

Niðurstöður ársins 2025

Umhverfisvöktun

Iðnaðarsvæðisins á Grundartanga



Skýrsla – Upplýsingablað

Skjalalykill

114100-SKY-01-V01

Skýrslunúmer / síðufjöldi

ISBN 978-9935-9815-5-4 / 101

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

- Drög
 Drög til yfirlstrar
 Lokið

Dreifing

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

Titill skýrslu

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga Niðurstöður ársins 2025

Verkheiti

Umhverfisvöktun í Hvalfirði 2025

Verkkaupi

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

Höfundur

Eva Yngvadóttir, Páll Höskuldsson, Stefán Þór Kristinsson og Snævarr Örn Georgsson.

Útdráttur

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vöktunar sem fer fram á umhverfinu í kringum iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Umhverfisránnsóknirnar fara fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og staðfest hefur verið af Umhverfis- og orkustofnun. 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.

Þættir sem vaktaðir voru árið 2025 eru: loftgæði (andrúmsloft og úrkoma), ferskvatn, sjór við flæðigryfjur, gróður (gras, lauf og barr) og grasbítar (sauðfé og hross).

Niðurstöður fyrir loftgæði, ferskvatn, gras og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk voru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðir og starfsleyfi. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta.

Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs.

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum sauðfjár hefur hækkað samanborið við árið 1997 en ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Samantekt

Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga, árið 2025, fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun, sem gildir til ársins 2028. Tilgangur vöktunarinnar er að meta áhrif starfsemi á iðnaðarsvæðinu á umhverfið. Þetta árið voru gerðar mælingar á loftgæðum, ferskvatni, umhverfi flæðigryfja í sjó, gróðri og grasbítum.

Fyrirtækin sem taka þátt í umhverfisvöktuninni eru Alur Álvinnsla ehf., Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartangi ehf. Þau eru öll staðsett á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga, en þar fer einnig fram önnur starfsemi. Á árinu 2025 endurvann Alur um 5.000 tonn af áli úr álgjalli. Ársframleiðsla Elkem var 104.800 tonn af 75% kísilmálmi og 19.928 tonn af kísilyki og Norðurál framleiddi um 260.000 tonn af áli.

Hér eru teknar saman niðurstöður umhverfisrannsóknna ársins 2025 og aðrar mælingar sem hafa verið gerðar frá upphafi vöktunar. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk 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.

Ákvæði um þynningarsvæði hafa verið felld úr gildi í starfsleyfum Norðuráls og Elkem og því gilda þau mörk sem koma fram í starfsleyfum fyrirtækjanna utan marka iðnaðarsvæðisins samkvæmt aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar.

Niðurstöður fyrir loftgæði, ferskvatn, gras og sjó leiða í ljós að öll viðmiðunarmörk voru uppfyllt, sem sett eru í reglugerðir og starfsleyfi. Ekki eru skilgreind íslensk viðmiðunarmörk fyrir úrkomu, gróður (lauf og barr) og grasbíta. Styrkur flúors í gróðri mældist í öllum tilvikum undir þolmörkum gróðurs. Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba hefur hækkað samanborið við árið 1997 en lækkað miðað við árið 2007 og í fullorðnu fé hefur meðalstyrkur flúors hækkað miðað við árið 1997 en haldist óbreyttur miðað við árið 2007. Ekki virðist vera greinilegt samband á milli tannheilsu sláturfjár og styrks flúors í kjálkabeinum. Ekki voru greinanleg áhrif flúors á tönnum eða í liðum lifandi sauðfjár og hrossa.

Loftgæði

Í öllum tilvikum mældist styrkur loftkennds flúors, heildarflúors, brennisteinstvíoxíðs, brennisteinsvetni, nitroxíða svifryks og bensó(a)pýrens undir skilgreindum umhverfismörkum í reglugerðum eða starfsleyfum.

Ekki eru til skilgreind umhverfismörk fyrir styrk uppleystra efna og sýrustig í úrkomu. Mæld gildi voru mjög sveiflukennnd og var styrkur flúoríðs og súlfats nokkuð hár og úrkoma í súrara lagi. Styrkur annara efna var í samræmi við mælingar fyrri ára.

Ferskvatn

Í heild benda niðurstöður ársins ekki til mikilla breytinga á mengunarstigi yfirborðsárvatns frá því sem verið hefur undanfarin ár, ástandið hefur verið svipað frá árinu 2006.

Meðalstyrkur flúors yfir allar vöktunarárnar hækkar á milli ára, en er í samræmi við meðaltal mælinga 2016-2024. Styrkur flúors í Urriðaá var í samræmi við meðaltal mælinga 2016-2024, en styrkur flúors í Kalmansá var hærri en meðaltal mælinga yfir sama tímabil. Sýrustig og meðalstyrkur flúors og súlfats var í öllum vöktunarám innan þeirra marka sem skilgreind eru í neysluvatnsreglugerð. Styrkur flúors í Laxá, Fossá, Berjadalsá og Kúludalsá er í samræmi við mæligildi undanfarinna ára og var um fimmtungur af styrk flúors í Kalmansá og Urriðaá. Niðurstöður mælinga benda ekki til mikilla breytinga í mengunarstigi vöktunarárna.

Sjór við flæðigryfjur

Mæliniðurstöður ársins 2025 eru svipaðar og undanfarin ár og gefa til kynna að mengunar gætir í óverulegu mæli fyrir utan flæðigryfjur. Sýni mældust undir þeim styrk sem talinn er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki og eru innan marka sem tilgreind eru í starfsleyfi Norðuráls. Önnur efni mældust í flestum tilvikum í svipuðum styrk og í viðmiðunarsýnum.

Gróður

Gras

Í öllum tilvikum mældist flúor í grasi undir töldum þolmörkum grasa og undir reglugerðarmörkum um magn flúors í fóðri. Flúor í grasi árið 2025 hækkaði lítillega frá árinu 2024. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í grasi bæði norðan og sunnan fjarðar, miðað við árið 1997 en engin breyting var miðað við árið 2007.

Lauf

Styrkur flúors í laufi mældist árið 2025 að meðaltali hærri en árið á undan og í öllum tilvikum undir þolmörkum lauftrjáa. Breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan Hvalfjarðar miðað við árið 1997 en engin breyting var miðað við árið 2007.

Barr

Meðalstyrkur flúors í eins árs og tveggja ára barri mældist lægri árið 2025 miðað við árið 2024 og í öllum tilvikum undir þolmörkum barrtrjáa. Engin marktæk breyting var á meðalstyrk flúors í eins árs eða tveggja ára barri bæði norðan og sunnan fjarðar miðað við árin 1997 og 2007.

Grasbítar (sauðfé og hross)

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

Flúor í lömbum

Ekki var greinilegt samband á milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum lamba. Flúor mældist í öllum tilvikum undir þeim mörkum þar sem talin er hætta á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum samkvæmt norskri rannsókn. Meðalstyrkur flúors, árið 2025, í lömbum frá öllum vöktunarsvæðum var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2008.

Árið 2025 var breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkum lamba norðan og sunnan fjarðar miðað við árið 1997 en lækkun miðað við árið 2007.

Flúor í fullorðnu fé

Ekki var greinilegt samband milli tannheilsu og styrks flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár. Flúor í fullorðnu fé frá fjórum bæjum mældist með meðalstyrk í kjálkabeinum yfir þeim mörkum þar sem hætta er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum. Ekkert dýr mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum.

Meðalstyrkur flúors árið 2025 mældist innan þeirrar sveiflu sem mælst hefur frá árinu 2008. Árið 2025 var hækkun á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árið 1997 en engin breyting miðað við árið 2007. Sunnan fjarðar var marktæk hækkun á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé miðað við árin 1997 og 2007.

Lifandi sauðfé og hross

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

Umfang umhverfisvöktunarinnar árið 2025 náði til um 120 sýnatökustaða, þar sem um 420 sýni voru tekin og um 75 mælipættir greindir. Rannsóknir vegna umhverfisvöktunar voru framkvæmdar af Efnagreiningum Hafrannsóknastofnunar, Matís, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Yfirlit yfir niðurstöður umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga fyrir árið 2025, má sjá í töflunni hér fyrir neðan. Ákvæði í íslenskum reglugerðum eða í starfsleyfum fyrirtækjanna eru til fyrir rúmlega 30 af þeim mælipáttum sem mældir eru. Fyrir þá mælipætti sem íslensk umhverfismörk hafa ekki verið skilgreind voru niðurstöður bornar saman við bakgrunnsgildi og niðurstöður fyrri ára.

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

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

	Mæliþættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfum
Sjór við flæðigryfjur	Ál	Starfsleyfi Norðuráls
	Flúor	
	Arsen	Reglugerð nr. 796/1999 m.s.br. um varnir gegn mengun vatns
	Blý	
	Kopar	
	Króm	
	Nikkel	
	Sink	
	Járn	Neysluvatnsreglugerð nr. 536/2001
	Sýaníð	
	Vanadín	Viðmiðunargildi í reglugerðum ekki til
	Fosfór	
Gróður	Flúor í grasi sem fóður fyrir sauðfé	Reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri
	Flúor í laufi	Viðmiðunargildi í reglugerðum ekki til
	Flúor í barri	
Grasbitar	Flúor í kjálkum sauðfjár	Viðmiðunargildi í reglugerðum 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

SAMANTEKT	5
SKILGREININGAR	13
1 INNGANGUR	15
2 STAÐHÆTTIR	16
2.1 Iðnaðarsvæði	16
2.2 Starfsemi	17
2.3 Veðurfar	17
3 FRAMKVÆMD UMHVERFISVÖKTUNAR OG MÆLIÞÆTTIR	20
3.1 Vöktunarstaðir og mæliþættir	20
3.2 Tölfræði	21
4 LOFTGÆÐI	22
4.1 Niðurstöður	23
4.1.1 Flúor í andrúmslofti	23
4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið	26
4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið	28
4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti	30
4.1.5 Svifryk í andrúmslofti	31
4.1.6 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH) í andrúmslofti	32
4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu	33
5 FERSKVATN	36
5.1 Niðurstöður	37
5.1.1 Leiðni ferskvatns	37
5.1.2 Sýrustig ferskvatns	38
5.1.3 Flúor í ferskvatni	39
5.1.4 Súlfat í ferskvatni	40
6 SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR	41
6.1 Niðurstöður	42
6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum	42
6.1.2 Sýanið í sjósýnum	43
7 GRÓÐUR	45
7.1 Niðurstöður	46
7.1.1 Flúor í grasi	46
7.1.2 Flúor í laufi	48
7.1.3 Flúor í barri	49
8 GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS)	51
8.1 Niðurstöður	53
8.1.1 Flúor í lömbum	54
8.1.2 Flúor í fullorðnu fé	55
8.1.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé	56
8.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum	57
9 HEIMILDASKRÁ	58
VIÐAUKI A ELDRI ÁRSSKÝRSLUR UMHVERFISVÖKTUNAR	60
VIÐAUKI B LOFTGÆÐI	61

VIÐAUKI C	FERSKVATN _____	68
VIÐAUKI D	SJÓR VIÐ FLÆÐIGRYFJUR _____	73
VIÐAUKI E	GRÓÐUR _____	75
VIÐAUKI F	GRASBÍTAR (SAUÐFÉ OG HROSS) _____	86

Skilgreiningar

Orðskýringar:

Bakgrunnsgildi	Styrkur efna sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
BaP	Bensó(a)pýren, efnisþáttur í PAH ₁₆ .
Gróðurverndarmörk	Mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum, skv. rg 920/2016
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 í lofti sem eru 10 µm eða minni í þvermál.
Svifryk (PM _{2,5})	Svifryksagnir í lofti sem eru 2,5 µm eða minni í þvermál.
Flúor loftkennt (HF)	Sá hluti hluti flúoríðs sem mælist sem loftkennt efni og óbundið ryki
Flúor rykkennt (F)	Sá hluti hluti flúoríðs sem mælist bundið ryki
Heildar flúor	Samtals loftkennt og rykkennt flúoríð
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.

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.
1206/2021	Um gildistöku tilskipunar Evrópuþingsins og ráðsins (EB) 2002/32 um óæskileg efni í fóðri, auk áorðinna breytinga
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

Fyrirtækin Elkem Ísland ehf., Norðuráls Grundartanga ehf. og Alur álvinnsla ehf. starfa á skipulögðu iðnaðarsvæði á Grundartanga. Starfsemi þessara fyrirtækja er háð starfsleyfum sem gera kröfu um að umhverfið í grennd við iðnaðarsvæðið skuli vaktað með reglubundnum hætti.

Vöktun ársins 2025 fór fram samkvæmt umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og er gerð skv. starfsleyfum fyrirtækjanna og er stöðfest af Umhverfis- og orkustofnun [1]. Markmið umhverfisvöktunarinnar er að meta þau áhrif sem starfsemi fyrirtækjanna hefur á umhverfið.

Þessi skýrsla inniheldur samantekt á niðurstöðum vöktunarrannsókna í grennd við iðnaðarsvæðið sem framkvæmdar voru að stærstum hluta árið 2025. Niðurstöðurnar eru bornar saman við viðmiðunarmörk, þegar það á við, sem og niðurstöður fyrri ára. Einnig er mat lagt á breytileika mælinga fyrir ferskvatn, gróður og sauðfé með tölfræðilegri nálgun. Öll frumgögn sem samantektin byggir á eru birt á heimasíðu Umhverfis- og orkustofnunar.

Skýrslunni er skipt í átta kafla. Kafli 1 inniheldur stuttan inngang sem lýsir tilgangi umhverfisvöktunarinnar. Kafli 2 inniheldur lýsingu á staðháttum og veðurfari við iðnaðarsvæðið. Yfirlit yfir umfang og mælipætti umhverfisvöktunarinnar má sjá í kafla 3. Í köflum 4 – 8 eru teknar saman mælingar og niðurstöður vöktunar fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður og grasbíta. Loks koma fram í viðaukum skýrslunnar ítarefni og nánari upplýsingar sem tengjast mælingum og niðurstöðum. Í viðauka A er listi yfir áður útgefnar ársskýrslur umhverfisvöktunar. Í viðauka B er að finna ítarefni vegna vöktunar á andrúmslofti og úrkomu. Niðurstöður ferskvatnsmælinga auk tölfræðigagna er að finna í viðauka C. Í viðauka D er að finna ítarefni vegna vöktunar á sjó við flæðigryfjur. Viðauki E inniheldur upplýsingar um gróður auk tölfræðigagna og loks inniheldur viðauki F nánari upplýsingar og tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðum grasbíta.

2.2 Starfsemi

Kísilmálmverksmiðja Elkem hefur verið starfrækt á Grundartanga frá árinu 1979. Ársframleiðslugeta verksmiðjunnar er 120.000 tonn af kísilmálmi. Starfsfólk Elkem á Grundartanga framleiðir m.a. sérhæfða kísilmálmlöndu sem er mikilvæg fyrir rafbílavæðingu heimsins og framleiðslu á orkusparandi heimilistækjum. Árið 2025 framleiddi Elkem 104.800 tonn af 75% kísilmálmi og 17.928 tonn af kísilryki. Reykhreinsivirkin voru í rekstri 99,94 % af samanlögðum rekstartíma allra ofna. Elkem hefur starfsleyfi fyrir 190.000 tonna ársframleiðslu af kísilmálmi og 45.000 tonna ársframleiðslu af kísilryki. Við framleiðslu kísilmálmms er losun til umhverfis aðallega loftborin sem má að mestu leyti rekja til kísilmálmryks, brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og koltvísýrings (CO₂).

Árið 2025 störfuðu ríflega 700 manns hjá Norðuráli á Grundartanga, í fjölbreyttum störfum, við framleiðslu á 260 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 2020 ASI-vottun fyrir ábyrga og umhverfisvæna framleiðslu og var endurvottað samkvæmt uppfærðum ASI Performance Standard árið 2023. Staðfest er að starfsemi félagsins stenst strangar kröfur um samfélagslega ábyrgð, umhverfisábyrgð og góðar starfsvenjur í álframleiðslu. Árið 2022 hlaut Norðurál Umhverfisverðlaun atvinnulífsins, m.a. fyrir framleiðslu á áli með lágt kolefnisspor sem hefur verið rakið frá upphafi til enda framleiðsluferilsins í lífsferilsgreiningu. Árið 2023 hlaut Norðurál Fjörusteininn, umhverfisverðlaun Faxaflóahafna, sem eru veitt fyrirtækjum sem sýnt hafa fram á framsækni í umhverfismálum og verið til fyrirmyndar hvað varðar frágang á lóðum og snyrtilegt umhverfi. Álver Norðuráls á Grundartanga var gangsett árið 1998 og hefur heimild til að framleiða 350.000 tonn af áli á ári.

Alur Álvinnsla ehf. er starfandi ál endurvinnsla á lónaðarsvæðinu á Grundartanga. Megin starfsemi fyrirtækisins er endurvinnsla algjalls sem fellur til við frumframleiðslu áls. Árlega er framleitt um 5.000 tonn af áli sem fer aftur í framleiðsluferil álveranna.

2.3 Veðurfar

Veðurmælingar fara fram í sjálfvirkum veðurmælingastöðvum á Kríuvörðu, Gröf II og á Grundartangahöfn, sjá staðsetningu loftgæðamælistöðva á mynd 3.1. Mælistöðin Gröf II er staðsett um 3 km suðvestur af Grundartanga, skammt frá bænum Gröf II í um 40 m hæð y.s. Mælistöðin á Kríuvörðu er staðsett um 700 metra norðan við austurenda álversins í um 15 m hæð y.s., en stöðin á Grundartangahöfn er staðsett í um 25 m hæð y.s. Í heild var meðalhitastig ársins 2025 svipað og undafarin ár. Það sama á við um meðalvindhraða ársins.

Tíðarfar var nokkuð hagstætt veturinn 2024-2025, tiltölulega hægviðrasamt og tíð góð. Hitastigið um vorið (apríl og maí) var það hæsta frá upphafi mælinga. Úrkoma var undir meðallagi árána 1991-2020, auk þess sem vorið var sólríkt og gróður tók vel við sér. Sumarið var í heild tiltölulega hlýtt. Í Reykjavík var úrkoman nærri í meðallagi. Haust- og vetrarmánuðir voru hlýir fyrir utan nóvember. Í heild var árið 2025 það hlýjasta á Íslandi frá upphafi mælinga.

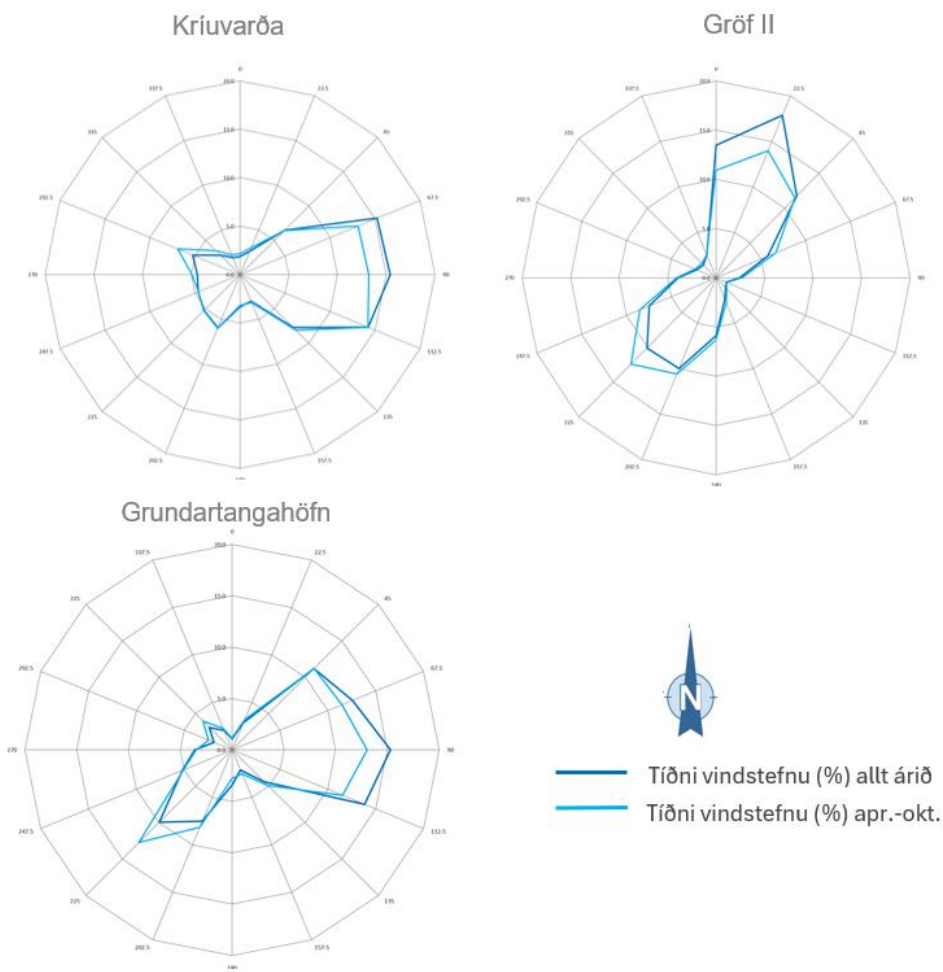
Vorið var óvenjugott. Ársúrkomun var undir meðaltali síðust tíu ára auk þess sem árið var snjólétt. Árið var í heild hægviðrasamt og illviðri fá.

Í töflu 2.1 kemur fram meðalhitastig ársins og á vöktunartímabilinu, frá apríl til október, og meðalvindhraði á öllum mælistöðvum [3]. Vindhraði var mestur á Grundartangahöfn en kaldast var á Gröf II.

TAFLA 2.1 Meðalhitastig og meðalvindhraði á veðurmælingastöðvum í Hvalfirði árið 2025 [3].

Veðurmælingastöð	janúar - desember		apríl - október	
	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]	Meðalhiti [°C]	Meðalvindhraði [m/s]
Grundartangahöfn	6,2	5,1	8,4	4,7
Gröf II	3,8	4,6	6,5	4,3
Kríuvörða	7,1	5,9	9,2	5,4

Vindrósir fyrir allt árið 2025 og fyrir tímabilið apríl til október á öllum veðurstöðvum eru sýndar á mynd 2.2. Algengustu áttir voru norðnorðaustlægar á Gröf, austlægar á Kríuvörðu og Grundartanga. Vindrós á Gröf II fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem augljóslega mótar vindrósina með afgerandi hætti. Þar snúast austanáttir til norðaustanátta og suðlægar áttir til suðvestlægra átta vegna legu fjallsins. Vindrósir vöktunartímabilsins (apríl - október) og vindrósir alls ársins eru mjög svipaðar. Á Gröf II eru norðaustanáttir algengastar en austanáttir í Grundartangahöfn og á Kríuvörðu [3].



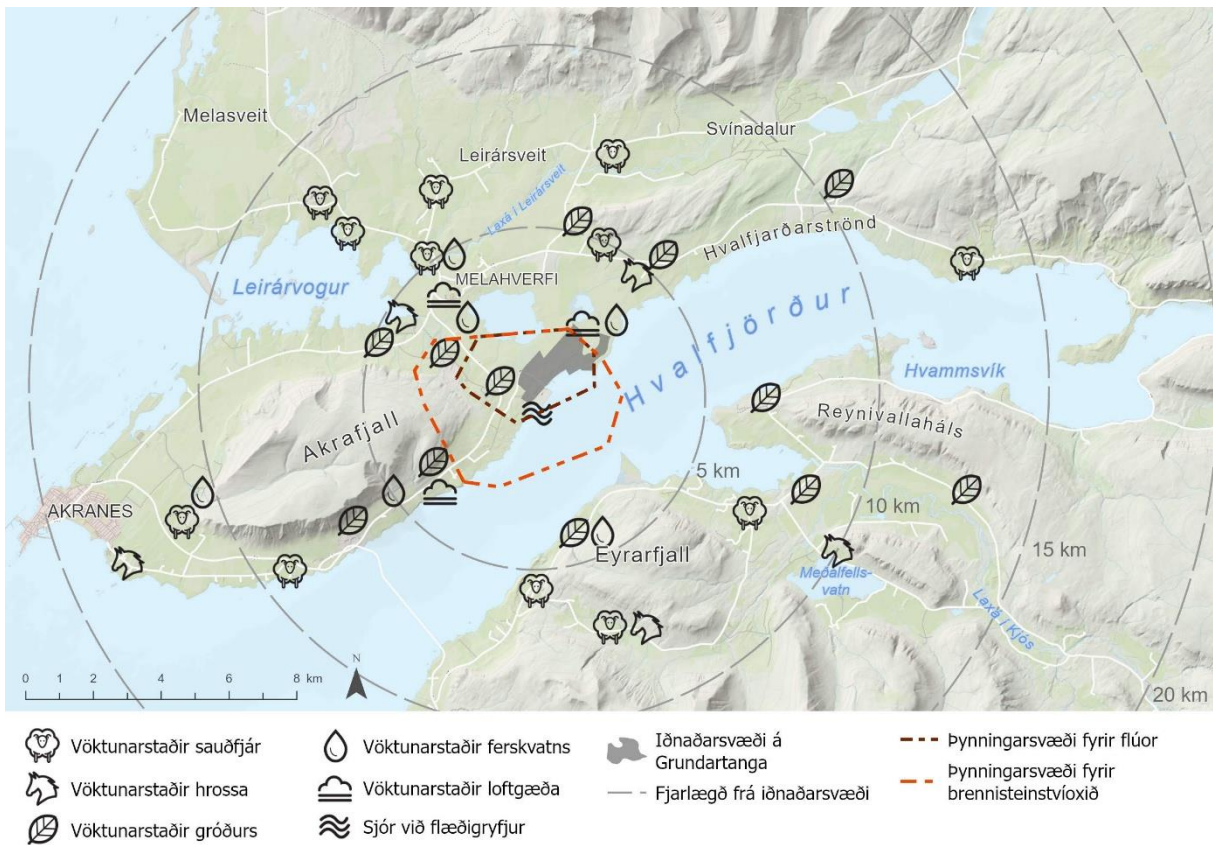
MYND 2.2 Vindrósir frá Kriugarða, Gröf II og Grundartangahöfn fyrir tímabilið apríl - október 2025 og allt árið 2025.

3 Framkvæmd umhverfisvöktunar og mælipættir

Umhverfisvöktun ársins 2025 var framkvæmd í samræmi við umhverfisvöktunaráætlun sem gildir til ársins 2028 og má finna á heimasíðu Umhverfis- og orkustofnunar [1]. Í töflu 3.1 er yfirlit yfir mælipætti, vöktunarstaði, rannsóknaraðila og rannsóknartímabil.

3.1 Vöktunarstaðir og mælipættir

Árið 2025 fór fram vöktun á loftgæðum, ferskvatni, sjó við flæðigryfjur, gróðri og grasbítum (sauðfé og hross). Yfirlit yfir vöktunarstaðina má sjá á mynd 3.1. Rannsókuð voru um 420 sýni frá um 120 sýnatökustöðum. Rannsóknir vegna umhverfisvöktunar voru framkvæmdar af Hafrannsóknastofnun, Mátís, Dýralækninum í Mosfellsbæ og öðrum óháðum aðilum. Greindir voru um 75 mælipættir í sýnunum, tafla 3.1.



MYND 3.1 Yfirlit yfir vöktunarstaði ársins 2025 fyrir loftgæði, ferskvatn, sjó við flæðigryfjur, gróður og grasbíta.

TAFLA 3.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2025.

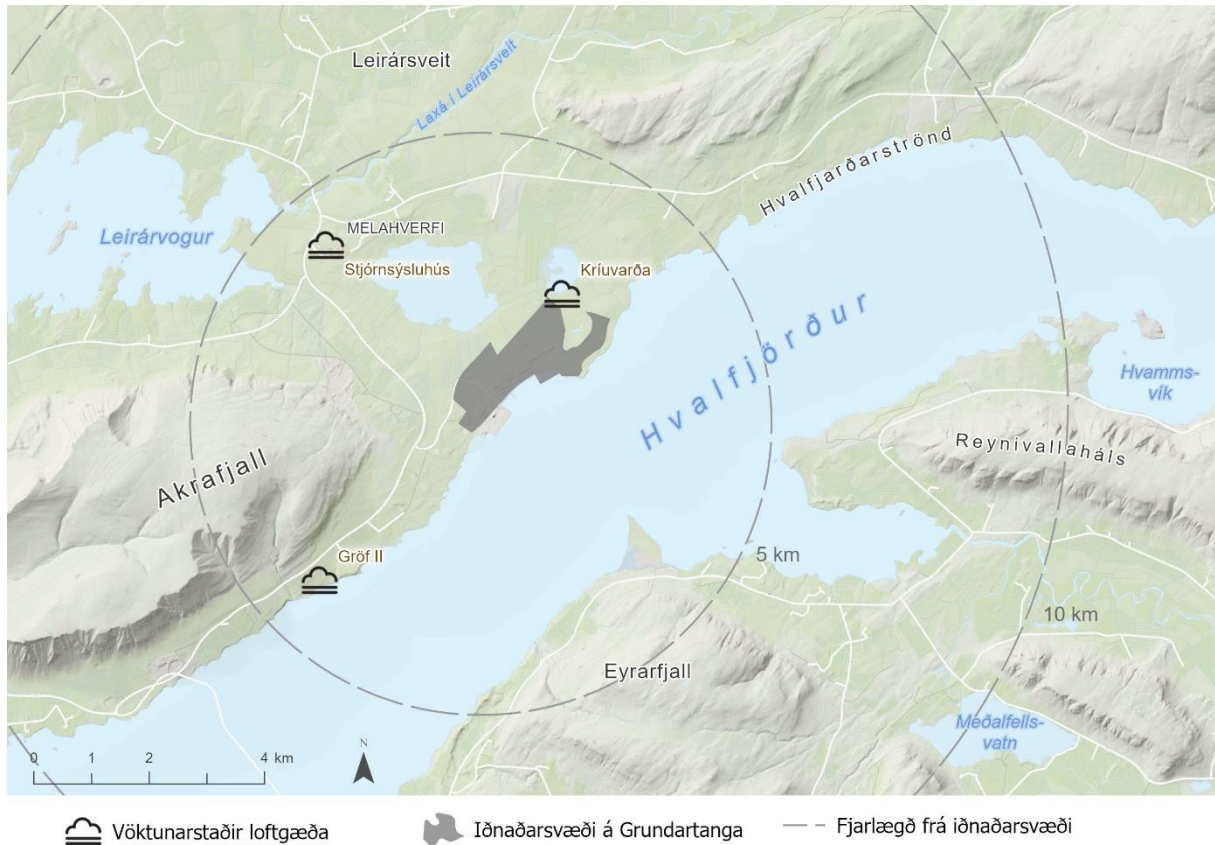
	Mælipáttur	Staðsetning vöktunarstaða	Vöktunartímabil	Rannsóknaraðili
Loftgæði	<p><i>Andrúmsloft:</i> Flúor í lofti og ryki, brennisteinstvíoxíð í lofti og ryki, svifryk, PAH efni í svifryki, nituroxíð og brennisteinsvetni</p> <p><i>Úrkoma:</i> klóríð, nítrat, brennisteinssúlfat, flúor, sýrustig, natrín 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> Hafrannsóknastofnun og Matís</p>
		<p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Hálsnes</p>	<p><i>Þriðja hvert ár:</i> Ekki vaktað 2025</p>	
Ferskvatn	<p>Sýrustig, leiðni, flúor, klór, brennisteinssúlfat, natrín og kalsín</p>	<p><i>Bergvatnsár:</i> Berjadalsá, Fossá, Laxá, Kúludalsá</p> <p><i>Uppþök í yfirborðsvatni:</i> Kalmansá, Urriðaá</p>	<p>13. apríl - 12. sept. 2025</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun og Matís</p>
Sjór við flæðigryfjur	<p><i>Málmar:</i> arsen, ál, blý, kopar, króm, nikkell, járn, sink og vanadín</p> <p>Sýaníð, flúor og fosfór</p>	<p>Sjósýni tekin á 10 stöðum við flæðigryfjur auk tveggja viðmiðunarstaða</p>	<p>26. maí, 15. júlí og 28. júlí 2025</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun og Matís</p>
Gróður	<p>Flúor (í plöntuvef og af yfirborði) í grasi, laufi (<i>birki, reynir</i>) og barri (<i>greni, bergfura, stafafura</i>)</p>	<p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Stekkjarás, Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Ferstikla, Hólabrú, Gröf II við hús og veg, Hlíð, Kalastaðakot</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Félagsgarður, Fossbrekka, Háls í Kjós, Reynivellir</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Skorradalur</p>	<p><i>Gras:</i> 5. júní, 7. júlí, 1. september 2025</p> <p><i>Lauf:</i> 5. júní, 1. september, 2025</p> <p><i>Barr:</i> 19. nóvember 2025</p>	<p><i>Sýnataka og efnagreiningar:</i> Hafrannsóknastofnun, Matís, Skógrækt ríkisins</p>
Grasbítar (sauðfé og hross)	<p>Flúor í kjálkum sláturfjár og ástand tanna og kjálka</p>	<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, Miðdalur, Fell</p> <p><i>Viðmiðunarsýni:</i> Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi og Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi</p>	<p><i>Sláturfé:</i> Haustslátrun 2025</p>	<p><i>Efnagreiningar:</i> Matís</p> <p><i>Skoðun sauðfjár:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	<p>Ástand tanna og liða í lifandi sauðfé</p>	<p><i>Lifandi sauðfé:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Vogatunga, Eystra Miðfell, Hrafnabjörg</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Kiðafell, Miðdalur, Fell</p>	<p><i>Lifandi sauðfé og hross:</i> janúar og febrúar 2026</p>	<p><i>Skoðun lifandi grasbíta:</i> Dýralæknirinn Mosfellsbæ</p>
	<p>Ástand tanna og liða í lifandi hrossum</p>	<p><i>Lifandi hross:</i></p> <p><i>Norðan Hvalfjarðar:</i> Litla Fellsöxl, Kalastaðakot, Ytri Hólmur</p> <p><i>Sunnan Hvalfjarðar:</i> Miðdalur, Meðalfell</p>		

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. Mat er lagt á breytileika mælinganna á grundvelli tölfræðigreiningar á niðurstöðunum miðað við árið 1997, áður en álver Norðuráls tók til starfa, og í sumum tilfellum miðað við árið 2007, þegar öll ker álversins voru komin í rekstur. Notuð er tölfræðileg aðferðafræði til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna. Niðurstöður tölfræðigreininganna er að finna í viðaukum C, E og F.

