðurstöðum tölfræðiútreikninga á vöktunarmælingum fyrir gróður árin 1997 - 2020 eru birt á eftirfarandi myndum F.3 - F.6.

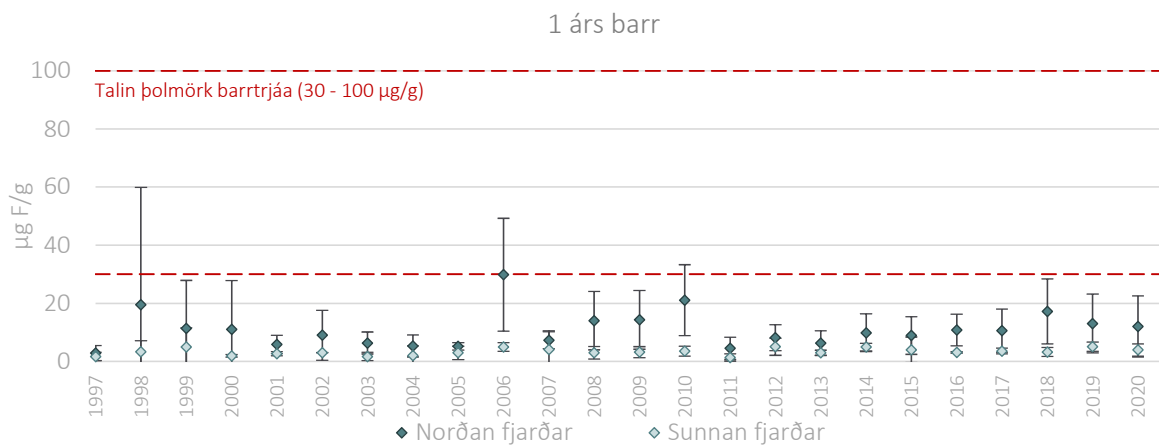
Mynd F.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd F.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir F.5 og F.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri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



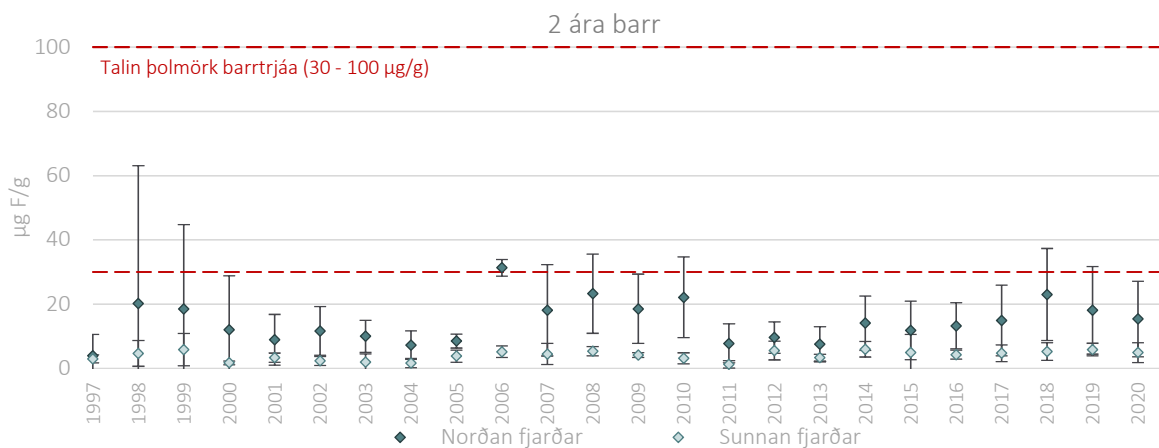
MYND F.3 Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



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



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



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

VIÐAUKI G GRASBÍTAR

Styrkur flúors var mældur í beinösku í samtals 111 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausar og tennur voru einnig skoðaðir og tannslit, ástand glerungs, mislitun tanna, tannbroddar, tannmissir, fjöldi lausra tanna, fjöldi brotinna tanna, beinbólga í kjálkum, beinrýrnun í kjálkum, tannholdsryrnun og tannsteinn var allt saman skráð. Hér má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla G.1) og yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár (tafla G.2) og eru öll gildi flúors miðuð við þurrefni [24].

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

TAFLA G.1 Yfirlit yfir vöktunarbæi.

	Móttækin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystra Miðfell	4	5	4	5	0	0
	Eystri Leirárgarðar	4	4	4	4	0	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
	Vestri Reynir	4	2	4	2	0	0
	Vogatunga	4	4	4	4	0	0
Sunnan Hvalfjarðar	Grímsstaðir	4	4	4	4	0	0
	Kiðafell	4	4	4	4	0	0
	Meðalfell	4	4	4	3	1	0
Viðmiðunarsýni – sauðfé							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsnes)	4	4	3	4	1	0
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðar)	4	4	4	3	0	1
	Samtals	56	55				

TAFLA G.2 Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lægsta og hæsta meðalstyrk á hverjum vöktunarbæ. Þau gildi sem eru hærrí en viðmiðunarmörk skv. niðurstöðum norskra rannsókna, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>1.000 µg F/g þurrefni [17, 25]), eru í gulu lettri. Þau gildi sem eru yfir styrk 2.000 µg F/g, sem talin eru valda tannskemmdum í dádýrum skv. sömu rannsókn, eru sýnd með rauðu lettri.

Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystra Miðfell	442	1.200	7
	362	775	2
	678	1.154	6
	371	1.010	4
		1.069	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	463 / (362 - 678)	1.042 / (775 - 1.200)	
Eystri Leirárgarðar	109	511	6
	40	542	6
	72	354	6
	95	408	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	79 / (40 - 109)	454 / (354 - 542)	5
Hóll	104	456	8
	134	652	5
	114	431	3
	143	378	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	124 / (104 - 143)	479 / (378 - 653)	
Hrafnabjörg	107	1.184	7
	143	1.029	7
	144	1.384	6
	112	916	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	127 / (107 - 144)	1.128 / (916 - 1.384)	
Innri Hólmur	290	1.910	7
	260	1.824	8
	271	1.949	6
	279	1.311	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	275 / (260 - 290)	1.749 / (1.311 - 1.949)	
Skipanes	76	830	6
	52	712	7
	49	777	6
	38	647	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	54 / (38 - 76)	742 / (647 - 830)	
Skorholt	160	682	2
	141	694	7
	120	669	8
	101	572	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	131 / (101 - 166)	654 / (572 - 694)	
Vestri Reynir	296	1.012	3
	297	1.128	4
	203		
	370		
Meðalstyrkur / (Min-Max)	292 / (203 - 370)	1.070 / (1.012 - 1.128)	
Vogatunga	165	952	8
	141	884	8
	220	965	8
	174	884	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	175 / (141 - 220)	921 / (884 - 965)	