4 Loftgæði

Þrjár loftgæðamælistöðvar voru í rekstri árið 2025, 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). Samfelldar, sjálfvirkar mælingar eru framkvæmdar við Kríuvörðu norðaustan af Grundartanga og við Gröf suðvestan Grundartanga. Brennisteinvíoxíð og brennisteinsvetni er mælt í Melahverfi. Loftgæðamælistöðin á Hálsnesi er starfrækt þriðja hvert ár, samkvæmt vöktunaráætlun, síðast 2024 og næst 2027.



MYND 4.1 Staðsetning loftgæðamælistöðva.

Sýnataka og mælingar voru unnar af Matís [3]. Niðurstöður efnagreininga voru bornar saman við viðmiðunarmörk sem gilda í starfsleyfi.

TAFLA 4.1 Mælipættir á loftgæðamælistöðvum sem voru í rekstri í Hvalfirði árið 2025. Niðurstöður mælinga á SO₂, H₂S, NO₂ og svifryki (PM₁₀, PM_{2,5}), eru birtar á www.loftgaedi.is.

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

Nokkuð var um bilanir í mælubúnaði á árinu, þar má nefna [3]:

- Bilun í sjálfvirkum búnaði sem hafði áhrif á PM_{10} mælingar á Kríuvörðu. Af þeim orsökum liggja aðeins fyrir PM_{10} mæligögn fyrir tímabilið janúar til apríl. Gögn fyrir $PM_{2,5}$ liggja fyrir tímabilið janúar til nóvember.
- Sjálfvirkar mælingar á PM_{10} og $PM_{2,5}$ á Gröf fóru ekki fram á tímabilinu apríl til júní vegna bilunar tækis.
- Sjálfvirkar mælingar á SO_2 og H_2S í Melahverfi fóru fram í september til desember vegna tæknilegra örðugleika fyrr á árinu.
- Bilanir í tæki höfðu áhrif á NO_x mælingar á Gröf, þar sem til eru gögn fyrir á tímabilinu janúar til maí og á tímabilinu júní til ágúst.
- PAH mælingar fóru ekki fram á Kríuvörðu frá október - desember, vegna tæknilegra örðugleika.
- Áfallsgildi flúors á Kríuvörðu og Gröf II, liggja ekki fyrir mánuðina mars-maí og ágúst.
- Áfallsgildi fyrir súlfat, natrín og klóríð á Kríuvörðu og Gröf II liggja ekki fyrir eftir júlí.
- pH mælingar á sýrustigi í úrkomu liggja ekki fyrir í apríl, maí og júlí.

Hafa þarf þessar mælingaeyður í huga við skoðun á niðurstöðum ársins og samanburði við fyrri ár. Rekstraraðilar umhverfismörktunar í Hvalfirði upplýstu Umhverfis- og orkustofnun um bilanirnar um leið og vitneskja um þær lágu fyrir. Rekstraraðilar hafa fjárfest í nýjum búnaði í stað þess sem bilaði og fór uppsetning á nýjum búnaði fram á Kríuvörðu síðla haust 2025.

4.1 Niðurstöður

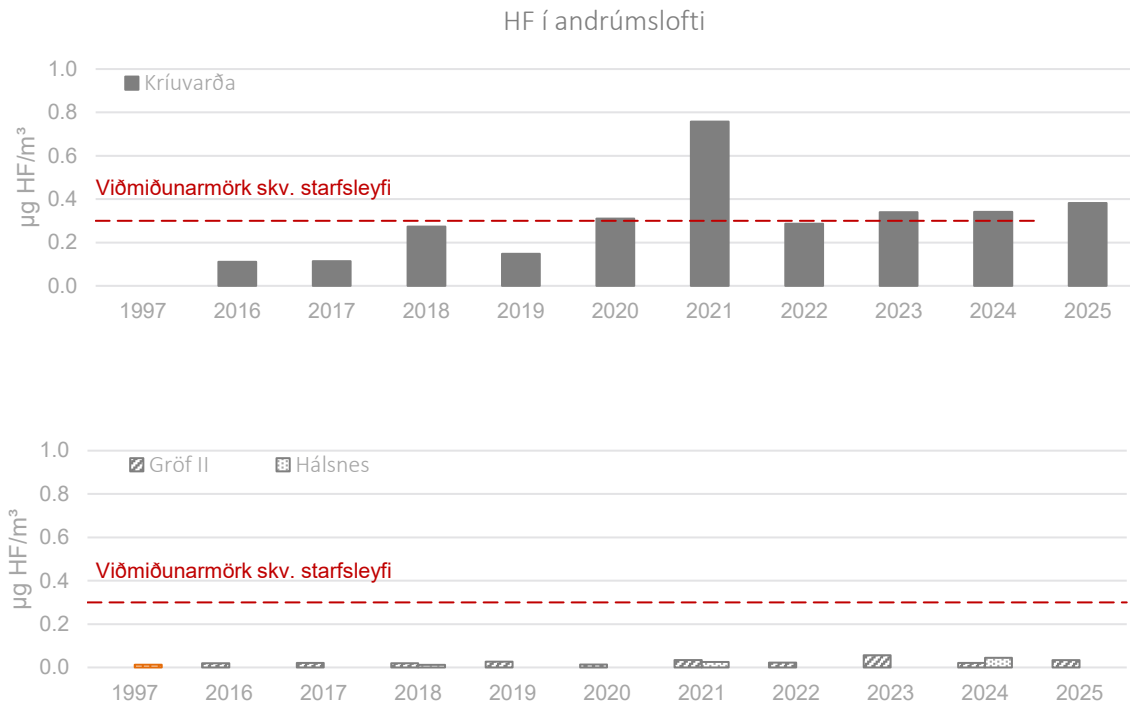
Yfirlit yfir niðurstöður mælinga á loftgæðum (andrúmslofti og úrkomu) ásamt skilgreindum umhverfismörkum má finna í köflum 4.1.1 – 4.1.7. Frekari niðurstöður mælinga á loftgæðum er að finna í viðauka B. Í töflum B.1 - B.3 er yfirlit yfir reglugerðir sem skilgreina viðeigandi viðmiðunarmörk fyrir hvern mælipátt auk hæstu og lægstu mældu gildi. Á gröfum og línuritum sem eiga við um loftgæði eru sýndar niðurstöður síðustu 10 ára, vísað er til fyrri ársskýrsla umhverfismörktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2015, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

4.1.1 Flúor í andrúmslofti

Starfsleyfi fyrir Norðurál skilgreinir umhverfismörk fyrir loftkennt flúor (HF) sem $0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og fyrir heildarflúor (F) sem $0,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, miðað við tímabilið 1. apríl til 30. september. Þessi umhverfismörk gilda utan marka iðnaðarsvæðisins samkvæmt aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar [2]. Þann 19. júní 2025 felldi Umhverfis- og orkustofnun úr gildi ákvæði um þynningarsvæði úr starfsleyfum Elkem og Norðuráls, sem hefur í för með sér að umhverfismörk í starfsleyfi Norðuráls gilda ekki fyrir vöktunarstöðina á Kríuvörðu, sem staðsett er innan iðnaðarsvæðisins.

Mælingar á flúor fara fram yfir allt árið, en í þessum kafla er fjallað um flúormælingar frá apríl til og með september í samræmi við skilgreind umhverfismörk í starfsleyfi. Í viðauka B. má sjá meðalstyrk flúors (HF) í hverjum mánuði yfir allt árið 2025. Ekki eru til umhverfismörk fyrir flúor sem gilda yfir allt árið.

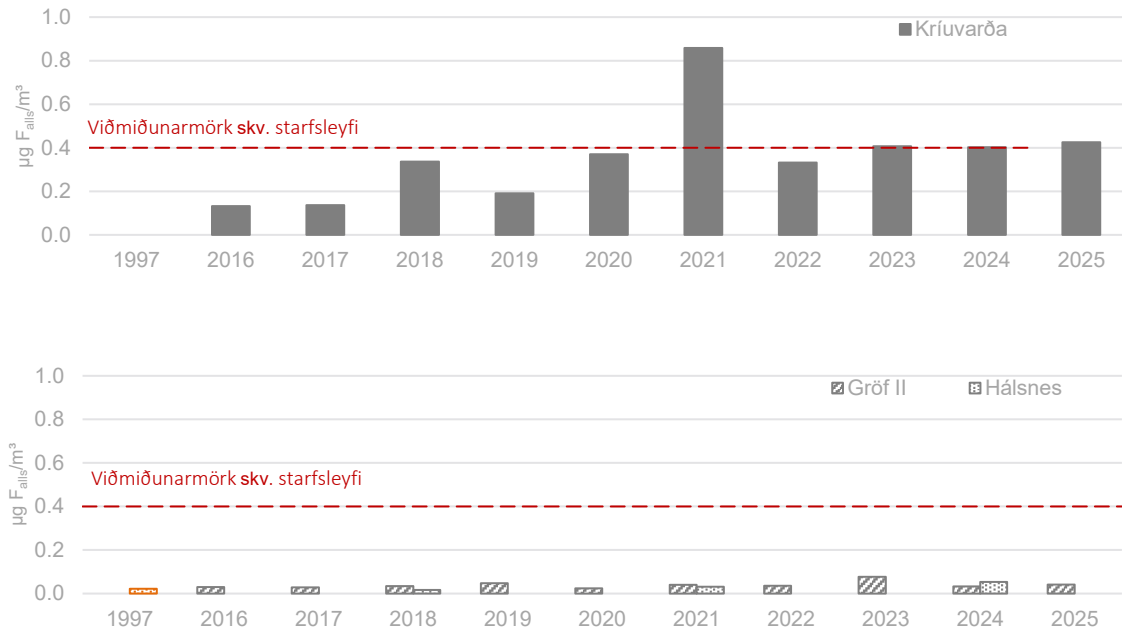
Sýnum fyrir flúormælingar var safnað á síur á Kríuvörðu og Gröf II skv. vöktunaráætlun. Styrkur loftkennds flúors á Kríuvörðu mældist að meðaltali $0,38 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ frá apríl til loka september. Umhverfismörk ($0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í núverndi starfsleyfi Norðuráls gilda ekki fyrir Kríuvörðu, sbr. mynd 4.2. Þetta er hæsti styrkur loftkennds flúors sem mælst hefur síðan árið 2021. Hæsti meðalstyrkur loftkennds flúors var í júlí $0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en hæsta dagsgildi var í maí $3,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Meðalstyrkur HF við Gröf II var $0,03 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ sem er jafnt meðaltali síðustu 10 ára og vel innan umhverfismarka (mynd 4.2).



MYND 4.2 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti yfir tímabilið apríl – september á Kríuvörðu á efri myndinni og Gröf II og Hálsnesi á neðri myndinni. Viðmiðunarmörk í starfsleyfi eiga ekki við um Kríuvörðu þar sem ákvæði í starfsleyfi Norðuráls eiga við utan iðnaðarsvæðið. Kríuvörða er staðsett innan iðnaðarsvæðis samkvæmt aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar 2020-2032.

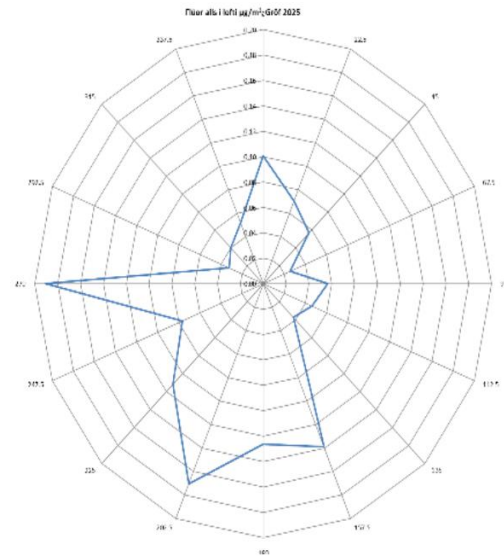
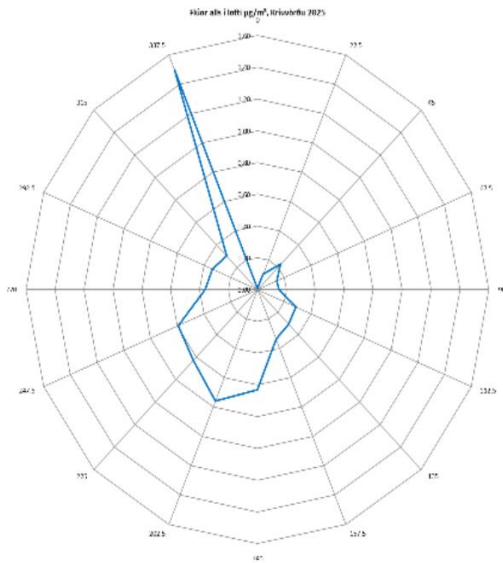
Mynd 4.3 sýnir styrk heildarflúors (F) yfir viðmiðunartímabilið, þ.e. samanlagðan styrk loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti og flúors bundið í ryki. Meðalstyrkur heildarflúors á Kríuvörðu var $0,43 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á tímabilinu 1. apríl - 30. september. Umhverfismörk ($0,4 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ tímabilið apríl-sept.) sem skilgreind eru í núverndi starfsleyfi Norðuráls gilda ekki fyrir Kríuvörðu. Á Gröf II var meðalstyrkur heildarflúors $0,04 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ sem er vel innan umhverfismarka (mynd 4.3) og jafn meðaltali síðustu 10 ára.

Heildar flúor í andrúmslofti



MYND 4.3 Meðalstyrkur heildarflúors (F) yfir tímabilið apríl – september á Kríuvörðu á efri myndinni og Gröf II og Hálsnesi á neðri myndinni. Viðmiðunarmörk í starfsleyfi eiga ekki við um Kríuvörðu þar sem ákvæði í starfsleyfi Norðurláls eiga við utan iðnaðarsvæðið. Kríuvörða er staðsett innan iðnaðarsvæðis samkvæmt aðalskipulagi Hvalfjarðarsveitar 2020-2032.

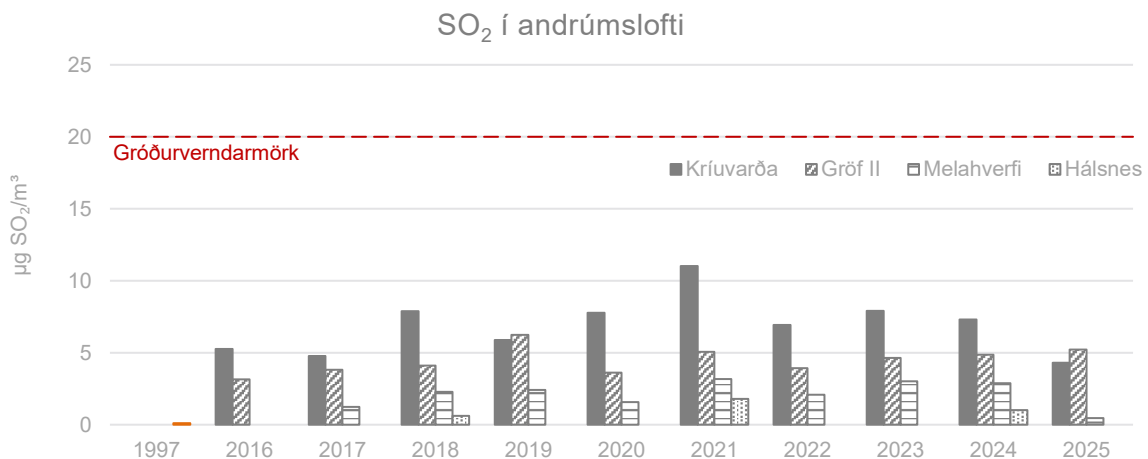
Vindáttir hafa mismunandi áhrif á flúormælingar á stöðvunum. Styrkur flúors mældist hærra á Kríuvörðu en Gröf II eins og áður, sem er vegna nálægðar og afstöðu til iðnaðarsvæðisins. Á Kríuvörðu eru mestar líkur á háum styrk flúors í suðvestan- og suðsuðvestanáttum. Við Gröf mældist hærri styrkur í norðaustanátt. Hæst mældist heildarflúor 3,38 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$, þann 9. maí á Kríuvörðu í suðvestanátt. Sjá má dreifingu mæligilda eftir vindáttum allra mælidaga á mynd 4.4 [3].



MYND 4.4 Styrkur heildarflúors (F) eftir vindáttum árið 2025 á Gröf II og Kríuvörðu. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

4.1.2 Brennisteinstvíoxíð í andrúmslofti yfir árið

Brennisteinstvíoxíð (SO_2) var mælt með sjálfvirkum samfelldum mælingum yfir allt árið á mælistöðvunum á Kríuvörðu og Gröf II. Í Melahverfi bilaði mælitæki um miðjan júlí 2024 og komst ekki í lag fyrr en í september 2025 (mynd 4.5 og mynd B.2 í viðauka). Viðmiðunarmörk miðast við meðalgildi hvers árs.

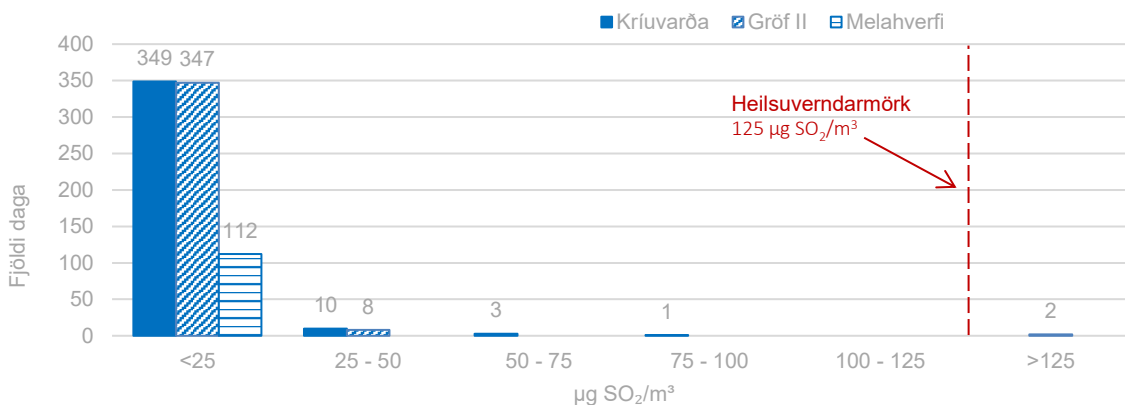


MYND 4.5 Meðalstyrkur SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II, Melahverfi og Hálsnesi.

Styrkur SO_2 var vel undir gróðurverndarmörkum ($20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$) á öllum mælistöðvum. Meðalstyrkur á Kríuvörðu og Melahverfi var lægri en undanfarin ár en svipaður á Gröf. Í fyrsta skipti frá upphafi mælinga var meðalstyrkur á Gröf hærri en á Kríuvörðu (mynd 4.5).

Klukkustundarheilsuverndarmörk eru $350 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og leyfilegt er að fara umfram þau mörk 24 sinnum yfir árið. Samtals voru 17 klukkustundamælingar á Gröf sem fóru yfir mörkin árið 2025, 16 af þeim dagana 20.- 21. júlí, en á þeim tíma stóð yfir eldgos á Reykjanesi. Á því tímabili eru einnig hæstu klukkustundamæligildi við Kríuvörðu, en hæst var það $160 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ aðfaranótt 21. Júlí. Við melahverfi var hæsta mæling $17,1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þann 22. Desember. Ekki var því farið yfir heilsuverndarmörk á þeim mælistöðum.

Heilsuverndarmörk sólarhringsmeðalstyrks SO_2 eru $125 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, en leyfilegt er að fara yfir þau mörk þrisvar sinnum á ári. Á mynd 4.6 má sjá tíðni mælinga fyrir mismunandi styrk SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2025. Mælingar eru skráðar alla daga ársins en stundum detta einhverjir dagar út vegna viðhalds og umhirðu, sem endurspeglast í heildarfjölda mælinga sem ekki eru jafn margar fjölda daga í árinu. Árið 2025 vantaði tvo daga á Kríuvörðu, átta daga á Gröf II, en 253 daga í Melahverfi vegna bilunar. Sólarhringsmeðalstyrkur SO_2 fór tvisvar sinnum yfir heilsuverndarmörk á Gröf, 20. og 21. júlí 2025 í suðvestanátt.

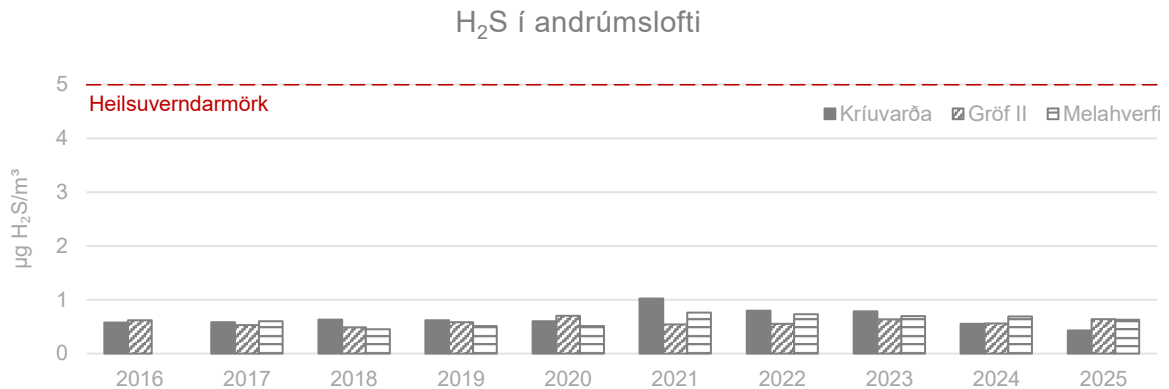


MYND 4.6 Fjöldi mælinga fyrir mismunandi sólarhringsmeðalstyrk SO_2 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2025.

Meginuppspretta SO_2 á Kríuvörðu og á Gröf II er iðnaðarsvæðið á Grundartanga, þar sem SO_2 berst að Kríuvörðu í suðvestanáttum en að Gröf II í norðanáttum (mynd 4.8). Þetta árið er líklegt að eldgos við Stóra-Skógarfell á Reykjanesi kunni að hafa haft áhrif á mælingar brennisteinstvíoxíðs á árinu. Til samanburðar er styrkur brennisteinstvíoxíðs á þessu svæði nokkuð hærri en mældist á höfuðborgarsvæðinu, þar sem meðaltöl á bilinu $<1-2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ eru algeng [3].

4.1.3 Brennisteinsvetni í andrúmslofti yfir árið

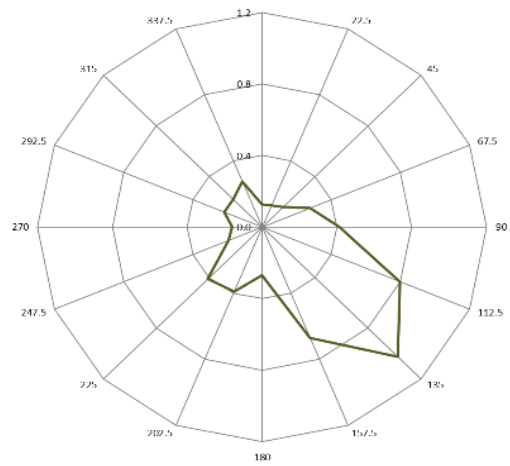
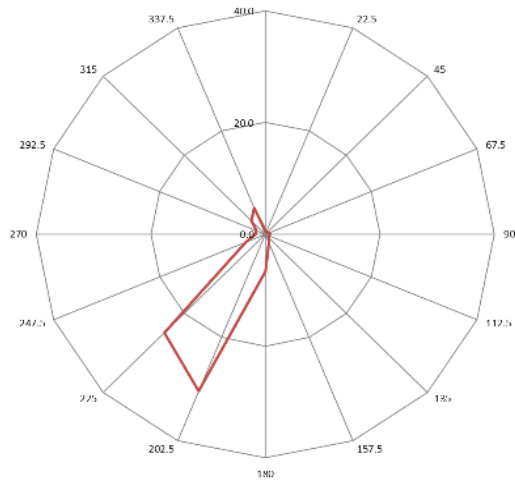
Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi allt árið 2025. Meðalstyrkur loftborins H_2S mældist undir öllum skilgreindum umhverfismörkum á öllum mælistöðum (mynd 4.7), þ.e. heilsuverndarmörkum, sólarhringsheilsuverndarmörkum og tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum um hæsta klukkustundarmeðalstyrk, sjá töflur B.1, B.2 og B.3 í viðauka B.



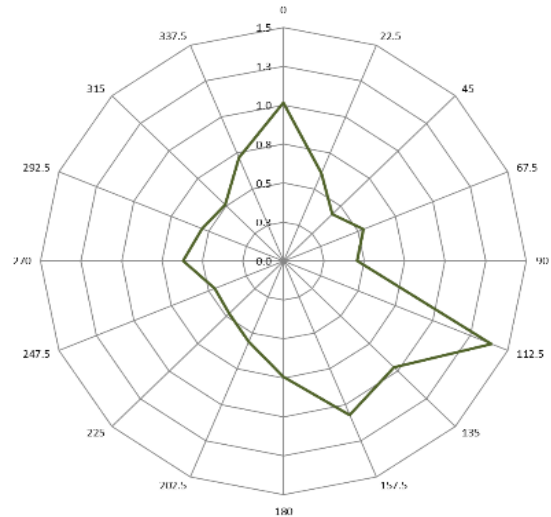
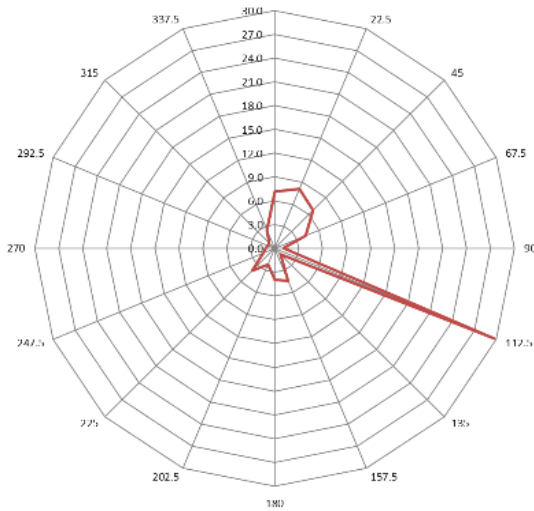
MYND 4.7 Meðalstyrkur H_2S á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

Uppspretta H_2S á Kríuvörðu og Gröf II er úr suðaustri frá jarðhitasvæðum höfuðborgarsvæðisins. Niðurstöðurnar eru svipaðar og fyrri ár á öllum þremur mælistöðum. Hafa skal í huga að ekki eru mældar vindáttir í Melahverfi á mælistöðinni sjálfri heldur er stuðst við veðurstöð á Grundartangahöfn (mynd 4.8).

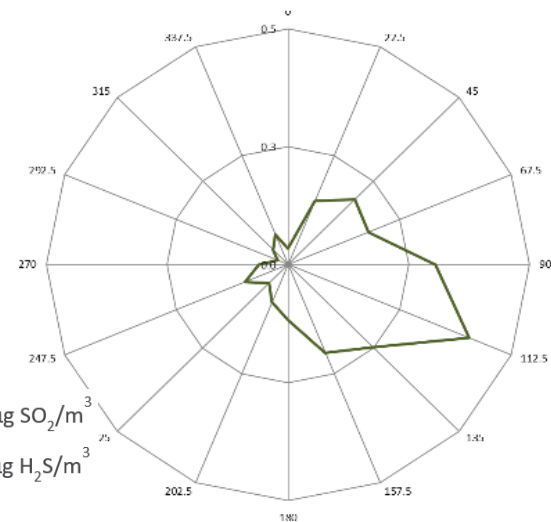
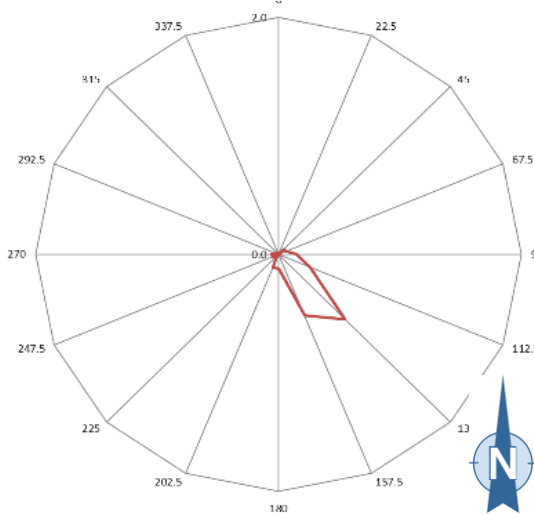
Kríuvörða



Gröf II



Melahverfi



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

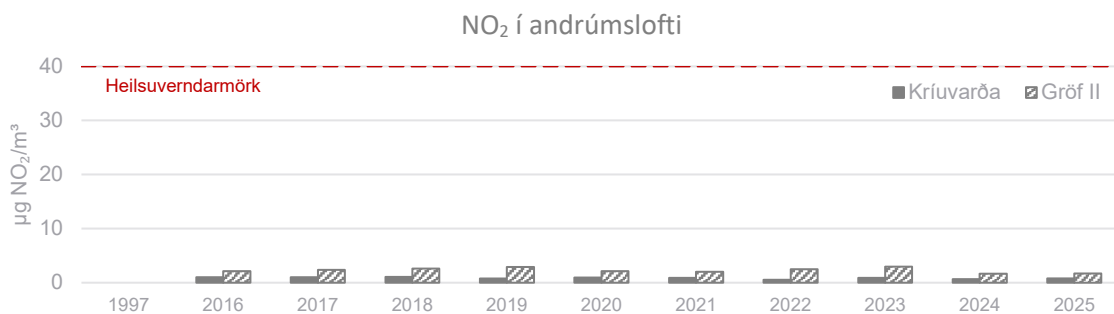
MYND 4.8

Styrkur SO_2 og H_2S í mældum vindáttum árið 2025 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi. Gröfin eru ekki í sama kvarða.