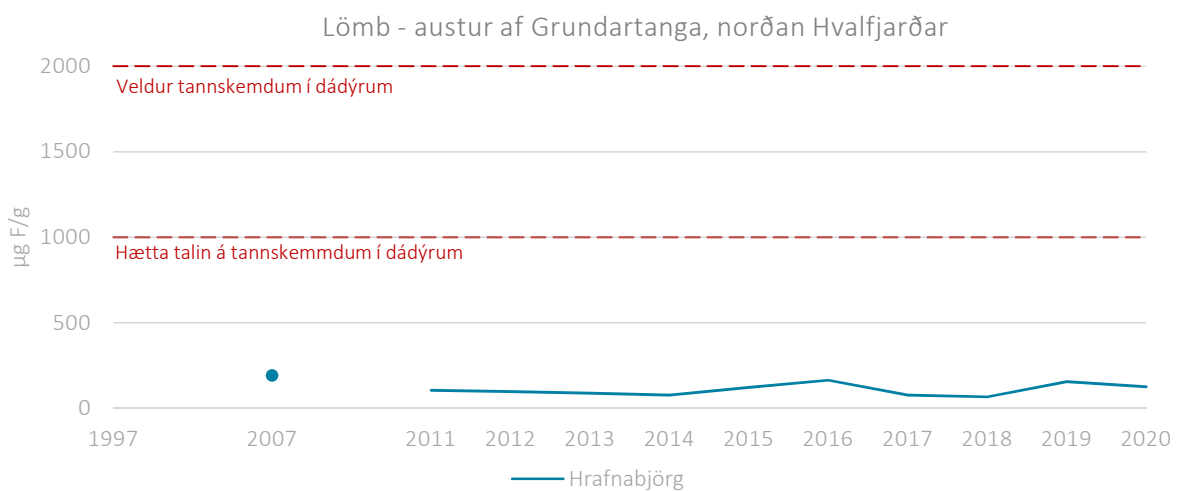
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Sunnan Hvalfjarðar			
Grímsstaðir	137	1.016	6
	184	640	3
	262	988	7
	256	1.008	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	210 / (137 - 262)	913 / (640 - 1.016)	
Kíðafell	203	550	6
	146	525	6
	82	683	6
	73	534	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	126 / (73 - 203)	573 / (525 - 683)	
Meðalfell	177	1.049	5
	198	1.087	7
	104	907	7
	149	1.131	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	157 / (104 - 198)	1.044 / (907 - 1.131)	
Viðmiðunarbæir			
Bjarnarhöfn	26	533	7
	26	586	6
	30	478	7
	33	368	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	29 / (26 - 33)	491 / (368 - 586)	
Skjaldfönn	28	63	1
	17	172	2
	15	45	1
	7	981	9
Meðalstyrkur / (Min-Max)	17 / (7 - 28)	315 / (45 - 981)	

G.2 Flúor í lömbum og fullorðnu fé eftir svæðum

Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

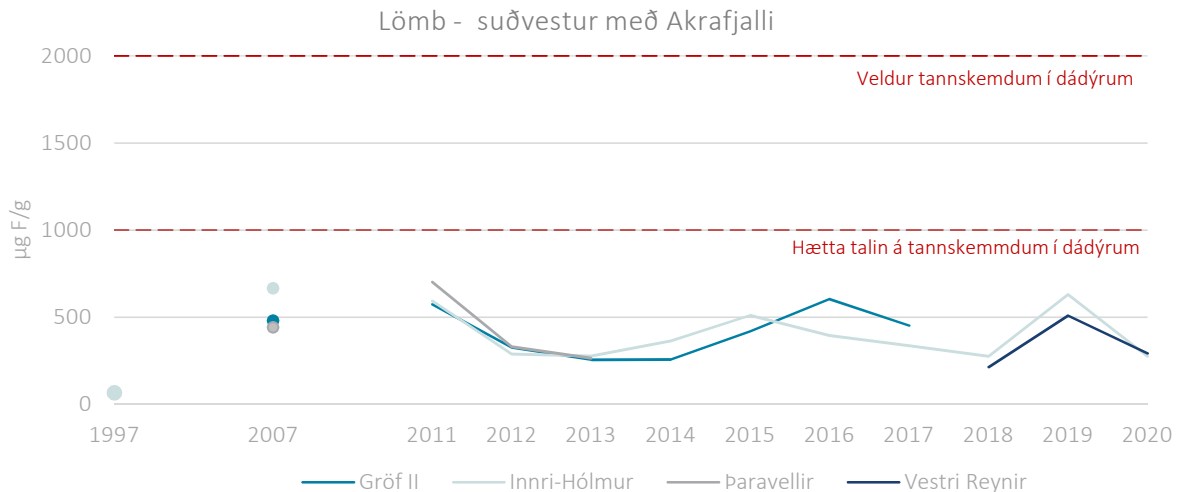
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 (öll ker álversins höfðu verið tekin í notkun 2007) og yfir tímabilið 2011-2020 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við.

Miðað við ríkjandi vindáttir verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði, sbr. mynd G.1. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en marktæk lækkun hefur orðið á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2020 miðað við árið 1999 og árið 2007 (mynd G.11).



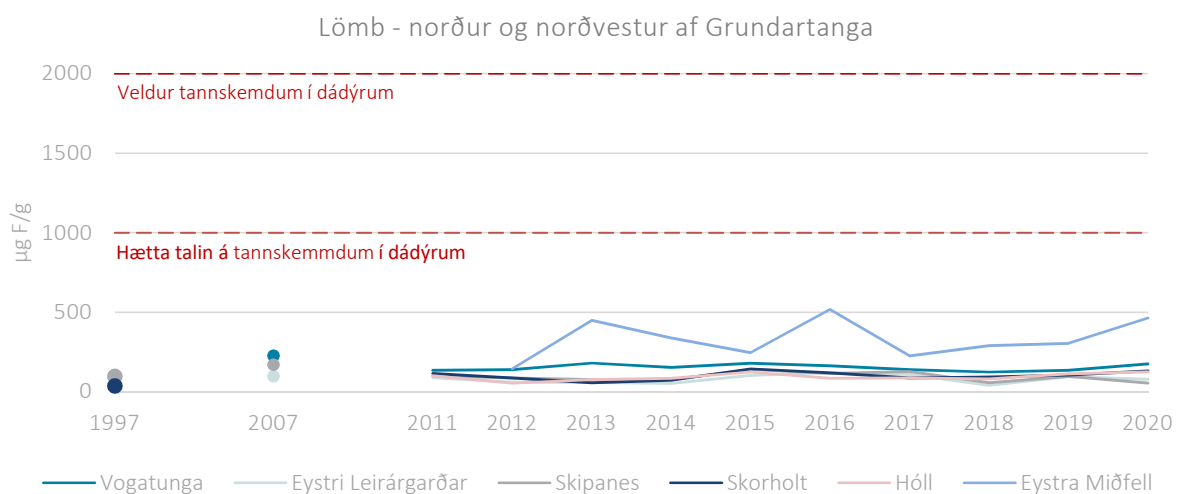
MYND G.1 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd G.2 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Eins og áður er marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2020 miðað við árið 1997, hins vegar er lækkun á styrk flúors samanborið við árið 2007 (mynd G.12).