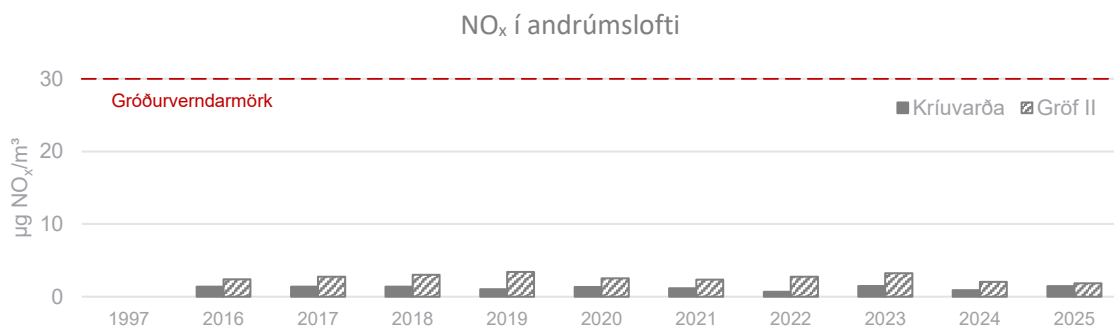
4.1.4 Nituroxíð í andrúmslofti

Sjálfvirkar mælingar voru gerðar á styrk nituroxíðs (NO_x) og niturmónoxíðs (NO) í andrúmslofti á Kríuvörðu allt árið 2025 en vegna bilunar í mælubúnaði við Gröf II liggja eingöngu fyrir mæligildi yfir tímabilið janúar til maí og júní til ágúst. Mismunur þessara efna er reiknaður sem niturtvíoxíð (NO_2).

Á báðum mælistöðvar var meðalstyrkur NO_2 undir heilsuverndarmörkum ($40 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$) og gróðurverndarmörkum ($30 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$), svipaður og mældist árið 2024 (myndir 4.9 og 4.10).



MYND 4.9 Meðalstyrkur NO_2 á Kríuvörðu og Gröf II.

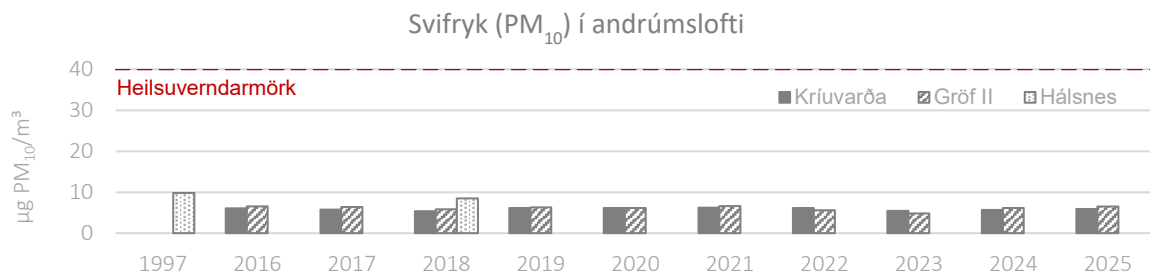


MYND 4.10 Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu og Gröf II.

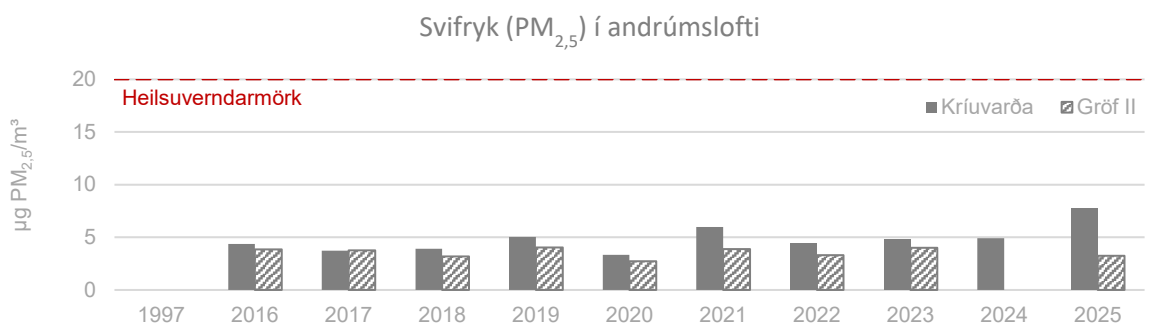
Niðurstöður NO_2 voru undir meðaltali undanfarinna 10 ára á báðum mælistöðum. Meðalstyrkur NO_x á Kríuvörðu var hærri en árið á undan og hærri en meðaltal síðustu 10 ára. Á Gröf lækkaði NO_x á milli ára og var meðalstyrkurinn undir meðaltali síðustu 10 ára. Helstu uppsprettur nituroxíða eru líklegast bílaumferð auk starfsemi af iðnaðarsvæðinu. Gröf II er nærri umferð á þjóðvegi 1 og því má búast við hærri styrk þar en á Kríuvörðu. Sólhringsmeðalstyrkur NO_2 fór aldrei yfir heilsuverndarmörk á vöktunarstöðunum og það sama á við um klukkustundarmeðalstyrk, töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

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 2025. Mælitæki fyrir PM_{10} á Kríuvörðu var bilað frá 10. apríl út árið auk þess ekki liggja fyrir mælingar á Gröf II milli 2. apríl og 24. júní. Þessar bilanir hafa áhrif á mælingar á svifryk í andrúmslofti. Meðalstyrkur PM_{10} og $PM_{2,5}$ mældist undir heilsuverndarmörkum yfir árið. Styrkur PM_{10} mældist í samræmi við meðalgildi undanfarinna 10 ára bæði á Kríuvörðu og Gröf II en $PM_{2,5}$ var yfir því meðaltali á Kríuvörðu árið 2025 (myndir 4.11 og 4.12).



MYND 4.11 Meðalstyrkur svifryks (PM_{10}) í andrúmslofti á Kríuvörðu (frá janúar – 10. apríl 2025), Gröf II og Hálsnesi (ekki mælt eftir 2018).



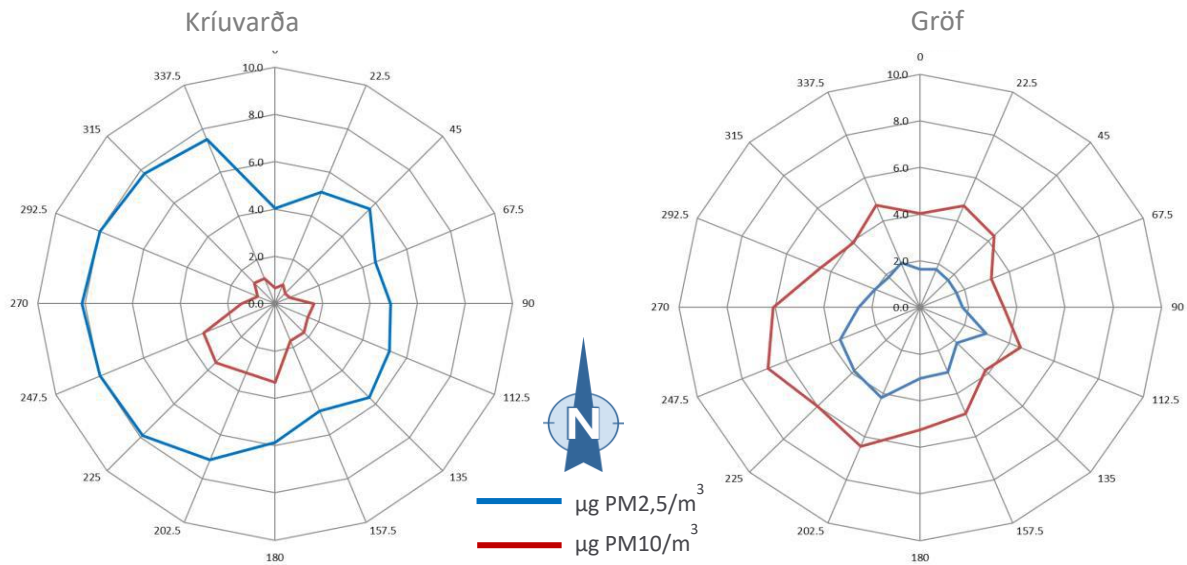
MYND 4.12 Meðalstyrkur svifryks ($PM_{2,5}$) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II. Engin mæligildi bárust frá Gröf II árið 2024 vegna bilunar í mælitæki.

Á vöktunarstöðvunum fór styrkur svifryks PM_{10} aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

Á Kríuvörðu fór styrkur svifryks $PM_{2,5}$ aldrei yfir sólarhringsheilsuverndarmörk á árinu ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en það gerðist í tvö skipti á Gröf, þá 20 - 21. júlí þegar eldgos stóð yfir á Reykjanesi, sjá töflur B.1 og B.2 í viðauka B.

Mynd 4.13 sýnir rykrósir frá Kríuvörðu og Gröf II fyrir árið 2025. Á báðum stöðvum mældist styrkur svifryks hæstur í vestan- og suðvestanáttum. Uppsprettur $PM_{2,5}$ og PM_{10} eru ekki endilega þær sömu, þar sem uppspretta $PM_{2,5}$ tengist brennsluferlum bifreiða eða iðnaði og getur komið langt að á meðan uppsprettur PM_{10} eru frekar í nærumhverfinu t.d. úr vega- eða jarðvegsryki. Því eru líklegar uppsprettur svifryksins á Kríuvörðu og Gröf II, umferð í grennd við iðnaðarsvæðið og höfuðborgarsvæðið. Aðrar uppsprettur eru malarnámur við Stóru-

Fellsöxl og Hólabrú austan Hvalfjarðarganga auk framkvæmda við iðnaðarsvæðið (Leandro Pellegrini, 2026).

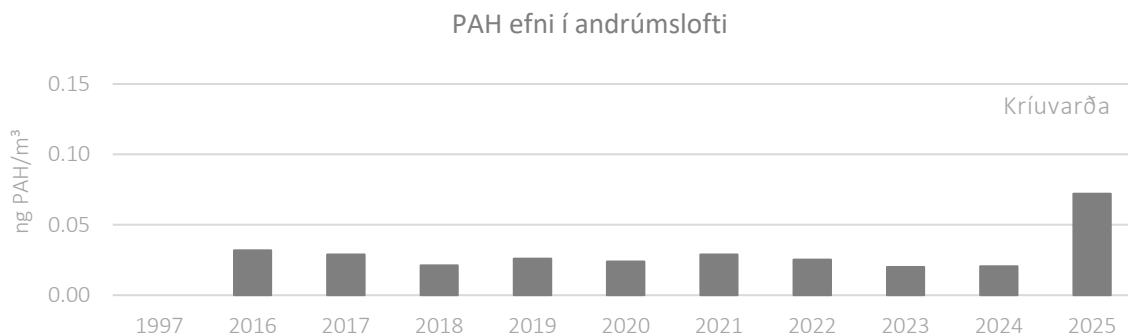


MYND 4.13 Styrkur svifryks eftir vindáttum á Kríuvörðu og Gröf II árið 2025. Athugið að vindrósirnar eru ekki í sama kvarða.

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 framan af ári 2025. Vegna tæknilegra örðugleika var sýnum ekki safnað í október til desember. Ekki eru til skilgreind viðmiðunarmörk fyrir heildarstyrk PAH₁₆ efna í andrúmslofti. Styrkur PAH₁₆ efnanna í ágúst og september er hærri en öll önnur mæligildi frá upphafi mælinga á Kríuvörðu og er meðalstyrkurinn næstum þrefalt hærri en meðaltal síðustu tíu ára á undan (mynd 4.14).

Umhverfismörk hafa verið skilgreind fyrir bensó(a)pýren (1 ng BaP/m³), sem er eitt PAH₁₆ efnanna af þeim sjö sem mælt er með að mæla. BaP mældist herra en undanfarin ár, eða 0,0018 ng/m³, en samt sem áður langt undir umhverfismörkum.

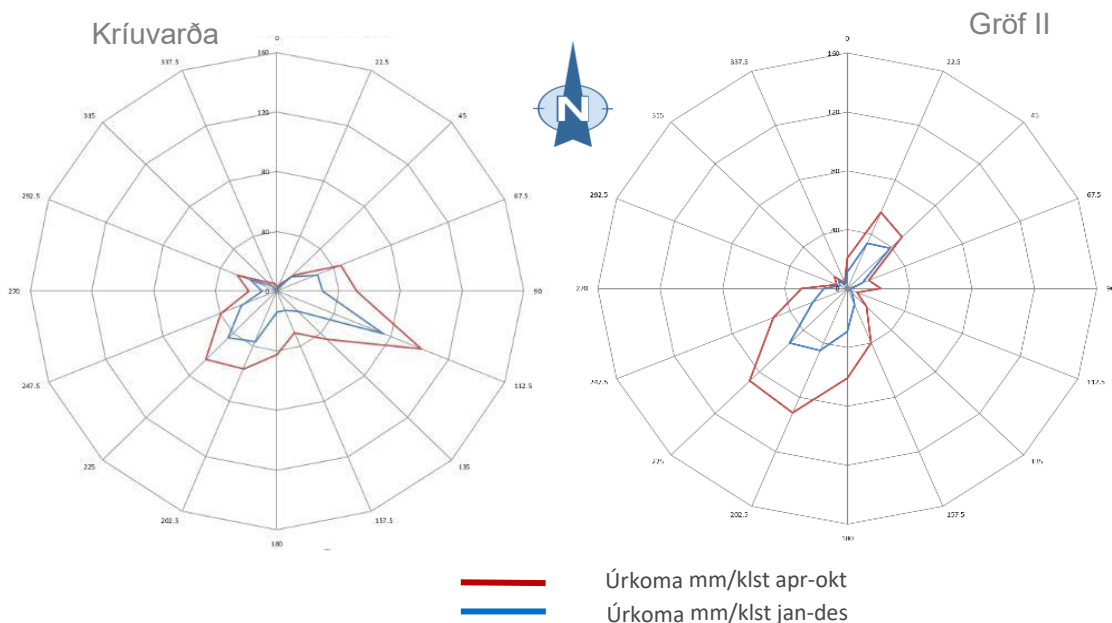


MYND 4.14 Styrkur PAH₁₆ efna í svifryki á Kríuvörðu.

4.1.7 Uppleyst efni og sýrustig í úrkomu

Í úrkomusýnum sem safnað er yfir allt árið á Gröf II og Kríuvörðu er mælt magn brennisteins, flúors auk sýrustigs. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur og auðvelt fyrir flugur og frjókorn að blandast sýnunum. Í úrkomunni eru einnig mæld efnið natrín, klór, kalsín og níturat [3] (sjá viðauka B.4). Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið, en sýrustig er bein mæling í úrkomu. Niðurstöður geta endurspeglað að nokkru úrkomumagn þar sem áfallsgildi eru hærri í meiri úrkomu.

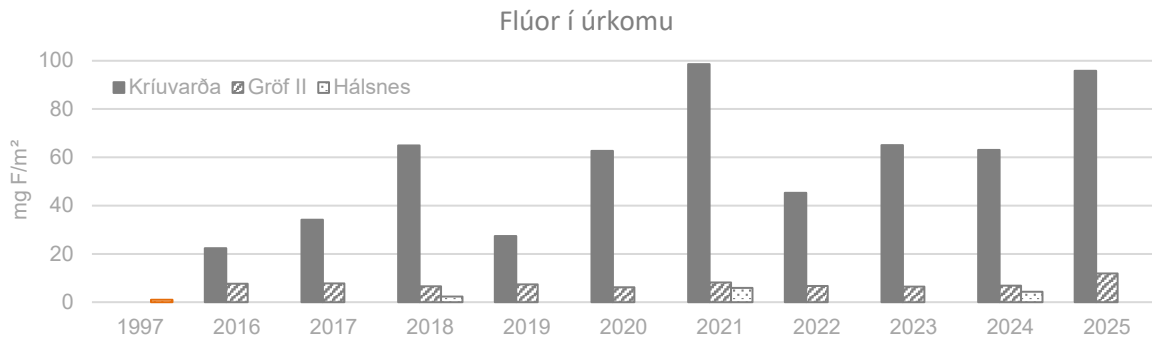
Árið 2025 rigndi mest í suðvestanáttum á Gröf II og í sunnan áttum á Kríuvörðu (mynd 4.15). Úrcoma var nokkuð misjöfn yfir árið og mældist ekki alltaf eins á þessum stöðvum þó ekki sé langt á milli þeirra. Afstaða stöðvanna til verksmiðjusvæðisins er þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf II, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



MYND 4.15 Úrkomuáttir á Kríuvörðu og Gröf II, tímabilin apríl – október og allt árið 2025. Ekki er sami kvarði á myndunum.

Flúor

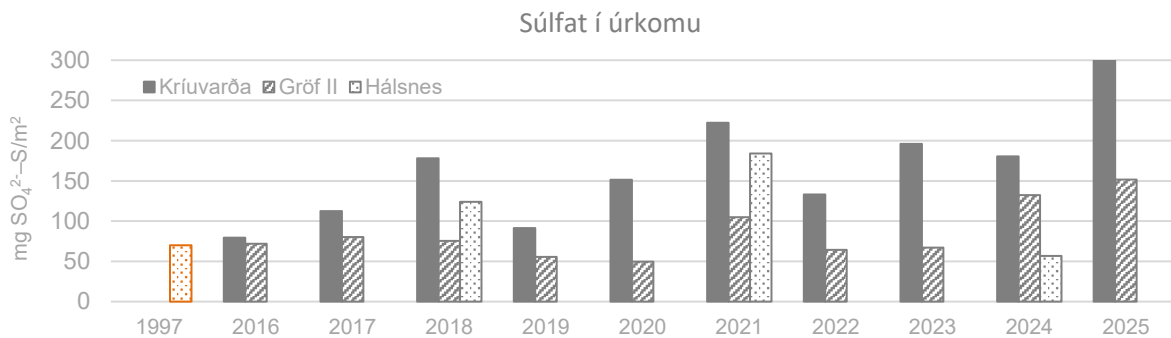
Ekki eru mæligildi fyrir áfallsgildi flúors mánuðina mars-maí og ágúst á báðum mælistöðvum. Hækkun var á meðaltali áfallsgilda flúors í úrkomu (apríl - október) miðað við fyrra ár á báðum mælistöðvum og eru gildi hærri en meðaltal undanfarinna ára. Nokkur breytileiki hefur verið á mæligildum á milli ára (mynd 4.16). Meðalgildi í Kríuvörðu er sambærilegt við árið 2021 sem er það hæsta á viðmiðunartímabilinu. 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

Ekki eru til staðar mæligildi áfallsgilda súlfats eftir júlí á báðum mælistöðum. Meðaltal áfallsgilda súlfats í úrkomu á vöktunartímabilinu apríl – október hækkaði á Kríuvörðu og á Gröf II milli ára og er um að ræða hæstu meðaltalsgildi undanfarinna 10 ára (mynd 4.17). Hæstu meðaltalsmánaðargildi mælast á báðum stöðum í maí og júlí. Ekki hafa verið skilgreind umhverfismörk fyrir súlfat í úrkomu.

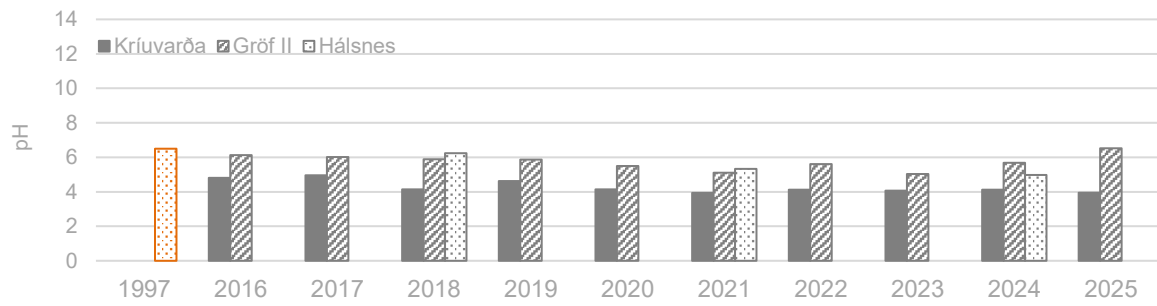


MYND 4.17 Áfallsgildi súlfats í úrkomu á Kríuvörðu, Gröf II og Hálsnesi á vöktunartímabilinu (apríl – október).

Sýrustig

Ekki eru mæligildi sýrustigs í apríl, maí og júlí sem allt fellur innan vöktunartímabilsins. Á vöktunartímabilinu 2025 mældist sýrustig á Gröf II sambærilegt meðaltali undanfarinna 10 ára, en pH á Kríuvörðu er svipað á milli ára og er lægra en meðaltal undanfarinna 10 ára, sem bendir til súrari úrkomu. (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) [4].

Sýrustig (pH) í úrkomu

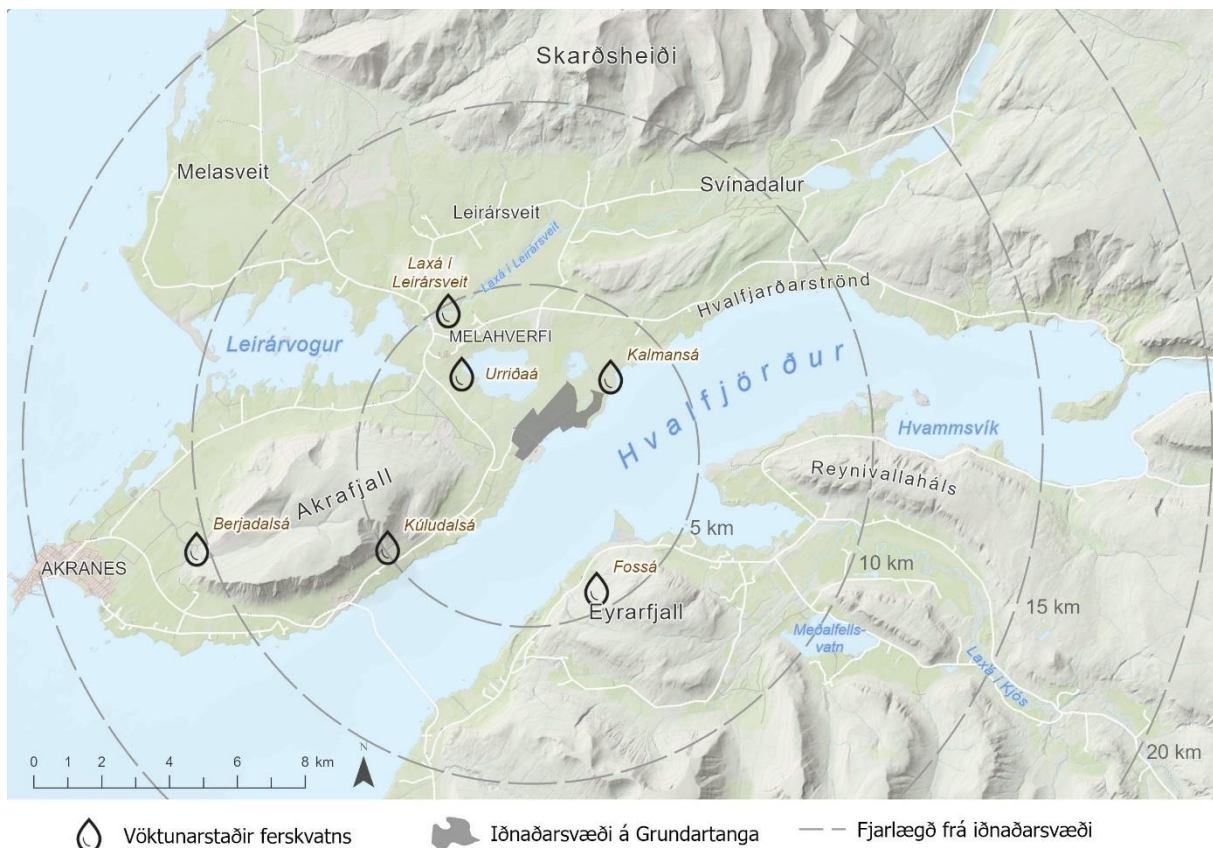


MYND 4.18 Meðalsýrustig í úrkomu á Kríuvörðu og Gröf II á vöktunartímabilinu (apríl – október).

5 Ferskvatn

Árið 2025 fór fram vöktun í sex ám á sýrustigi og leiðni ásamt styrk flúors, klórs, súlfats, natríns og kalsíns. Laxá í Leirársveit (104-497-R), Urriðaá (104-138-R), Kalmansá (104-185-R), Berjadalsá ofan Akraness (104-179-R) og Kúludalsá (104-135-R) eru allar staðsettar norðan Hvalfjarðar. Sunnan fjarðar voru sýni tekin úr Fossá undir Eyrarfjalli (mynd 5.1). Númerin aftan við nöfnin á ánum er vatnshlotanúmer umræddra vatnshlota (Fossá hefur ekkert númer). Tímabil sýnatöku var frá 13. apríl til 12. september 2025. Sýnum var safnað úr Urriðaá og Kalmansá, einu sinni í mánuði, 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. Sýnataka og mælingar voru unnar af Hafrannsóknastofnun og Matís [5]. 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.

Úrkoma var nálægt meðallagi og var september úrkomusamasti mánuður sumarsins. Góður vatnsbúskapur getur stuðlað að heldur lægri niðurstöðum á mældum efnisþáttum, sérstaklega í ánum úr vötnunum Eiðisvatni og Hólmavatni. Þetta árið hafði sjávarstaða ekki áhrif á mælingar í Urriðaá, Kalmansá eða Laxá, en sýnatökustaðir í þessum ám geta lent undir sjávarmáli á stórstraumsflóðum. Áhrifa slíkra flóða getur gætt í nokkra daga á eftir og eru þá greinileg í mælingu á natríni og klóríði.



MYND 5.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2025.

Kalmansá og Urriðaá eru bergvatnsár en upptök þeirra eru í yfirborðsvatni, 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 tölfraeðigreiningar á mælingum á efnainnihaldi þriggja vöktunaráa frá 1997 – 2025 sem notaðar eru til að meta hvort marktækar breytingar á sýrustigi og styrk flúors hafi átt sér stað í ánum yfir þetta tímabil.

5.1 Niðurstöður

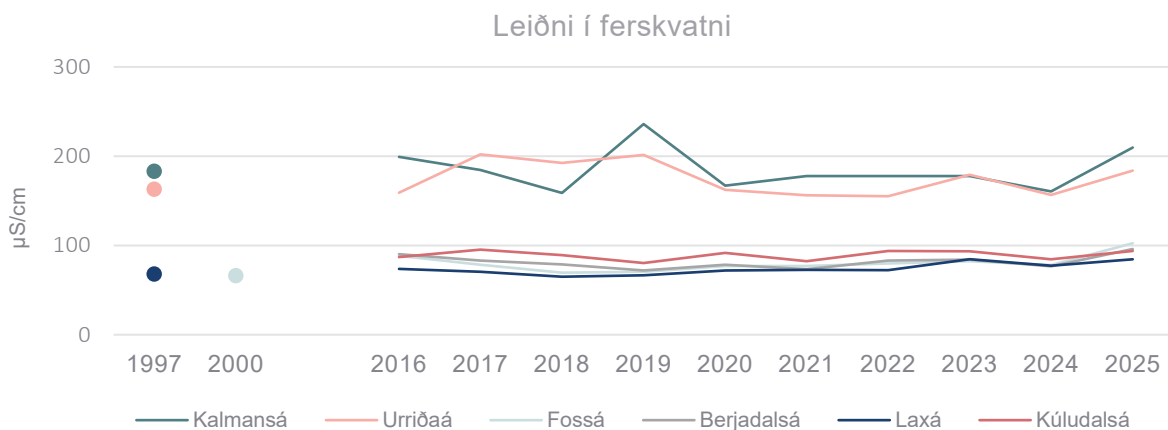
Í heild benda niðurstöður ársins ekki til mikilla breytinga á mengunarstigi yfirborðsárvatns frá því sem verið hefur undanfarin ár, ástandið hefur verið svipað frá árinu 2006 [5].

Frá upphafi hafa öll mæligildi verið vel undir mörkum sem tiltekin eru í neysluvatnsreglugerð. Frá 2006 hefur þó mátt sjá nokkuð hærra styrk í ánum sem koma úr vötnum norðan Grundartanga, Eiðisvatni og Hólmavatni.

Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun á fersku vatni má sjá í viðauka C. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2015, sem má nálgast hjá Umhverfis- og orkustofnun.

5.1.1 Leiðni ferskvatns

Mynd 5.2 sýnir leiðni í vöktunarám á árunum 2016-2025 ásamt bakgrunnsgildum frá 1997 og frá 2000 í tilfalli Fossár. Efnainnihald vatns hefur áhrif á leiðni og því er eðlilegt að leiðni mælist hærra í Kalmansá og Urriðaá, sem eiga báðar upptök sín í yfirborðsvatni.

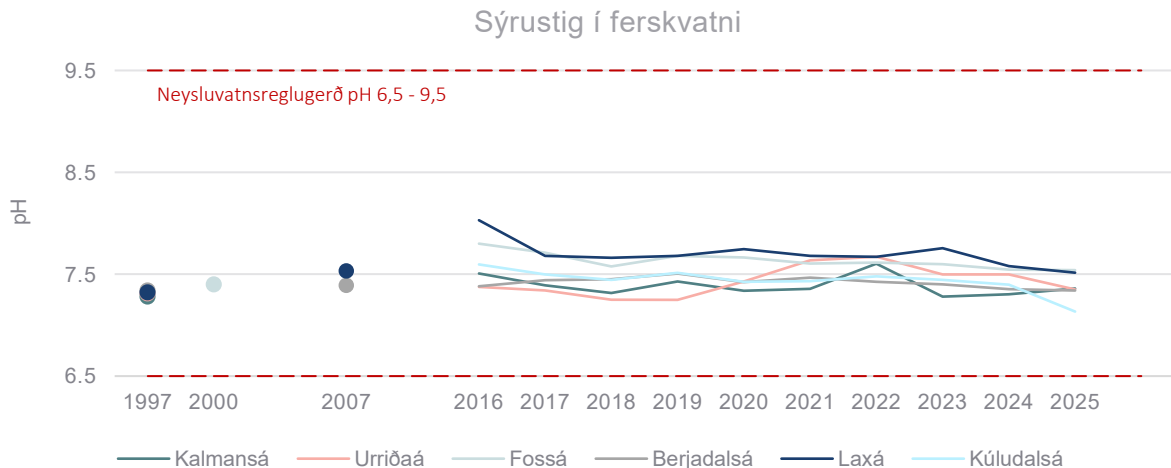


MYND 5.2 Meðalleiðni í vöktunarám síðustu 10 ár og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

Árið 2025 mældist meðalleiðni allra ána 128 µS/cm og er það hæsta gildi meðalleiðni þessara sex á síðan mælingar hófust í Kúludalsá árið 2016. Leiðni mældist í Urriðaá og Kalmansá á bilinu 153 – 271 µS/cm, þar sem meðaltalið var 197 µS/cm, sem er hæsta mældu meðalgildi þeirra síðan árið 2019. Í dragánum mældist leiðni á bilinu 80 – 120 µS/cm þar sem meðaltalið var 94 µS/cm. Leiðnimælingar sem áttu sér stað 09.07.2025 gefa hæstu mæligildi í Fossá (120 µS/cm), Berjadalsá (103 µS/cm) og Kúludalsá (108 µS/cm) frá upphafi mælinga.

5.1.2 Sýrustig ferskvatns

Meðaltal sýrustigs í vöktunarám á tímabilinu 2016-2025 má sjá á mynd 5.3. Ekki er marktæk breyting á sýrustigi ána miðað við árið 1997 né miðað við árið 2007 (viðauki C).



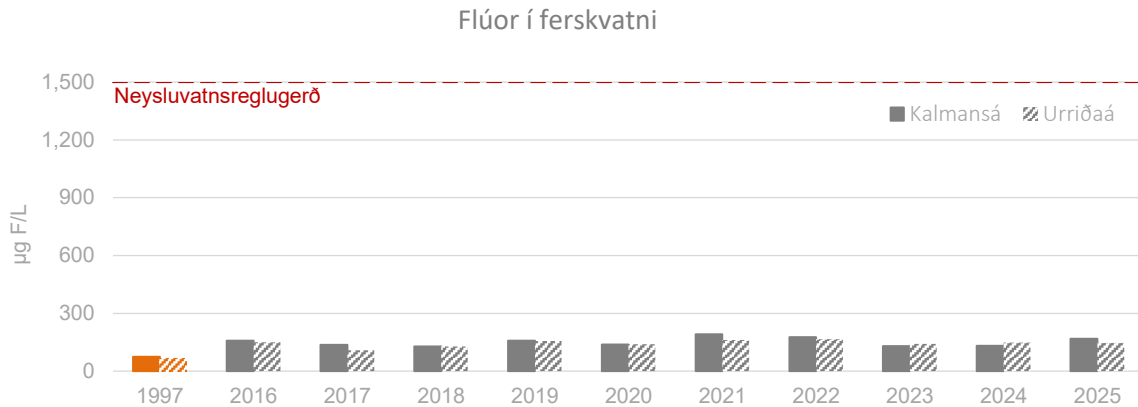
MYND 5.3 Meðaltal sýrustigs í vöktunarám á árunum 2016-2025 og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar (frá 2000 í Fossá).