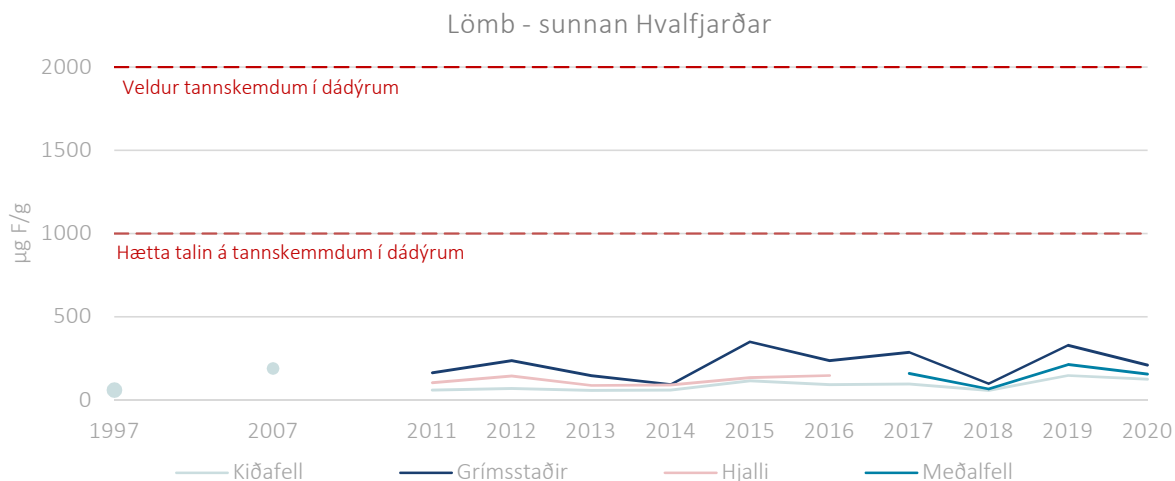
MYND G.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Á mynd G.3 má sjá flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2020 miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007 (mynd G.13).



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

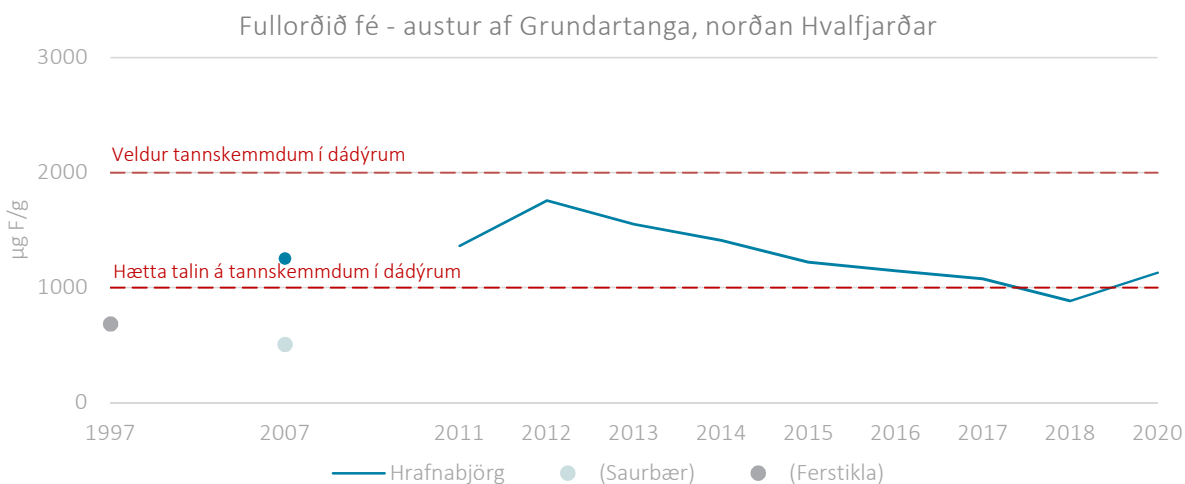
Mynd G.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalársstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2020 miðað við árið 1997, en engin breyting er miðað við árið 2007 (mynd G.14).



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

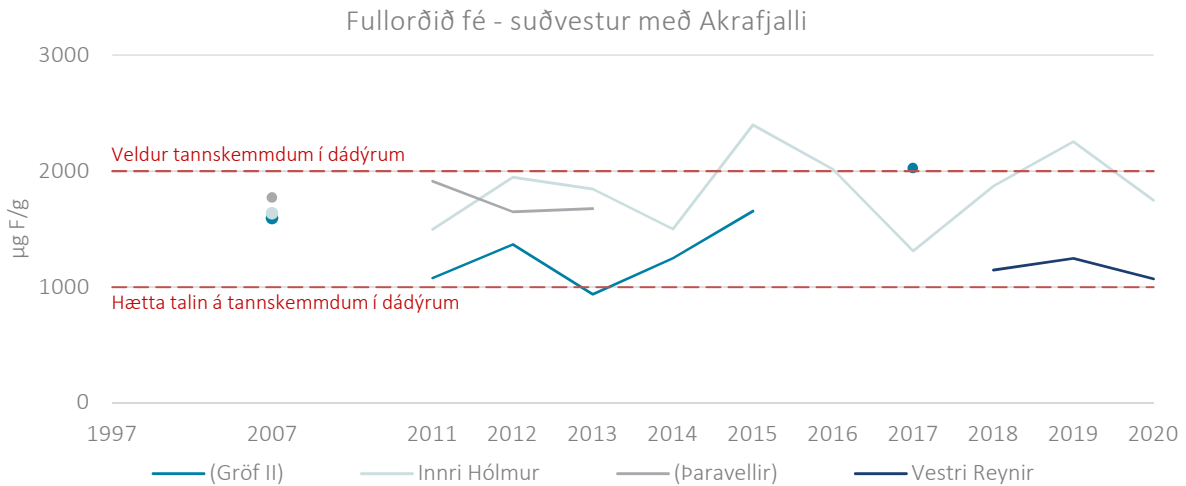
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu (mynd G.5). Engin breyting hvorki til hækkunar eða lækkunar er á styrk flúors í fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum árið 2020 miðað við árið 1997 og árið 2007 (mynd G.17).



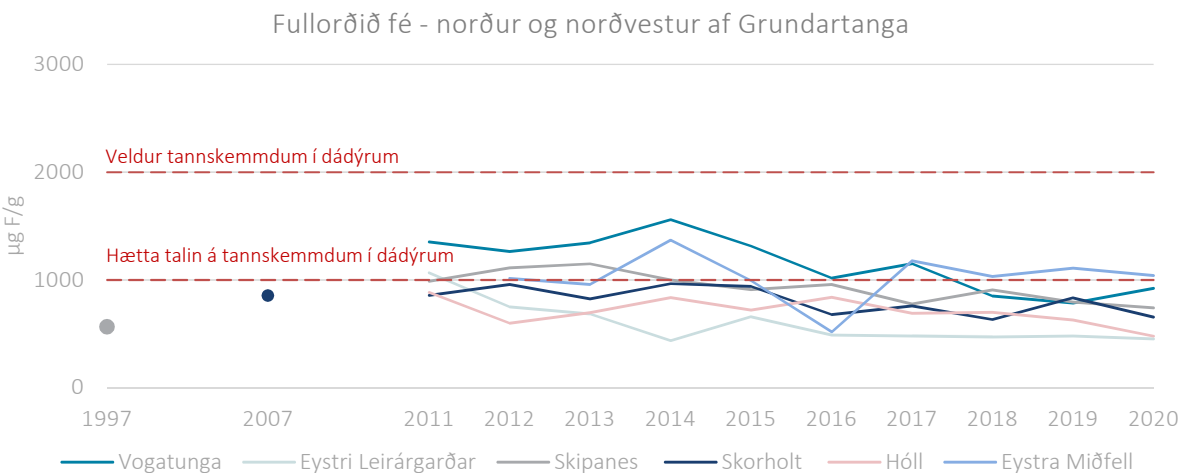
MYND G.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997. Engin sýni bárust árið 2019.

Mynd G.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 2020 miðað við árið 2007 (mynd G.18).



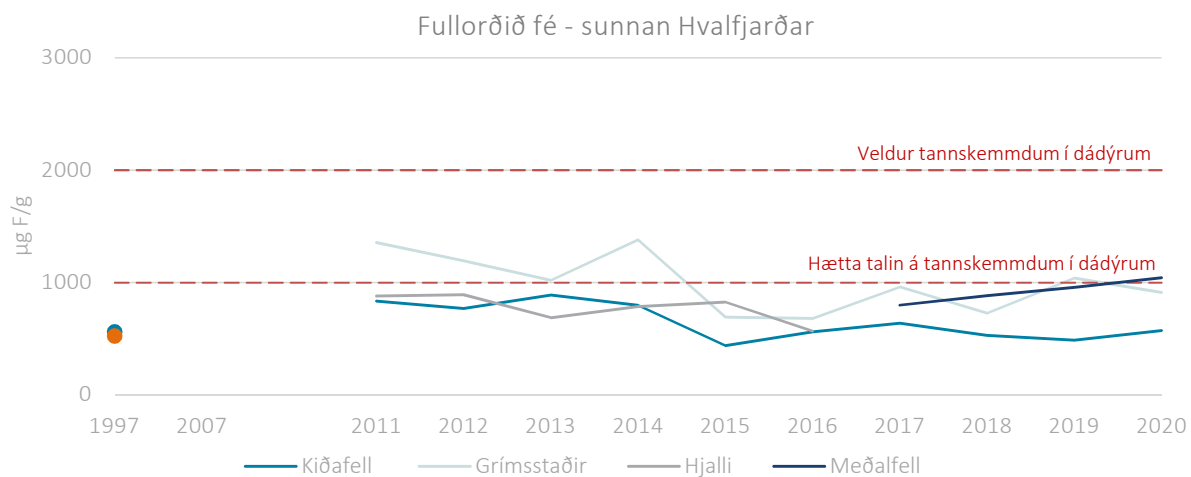
MYND G.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd G.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 2020 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd G.19).



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



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

G.3 Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hrossum)

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

TAFLA G.3 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í sauðfé. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [28], sjá töflu 8.2 í kafla 8.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur niðri hægra megin				Framtennur niðri vinstra megin				Meðaltal	Jaxlar		Liðir	
				ilr ₄	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃	ill ₄		mr	ml		
Grímsstaðir	21.1.2021	10	5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0,2
Innri Hólmur	Engin skoðun															
Hrafnabjörg	21.1.2021	10	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eystra Miðfell	21.1.2021	10	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0	0
Vogatunga	26.1.2021	10	5,3	0,14	0,30	0,30	0,33	0,22	0,20	0,30	0,22	0,25	0	0,10	0	0
Kiðafell	21.1.2021	10	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0

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

TAFLA G.4 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í hrossum. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [28] sjá töflu 8.2 í kafla 8.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur uppi hægra megin			Framtennur uppi vinstra megin			Framtennur niðri hægra megin			Framtennur niðri vinstra megin			Meðaltal	Liðir
				iur ₃	iur ₂	iur ₁	iul ₁	iul ₂	iul ₃	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃		
Skipanes	23.1.2021	6	8	0	0	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0
Ytri-Hólmur	17.1.2021	6	15	0	0	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0
Litla Fellsöxl	21.1.2021	6	18	0	0,17	1,17	1,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	0
Miðdalur	26.1.2021	6	14	0	0,17	0,17	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
Kalastaðakot	23.1.2021	6	12	0	0	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0
Morastaðir	17.1.2021	6	7	0	0	0,50	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0

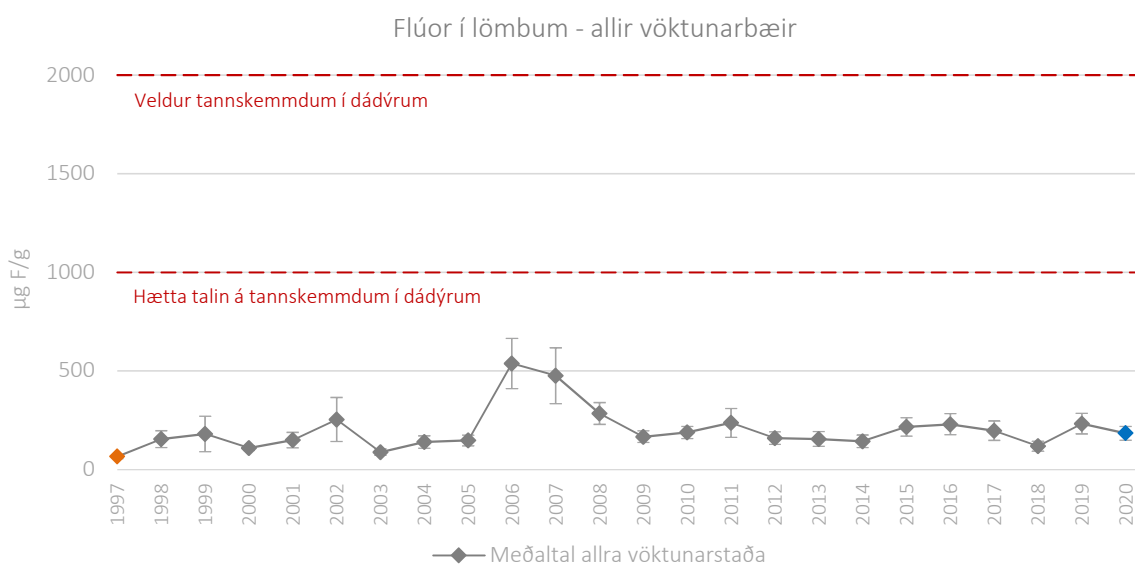
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