Árið 2025, líkt og 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 7,35 og mældist á bilinu pH 7,06 – 7,70, sem er í samræmi við meðaltal síðustu ára. Sýrustig dragáanna mældist að meðaltali pH 7,38 og var á bilinu pH 6,65 – 7,66. Ein mæling í Kúludalsá þann 09.07.2025 var með mæligildi pH 6,65 sem er það lægsta í þeirri á frá upphafi mælinga og lægsta staka mæligildi sem mælst hefur í vöktunaránum frá árinu 2000. Heildarmeðaltal sýrustigs allra ána var pH 7,37 sem er sambærilegt við undanfarin ár.

Tekið skal fram að sýni úr Fossá og Laxá voru tekin um mitt sumar og sumarlok en sýrustigið hefur tilhneigingu til að hækka þegar líður á sumarið.

5.1.3 Flúor í ferskvatni

Uppsprettur Kalmansár og Urriðaár eru vötnin Eiðisvatn og Hólmavatn. Þessi vötn eru staðsett nærri iðnaðarsvæðinu á Grundartanga sem hefur áhrif á flúormagn í ánum. Syðsti hluti Eiðisvatns liggur næst iðnaðarsvæðinu. Vatnsmagn ána og vatnanna sem þær renna úr hefur einnig áhrif á styrk flúors og því geta breytingar í styrk milli ára meðal annars verið vegna breytileika í árlegri úrkomu án þess að til komi aukin losun frá iðnaðarsvæðinu.



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

Árið 2025 var meðalstyrkur flúors 147 µg F/L í Urriðaá sem er í samræmi við meðaltal árána 2016-2024 og 167 µg F/L Kalmansá, sem er hærra en meðaltal mælinga yfir sama tímabil (mynd 5.4). Aukinn breytileiki er á milli mælinga miðað við síðustu ár, sérstaklega í Kalmansá, þar sem lægst mældist flúor í apríl, 99 µg F/L og það hæst í júlí, 220 µg F/L. Marktæk hækkun í styrk flúors mældist miðað við bakgrunnsgildi árið 1997 bæði í Urriðaá og Kalmansá, en ekki er marktæk breyting á flúorstyrk miðað við 2007. Frekari tölfræðigreiningu má sjá í viðauka C.

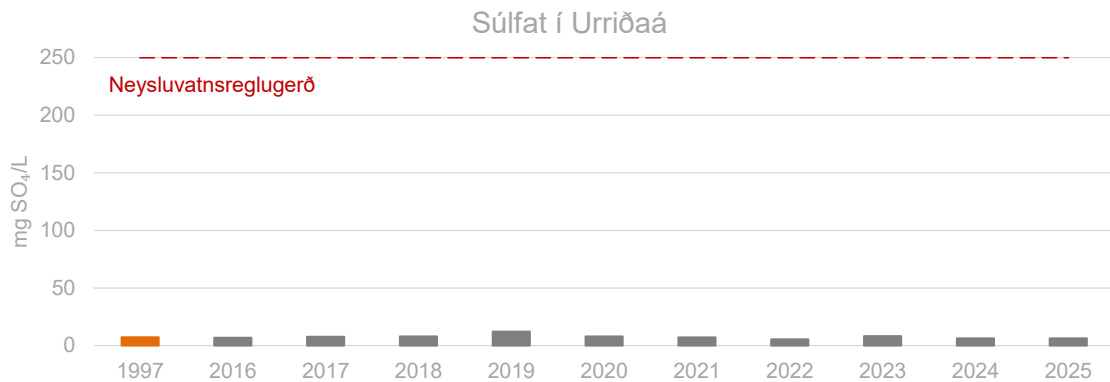
Í dragánum var meðalstyrkur flúors 31 µg F/L, á bilinu 22 - 40 µg F/L, sem er um 20% af meðalstyrk Kalmansár og Urriðaár. Styrkur flúors í dragánum er í samræmi við niðurstöður flúormælinga undanfarinna ára.

Ekki er til viðmiðunargildi fyrir flúor í íslenskum ám og vötnum en samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 er hámarksgildi flúors í neysluvatni 1.500 µg F/L. Frá upphafi mælinga hefur styrkur flúors mælst undir 300 µg F/L í öllum tilvikum og meðalstyrkur flúors í einstaka vöktunará hefur aldrei farið yfir 200 µg F/L. 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 áhrif á uppgöngu fullorðinna kyrrahafslaxfiska [6].

5.1.4 Súlfat í ferskvatni

Hæsti styrkur súlfats (SO_4) mældist 12,3 mg SO_4/L í Kalmansá, sem er undir hámarksgildi sem sett er fyrir styrk súlfats í neysluvatni (250 mg SO_4/L) samkvæmt reglugerð nr. 536/2001.

Meðalstyrkur súlfats í Kalmansá og Urriðaá var 7,6 mg SO_4/L miðað við 6,7 mg SO_4/L árið áður (mynd 5.5). Meðalstyrkur súlfats í dragánum var 2,8 mg SO_4/L en mælingar voru á bilinu 1,5 - 6,3 mg SO_4/L . Styrkurinn 2025 var nokkuð undir meðaltali.



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

6 Sjór við flæðigryfjur

Á hafnarsvæðinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins eru staðsettar flæðigryfjur sem iðjuverin á Grundartanga hafa heimild til að koma fyrir föstum framleiðsluúrgangi. Árið 2025 byggðu Norðurál og Elkem nýja flæðigryfju í samstarfi við Faxaflóahafnir vestan við þá eldri (mynd 6.2). Í þessar flæðigryfjur setja iðjuverin úrgang sem ekki er unnt að endurnýta eða endurvinna. Dæmi um slíkan úrgang eru kerbrot, óseljanlegar málmleifar, ónýtar múrfóðringar og kola- og súralsryk. Til að hindra að föst efni berist til sjávar eru gryfjurnar afmarkaðar með grjótgarði, þar sem sjór flæðir um gryfjurnar vegna sjávarfalla. 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.

Mælingar á efnum í sjó eru hluti af umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Yfir sumartímenn voru tekin sjósýni þrisvar sinnum á 10 stöðum meðfram ströndinni og utan við flæðigryfjurnar í kjölfar háflóðs. Þessir sýnatökustaðir eru tilteknir á mynd 6.1. Sýni eru tekin á hverjum stað á eins metra dýpi, í eins og fjögurra metra fjarlægð frá grjótgarðinum. Auk þess sem tvö sýni eru tekin til viðmiðunar, annað í miðju fjarðar og hitt við Kalastaði. Viðmiðunarsýnin eru talin innihalda náttúrulegan styrk efna í sjónum. Framkvæmdir við nýju flæðigryfjuna höfðu lítil áhrif á sýnatökuna þetta sumarið. Í sjósýnunum var mældur styrkur eftirfarandi efna: arsen (As), króm (Cr), kopar (Cu), nikkell (Ni), blý (Pb), sink (Zn), járn (Fe), ál (Al), fosfór (P) og vanadín (V) auk þess sem mælt var sýaníð (CN, fritt og heildarmagn).



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

Sýni voru tekin dagana 26. maí, 15. júlí og 28.júlí 2025 [7].

Öll sýni sem ætluð voru til mælinga á flúor misfórust í meðhöndlun hjá greiningaraðilum og það sama á við um sex sýni sem ætluð voru til annarra efnagreininga og tekin voru 28.júlí, sýnatökustaðir (1,6,8,9,10 og við Kalastaði).



MYND 6.2 Framkvæmdir við nýja flæðigryfju (ljósmynd í eigu Faxaflóahafna).

6.1 Niðurstöður

Mengun utan flæðigryfjugarðanna er óveruleg og mæliniðurstöður ársins 2025 eru flestar svipaðar og mælst hafa síðustu ár. Sýnin mældust í flestum tilfellum undir þeim styrk sem talin er geta haft áhrif á viðkvæmt lífríki og viðmiðunarmörkum í starfsleyfi Norðuráls. [7]

6.1.1 Málmar og steinefni í sjósýnum

Í miklu magni eru snefilefnin arsen, blý, kopar, króm, nikkell og sink talin vera óæskileg í lífríki hafsins. Skilgreind eru umhverfismörk fyrir þessi efni í yfirborðsferskvatni, árósvatni og strandsjó í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns (tafla 6.2). Magn áls og flúors er borið saman við viðmiðunarmörk fyrir frárennsli í starfsleyfi Norðuráls en engin viðmiðunarmörk eru til staðar fyrir vanadín, járn, fosfór og sýaníð í sjó. Meðalstyrk efna í sjósýnum er að finna í töflu 6.1. Í viðauka D má finna meðalgildi styrks, ásamt hæsta og lægsta gildi fyrir alla mælipætti.

Styrkur snefilefna mældust oftast í svipuðum styrk og á undanförunum árum. Arsen, blý, kopar, króm, nikkell og sink mældust á öllum sýnatökustöðum innan umhverfismarkka II (lítil hætta á áhrifum á umhverfið) sem bendir til að hverfandi útskolun á þessum málum eigi sér stað úr flæðigryfjunni. Ál mældist hæst í viðmiðunarsýni við Kalastaði, yfir viðmiðunarmörkum í frárennsli skv. starfsleyfi Norðuráls (20 mg/l). Járn mældist einnig hæst í viðmiðunarsýni við Kalastaði. Járn og ál eru efni sem helst má búast við frá niðurbroti brotajárns á sjávarbotni nálægt sýnatökustað. Fosfór og Vanadín mældust í svipuðum styrk og viðmiðunarsýni.

6.1.2 Sýaníð í sjósýnum

Tafla 6.1 sýnir meðalstyrk sýaníðs og flúors í sjósýnum. Frítt sýaníð mældist að meðaltali undir greiningarmörkum á öllum sýnatökustöðum þ.e. <0,001 mg/L. Heildarsýaníð mældist í flestum tilvikum undir eða við greiningarmörk (<0,001 mg/L) en á tveimur stöðum, austurendi 1m og miðja 1m, var sýaníð nokkuð yfir greiningarmörkum. Hæsta mæling sýaníðs var 0,011 mg/L við sýnatökustað austurendi 1 m. Ekki eru til umhverfismörk fyrir sýaníð í sjó. Hins vegar eru viðmiðunarmörk skilgreind fyrir frítt sýaníð í reglugerð um neysl vatn nr. 536/2001 (0,05 mg/L)

TAFLA 6.1

Meðalstyrkur þeirra efna sem mæld voru í sjósýnum árið 2025. Litir vísa til umhverfismarka. Umhverfismörk eru ekki til fyrir ólituð efni.

Vöktunarstaður	As µg/L	Cr µg/L	Cu µg/L	Ni µg/L	Pb µg/L	Zn µg/L	Al* µg/L	F* mg/L	Fe** µg/L	P** µg/L	V** µg/L	Sýanið*** (Frítt) mg/L	Sýanið** (Heild) mg/L
1 Austurendi - 1 m	1,75	0,35	<0,5	<0,5	<0,3	<2	14,0	Sýni misfórust í meðhöndlun hjá greiningaraðila	27	<40	2,31	<0,0010	0,0040
2 Austurendi - 4 m	1,62	0,51	<0,5	0,96	<0,3	<2	11,3		38	<40	2,27	<0,0010	<0,0010
3 Austanmegin - 1 m	1,63	0,35	<0,5	<0,5	<0,3	<2	13,3		50	<40	2,28	<0,0010	0,0015
4 Austanmegin - 4 m	1,74	0,27	<0,5	<0,5	<0,3	<2	15,0		48	<40	2,16	<0,0010	0,0013
5 Miðja - 1 m	1,72	0,57	0,65	<0,5	<0,3	<2	23,3		65	<40	2,30	<0,0010	0,0067
6 Miðja - 4 m	1,83	0,26	0,60	<0,5	<0,3	<2	15,3		36	<40	2,18	<0,0010	<0,0010
7 Vestanmegin - 1 m	2,06	0,30	0,77	<0,5	<0,3	<2	22,7		77	<40	2,25	<0,0010	<0,0010
8 Vestanmegin - 4 m	0,72	0,16	0,80	<0,5	<0,3	<2	13,7		38	<40	2,26	<0,0010	<0,0010
9 Vesturendi - 1 m	1,70	0,40	0,80	<0,5	<0,3	<2	14,0		44	<40	2,26	<0,0010	<0,0010
10 Vesturendi - 4 m	1,98	0,27	0,75	<0,5	<0,3	<2	12,3		39	<40	2,34	<0,0010	<0,0010
Kalastaðir	1,96	0,28	0,65	<0,5	<0,3	3,11	85,0		179	<40	2,84	<0,0010	<0,0010
Miðja fjarðar	1,89	0,22	<0,5	<0,5	<0,3	<2	6,7		13	<40	2,34	<0,0010	<0,0010

*Viðmiðunarmörk í starfsleyfi Norðuráls um kælivatn sem leiða má til sjávar: ál <20 mg/l og flúor ≤ 50 mg/l. Sýnameðhöndlun misfórust fyrir sýni til flúorgreininga.

**Umhverfismörk ekki til.

***Hámarksgildi fyrir frítt sýanið í neysluvatni er 0,05 mg/L, skv. tilskipun 98/83/EB sem innleidd er með reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.

TAFLA 6.2

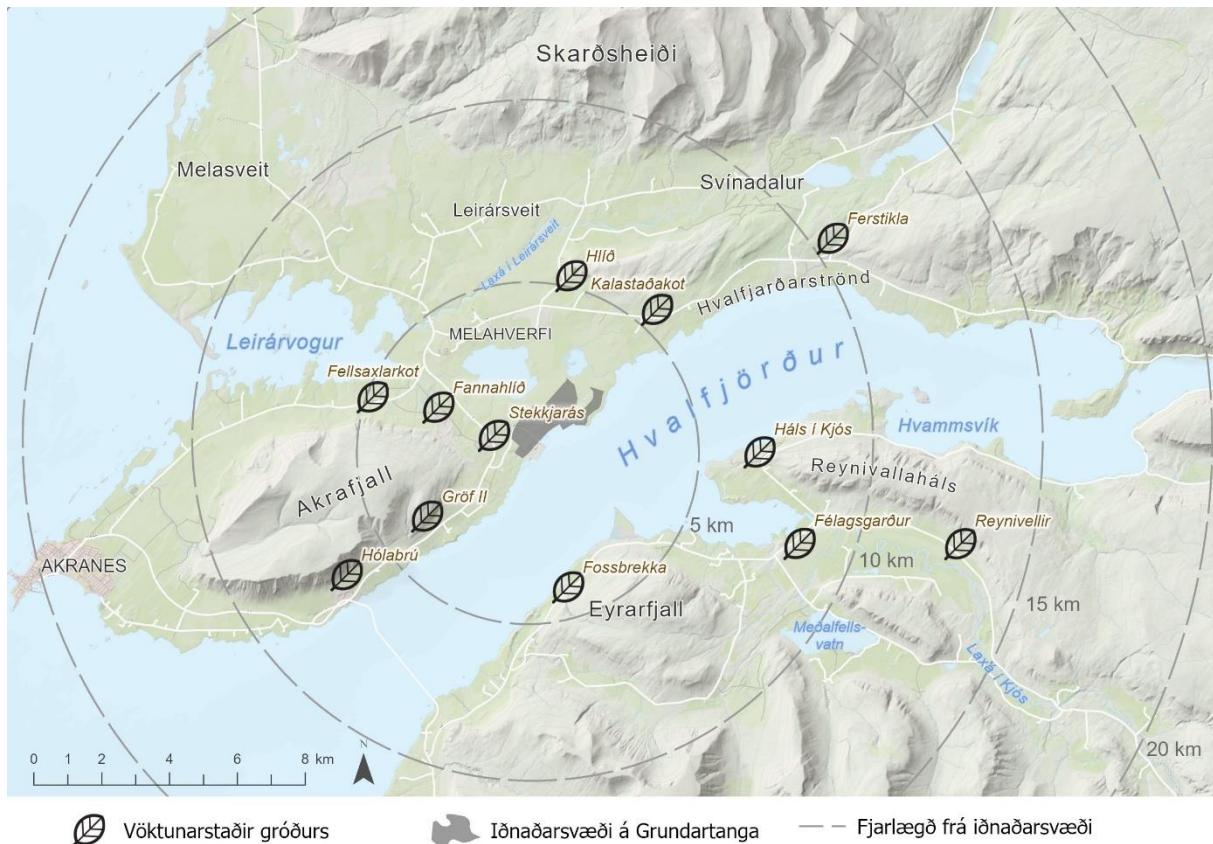
Umhverfismörk skv. rg. 796/1999 fyrir málma í yfirborðsferskvatni, árósarvatni og strandsjó. Litir eru notaðir til aðgreiningar umhverfismarka I-V.

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

7 Gróður

Sýni voru tekin af gróðri með sama hætti og undanfarin ár. Gerðar voru mælingar á styrk flúors í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs úr mismunandi gróðurtegundum; grasi, laufi (birki og reyni) og barri (greni og stafafuru). Framsett mæligildi í skýrslunni eiga við heildarmagn flúors, bæði í plöntuvef og af ryki á yfirborði gróðurs. Söfnun sýna miðast við vaxtartímabil gróðursins, auk þess sem reynt er að velja sýnatökudaga þegar þurrt hefur verið í veðri dagana á undan. Sýni af gróðri voru tekin á þrettán stöðum í Hvalfirði (mynd 7.1), auk þess sem sýni til viðmiðunar voru tekin í Skorradal. Árið 2025 hófst sýnataka á reyni við Kalastaðakot. Sýni eru tekin á tveimur stöðum við Gröf II, annars vegar við veg og hins vegar við hús.



MYND 7.1 Vöktunarstaðir gróðurs í Hvalfirði árið 2025.

Sýnum af grasi og laufi var safnað 5. júní og 1. september 2025 auk þess sem sýni af grasi voru tekin 7. júlí 2025. Frá maí og fram í september er aðal vaxtartímabil gróðurs og vöxtur gróðurs er hvað hraðastur. Barri var safnað þann 19. nóvember 2025. Söfnun og greining sýna var í höndum Matís [8]. Tölfræðigreining var gerð á styrk flúors í grasi, laufi og barri til að meta hvort marktækar breytingar á flúorstyrk hefðu átt sér stað milli ára (sjá viðauka E). Ólíkar tegundir gróðurs eru taldar þola flúor misvel og má sjá viðeigandi viðmiðunarmörk í töflu 7.1.

TAFLA 7.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurtegunda gagnvart flúor í andrúmslofti (HF) og flúor í plöntuvef [9]

Styrkur flúors í lofti ($\mu\text{g HF/m}^3$)	Styrkur flúors í plöntuvef ($\mu\text{g F/g}$)	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 [10]. Styrkleiki flúors í andrúmslofti (HF) $0,3 \mu\text{g F/m}^3$ yfir 5 – 6 mánaða tímabil getur leitt til uppsöfnunar á um $30 \mu\text{g F/g}$ í plöntuvef [9].
0,6 - 1,2	100 - 200	Hnignun miðlungspölinna tegunda, t.d. flestra grasa.
> 1,2	> 200	Hnignun þölinna tegunda, t.d. lauftrjáa og krækilyngs [11, 12, 13, 10].

7.1 Niðurstöður

Staðbundið veðurfar getur haft áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri. Næst uppsprettum getur úrkoma til dæmis lækkað styrk flúors í gróðri á meðan vindátt getur aukið styrkinn á þeim svæðum sem snúa undan meginvindátt frá uppsprettum. Hins vegar hefur hitastig minni áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri [8]. Ítarlegar niðurstöður fyrir umhverfisvöktun gróðurs má sjá í viðauka E. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöðuráranna 1998 til 2015, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

7.1.1 Flúor í grasi

Flúor í grasi mældist í öllum tilvikum undir hámarksgildi flúors í fóðri ($30 \mu\text{g F/g}$), skv. reglugerð 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri og innan talinna þolmarka grasbíta gagnvart flúor í fóðri [10], sbr. töflu 7.2 og mynd E.1 í viðauka E.

Hæsti flúorstyrkur í grasi ($28,1 \mu\text{g F/g}$) mældist í september við Stekkjarás (tafla 7.2 og mynd 7.2) [8]. Til samanburðar mældist flúor hæst $3,0 \mu\text{g F/g}$ í grassýnum við Skorradal. Styrkur flúors í grasi árið 2025 hækkaði lítillega að meðaltali frá árinu á undan og er ávallt vel innan allra þolmarka. Styrkur flúors var breytilegur á sýnatökustöðunum á milli sýnatökutímabila (tafla 7.2). Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E.

Hækkun var á meðalstyrk flúors í grasi frá öllum vöktunarstöðum norðan og sunnan fjarðar árið 2025 miðað við árið 1997. Engin marktæk breyting var á styrk flúors, bæði sunnan og norðan fjarðar, miðað við árið 2007. Í gegnum árin hefur flúor nánast 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 2025. Breytileiki á mæligildum er svipaður bæði norðan fjarðar og sunnan fjarðar.

TAFLA 7.2

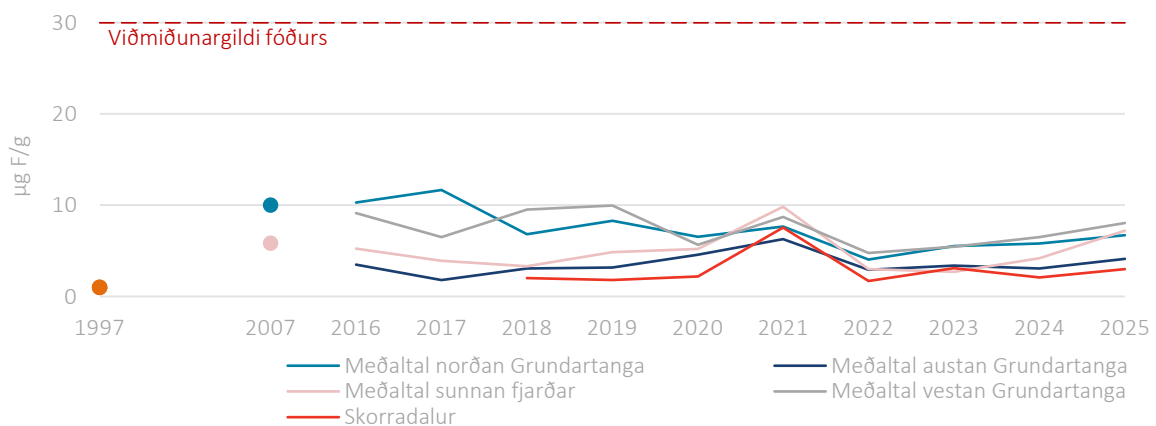
Niðurstöður flúormælinga í grasi á öllum vöktunarstöðum árið 2025 ásamt þolmörkum, samantekt á tölfræðiúrvinnslu og veðurfar við sýnatökur.

Heildarflúor í grasi						
	Vöktunarstaður	Júní (µg F/g þurrefni)	Júlí (µg F/g þurrefni)	September (µg F/g þurrefni)	Breyting 2025 m.v. 1997	Breyting 2025 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjárás	7,7	5,1	28,1	Hækkun	Engin breyting
	Fannahlíð	6,2	3,2	18,1		
	Fellsaxlarkot	5,5	4,2	14,0		
	Kalastaðarkot	2,9	3,5	6,4		
	Ferstickla	1,3	3,1	3,3		
	Gröf II við hús	6,1	7,0	9,6		
	Hólabrú	5,7	13,4	9,5		
	Hlíð	2,2	9,7	4,8		
Sunnan fjarðar	Félagsgarður	10,3	5,5	12,9		
	Fossbrekka	7,7	9,2	4,0		
	Háls í Kjós	2,4	6,8	2,0		
	Reynivellir	3,2	20,4	2,0		
Viðmiðunarstaður Skorradalur	3,0	-	3,0			
Talin þolmörk grasa Talin þolmörk grasbíta [10] Hámarksgildi flúors í fóðri fyrir sauðfé**					100-200 µg F/g í plöntuvef	
					30 µg F/g í plöntuvef	
					30 µg F/g fyrir sauðfé	

** Samkvæmt reglugerð nr. 1206/2021 um óæskileg efni í fóðri er hámarksinnihald flúors fyrir grasbíta 50 µg/g fóðurs með 12% rakainnihaldi en 30 µg/g fyrir mjólkandi dýr.

Veðurfar við sýnatökur				
	Júní	Júlí	September	Skýring
Dagsetning	5	7	1	
Heildarúrkoma 5 daga fyrir sýnatöku (mm)	6		5	Vorið 2025 var mjög hlýtt og meðalhiti sumarsins hærri en í meðalári. Úrkoma var í meðallagi. Austan og norðaustanáttir eru venjulega ríkjandi í Hvalfirði og voru það einnig sumarið 2025.
Lofthiti (°C)	5,9		13,2	
Meðalvindhraði (m/s)	5		2	
Vindáttir	NA, NV-áttir		A- áttir	Engin úrkoma var sýnatökudagana og frekar þurrviðrasamt dagana fyrir sýnatöku.

Gras



MYND 7.2

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

7.1.2 Flúor í laufi

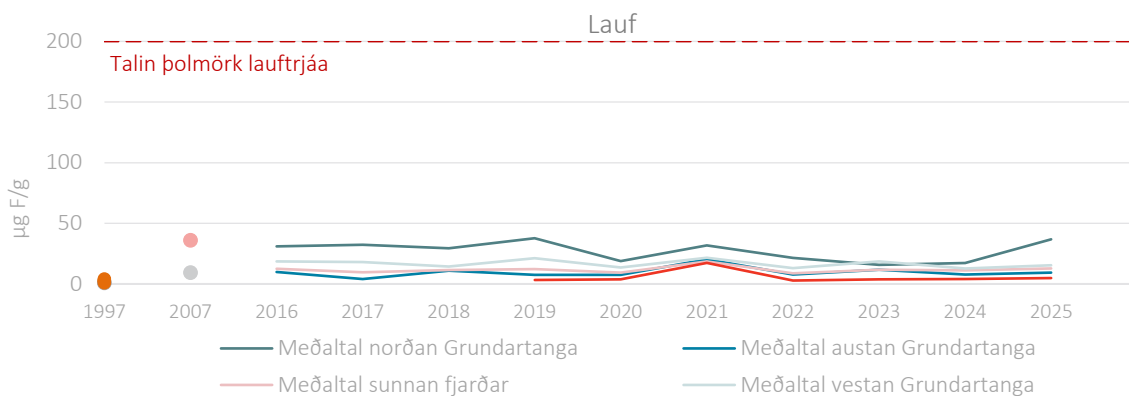
Styrkur flúors í laufi mældist í öllum tilvikum innan talinna þolmarka lauftrjáa (200 µg F/g), sjá töflu 7.3 og mynd E.2 í viðauka E. Hæsti styrkur flúors í laufi mældist í sýnum frá Stekkjarás í september (81,1 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Skorradal í september 7,0 µg F/g.

Meðalstyrkur flúors í laufi greindist svipaður og árið 2024. Hins vegar má greina nokkra hækkun í sýnum sem tekin voru norðan Grundartanga sem skýrist líklega af tíðum aust- og suðaustlægum vindáttum. Breytileiki var í styrk flúors í laufi innan vaxtartímabils (tafla 7.3).

Niðurstöður mælinga frá hverjum vöktunarstað má sjá í viðauka E. Tafla 7.3 sýnir mældan meðalstyrk árið 2025 og niðurstöður tölfraeðigreiningar sem sýna að hækkun var á meðalstyrk flúors í laufi frá sýnatökustöðum bæði norðan og sunnan fjarðar árið 2025 miðað við árið 1997. Ekki er marktæk breyting á meðalstyrk flúors í laufi miðað við árið 2007 (mynd E.3 í viðauka E). Mynd 7.3 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í laufi vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan Hvalfjarðar. Almennt er meiri breytileiki á mæligildum norðan og vestan við Grundartanga miðað við austan Grundartanga og sunnan fjarðar.

TAFLA 7.3 Niðurstöður flúormælinga í laufi á öllum vöktunarstöðum árið 2025 ásamt þolmörkum og samantekt á tölfraeðiúrvinnslu. Sjá töflu 7.2 fyrir veðurfar á sýnatökudögum.

Heildarflúor í laufi					
	Vöktunarstaður	Meðalstyrkur í júní (µg F/g þurrefni)	Meðalstyrkur í ágúst (µg F/g þurrefni)	Breyting 2025 m.v. 1997	Breyting 2025 m.v. 2007
Norðan fjarðar	<i>Stekkjjarás</i>	19,4	81,1	Hækkun	Engin breyting
	<i>Fannahlíð</i>	23,6	63,4		
	<i>Fellsaxlarkot</i>	17,4	43,2		
	<i>Kalastaðakot</i>	5,4	16,3		
	<i>Ferstikla</i>	4,7	6,8		
	<i>Gröf II við hús</i>	9,5	16,9		
	<i>Hólalbrú</i>	7,6	27,7		
	<i>Hlíð</i>	7,0	18,4		
Sunnan fjarðar	<i>Félagsgarður</i>	10,4	23,5		
	<i>Fossbrekka</i>	5,5	9,0		
	<i>Háls í Kjós</i>	6,5	14,0		
	<i>Reynivellir</i>	14,3	22,5		
<i>Viðmiðunarstaður Skorradalur</i>		2,5	7,0		
Talin þolmörk lauftrjáa		200 µg F/g í plöntuvef			



MYND 7.3 Meðalstyrkur flúors í laufi frá vöktunarstöðum miðað við staðsetningu við Grundartanga árið 2025, ásamt bakgrunnsgildi frá 1997, mælingu ársins 2007 og frá Skorradal til viðmiðunar.

7.1.3 Flúor í barri

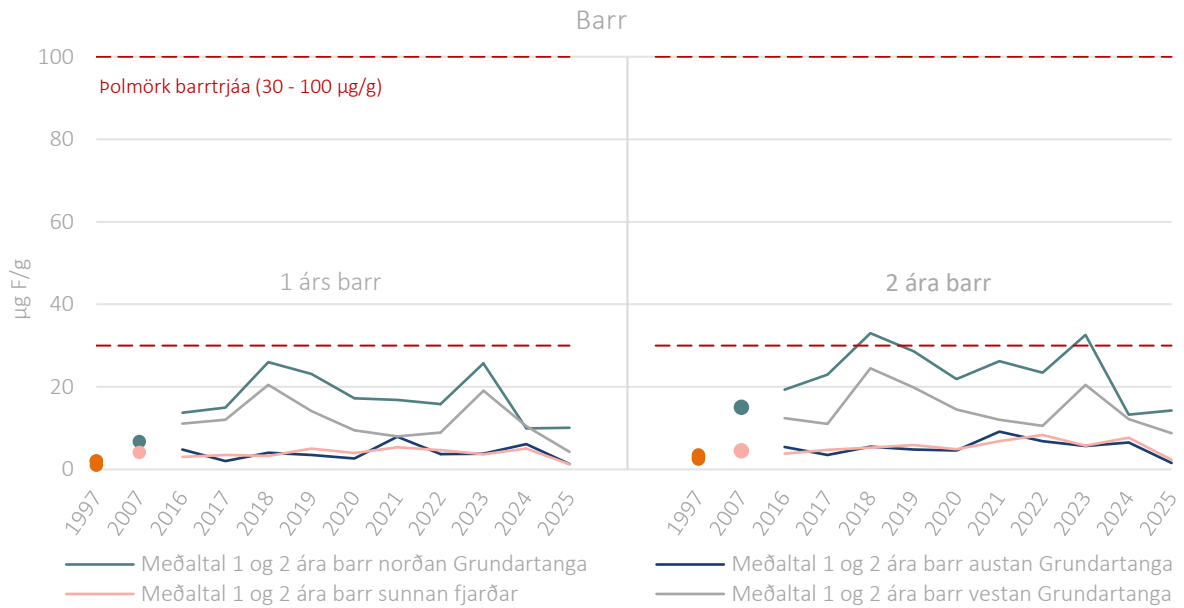
Meðalstyrkur flúors í eins árs barri mældist undir þolmörkum barrtrjáa, sem talin eru vera á bilinu 30-100 µg F/g (tafla 7.4). Meðalstyrkur flúors í tveggja ára barri mældist í öllum tilvikum hærri en flúor í eins árs barri nema á mælistaðnum Kalastaðakoti. Mynd 7.4 sýnir reiknað meðaltal af styrk flúors í eins og tveggja ára barri á öllum vöktunarstöðum.