G.4 Tölfræðiniðurstöður grasbíta

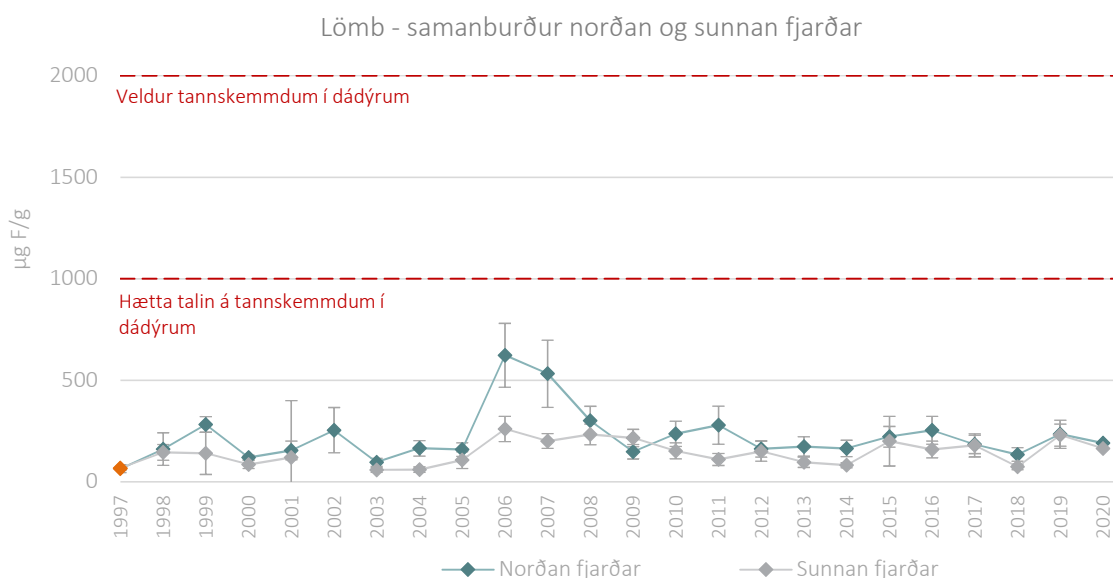
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997 – 2020 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

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

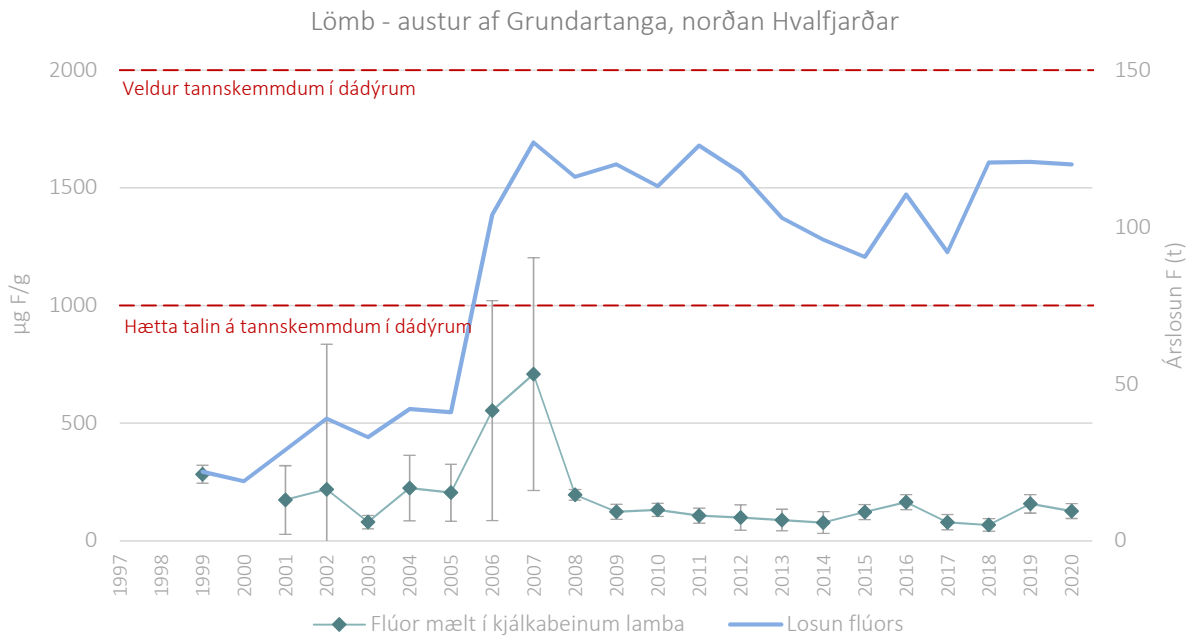
Lömb



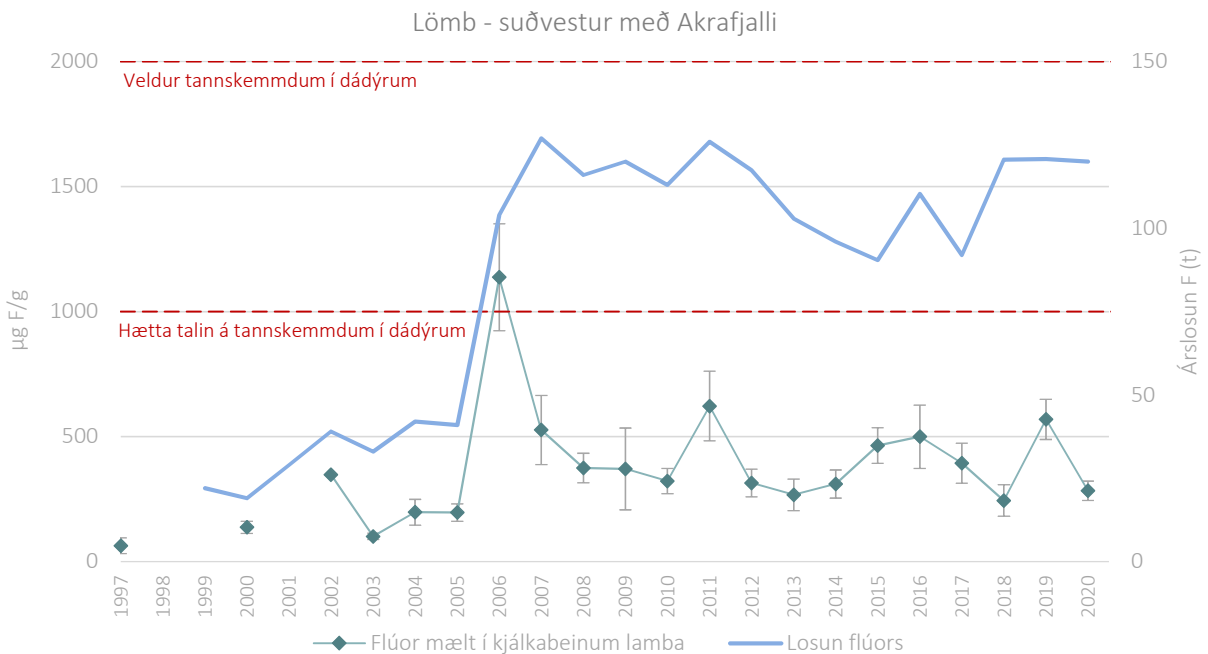
MYND G.9 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



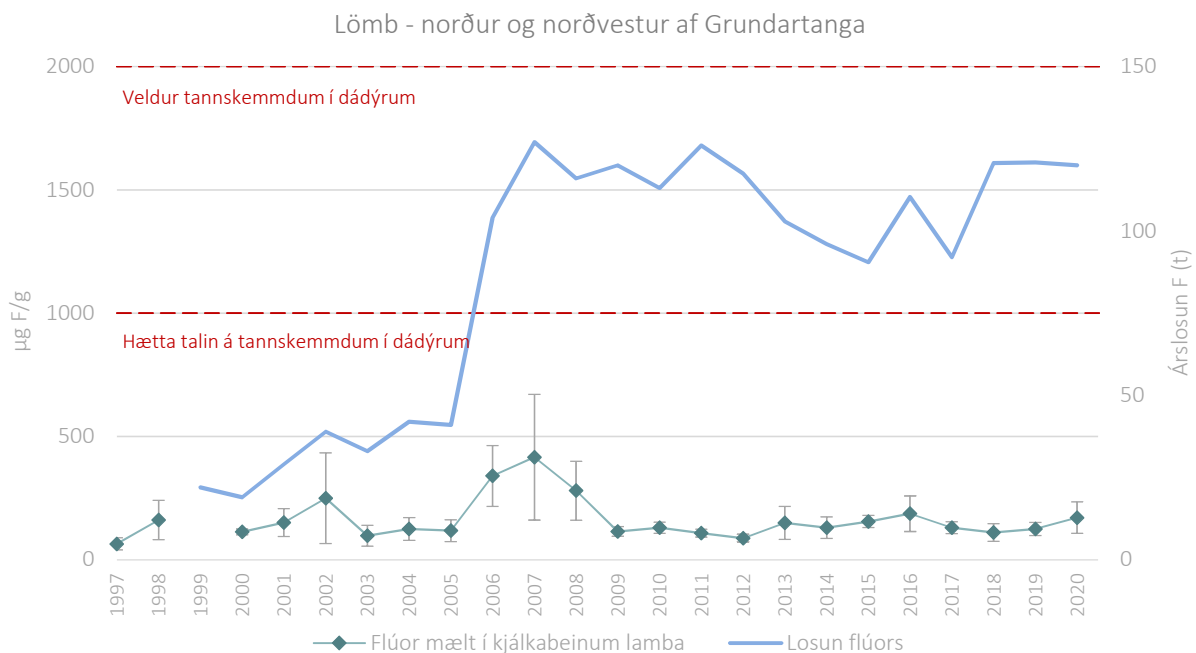
MYND G.10 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar, ásamt 95% öryggisbilum.



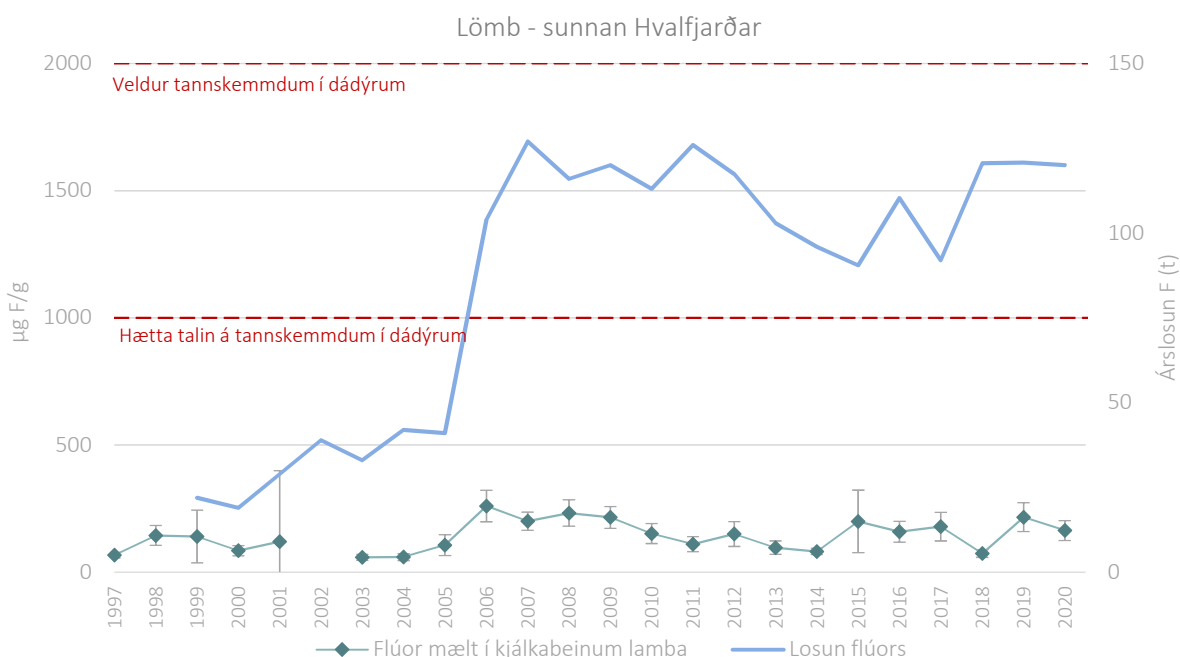
MYND G.11 Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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