TAFLA 7.4 Niðurstöður flúormælinga í barri á öllum vöktunarstöðum árið 2025 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 2025 m.v. 1997	Breyting 2025 m.v. 2007
Norðan fjarðar	Stekkjarás	12,5	24,5	Engin breyting	Engin breyting
	Fannahlíð	14,5	21,7		
	Fellsaxlarkot	5,7	6,8		
	Kalastaðakot*	1,3	0,8		
	Ferstikla*	0	0		
	Gröf II við veg*	3,7	7,3		
	Hlíð*	2,6	3,9		
Sunnan fjarðar	Hólalabrá*	4,8	10,2	Engin breyting	Engin breyting
	Félagsgarður	0,8	1,8		
	Fossbrekka	0,5	0,8		
	Háls í Kjós*	1,4	2,4		
	Reynivellir	2,3	4,2		
	Viðmiðunarstaður Skorradalur	0,5	1,5		
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 Hólalabrá hófust sumarið 2018 og árið 2022 við Kalastaðakot.

Veðurfar við sýnatökur		
	Nóvember	Skýring
Dagsetning	19	Dagana fyrir sýnatöku var meðalhitastig um 0,5°C og voru austlægar vindáttir algengastar. Nokkuð þurr hafði verið dagana fyrir sýnatöku en úrkoma mældist á sýnatökudag, um morguninn í formi snjós og eftirmiðdaginn sem rigning.



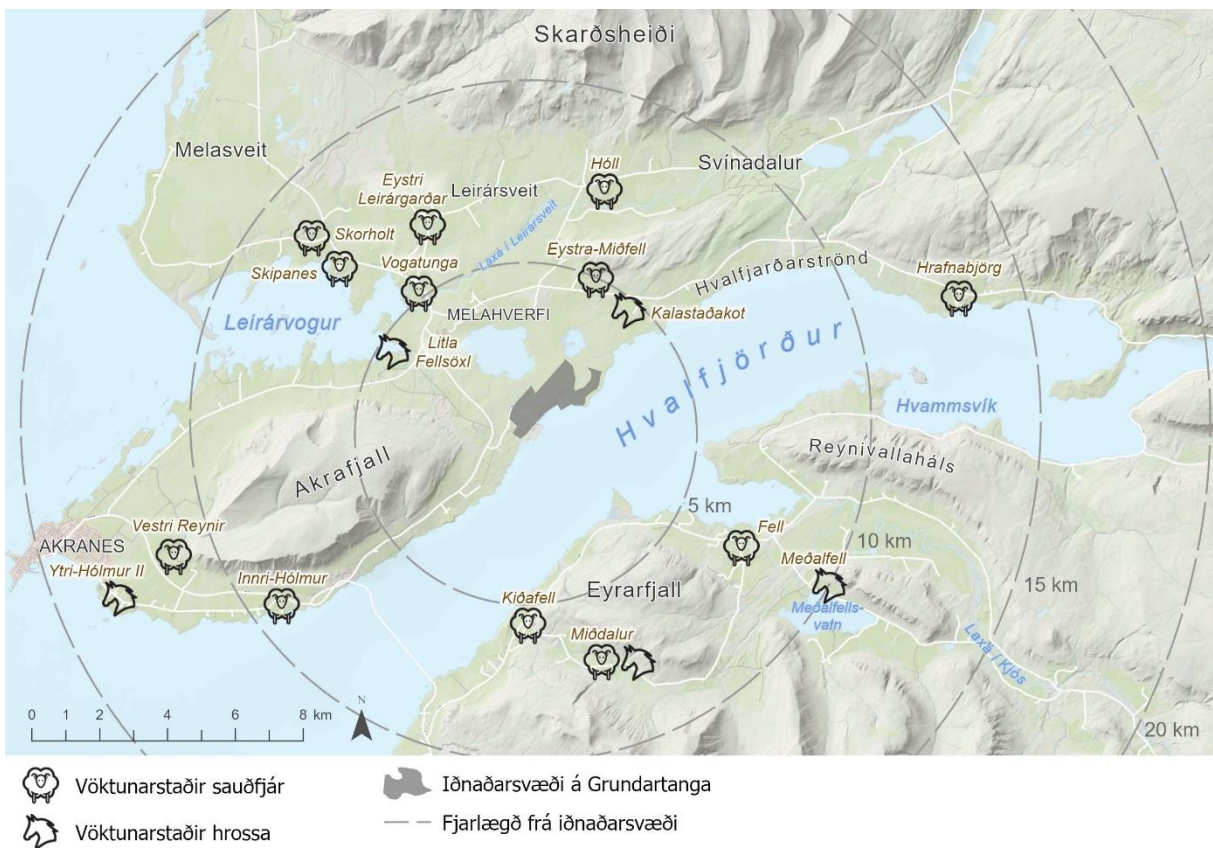
MYND 7.4 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri frá vöktunarstöðum vestan, norðan og austan við Grundartanga og sunnan fjarðar, ásamt bakgrunnsgildum frá 1997 og 2007 til viðmiðunar.

Engin marktæk breyting var á meðalstyrk flúors í eins eða tveggja ára barri bæði sunnan og norðan Hvalfjarðar árið 2025 hvorki miðað við árið 1997 eða 2007 (mynd 7.4). Flúorstyrkur mældist hærri í barri norðan fjarðar samanborið við barr sunnan fjarðar. Árið 2025 er þessi munur ekki marktækur en það er ekki alltaf raunin (myndir E.5 og E.6 í viðauka E).

8 Grasbítar (sauðfé og hross)

Flúor er mælt í beinösku kjálka sláturfjár, annars vegar í lömbum og hins vegar í fullorðnu fé, frá bæjum sem staðsettir eru bæði norðan og sunnan Hvalfjarðar (mynd 8.1). Kjálkar dýranna eru einnig skoðaðir með tilliti til skemmda vegna flúóráhrifa [14]. Dýralæknir frá Dýralækninum í Mosfellsbæ sá um skoðun á kjálkum sauðfjár og Matís sá um flúormælingar í beinösku kjálka. Dýralæknir skoðar einnig ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi sauðfjár og hrossa og mat ástand liðamóta í framfótum [15].

Grasbítar taka upp flúor m.a. með fóðri og vatni sem safnast fyrir í beinum þeirra með tíma, því mælist flúor yfirleitt hærra í eldra fé. Leitast er við að greina fjögur kjálkabein af lömbum og fjögur af fullorðnu fé (6 vetra eða eldri) frá hverjum bæ [1]. Upplýsingar um aldur dýranna koma fram á fjármerkjum viðkomandi bæja.



MYND 8.1 Vöktunarbærir fyrir sauðfé og hross árið 2025.

Sýni frá 12 bæjum bárust af kjálkabeinum úr lömbum og/eða fullorðnu fé, sem slátrað var haustið 2025 (mynd 8.1). Til viðmiðunar var flúor mælt í sýnum frá Bjarnarhöfn á Snæfellsnesi, þar sem sauðfé var að hluta sett á fjörubeit, og frá Skjaldfönn í Ísafjarðardjúpi. Flúor var mælt í alls 95 sýnum af beinösku kjálkabeina (49 lömb og 46 fullorðin dýr). Söfnun lambshausa frá Eystra-Miðfelli misfórst í sláturhúsi og því fengust þaðan engin lömb sem uppfylltu aðferðafræði söfnunar auk þess sem ekkert fullorðið fé barst frá Vestri Reyni. Sunnan fjarðar bárust sýni í fyrsta skipti frá Miðdal auk þess sem sýni bárust frá Felli en sýni þaðan voru síðast mæld árið 2007.

Flúor getur safnast upp í kjálkum og tönnum grasbíta, til dæmis vegna útblásturs flúors frá álverum, fjörubeitar eða vegna notkunar á flúorríkum jarðvegsáburði [14]. Uppsprettur flúors geta einnig verið af náttúrulegum uppruna og má nefna eldgos og jarðhitakerfi, auk skógarbruna, bruna á timbri og uppgufunar úr sjó [9]. Polmörk sauðfjár gagnvart flúor eru óljós þar sem þau eru háð ýmsum þáttum svo sem aldri dýrsins, fóðri, nyt og burðartíma auk þess skiptir máli hvaða flúorsambönd er um að ræða. Þar sem rannsóknir liggja ekki fyrir um áhrif flúors á tennur sauðfjár er, líkt og undanfarin ár, miðað við niðurstöður norskrar rannsóknar á ungum dádýrum. Þau viðmið sem voru birt árið 1996 [16] voru uppfærð sem hluti af ESPIAL (Ensuring Sustainable Production of Primary Aluminium) verkefni í Noregi [17]. Sá styrkur flúors í kjálka dádýra sem talinn er geta skapað hættu á tannskemmdum má sjá í töflu 8.1 [13, 17]. Rannsóknir benda til þess að sauðfé og geitur sýna almennt minni og vægari einkenni flúoreitrunar samanborið við aðra grasbíta, bæði á svæðum með hátt og lágt magn af flúor í drykkjarvatni. Þetta bendir til meira þols eða minni næmni gagnvart útsetningu, en þörf er á frekari rannsóknum til að staðfesta og skýra ástæður fyrir því [18]. Það má því áætla að viðmiðunarmörk sem sett eru fram gagnvart dádýrum eru varlega áætluð.

TAFLA 8.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta, byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum 1,5 ára [13, 17].

Styrkur flúors í kjálka ($\mu\text{g F/g}$)	Áhrif
< 900	Engin áhrif
900 – 2.000	Hætta talin á tannskemmdum í dádýrum
> 2.000	Veldur tannskemmdum í dádýrum

Til viðmiðunar má einnig nefna að styrkur flúors hefur mælst í kringum 180-200 $\mu\text{g F/g}$ í beinösku 4-5 mánaða gamalla íslenskra sláturlamba, sem ekki höfðu orðið fyrir neinni flúormengun sumarlengt [19]. 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 $\mu\text{g F/g}$ þar sem lægsti flúorstyrkurinn mældist 780 $\mu\text{g F/g}$ og sá hæsti 2.400 $\mu\text{g F/g}$ [19]. Samkvæmt breskri rannsókn er styrkur flúors í beinum jórturdýra á bilinu 1.000 – 1.500 $\mu\text{g F/g}$ [20]. Nýleg íslensk grein sýnir fram á tölfræðilega jákvætt samband milli uppsöfnunar flúors í kjálkabeinum sauðfjár og hesta miðað við nálægð við álver, en einnig jákvætt samband uppsöfnunar með aldri þar til hámarki hefur verið náð um átta ára aldur fyrir sauðfé og 18 ára aldur fyrir hesta, en eftir það minkar uppsöfnun. Í báðum dýrategundunum er uppsöfnun mest á meðan vöxtur á beinum og brjóski er sem mestur, eða allt að þriggja til fjöggra ára aldurs. Upptaka efna í bein, þar á meðal flúors, er hraðari á meðan bein eru að vaxa [21].

Rannsóknir benda til þess að þegar styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg F/g eykst hættu á skaðlegri uppsöfnun flúors í beinum, þar á meðal í kjálka sauðfjár, sérstaklega við langvarandi útsetningu [9].

Dýralæknir skoðaði ástand liða og ummerki um flúorskaða í tönnum lifandi fjár frá sex bæjum norðan og sunnan Hvalfjarðar (samtals 59 dýr), þ.e. frá Hrafnabjörgum, Eystra Miðfelli, Vogatungu, Kiðafelli, Miðdal og Felli. Féð var á aldrinum 1-8 vetra.

Einnig skoðaði dýralæknir tennur og liði, m.t.t. flúorskaða, í samtals 29 hrossum frá fimm bæjum, norðan og sunnan Hvalfjarðar, þ.e. frá Litlu Fellsöxl, Kalastaðakoti, Ytri Hólmi, Miðdal og Meðalfelli. Skoðuð eru bæði ung og gömul hross og var aldur hrossanna 3 til 31 vetra. Leitast er 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 og febrúar 2026.

Mat er lagt á áhrif flúors á tennur í lifandi grasbitum (hross og sauðfé) miðað við matskerfi sem sjá má í töflu 8.2

TAFLA 8.2 Matskerfi fyrir breytingar á tönnum í lifandi búfé [15].

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

8.1 Niðurstöður

Meðalstyrk flúors frá vöktunarbæjum við Hvalfjörð og talin þolmörk dádýra má sjá í töflu 8.3. Þar koma einnig fram breytingar sem hafa orðið á styrk flúors árið 2025 miðað við árið 1997 (vöktun hófst) og árið 2007 (öll ker álversins komin í rekstur).

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

Vöktunarbær	Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum (µg F/g þurrefni)	Breytingar 2025 m.v. 1997	Breytingar 2025 m.v. 2007
Lömb			
Bær norðan Hvalfjarðar			
<i>Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)</i>	124		
<i>Bær vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vestri Reynir, Innri Hólmur)</i>	237		
<i>Bær norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll)</i>	113		
<i>Allir bær norðan Hvalfjarðar</i>	136	Hækkun	Lækkun
Bær sunnan Hvalfjarðar (<i>Kiðafell, Miðdalur, Fell</i>)	130	Hækkun	Lækkun

Fullorðið fé			
Bæir norðan Hvalfjarðar			
Bær austur af iðnaðarsvæðinu (Hrafnabjörg)	861		
Bær vestur/suðvestur af iðnaðarsvæðinu (Innri Hólmur)	1.186		
Bæir norður/norðvestur af iðnaðarsvæðinu (Vogatunga, Eystri Leirárgarðar, Skipanes, Skorholt, Hóll, Eystra Miðfell)	925		
Allir bæir norðan Hvalfjarðar	925	Hækkun	Engin breyting
Allir bæir sunnan Hvalfjarðar (Kiðafell, Miðdalur, Fell)	803	Hækkun	Hækkun
Viðmið			
Talin hættu á tannskemmdum í dádýrum	900 - 2.000		
Veldur tannskemmdum í dádýrum	>2.000		

Í viðauka F eru upplýsingar um meðalstyrk flúors í kjálkabeini fullorðins fjár og lamba frá öllum vöktunarbæjum ásamt ítarlegri niðurstöðum, tölfræðigreiningar og yfirliti um skoðun tanna og liðamóta í lifandi hrossum og sauðfé. Auk þess er vísað til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2015, sem nálgast má hjá Umhverfis- og orkustofnun.

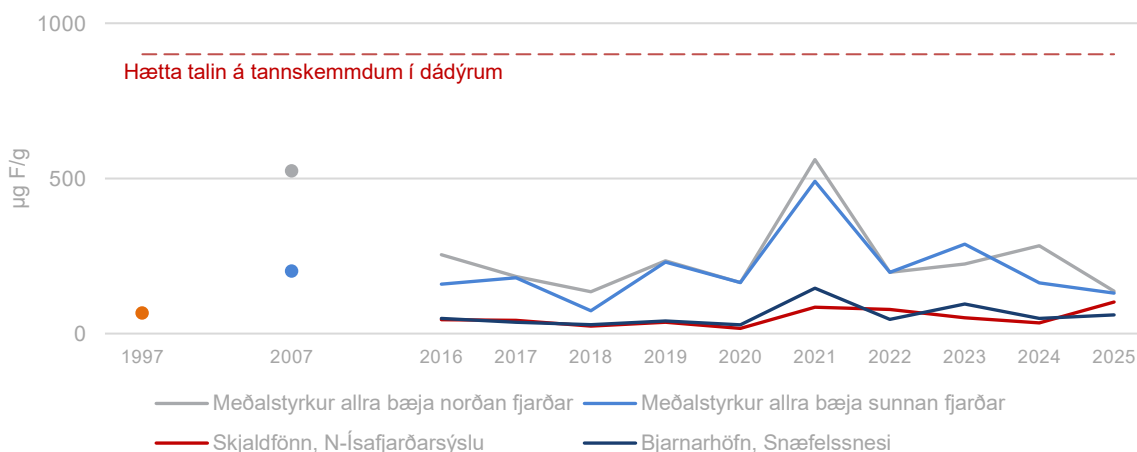
8.1.1 Flúor í lömbum

Í öllum tilvikum mældist styrkur flúors í kjálkabeinum lamba undir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin vera á tannskemmdum í dádýrum (900 µg F/g, viðauki F.1). Hæstur var meðalstyrkurinn í lömbum frá Innri Hólmi (275 µg F/g) og lægstur í lömbum frá Eystri Leirárögörðum og Kiðafelli (89 µg F/g).

Styrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá öllum vöktunarbæjum var 134 µg F/g, sem er svipaður styrkur og mælst hefur undanfarin ár. Meðalstyrkur flúors í lömbum mældist mjög svipaður frá bæjum norðan Hvalfjarðar 136 µg F/g og sunnan fjarðarins 130 µg F/g (mynd 8.2). Til viðmiðunar mældist flúor í kjálkabeinum lamba 102 µg F/g frá Skjaldfönn og 60 µg F/g frá Bjarnarhöfn. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors allra vöktunarsvæða samanborið við árið 1997, hins vegar var breyting til lækkunar á styrk flúors samanborið við árið 2007 (viðauki F.2).

Meðalstyrkur flúors, árið 2025, í lömbum frá svæðum austan, norðan, norðvestan og sunnan af iðnaðarsvæðinu var innan þeirra sveiflu sem mælingar hafa sýnt frá árinu 2008.

Lömb - allir vöktunarbæir



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

8.1.2 Flúor í fullorðnu fé

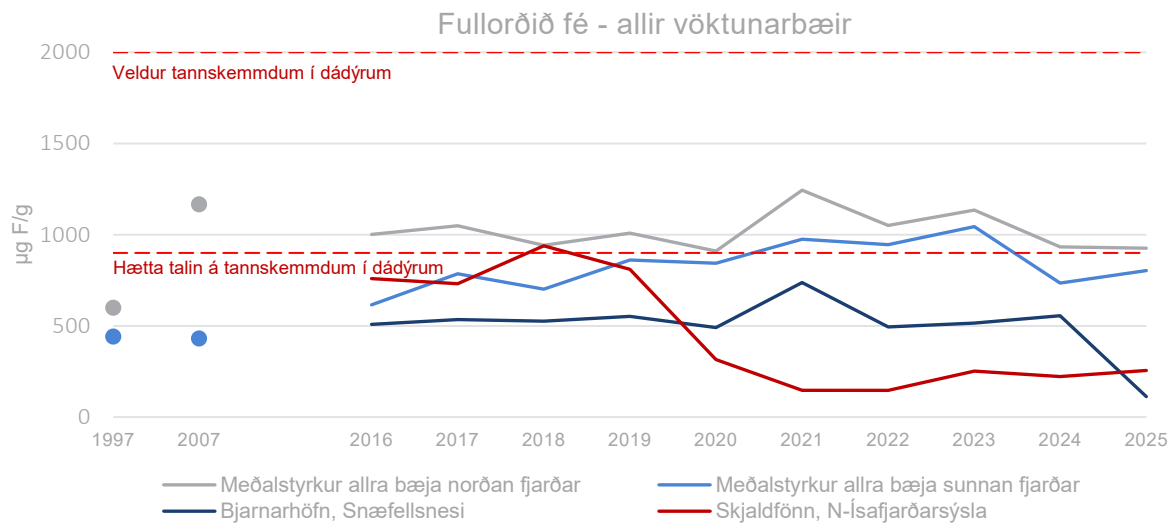
Flúor safnast fyrir í beinum sauðfjár með tíma og getur því verið erfitt að bera saman styrk flúors í fullorðnu fé á milli ára. Íslensk tölfræðigreining sýnir fram á jákvætt samband á milli aldurs sauðfjár og uppsöfnun flúors í kjálkabein þess en uppsöfnun fer þó lækkandi eftir ákveðinn aldur, oftast um átta vetra [21]. 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 2025 var um 6,2 vetra (yngst 3 vetra og elst 9 vetra).

Ekkert dýr mældist með flúor í þeim styrk sem talinn er valda tannskemmdum í dádýrum (2.000 µg F/g). Meðalstyrkur flúors mældist hæstur í kjálkabeinum fullorðins fjár frá Eystra Meðalfelli (1.336 µg F/g, min: 862 µg F/g, max: 1.740 µg F/g) en auk þess mældist meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár, yfir þeim viðmiðunarmörkum þar sem hættu er talin á tannskemmdum vegna flúors í dádýrum (900 µg F/g, viðauki F), frá Skipanesi (1.075 µg F/g, min: 960 µg F/g, max: 1.205 µg F/g), Innri Hólmi (1.186 µg F/g, ein kind), Vogatungu (1.040 µg F/g, min: 805 µg F/g, max: 1.296 µg F/g) og Skorholti (946 µg F/g, min: 774 µg F/g, max: 1.114 µg F/g). Lægst mældist flúor í fullorðnu fé frá Eystri Leirárgarði (602 µg F/g). Til viðmiðunar mældist meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé 256 µg F/g frá Skjaldfönn (7-9 vetra gömul dýr) og 112 µg F/g frá Bjarnarhöfn (4-7 vetra gömul dýr).

Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá öllum vöktunarbæjum var 893 µg F/g. Meðalstyrkurinn var 925 µg F/g frá bæjum norðan fjarðar og 803 µg F/g frá bæjum sunnan fjarðar (mynd 8.3). Meðalstyrkur flúors árið 2025 mældist innan þeirrar sveiflu sem mælst hefur frá árinu 2008.

Frá upphafi vöktunar, árið 1997, hefur meðalstyrkur flúors verið hærri í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum norðan Hvalfjarðar en sunnan. Árið 2025 er ekki um marktækan mun að ræða en það hefur ekki verið tilfellið öll vöktunarárin (viðauki F.2).

Árið 2025 var ekki marktæk breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé norðan Hvalfjarðar miðað við árið 2007 en marktæk hækkun miðað við árið 1997. Sunnan fjarðar var marktæk breyting til hækkunar á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé miðað við árin 1997 og 2007.



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

8.1.3 Skoðun á kjálkum og tönnum í sláturfé

Dýralæknir skoðaði kjálka úr sláturfé m.t.t. sýnilegra áhrifa af völdum flúors á tennur og bein. Kjálkar úr lömbum og fullorðnu fé frá vöktunarbæjum og í viðmiðunarsýnum voru skoðaðir m.t.t. ástands glerungs, tannslits, tannloss, mislitunar, tannbrodda og ástands kjálkabeins. Tafla 8.4 sýnir yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu og eins má sjá yfirlit frá skoðun og skráningu dýralæknis í viðauka F.3 [14].

TAFLA 8.4 Yfirlit yfir mat dýralæknis á tannheilsu sláturfjár.

Tannheilsa lamba*	Bæir við Hvalfjörð	Viðmiðunarbærir
	Fjöldi dýra / meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Fjöldi dýra / meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)
Góð	41 / 134	8 / 81
Sæmileg	0	0
Slæm	0	0
Tannheilsa fullorðins fjár*	Bæir við Hvalfjörð	Viðmiðunarbærir
	Fjöldi dýra / meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)	Fjöldi dýra / meðalstyrkur (µg F/g þurrefni)
Góð	11 / 910	1 / 94
Sæmileg	6 / 1.010	0
Slæm	21 / 851	6 / 197
Meðalaldur (ár)	6,2	6,6

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

Öll lömbin voru við góða tannheilsu en mikið var um slæma tannheilsu í fullorðnu fé. Hæsti styrkur flúors mældist í lambi frá bænum Innri Hólmi (279 µg F/g). Sextán fullorðin dýr mældust yfir viðmiðunarmörkum, þar sem hættu er talin á tannskemmdum í dádýrum (900 µg F/g) miðað við tólf dýr árið 2024. Dýrin voru ýmist með góða, sæmilega eða slæma tannheilsu. Breytingar sáust á glerungi tanna hjá þrem lömbum og einu fullorðnu dýri.

Tannheilsa versnar með aldri en samkvæmt niðurstöðum virðist ekki vera greinilegt samband milli slæmrar tannheilsu og magns flúors í kjálkabeinum [14].

8.1.4 Skoðun á tönnum og liðum í lifandi sauðfé og hrossum

Dýralæknir skoðaði tennur og liðamót í framfótum lifandi grasbíta (sauðfé og hross). Niðurstöðurnar gáfu til kynna að áhrif flúors séu ekki greinanleg. Ástand tanna var innan þeirra marka sem dýralæknir telur eðlilegt. Ekki sást breytingar á liðamótum þeirra dýra sem voru skoðuð, hvorki hjá hrossum né sauðfé.

Í viðauka F.3 má sjá yfirlit yfir niðurstöður skoðunar tanna og liðamóta framfóta í lifandi sauðfé og hrossum, sbr. matskerfi í töflu 8.2. Almenn tannmat 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 en þessar breytingar hafa ekki sést í neinu öðru hrossi. Tannsteinn getur t.d. valdið skemmdum á tönnum og tannholdi. Hæsta meðaltalsgildi fyrir mat á ástandi allra tanna var í hrossum frá Litlu Fellsöxl (0,26) og lægst í hrossum frá Kalastaðakoti (0,07). Ekki fundust breytingar á liðum hrossa.

Nokkuð var um að nokkrar framtennur vantaði í sauðféð auk þess framtennur voru lausar í nokkrum dýrum. Beinbólga fannst í kjálkum tveggja kinda sem sennilega stafar út frá jöxlum. Ekki fundust breytingar á liðum kinda við skoðun, en smá bólga fannst í öðru hné í kind frá Eystra Miðfelli [15].

9 Heimildaskrá

- [1] „Umhverfisvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Önnur endurskoðun 28.03.2018,“ 2018. [Á neti]. Available: https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Eftirlitsskýrslur/alver/Voktunaraaetlu_n_2018_2021_2endursk_28032018.pdf.
- [2] Hvalfjarðarsveit, „Aðalskipulag Hvalfjarðarsveitar 2020-2032,“ 2023.
- [3] Leandro Pellegrini, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í lofti og úrkomu. Janúar-desember 2025,“ Matís, 2026.
- [4] Veðurstofa Íslands, „Brennisteinsmengun - mælingar í tugi ára,“ án árs. [Á neti]. Available: <http://www.vedur.is/mengun/mengun/brennisteinn>. [Skoðað maí 2026].
- [5] Egill Antonsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga - Ferskvatnsmælingar 2025,“ Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2026.
- [6] Camargo, Julio A., „Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review,“ Chemosphere, b. 50, nr. 3, pp. 251-264, 2003.
- [7] Egill Antonsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Mælingar í sjó við flæðigryfjur 2025.,“ 6EM24003, Efnagreiningar, Hafrannsóknastofnun, Hafnarfjörður, 2026.
- [8] Egill Antonsson, „Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga, Mælingar í gróðri 2025,“ Matís, 2026.
- [9] R. Liteplo, R. Gomes, P. Hower og H. Malcolm, „Fluorides. Environmental Health Criteria 227,“ Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO), 2002.
- [10] Weinstein L.H. og Davison A.W., „Fluorides in the Environment. Effects on Plants and Animals,“ CABI Publishing, Wallingford, Bretlandi, 2004.
- [11] 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.

- [12] Horntvedt og Øyen, „Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk. Kaffi 6 í Norsk aluminiumindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge.“ Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS), Oslo, 1994.
- [13] 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.
- [14] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Flúormæling kjálkabeina og skoðun tanna í sauðfé fyrir árið 2025. Skýrsla vegna umhverfisvöktunar iðnaðarsvæðisins á Grundartanga,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2025.
- [15] Þórunn Lára Þórarinsdóttir, Dýralæknirinn Mosfellsbæ, „Skýrsla fyrir árið 2025, sem er liður í umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga 2018-2028. Lifandi búfé,“ Dýralæknirinn Mosfellsbæ, Mosfellsbær, 2026.
- [16] 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.
- [17] T. Vikøren og G. Stuve, „ESPIAL Fauna - Current state for fluoride exposure of animals in the vicinity of aluminium smelters,“ 2021.
- [18] S. L. Choubisa, „Are Sheep and Goat Animals Relatively More Tolerant to Fluorosis?,“ Journal of Veterinary Medicine and Research, 2024.
- [19] 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.
- [20] C. Livesey og J. Payne, „Diagnosis and investigation of fluorosis in livestock and horses,“ In Practice, b. 33, nr. 9, pp. 454-461, 2011.
- [21] C. Oddsdóttir, E. Sturludóttir, Ó. G. Sigurðardóttir, B. Valgeirsdóttir, E. I. Eyjólfsdóttir og B. Sigríður, „Accumulation of fluoride in Icelandic sheep and horses 2007-2019 and the effect of proximity to aluminium smelters,“ 2023.
- [22] National Research Council, „Effects of Fluorides in Animals,“ National Academy of Science, National Academies Press, 1974.

Viðauki A Eldri ársskýrslur umhverfisvöktunar

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

- 1) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2024. Maí 2025.
- 2) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2023. Maí 2024.
- 3) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2022. Maí 2023.
- 4) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2021. Júní 2022.
- 5) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2020. Apríl 2021.
- 6) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2019. Apríl 2020.
- 7) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2018. Maí 2019.
- 8) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017. Apríl 2018.
- 9) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2016. Apríl 2017.
- 10) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2015. Apríl 2016.
- 11) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2014. Apríl 2015.
- 12) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2013. Apríl 2014.
- 13) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2012. Apríl 2013.
- 14) Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2011. Apríl 2012.
- 15) Umhverfisvöktun iðjuveranna á Grundartanga. Niðurstöður fyrir árið 2010. Apríl 2011.
- 16) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2009. Apríl 2010.
- 17) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2008. Apríl 2009.
- 18) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2007. Maí 2008.
- 19) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga. Niðurstöður umhverfisvöktunar fyrir rekstrarárið 2006. Október 2007.
- 20) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2005. Nóvember 2006.
- 21) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2004. Lokaskýrsla. Apríl 2005.
- 22) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2003. Lokaskýrsla. Apríl 2004.
- 23) Iðnaðarsvæðið á Grundartanga og umhverfi þess. Niðurstöður umhverfisvöktunar 2002. Lokaskýrsla. Mars 2003.

Viðauki B Loftgæði

TAFLA B.1 Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Kríuvörðu árið 2025, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan iðnaðarsvæðis.

Mælipáttur	Styrkur (µg/m ³)	Viðmiðunargildi (µg/m ³)	Skýring
F (siur, apríl - október)			
Meðalstyrkur HF	0,36		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,38		Innan iðnaðarsvæðis Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	2,87		Mælt 9. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,41		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,43		Innan iðnaðarsvæðis Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	3,38		Mælt 9. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
F (siur, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,27		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	2,87		Mælt 9. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,00		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,31		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	3,38		Mælt 9. maí í SSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,00		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	3,35		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	4,30	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	82	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 3x árlega. Mælt 15. janúar í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	160	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 24x árlega. Mælt 21. júlí í NV-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,4	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	2,2	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Má yfirstíga 5x árlega. Mælt 21. ágúst í ASA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	0,79	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	12,9	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 7x árlega. Mælt 30. ágúst í A-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	30,1	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 30. ágúst í N-átt.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	1,46	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	49		Mælt 30. ágúst í A-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	5,8	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	15,9	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Má yfirstíga 35x árlega. Mælt 15. janúar í SSV-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	1,7		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	7,7	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
PAH efni - Bensó(a)pyren			
Mældur styrkur apríl – október (siur)	<2·10 ⁻⁶	1·10 ⁻³	Umhverfismörk skv. rg. 410/2008.

TAFLA B.2 Niðurstöður veður- og loftgæðamælinga á Gröf II árið 2025, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan iðnaðarsvæðis.

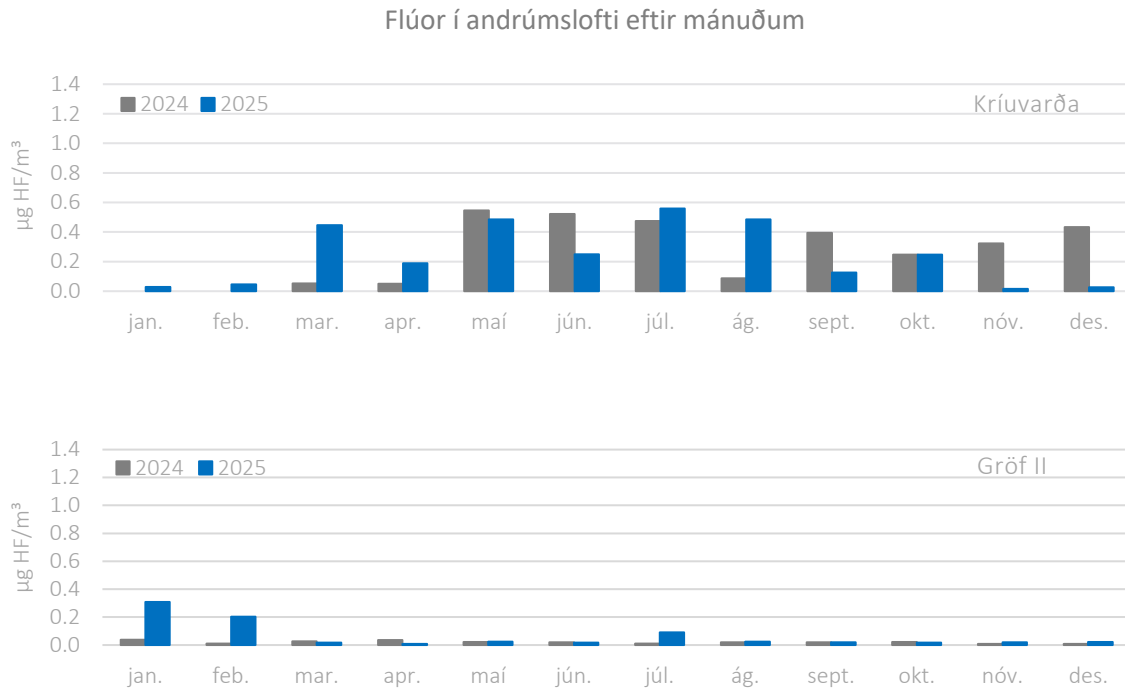
Mælipáttur	Styrkur (µg/m³)	Viðmiðunargildi (µg/m³)	Skýring
F (siur, apríl - október)			
Meðalstyrkur HF	0,03		
Meðalstyrkur HF (apríl - sept.)	0,03	0,3	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	0,88		Mælt 21. júlí í S-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,04		
Meðalstyrkur heildarflúors (apríl - sept.)	0,04	0,4	Starfsleyfi Norðuráls Grundartanga.
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,88		Mælt 21. júlí í S-átt
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
F (siur, allt árið)			
Meðalstyrkur HF	0,07		
Hæsti mældi meðalstyrkur HF	3,08		Mælt 14. janúar í VSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur HF	0,0		
Meðalstyrkur heildarflúors	0,09		
Hæsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	3,79		Mælt 14. janúar í VSV-átt.
Lægsti mældi meðalstyrkur heildarflúors	0,0		
SO₂			
Meðalstyrkur ársins (loftkennt á síum)	3,51		
Meðalstyrkur ársins (sjálfvirkar mælingar)	5,22	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	465,2	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 21. júlí í S-átt..
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	1667,3	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 20. júlí í ASA-átt.
H₂S			
Meðalstyrkur ársins	0,6	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	3,9	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 6. apríl í N-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,0		
NO₂			
Meðalstyrkur ársins	1,70	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	15,9	75	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 7x árlega. Mælt 8. janúar í NNA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,2		
Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins	57,7	200	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Mælt 8. janúar í NNA-átt.
NO_x			
Meðalstyrkur ársins	1,85	30	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	18,3		Mælt 8. janúar í NNA-átt
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	0,2		
Svifryk (PM₁₀)			
Meðalstyrkur ársins	6,50	40	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.
Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	59,6	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 35x árlega. Mælt 20. júlí í SSA-átt.
Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins	1,1		
Svifryk (PM_{2,5})			
Meðalstyrkur ársins	3,24	20	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016.

TAFLA B.3 Niðurstöður loftgæðamælinga í Melahverfi árið 2025, meðalstyrkur og hæstu og lægstu sólarhrings- og klukkustundargildi ársins, ásamt skilgreindum umhverfismörkum sem gilda utan iðnaðarsvæðis.

Mælipáttur	Styrkur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Viðmiðunargildi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Skýring
SO₂			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,4	20	Gróðurverndarmörk skv. rg. 920/2016.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	5,9	125	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 3x árlega. Mælt 23. september í ASA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		
<i>Hæsti klukkustundarmeðalstyrkur ársins</i>	17,1	350	Heilsuverndarmörk skv. rg. 920/2016. Leyfilegt að yfirstíga 24x árlega. Mælt 17. desember í A-átt.
H₂S			
<i>Meðalstyrkur ársins</i>	0,63	5	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010.
<i>Hæsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	3,2	50	Heilsuverndarmörk skv. rg. 514/2010. Leyfilegt að yfirstíga 5x árlega. Mælt 14. nóvember í ASA-átt.
<i>Lægsti sólarhringsmeðalstyrkur ársins</i>	0,0		

B.1 Flúor í andrúmslofti

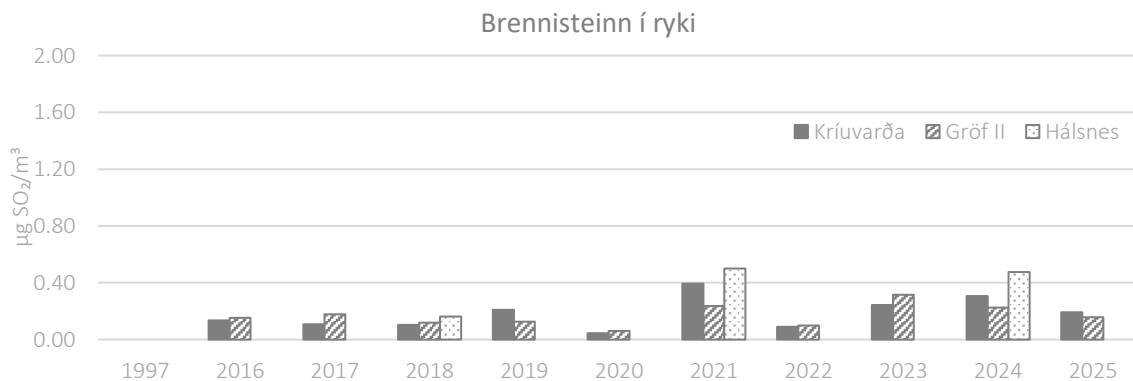
Á mynd B.1 er sýndur meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu og Gröf II árið 2025 og til samanburðar árið 2024. Styrkurinn sveiflast nokkuð milli mánaða en meðalstyrkurinn var hærri en árið á undan við Kríuvörðu og á Gröf II.



MYND B.1 Meðalstyrkur loftkennds flúors (HF) í andrúmslofti á Kríuvörðu og Gröf II yfir árið 2025.

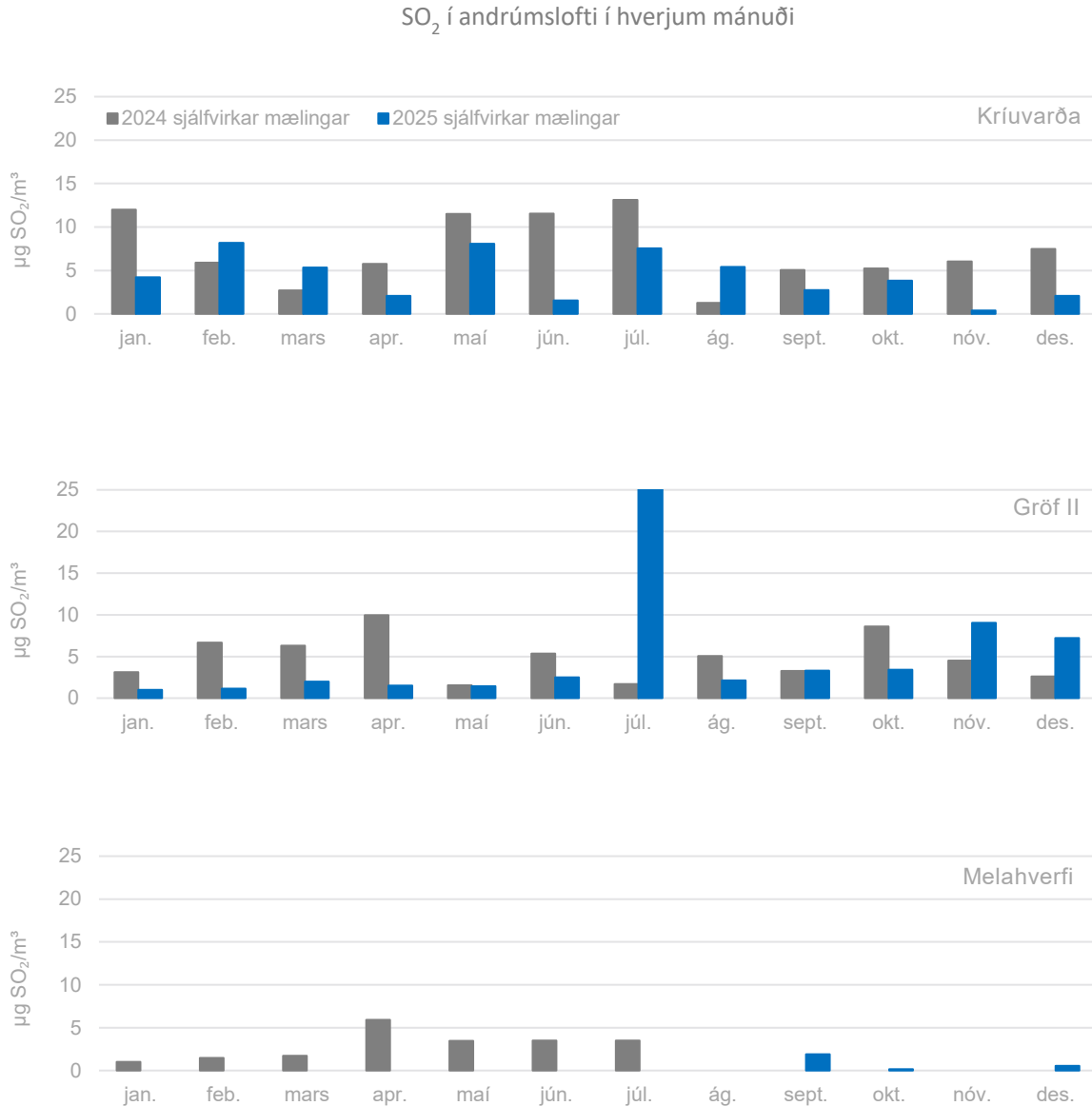
B.2 Brennisteinn í ryki og andrúmslofti

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 jarðvegsryki vegna umferðar og er því ekki eiginlegur mælikvarði á mengun í Hvalfirði. Styrkurinn var í lægra lagi árið 2025 og undir meðaltali síðustu 10 ára.



MYND B.2 Meðalstyrkur brennisteins í ryksýnum sem safnað var á síur á Kríuvörðu og Gröf II allt árið 2025.

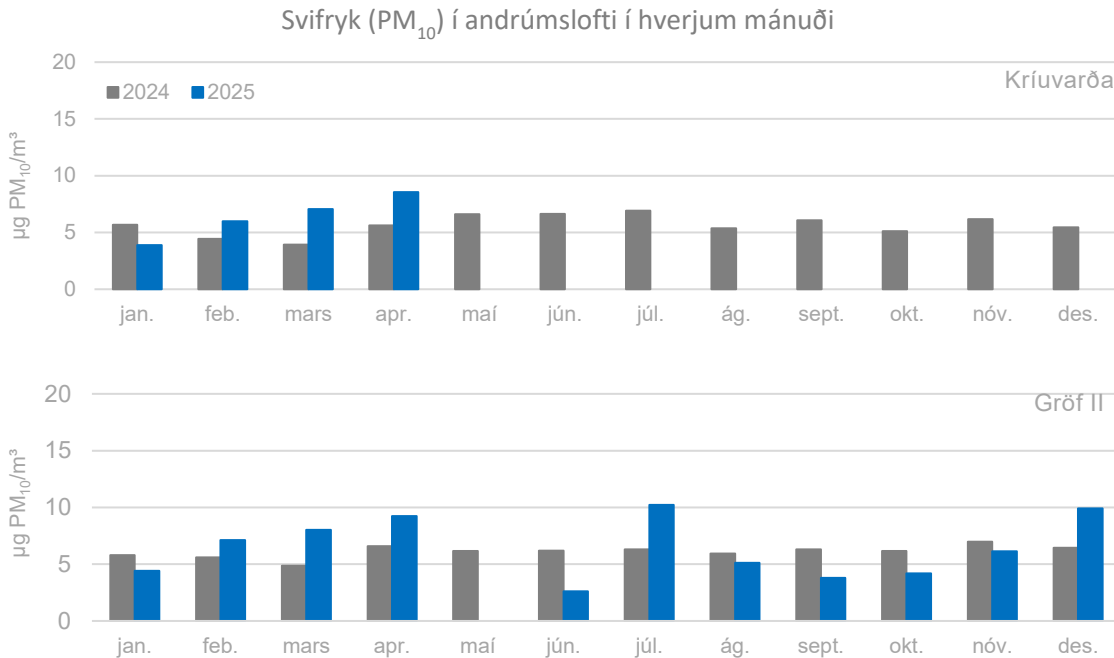
Mynd B.3 sýnir niðurstöður sjálfvirkra mælinga (flúrljómun) á meðalstyrk SO₂ í andrúmslofti í hverjum mánuði á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi árið 2025 og til samanburðar árið 2024. Árið 2025 mældist styrkur SO₂ nokkuð lægri á Kríuvörðu en árið á undan þó að nokkur breytileiki hafi verið milli mánaða, en á Gröf II mældist styrkurinn nokkuð hærri og mikill breytileiki var á milli mánaða.



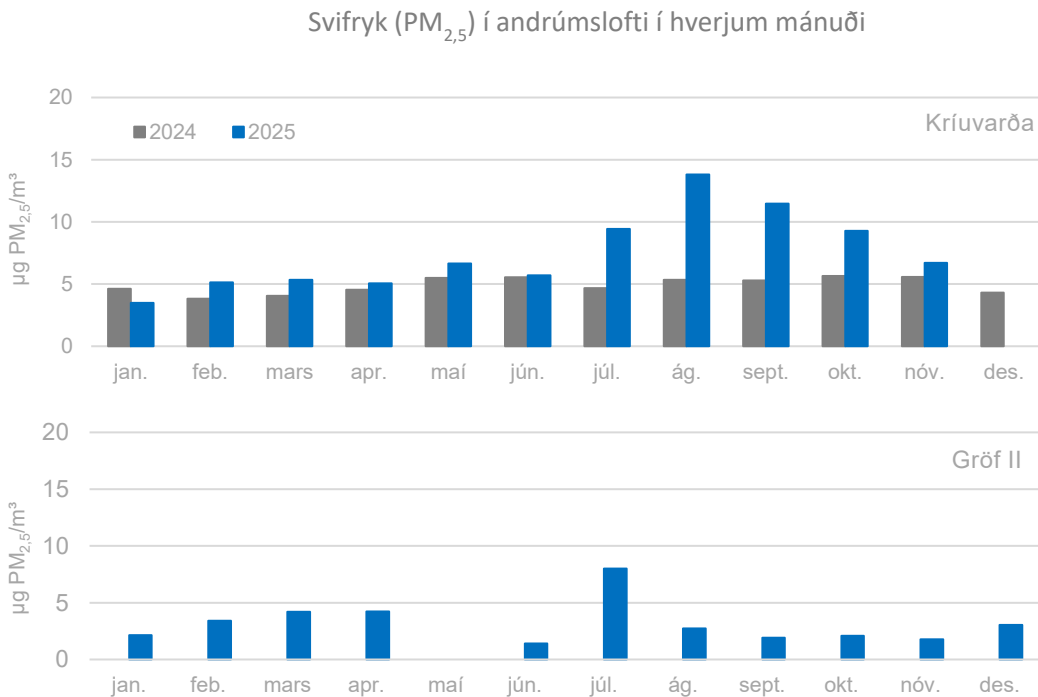
MYND B.3 Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs í andrúmslofti í hverjum mánuði árin 2024 og 2025 á Kríuvörðu, Gröf II og Melahverfi.

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. Þær mælingar sem fóru fram á Kríuvörðu á PM₁₀ og PM_{2,5} eru hærri árið 2025 miðað við árið 2024 í öllum mánuðum nema janúar. Á Gröf II sveiflaðist styrkur PM₁₀ á milli mánaða og ára.



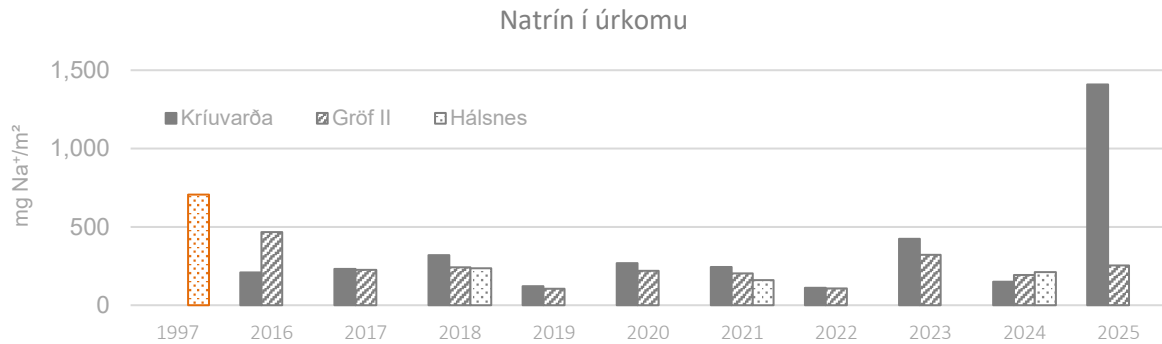
MYND B.4 Meðalstyrkur svifryks (PM₁₀) yfir árin 2024 og 2025 á Kríuvörðu og Gröf II.



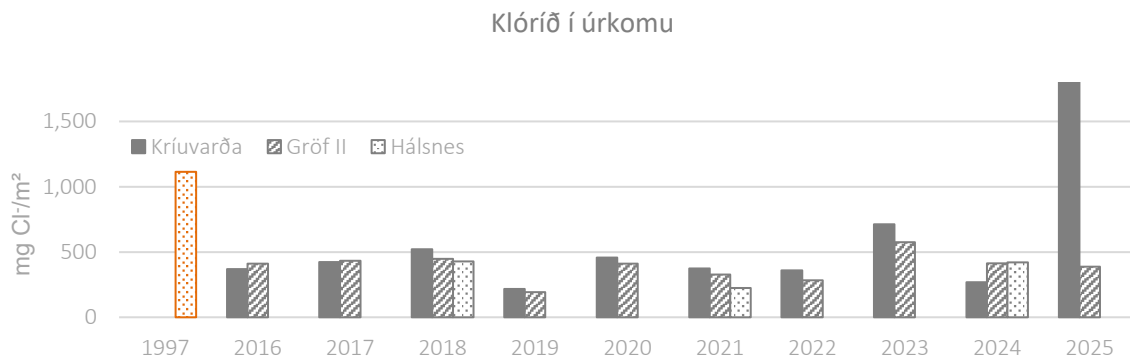
MYND B.5 Meðalstyrkur svifryks (PM_{2,5}) yfir árin 2024 og 2025 á Kríuvörðu og Gröf II. Vegna bilunar bárust engar mælingar frá Gröf II árið 2024.

B.4 Uppleyst efni í úrkomu

Magn natríns, klórs, kalsíns og nitrats var mælt í úrkomu á Gröf II og Kríuvörðu yfir janúar til júlí. 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 og á Gröf II er birtur á myndum B.6 og B.7 ásamt mæliniðurstöðum frá Hálsnesi (þriðja hvert ár). Við Gröf II mælist natrín og klóríð sambærilegt og meðaltal síðasta áratugar, en við Kríuvörðu mælist natrín og klóríð margfalt yfir meðaltali.



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

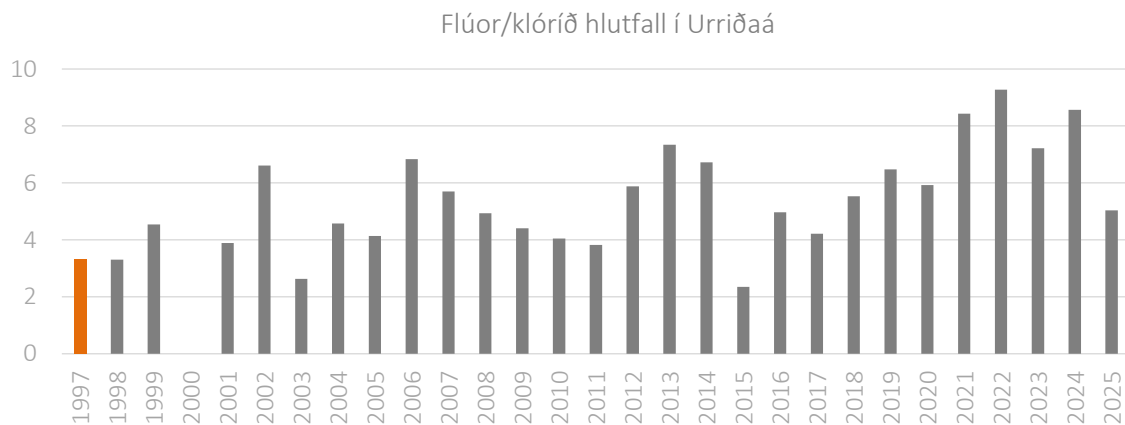
Tafla C.1 sýnir meðalstyrk allra mælinga árið 2025 í vöktunarám samanborið við hámarksgildi skv. reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn, þar sem við á. Í töflunni eru einnig birt hámarks- og lágmarksgildi allra mælipátta.

TAFLA C.1 Niðurstöður mælinga í vöktunarám árið 2025 (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>	167 Min 99 Max 220	31,4 Min 26,4 Max 37,6	8,8 Min 5,0 Max 12,3	7,36 Min 7,06 Max 7,70	210 Min 120 Max 271
<i>Urriðaaá (6)</i>	147 Min 105 Max 180	29,6 Min 25,6 Max 37,6	6,4 Min 4,0 Max 8,1	7,35 Min 7,18 Max 7,64	184 Min 153 Max 209
<i>Berjadalsá (3)</i>	25 Min 22 Max 30	16,4 Min 12,1 Max 20,0	2,9 Min 2,1 Max 3,9	7,34 Min 7,15 Max 7,60	96 Min 83 Max 103
<i>Fossá (2)</i>	33 Min 26 Max 40	11,7 Min 11,6 Max 11,8	1,9 Min 1,5 Max 2,4	7,54 Min 7,48 Max 7,60	103 Min 85 Max 120
<i>Laxá (2)</i>	32 Min 30 Max 34	9,5 Min 8,3 Max 10,6	2,0 Min 1,5 Max 2,4	7,52 Min 7,37 Max 7,66	85 Min 80 Max 89
<i>Kúludalsá (3)</i>	35 Min 29 Max 40	19,9 Min 15,7 Max 25,5	4,6 Min 3,3 Max 6,3	7,13 Min 6,65 Max 7,56	94 Min 83 Max 108
Hámarksgildi skv. rg. 536/2001	1.500	250	250	6,5 – 9,5	Á ekki við

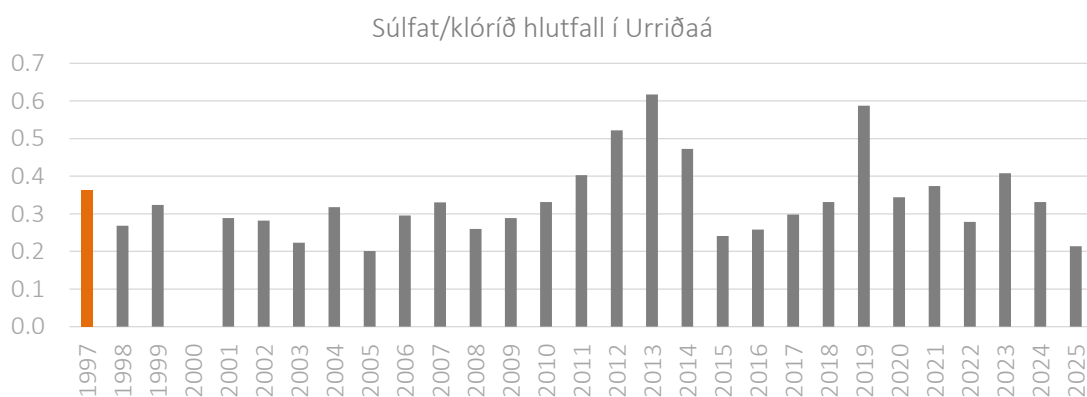
C.2 Áhrif sjávar á mælingar

Klóríð er mælt 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. Í Urriðaá er flúor sambærilegt við meðaltalsgildi undanfarinn áratug, en klóríð hærra en meðalgildið, sem veldur því að hlutfall flúor/klóríð er lægra en meðaltal undinfarinna ára, eða það lægsta frá 2017 þegar styrkur flúoríðs var lítill. Ekki er mikil breyting í styrk flúoríðs á milli ára 2024 og 2025, en styrkur klóríðs er hærri.



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

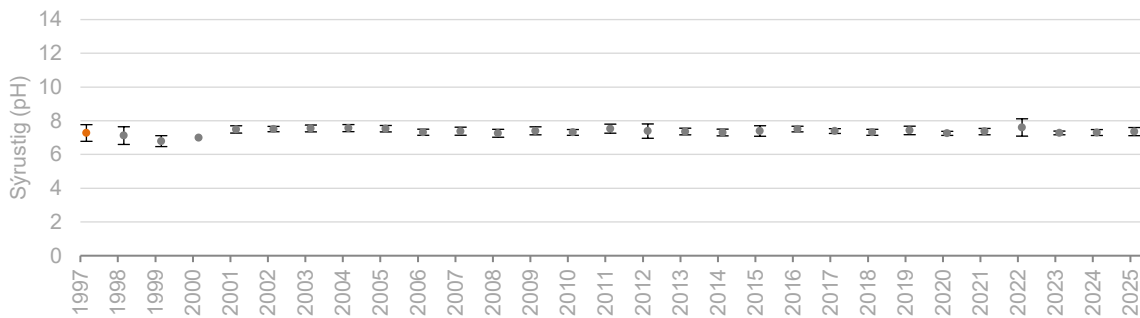
Til að meta áhrif sjávar er einnig reiknað hlutfall súlfats og klóríðs í Urriðaá. Á mynd C.2 má sjá að hlutfall súlfat/klóríð er svipað og meðaltal síðustu 10 ára. Magn súlfats mældist vel undir meðaltali síðustu 10 ára og hefur frá árinu 2006 aðeins einu seinni verið lægra. Styrk súlfats í ánni má meðal annars rekja til iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.



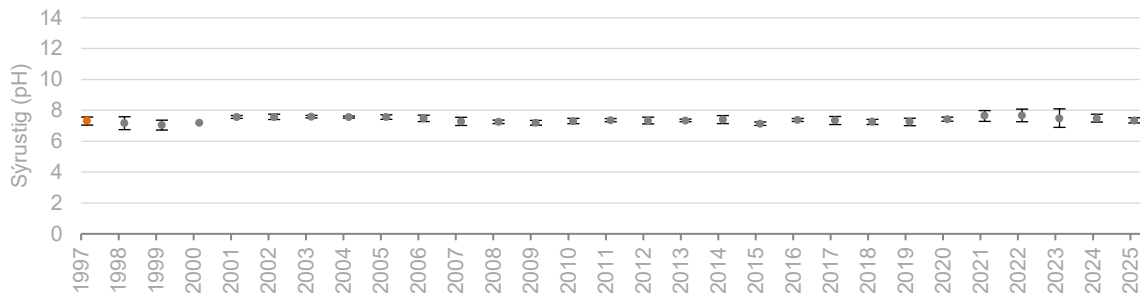
MYND C.2 Meðaltal súlfat/klóríð hlutfalls í Urriðaá og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

C.3 Tölfræðiniðurstöður ferskvatns

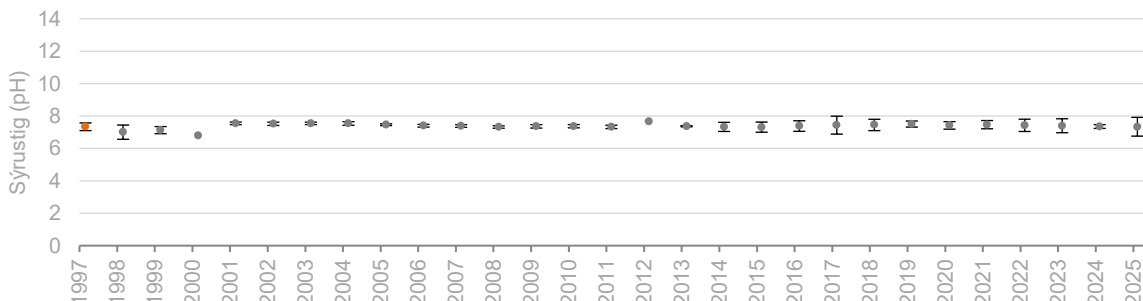
Árleg umhverfisvöktun hefur farið fram í ferskvatni frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna á tímabilinu frá 1997 – 2025 var gerð tölfræðigreining á mæliniðurstöðum Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir mældan meðalstyrk. Myndir C.3 – C.5 sýna niðurstöður tölfræðigreininga á sýrustigi Kalmansár, Urriðaár og Berjadalsár frá árunum 1997 – 2025. 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.

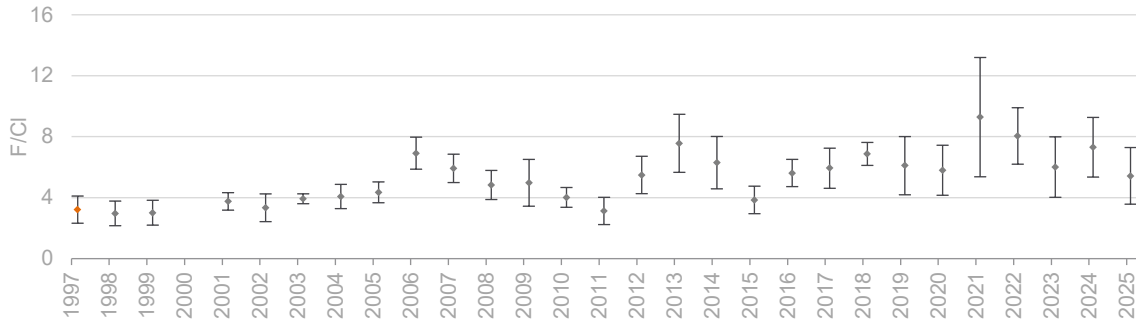


MYND C.4 Meðaltal sýrustigs í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.

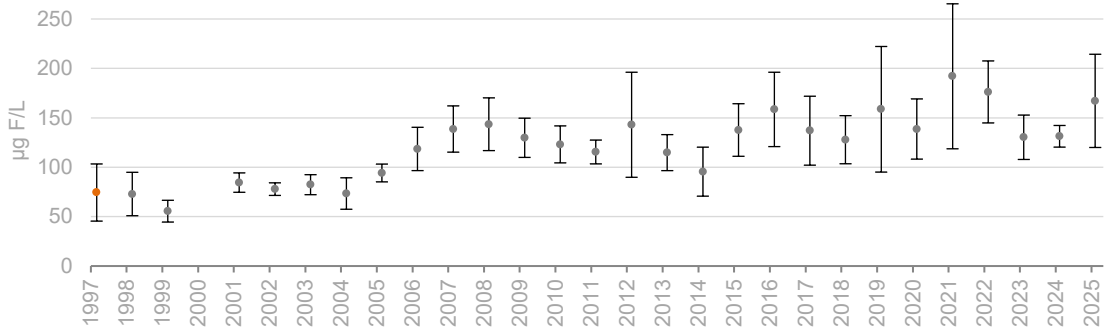


MYND C.5 Meðaltal sýrustigs í Berjadalsá ásamt 95% öryggisbilum.

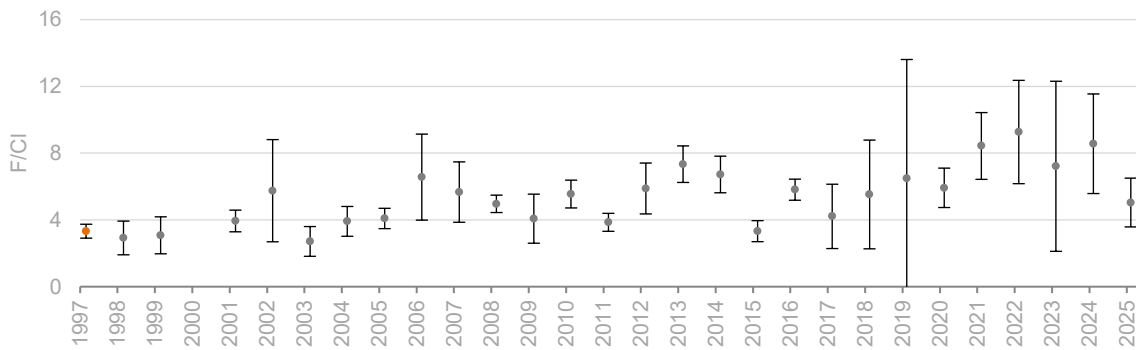
Á myndum C.6 – C.11 eru niðurstöður vegna tölfraeðigreiningar á hlutfalli flúor/klóríð og mældum flúorstyrk í Kalmansá, Urriðaá og Berjadalsá.