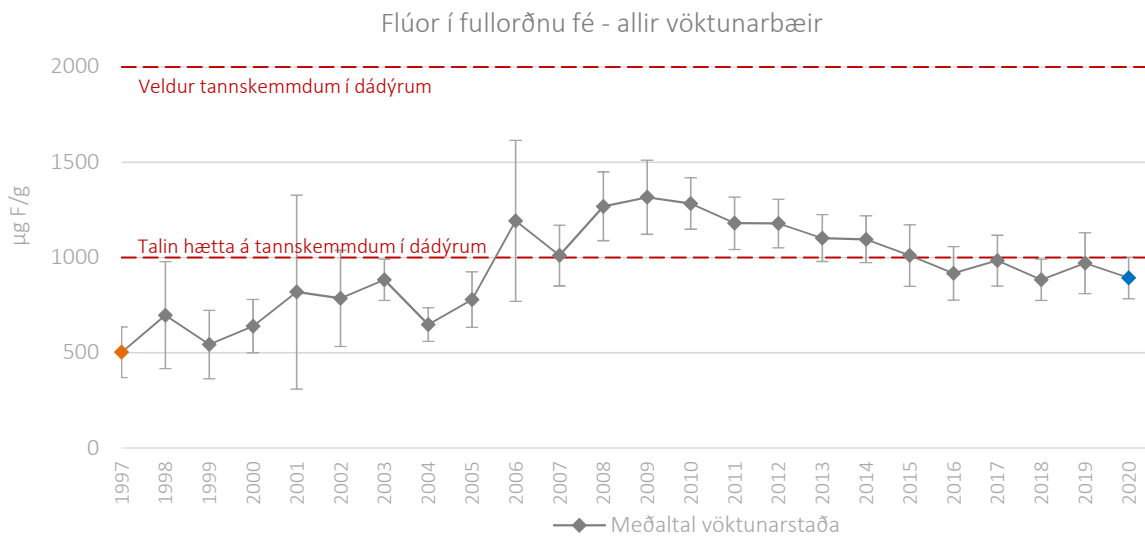


MYND G.13 Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

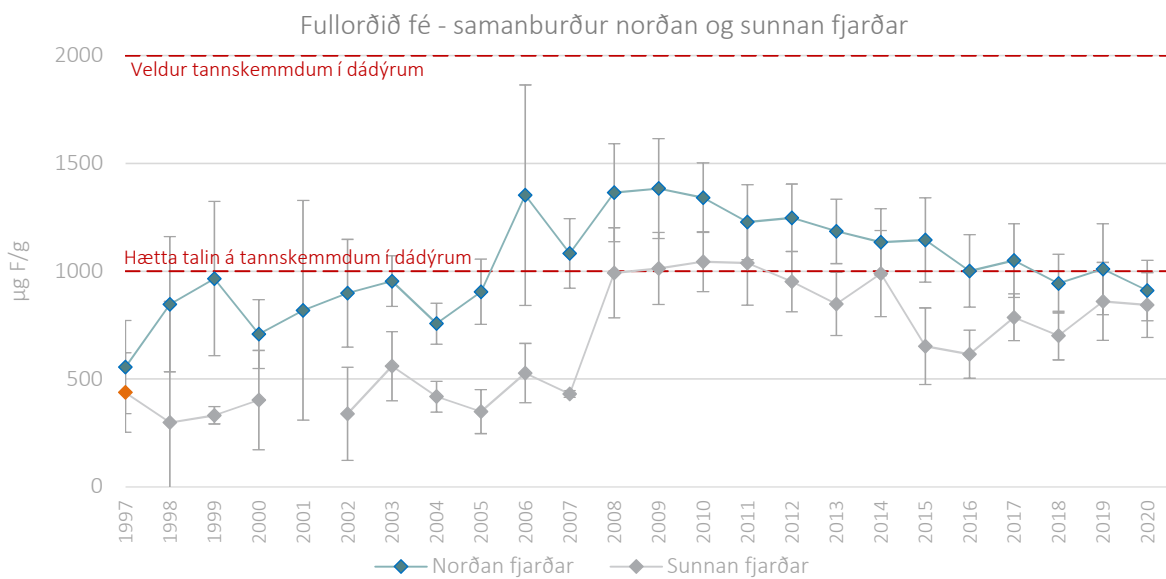


MYND G.14 Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

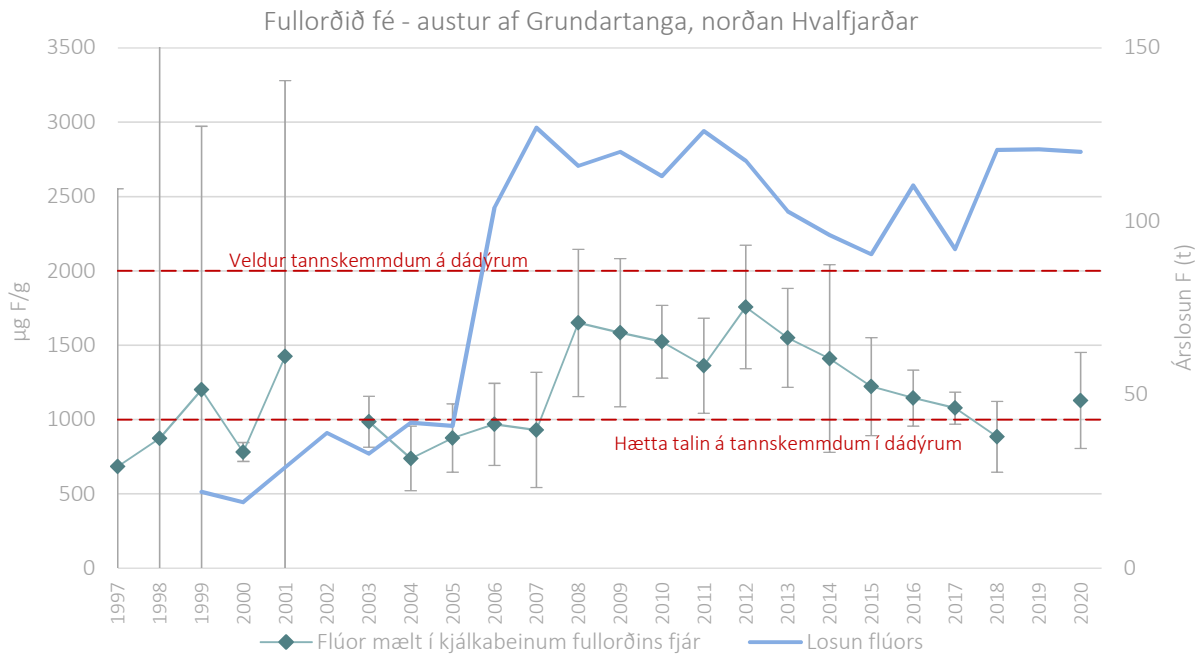
Fullorðið fé



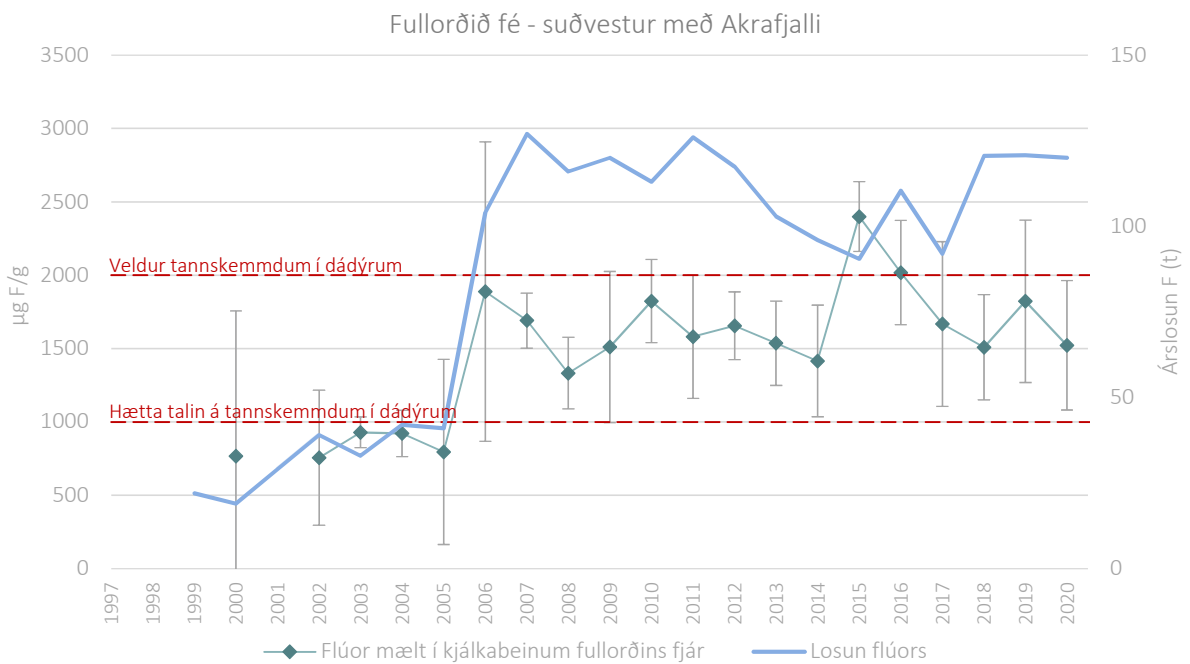
MYND G.15 Ársmeðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



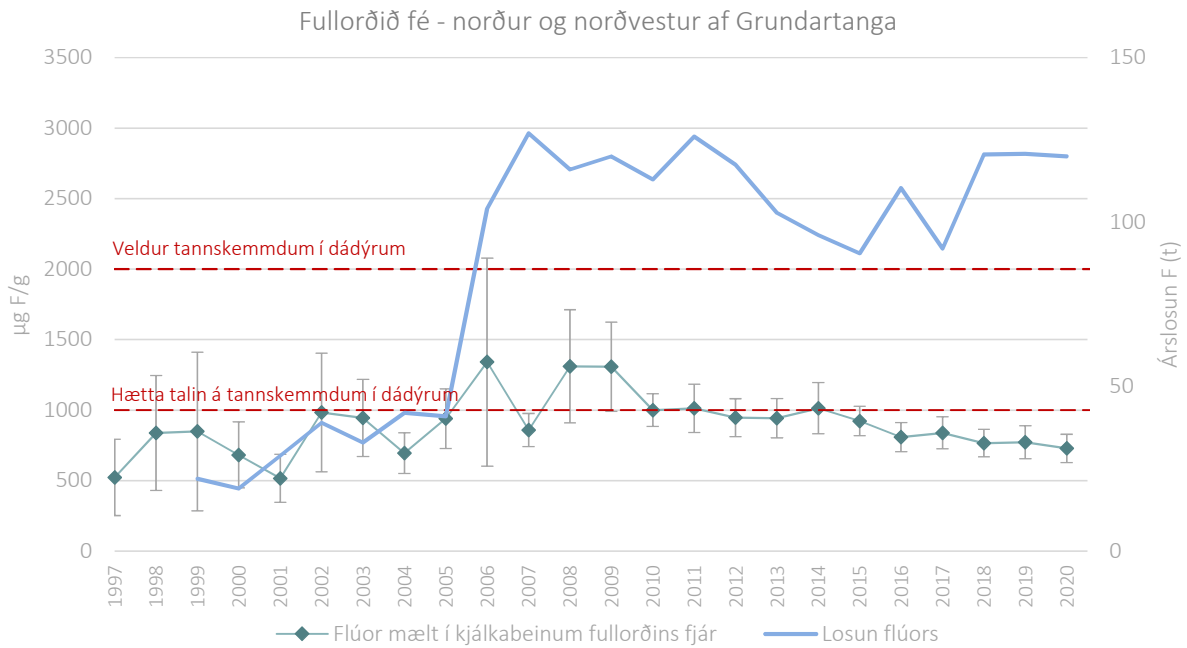