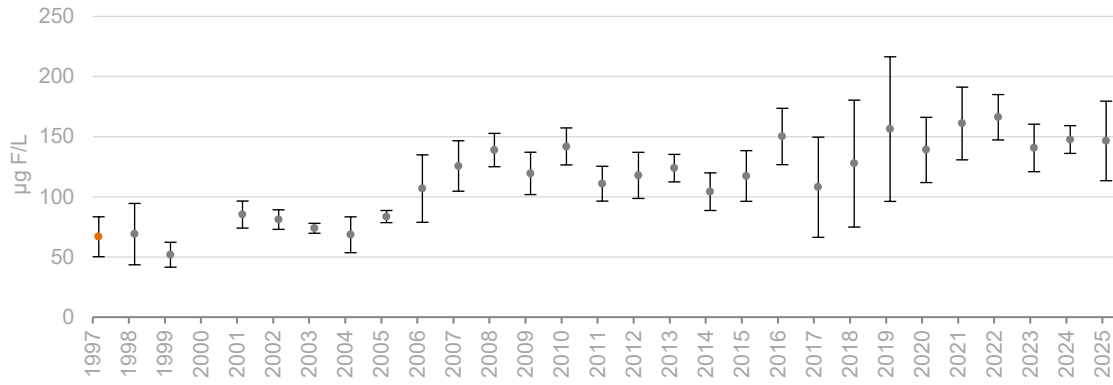
MYND C.6 Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



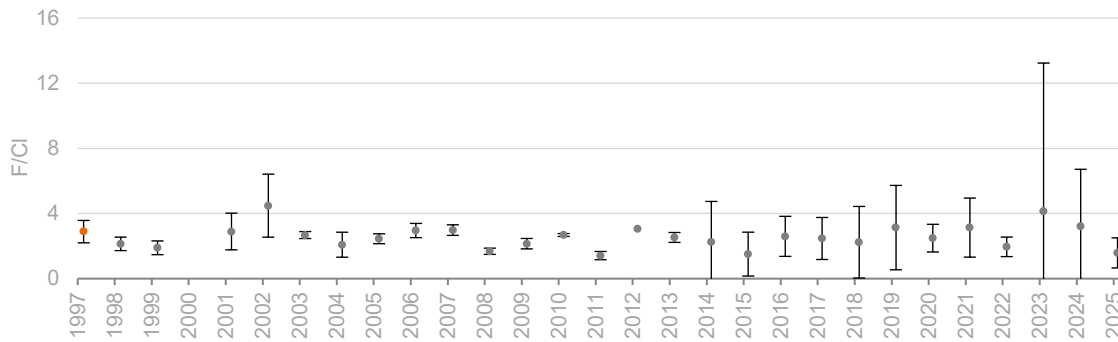
MYND C.7 Meðalstyrkur flúors í Kalmansá ásamt 95% öryggisbilum.



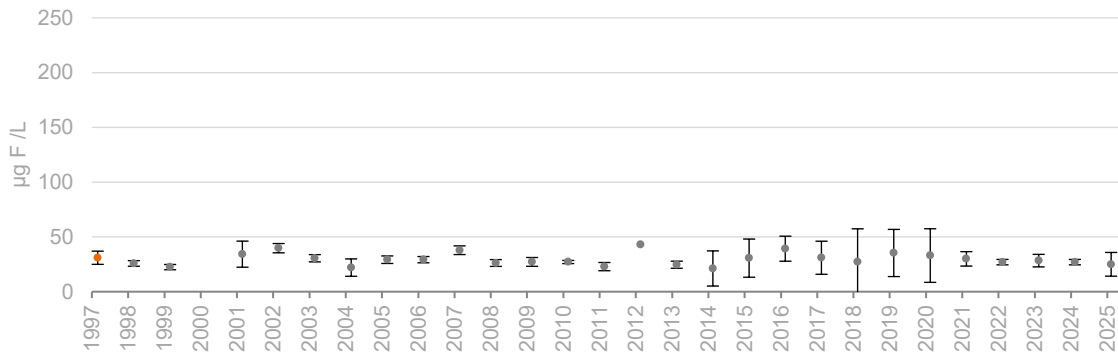
MYND C.8 Meðaltal flúor/klóríð hlutfalls í Urriðaá ásamt 95% öryggisbilum.



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

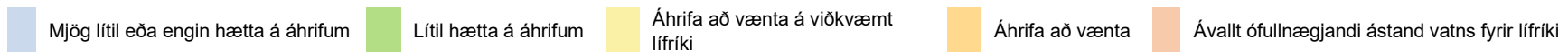
TAFLA D.1 Meðalstyrkur, hæsti og lægsti styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í maí og júlí árið 2025, auk meðaltals sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2021-2025, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *. Sýni til mælinga á flúor misfórust í meðhöndlun hjá greiningaraðila.

Vöktunarstaður	Sýnið* (fritt) mg/L	Min Max	Meðaltal 2021-2025	Sýnið* (heild) mg/L	Min Max	Meðaltal 2021-2025
1 Austurendi - 1 m	<0,0010	<0,0010 0,0017	0,002	0,004	<0,0010 0,011	0,003
2 Austurendi - 4 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 0,0014	0,002
3 Austanmegin - 1 m	<0,0010	<0,0010 0,0019	0,003	0,0015	<0,0010 0,0034	0,004
4 Austanmegin - 4 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	0,0013	<0,0010 0,0028	0,002
5 Miðja - 1 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	0,0067	<0,0010 0,019	0,003
6 Miðja - 4 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 0,004	0,003
7 Vestanmegin - 1 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002
8 Vestanmegin - 4 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	0,0016 <0,0010	0,002
9 Vesturendi - 1 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002
10 Vesturendi - 4 m	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002
Kalastaðir	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	<0,0010 0,0013	0,002
Miðja fjarðar	<0,0010	<0,0010 <0,0010	0,002	<0,0010	0,001 <0,0010	0,002

TAFLA D.2 Meðalstyrkur, hæsti og lægsti styrkur efna sem mæld voru í sjósýnum í maí og júlí árið 2025, auk meðaltals sömu efna frá viðmiðunarstöðum yfir tímabilið 2021-2025, þegar það á við. Umhverfismörk eru ekki til fyrir efni sem merkt eru með *.

Vöktunarstaður	As µg/L	Min Max	Cr µg/L	Min Max	Cu µg/L	Min Max	Ni µg/L	Min Max	Pb µg/L	Min Max	Zn µg/L	Min Max	Al µg/L	Min Max	Fe* µg/L	Min Max	P* µg/L	Min Max	V* µg/L	Min Max
1 Austurendi - 1 m	1,75	1,49 2,01	0,35	0,20 0,50	<0,5	<0,5 0,8	<0,5	<0,5 0,81	<0,3	<0,3	<2,0	<2	14	8 18	27	9 18	<40	<40 <40	2,31	2,19 2,4
2 Austurendi - 4 m	1,62	1,42 1,93	0,51	0,21 0,95	<0,5	<0,5 0,5	0,96	<0,5 2,37	<0,3	<0,3	<2,0	<2	11	8 13	38	10 16	<40	<40 <40	2,27	2,12 2,53
3 Austanmegin - 1 m	1,63	1,42 1,9	0,35	0,27 0,44	<0,5	<0,5 0,8	<0,5	<0,5 0,72	<0,3	<0,3	<2,0	<2	13	9 19	50	12 23	<40	<40 <40	2,28	2,16 2,46
4 Austanmegin - 4 m	1,74	1,48 2,21	0,27	0,13 0,36	<0,5	<0,5 0,6	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	15	8 23	48	11 25	<40	<40 53	2,16	2,02 2,36
5 Miðja - 1 m	1,72	1,49 2,1	0,57	0,28 1,1	0,65	0,7 1	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	23	20 29	65	16 31	<40	<40 <40	2,30	2,02 2,46
6 Miðja - 4 m	1,83	1,39 2,27	0,26	0,22 0,30	0,60	0,5 0,7	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	15	6 23	36	7 29	<40	<40 <40	2,18	2,07 2,3
7 Vestanmegin - 1 m	2,06	1,35 2,33	0,30	0,30 0,44	0,77	0,5 0,9	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	23	9 40	77	12 42	<40	<40 <40	2,25	2,07 2,44
8 Vestanmegin - 4 m	0,72	1,43 2,05	0,16	0,13 0,32	0,80	0,6 1	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	14	9 22	38	13 25	<40	<40 <40	2,26	2,1 2,54
9 Vesturendi - 1 m	1,70	1,45 1,94	0,40	0,18 0,61	0,80	0,7 0,9	<0,5	<0,5 0,53	<0,3	<0,3	<2,0	<2	14	7 25	44	14 30	<40	<40 <40	2,26	2,09 2,46
10 Vesturendi - 4 m	1,98	1,5 2,45	0,27	0,16 0,37	0,75	0,7 0,8	<0,5	<0,5 0,52	<0,3	<0,3	<2,0	<2	12	7 17	39	18 21	<40	<40 <40	2,34	2,16 2,49
Kalastaðir	1,96	1,56 2,36	0,28	0,16 0,39	0,65	0,6 0,7	<0,5	<0,5 0,6	<0,3	<0,3	3,11	3,12 3,11	85	7 210	179	12 471	44	<40 <40	2,84	2,2 3,65
Miðja fjarðar	1,89	1,51 2,22	0,22	0,17 0,28	<0,5	<0,5 0,5	<0,5	<0,5 <0,5	<0,3	<0,3	<2,0	<2	7	2 10	13	<4 24	<40	<40 <40	2,34	2,21 2,48
Kalastaðir Meðaltal 2021-2025	1,89		0,89		1,1		1,0		0,5		3,31		66		120		68		2,55	
Miðja fjarðar Meðaltal 2021-2025	1,65		0,46		0,7		0,5		0,3		2,24		23		33		39		2,24	

Sýni tekin 28.júlí frá vöktunarstöðum 1,6,8,9,10 og við Kalastaði misfórust í meðhöndlun hjá greiningaraðila.



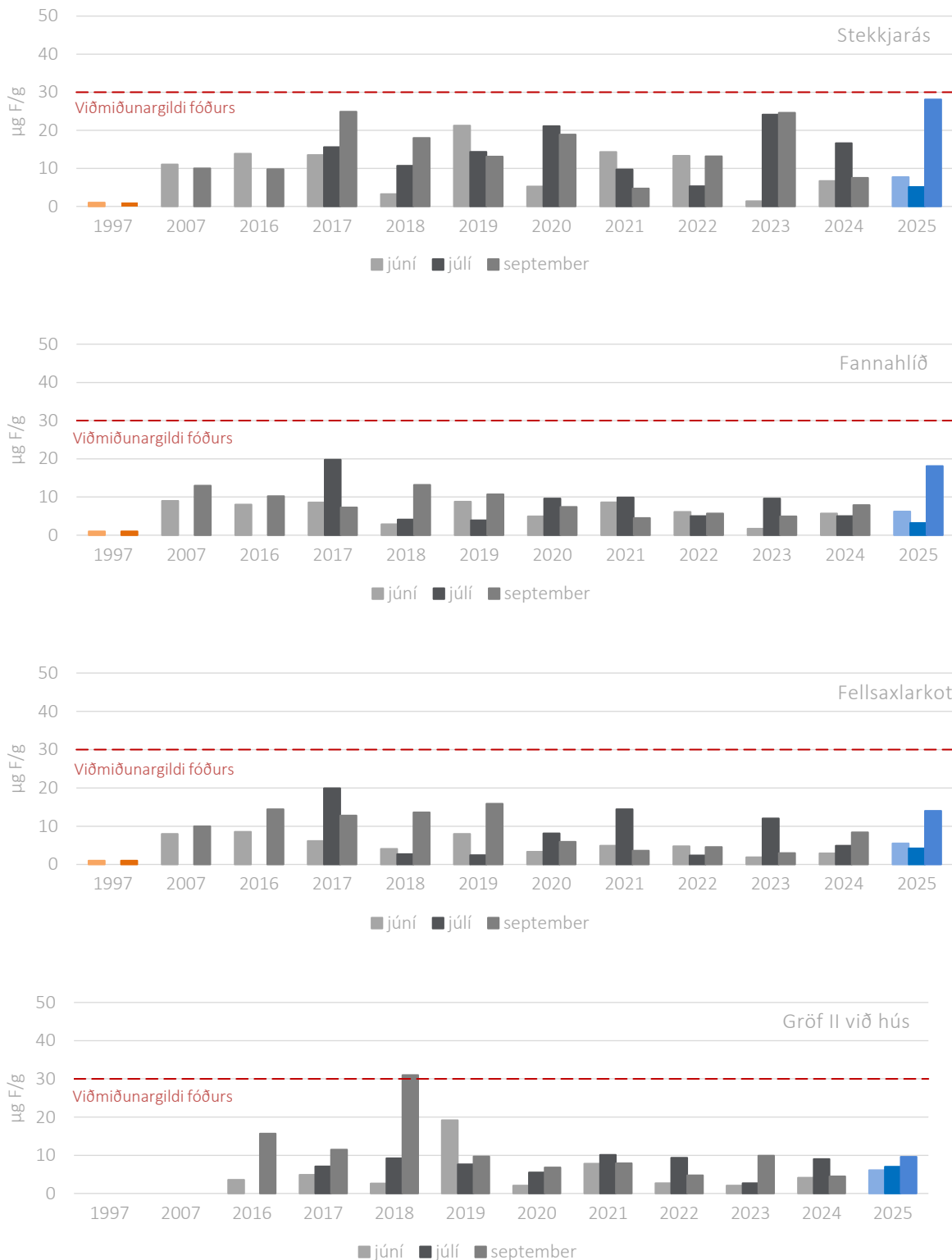
Viðauki E Gróður

Niðurstöður frá umhverfissvöktun gróðurs norðan og sunnan Hvalfjarðar má sjá í köflum E.1 og E.2. Niðurstöður tölfræðigreiningar fyrir umhverfissvöktun á gróðri frá árunum 1997 til 2025 má sjá í kafla E.3. Þegar sýnum er safnað í júní er vöxtur plantna hraðastur en í september er komið að lokum vaxtatímabilsins. Sýni voru einnig tekin af grasi í júlí. Sýnatökustaðir árið 2025 voru samtals 14 og var sýnum safnað bæði sunnan og norðan megin Hvalfjarðar og í Skorradal til viðmiðunar.

E.1 Flúor í grasi

Styrk flúors í grasi má sjá á mynd E.1, fyrir árin 2007 (öll ker álversins tekin í notkun) og yfir tímabilið 2016-2025 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Við Hlíð hófust mælingar árið 2009 og við Gröf II við hús árið 2010. Á Ferstiklu og Hálsi í Kjós var fyrst mælt árið 2011, við Hólabrú árið 2018 og við Kalastaðarkot árið 2022. Til viðmiðunar eru tekin sýni í Skorradal. Talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í fóðri eru 30 µg F/g [10] og talin þolmörk grasa gagnvart flúor í plöntuvef er 100 – 200 µg F/g [9]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfissvöktunar fyrir niðurstöður áranna 1998 til 2015, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

Flúor í grasi

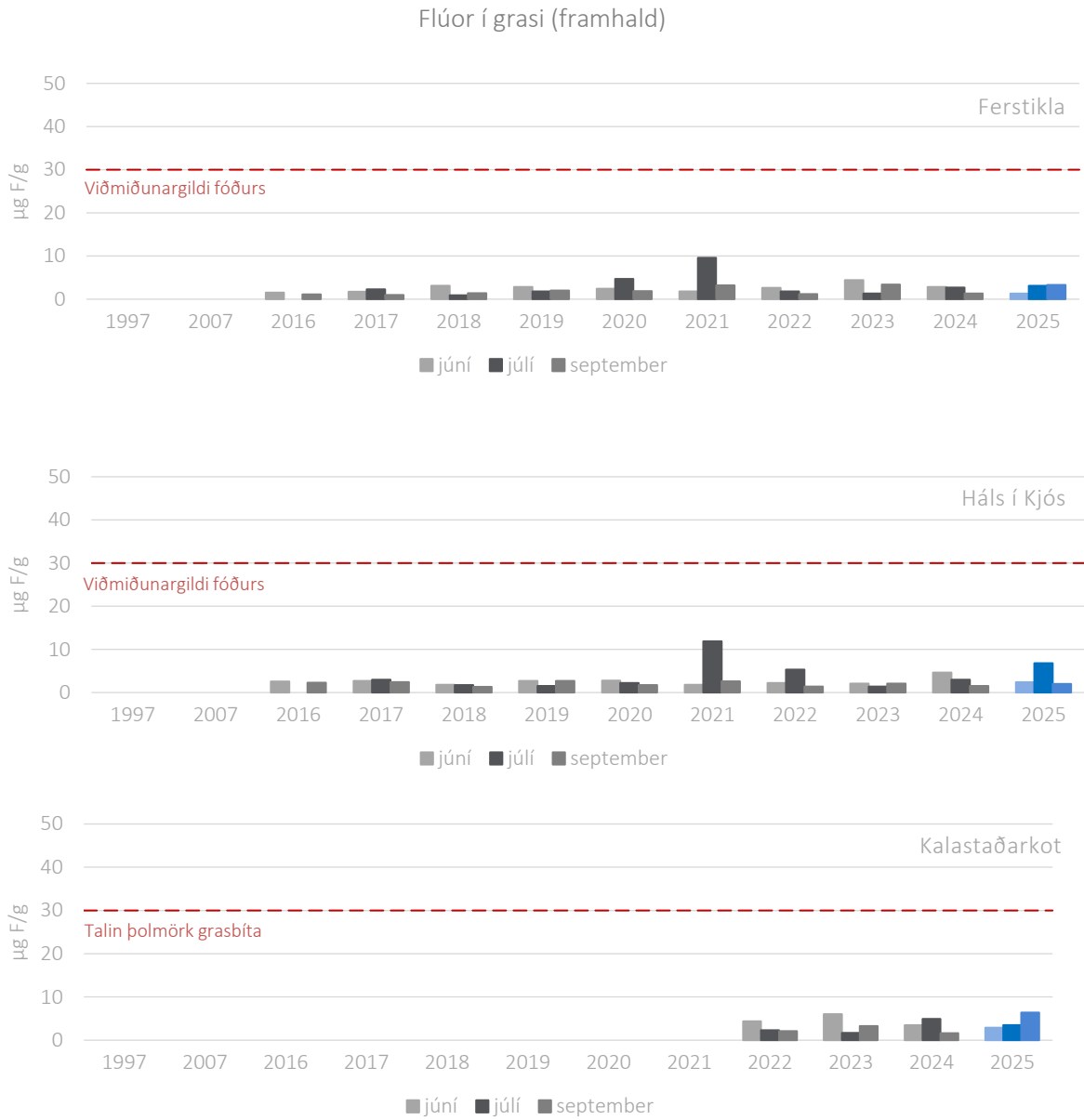


MYND E.1 Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar, þegar það á við.

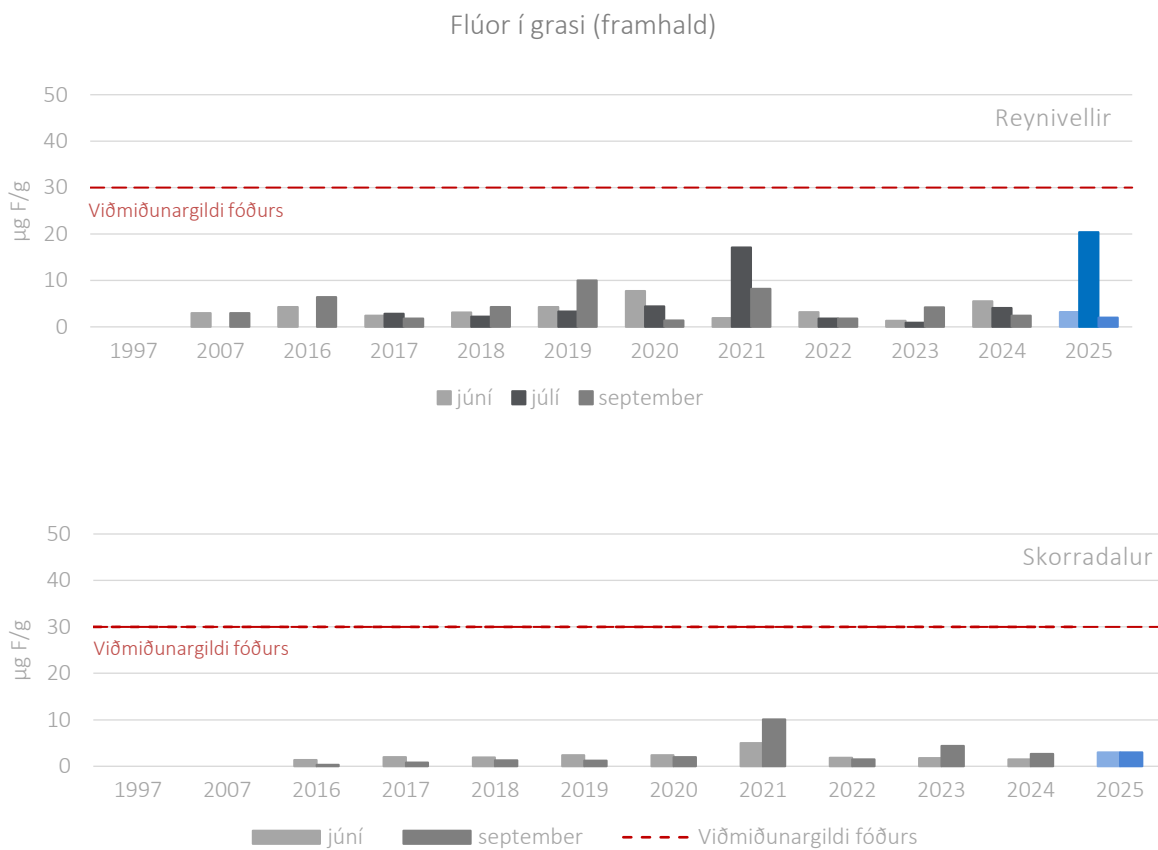
Flúor í grasi (framhald)



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



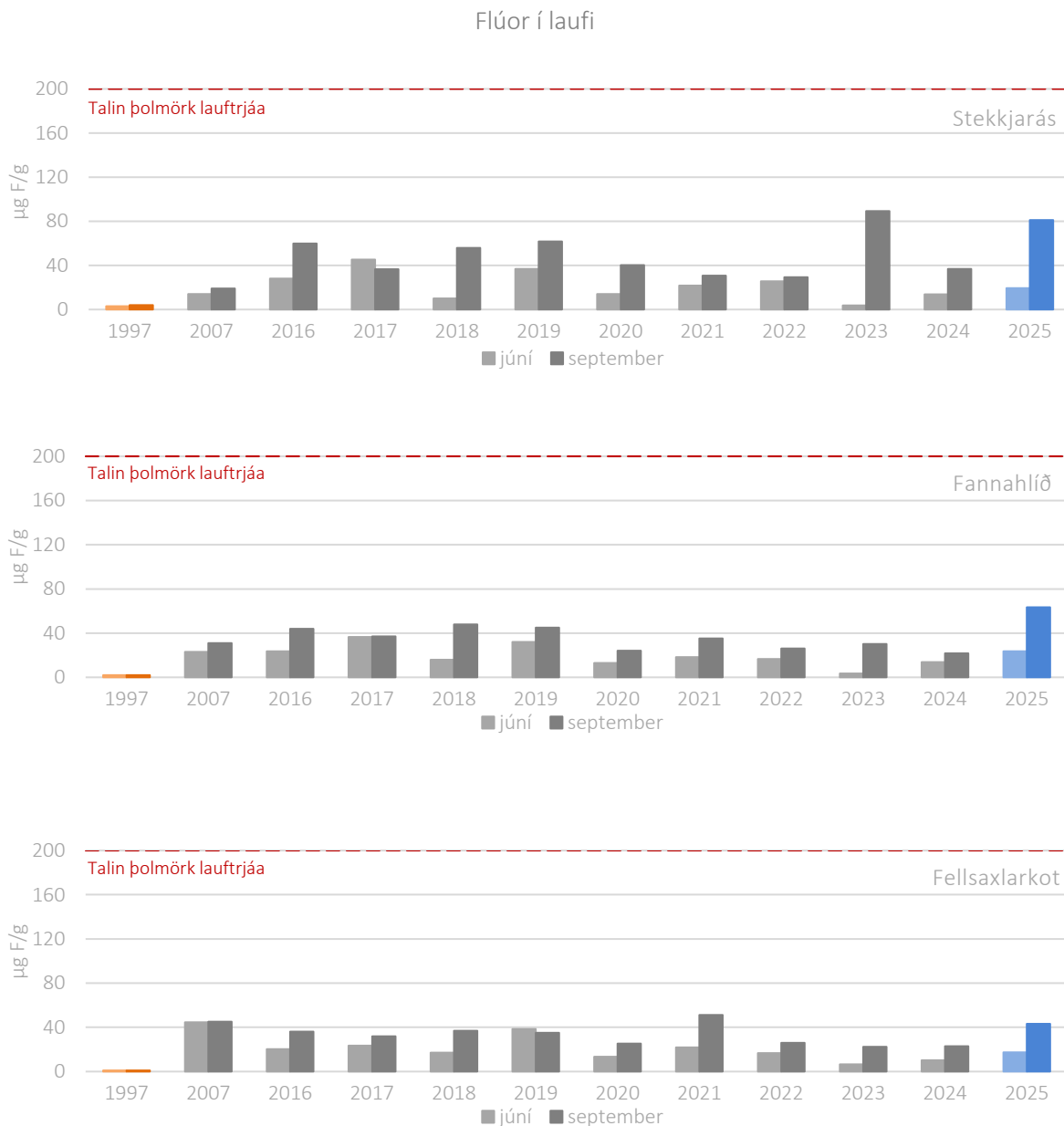
MYND E.1 (framhald) Styrkur flúors í grasi og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar, þegar það á við.



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

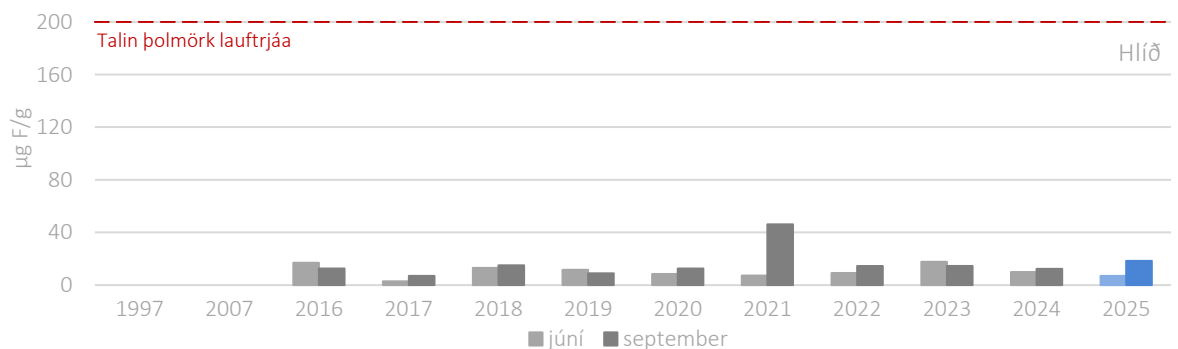
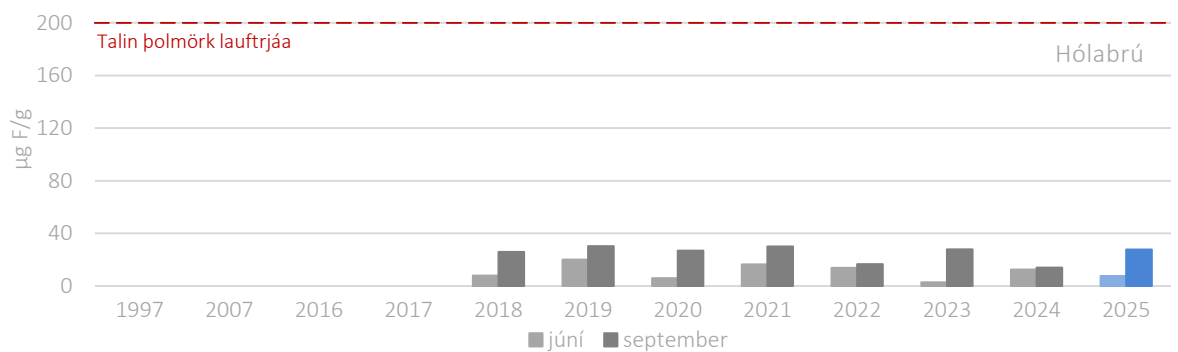
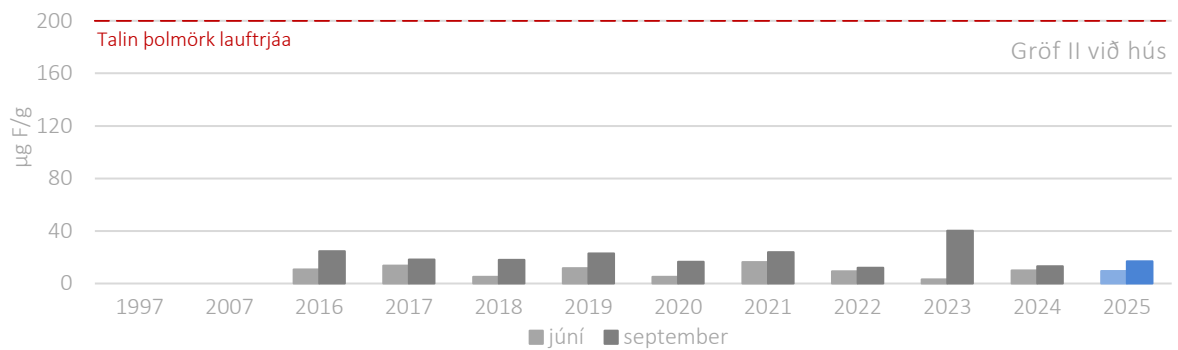
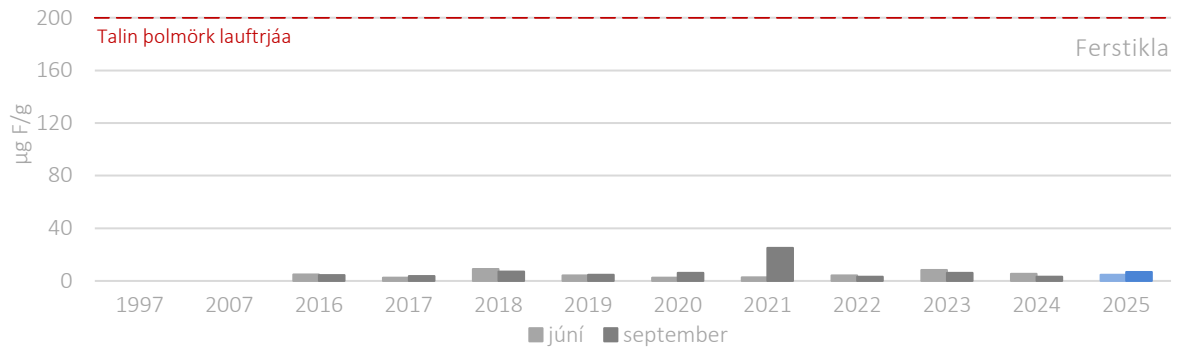
E.2 Flúor í laufi

Meðalstyrk flúors í laufi frá þrettán vöktunarstöðum má sjá á mynd E.2 fyrir árin 2007 (öll kerálversins tekin í notkun) og yfir tímabilið 2016 - 2025 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Að Gröf II við hús og við Hlíð hefur flúor í laufi verið mælt frá 2009. Á árinu 2011 hófust mælingar við Ferstiklu og Háls í Kjós, árið 2018 hófust mælingar við Hólabrú og við Kalastaðarkot árið 2022. Mælingar í Skorradal fóru áður fram árið 2013 og síðan árlega frá árinu 2016. Talin þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í plöntuvef eru 200 $\mu\text{g F/g}$ [9]. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árunna 1998 til 2015, sem nálgast má hjá Umhverfis- og orkustofnunar.