MYND G.16 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar.



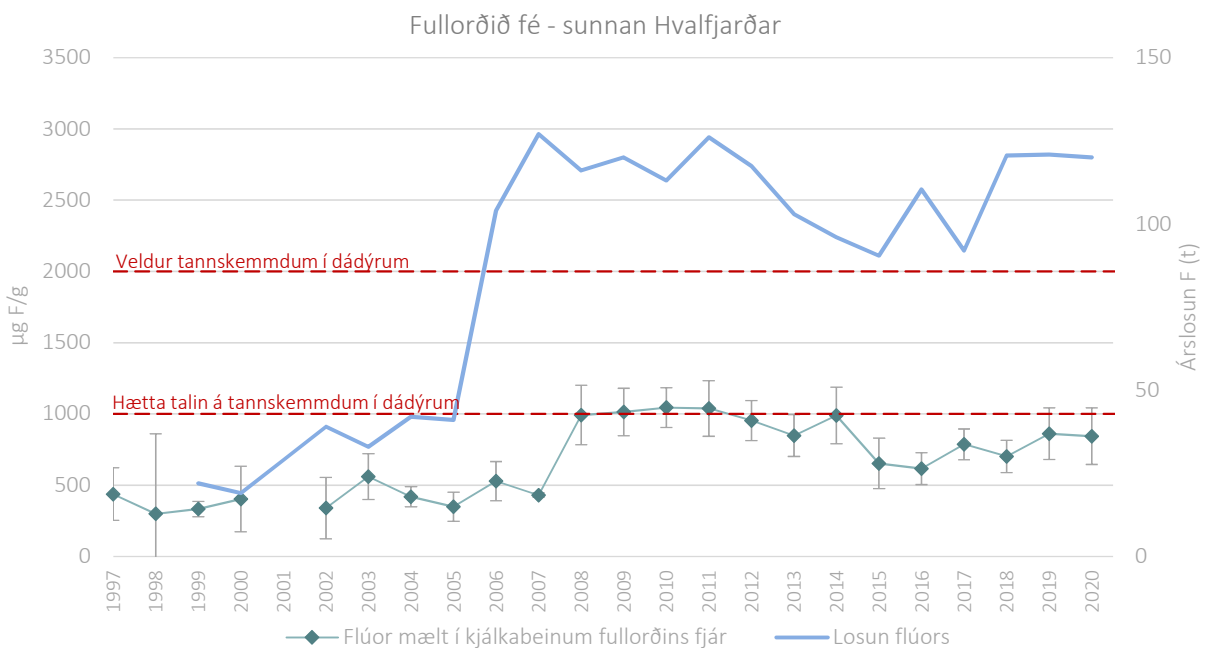
MYND G.17 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu. Engin sýni bárust frá Hrafnabjörgum árið 2019.



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



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



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