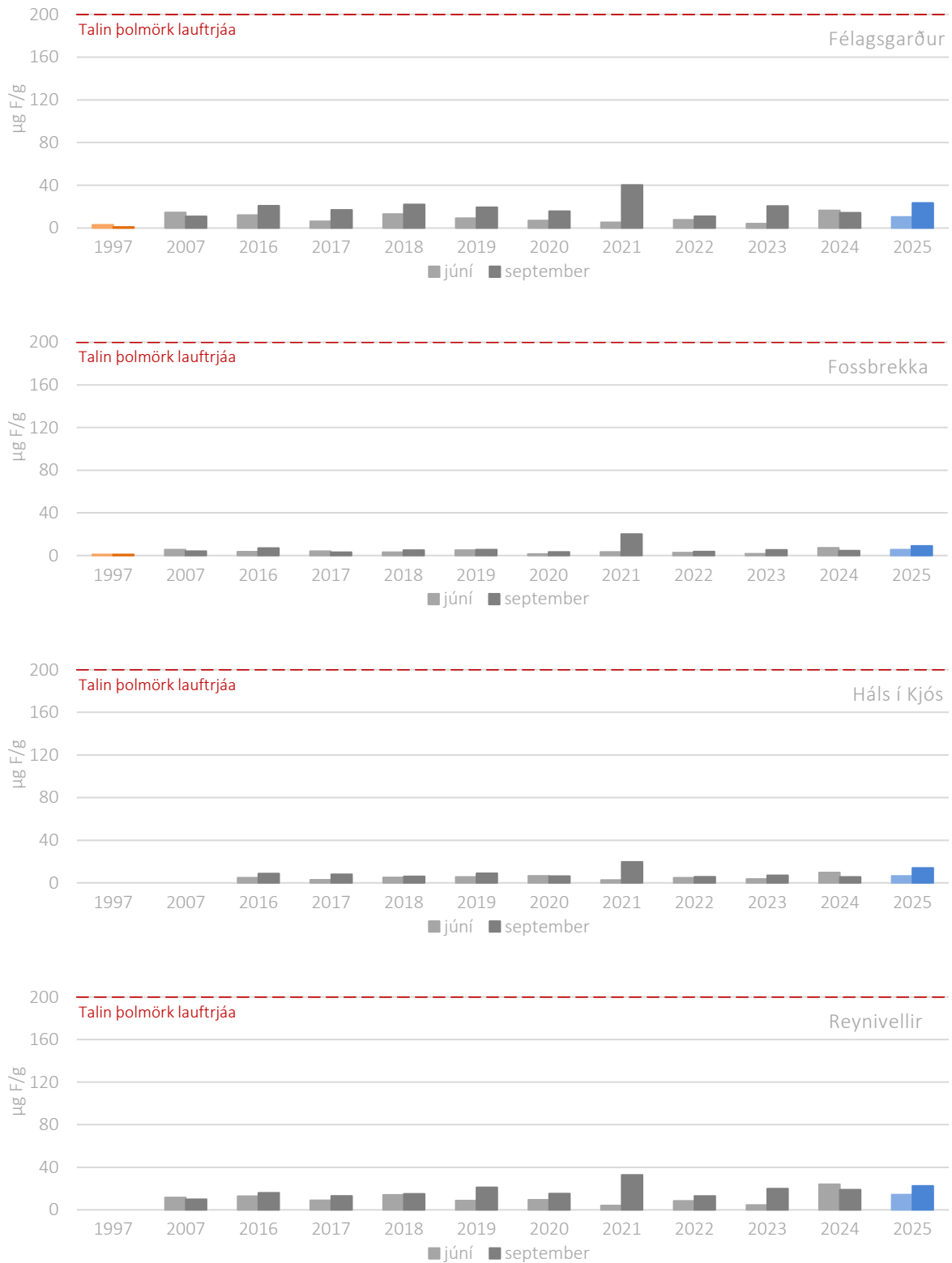
MYND E.2 Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í laufi (framhald)



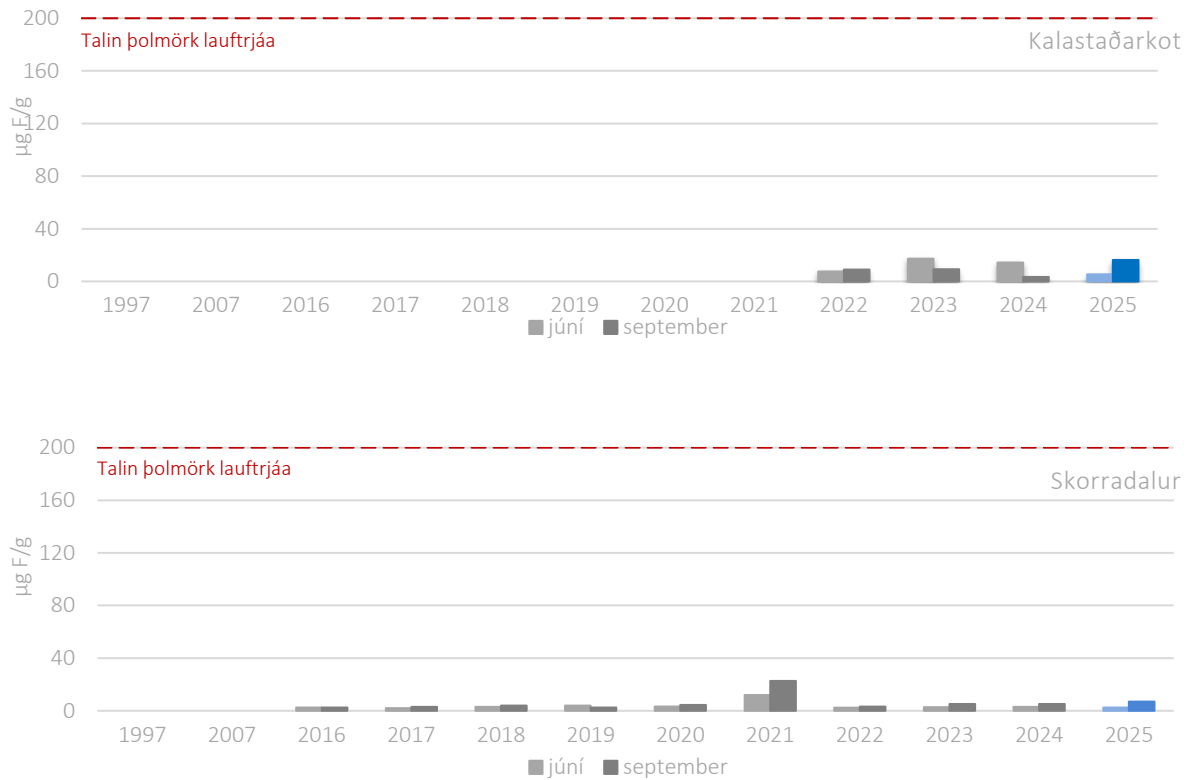
MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

Flúor í laufi (framhald)



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

Flúor í laufi (framhald)

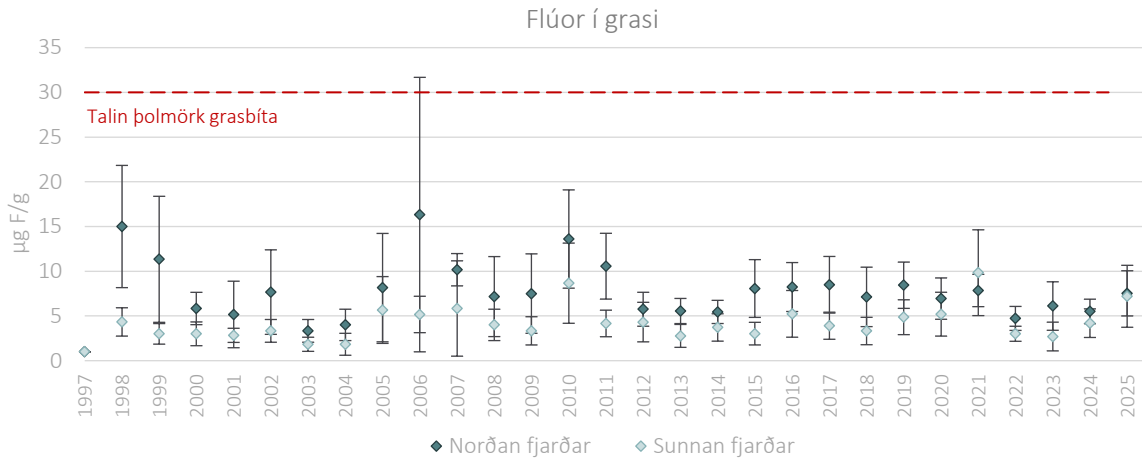


MYND E.2 (framhald) Meðalstyrkur flúors í laufi, vor og haust og bakgrunnsgildi frá 1997 til viðmiðunar.

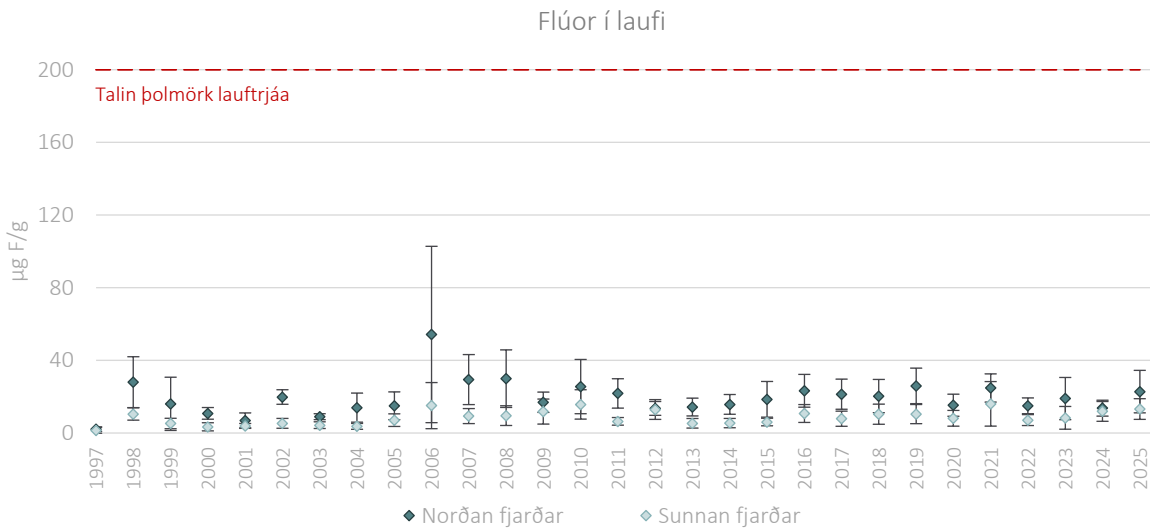
E.3 Tölfræðiniðurstöður gróðurs

Umhverfisvöktun fyrir gróður hefur farið fram árlega frá árinu 1997. Til að leggja mat á breytileika mælinganna frá 1997 – 2025 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 - 2025 eru birt á eftirfarandi myndum E.3 - E.6.

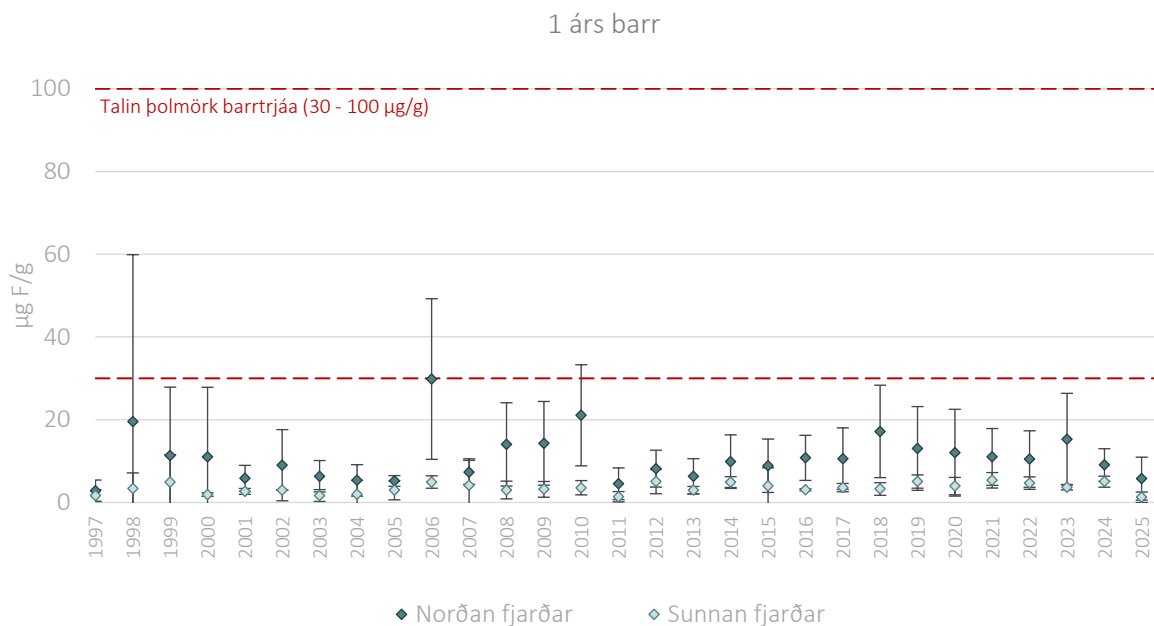
Mynd E.3 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í grasi norðan og sunnan fjarðar og mynd E.4 sýnir niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í laufi norðan og sunnan fjarðar. Myndir E.5 og E.6 sýna niðurstöður tölfræðigreiningar á meðalstyrk flúors í eins og tveggja ára barri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



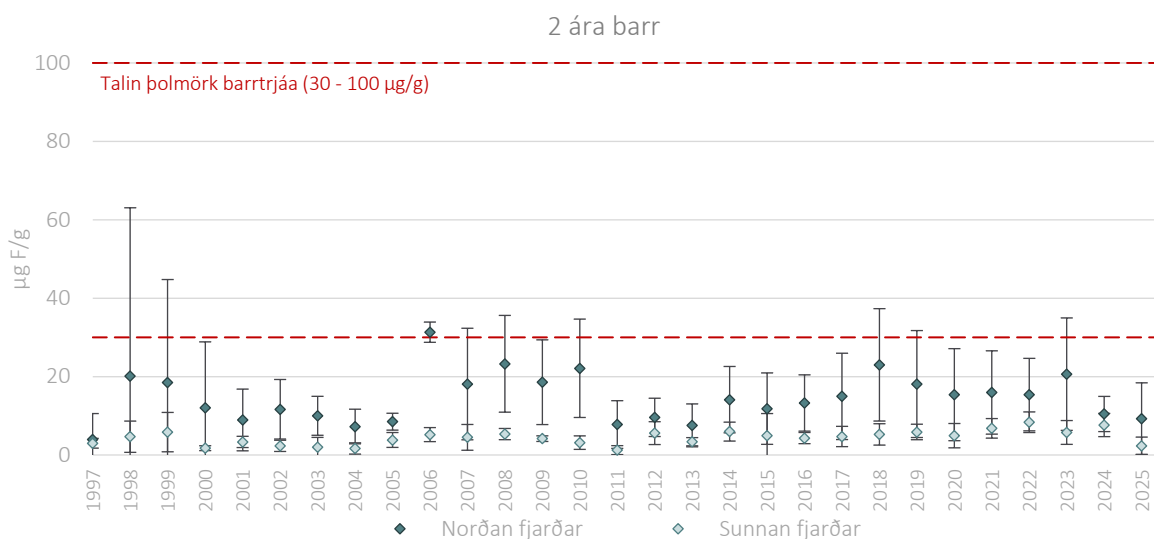
MYND E.3 Meðalstyrkur flúors í grasi norðan og sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum.



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



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



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

Viðauki F Grasbítar (Sauðfé og hross)

Flúor var mældur í beinösku í samtals 95 hausum lamba og fullorðins fjár. Hausar og tennur voru einnig skoðuð með tilliti til álags auk þess sem haldin var skrá yfir tannslit, ástand glerungs, mislitun tanna, tannbrodda, tannmissi, fjölda lausra tanna, fjölda brotinna tanna, beinbólgu í kjálkum, beinrýrnun í kjálkum, tannholdsryrnun og tannstein. Hér má sjá yfirlit yfir þá bæi sem lögðu til hausa af sláturfé til mælinga og skoðunar (tafla F.1) og yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálka sláturfjár (tafla F.2) og eru öll gildi flúors miðuð við þurrefni [14]. Söfnun hausa og skoðun dýralæknis á kjálkum og tönnum sauðfjár

TAFLA F.1 Yfirlit yfir vöktunarbæi.

	Móttekin sýni	Fjöldi sýna		Ástand glerungs á framtönnum			
				Eðlilegur		Með breytingum	
		Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé	Lömb	Fullorðið fé
Norðan Hvalfjarðar	Eystra Miðfell	0	3		3		
	Eystri Leirárgarðar	4	4	4	3 ²⁾		
	Hóll	4	4	4	4		
	Hrafnabjörg	4	4	3	4	1	
	Innri Hólmur	3	1	3	1		
	Skipanes	4	4	3	4	1	
	Skorholt	4	4	3	3 ²⁾		
	Vestri Reynir	2	0	2			
	Vogatunga	4	4	4	3		1
Sunnan Hvalfjarðar	Kiðafell	4	2	4	2		
	Miðdalur ¹⁾	4	4	4	4		
	Fell ¹⁾	4	4	4	4		
Viðmiðunarsýni – sauðfé							
	Bjarnarhöfn (Snæfellsnes)	4	4				
	Skjaldfönn (N-Ísafjarðar)	4	4				
	Samtals	49	46				
¹⁾ Nýr bær							
²⁾ Vantaði allar framtennur í eitt dýr							

TAFLA F.2

Yfirlit yfir flúorstyrk í beinösku kjálkabeina sláturfjár, ásamt lágsta og hæsta meðalstyrk á hverjum vöktunarbæ. Þau gildi sem eru skv. niðurstöðum norskra rannsókna hærrí en viðmiðunarmörk, þar sem hætta er talin á tannskemmdum í ungum dádýrum (>900 µg F/g þurrefni [13, 17]), eru í gulu lettri. Rauð gildi eru yfir styrk 2.000 µg F/g þurrefni og eru talin valda tannskemmdum í dádýrum skv. sömu rannsókn.

Bær	Lömb	Fullorðin fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Norðan Hvalfjarðar			
Eystra Miðfell	-	892	3
	-	1.377	4
	-	1.740	5
	-	-	-
Meðalstyrkur / (Min-Max)	Ekkert sýni-	1.336 / (892-1.740)	
Eystri Leirárgarðar	95	590	8
	81	687	8
	104	493	7
	75	639	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	89 / (75-104)	602 / (493-639)	
Hóll	126	695	7
	104	695	4
	107	681	7
	73	548	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	103 / (73-126)	655 / (548-695)	
Hrafnabjörg	197	894	5
	136	808	5
	101	955	6
	61	786	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	124 / (61-197)	860 / (786-955)	
Innri Hólmur	268	1.186	5
	278	-	-
	279	-	-
	-	-	-
Meðalstyrkur / (Min-Max)	275 / (268-279)	1.186	
Skipanes	45	1.149	6
	64	986	6
	68	960	4
	70	1.205	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	125 / (70-216)	1.075 / (960 – 1.205)	
Skorholt	135	774	6
	163	1.061	5
	149	833	7
	110	1.114	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	139 / (110-163)	946 / (774-1.114)	
Vestri Reynir	164	-	-
	200	-	-
	-	-	-
	-	-	-
Meðalstyrkur / (Min-Max)	182 / (164-200)	Ekkert sýni	
Vogatunga	94	1.296	8
	117	805	9
	122	1.076	7
	116	984	8
Meðalstyrkur / (Min-Max)	112 / (94-122)	1.040 / (805-1.296)	

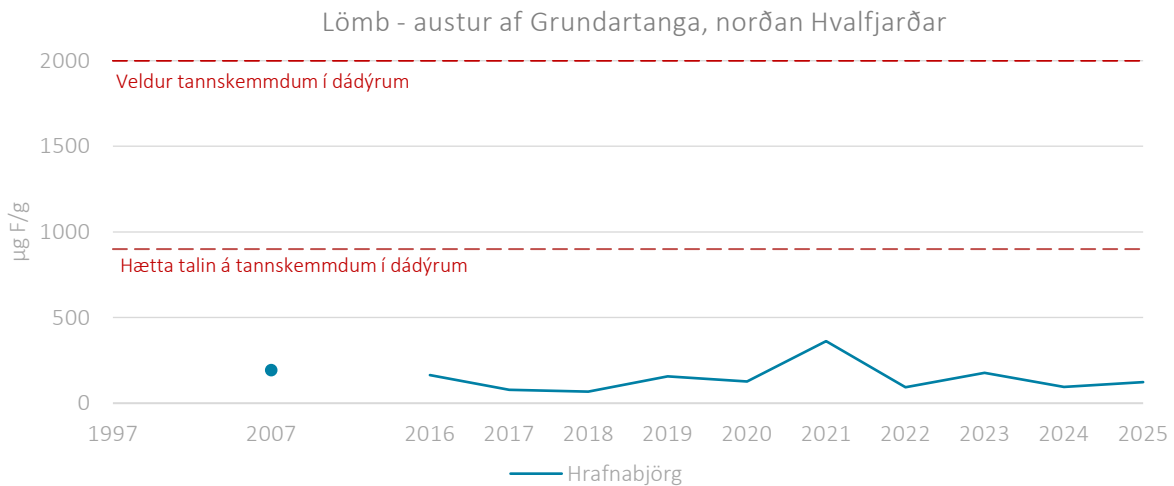
Bær	Lömb	Fullorðið fé	
	Flúor (µg F/g þurrefni)	Flúor (µg F/g þurrefni)	Aldur
Sunnan fjarðar			
Kiðafell	76	644	7
	70	530	8
	141	-	
	69	-	
Meðalstyrkur / (Min-Max)	89 / (69-141)	587 / (530-644)	
Miðdalur	125	719	4
	118	785	8
	117	884	4
	157	921	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	129 / (117-157)	827 / (719-921)	
Fell	202	965	6
	176	1.011	6
	148	808	6
	162	760	6
Meðalstyrkur / (Min-Max)	172 / (148-202)	886 / (760-1.011)	
Viðmiðunarstaðir			
Bjarnarhöfn	48	94	4
	59	117	5
	72	122	7
	61	116	5
Meðalstyrkur / (Min-Max)	60 / (48-72)	112 / (94-122)	
Skjaldfönn	97	209	8
	147	314	9
	89	209	8
	74	293	7
Meðalstyrkur / (Min-Max)	102 / (94-147)	256 / (209-314)	

F.1 Flúor í lömbum og fullorönu fé eftir svæðum

Flúor í kjálkum lamba eftir svæðum

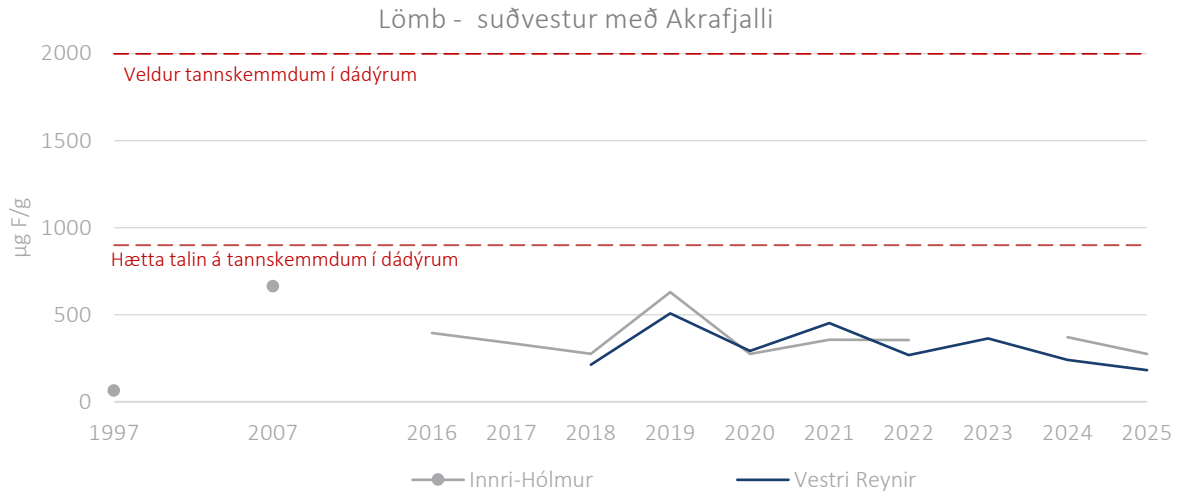
Hér fyrir neðan má sjá meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba árin 2007 (öll ker álversins í notkun) og yfir tímabilið 2016-2025 auk viðmiðunarsýna frá árinu 1997 þegar það á við. Vísað er til fyrri ársskýrslna umhverfisvöktunar fyrir niðurstöður árána 1998 til 2015, sem nálgast má á vef Umhverfis- og orkustofnunar.

Miðað við ríkjandi vindáttir verður vöktunarsvæðið austan við iðnaðarsvæðið á Grundartanga fyrir hvað minnstum áhrifum vegna losun flúors frá álverinu. Á síðustu árum hafa sýni verið tekin af lömbum frá einum bæ á þessu svæði, sbr. mynd F.1. Ekki liggur fyrir bakgrunnsgildi hjá lömbum frá þessu svæði en það er marktæk breyting til lækkunar á meðalstyrk flúors í kjálkabeini lamba árið 2025 miðað við árin 1999 og 2007 (mynd F.11).



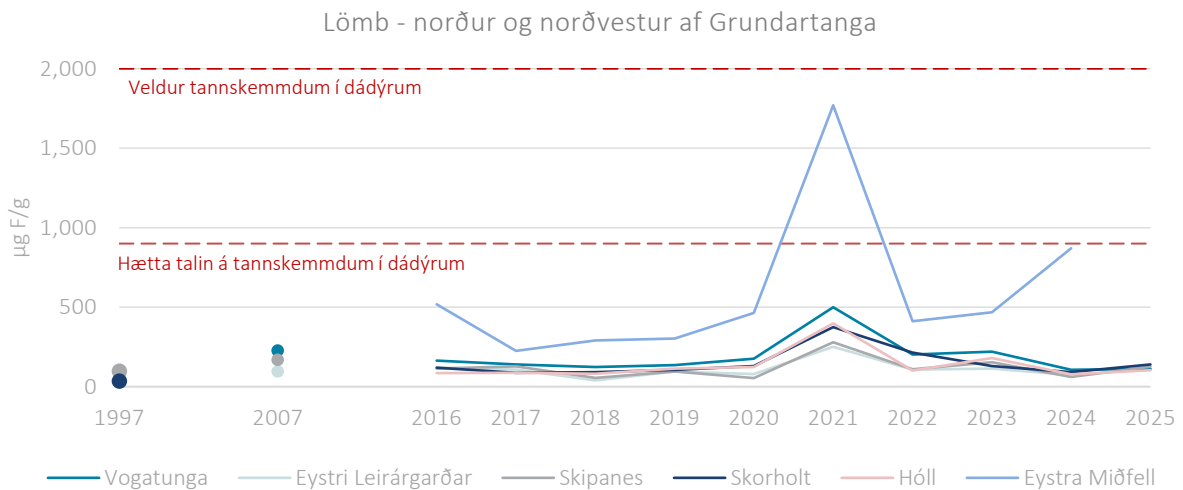
MYND F.1 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu.

Flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá vöktunarbæjum suðvestur með Akrafjalli, má sjá á mynd F.2. Miðað við ríkjandi vindáttir verður þetta vöktunarsvæði fyrir hvað mestum áhrifum vegna flúorlosunar frá álverinu. Marktæk breyting til hækkunar er á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2025 miðað við árið 1997 en lækkun miðað við árið 2007 (mynd F.12).



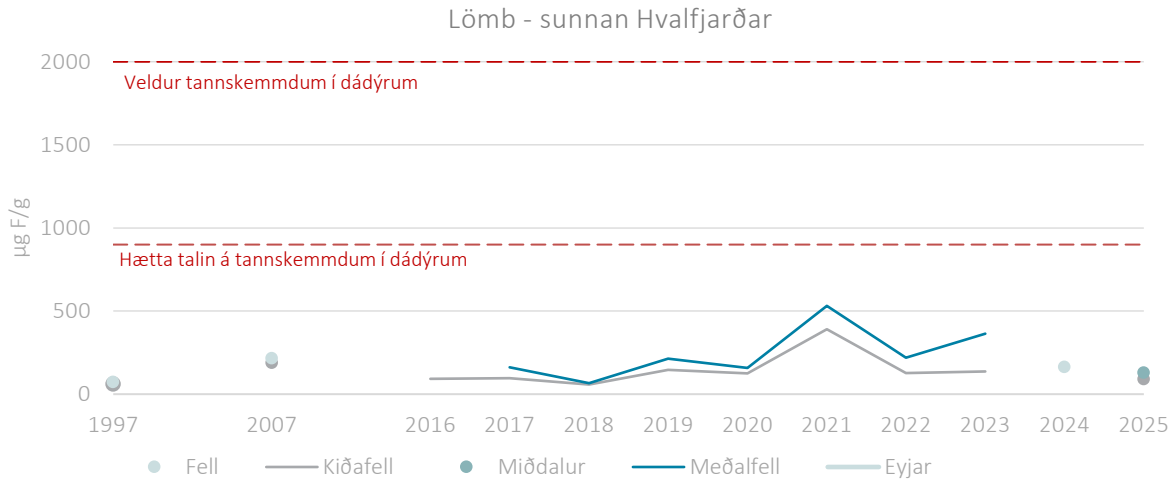
MYND F.2 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum lamba frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997.

Mynd F.3 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Söfnun lambshausa frá Eystra-Miðfelli misfórst í sláturhúsi og því fengust þaðan engin lömb sem uppfylltu aðferðafræði söfnunar. Engin breyting var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2025 miðað við árin 1997 annars vegar og 2007 hins vegar (mynd F.13).



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

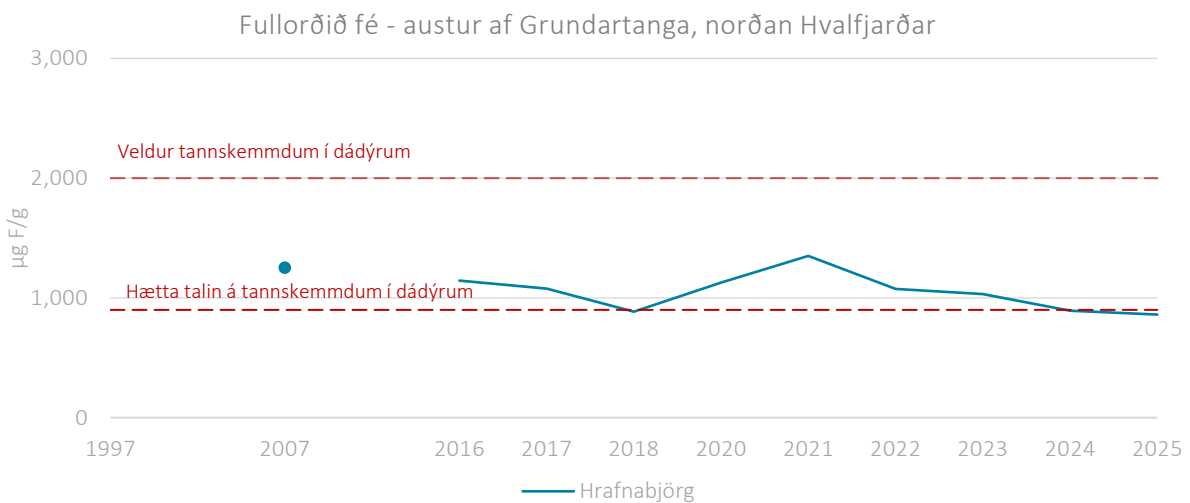
Mynd F.4 sýnir flúorstyrk í kjálkabeinum lamba frá bæjum sem staðsettir eru sunnan Hvalfjarðar. Miðdalur er nýr bær á þessu svæði og Fell kemur aftur inn sem vöktunarstaður en sýni frá þeim bæ voru síðast mæld árið 2007. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum lamba frá þessu svæði árið 2025 miðað við árið 1997 en breytingin er marktæk til lækkunar miðað við árið 2007 (mynd F.14).



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

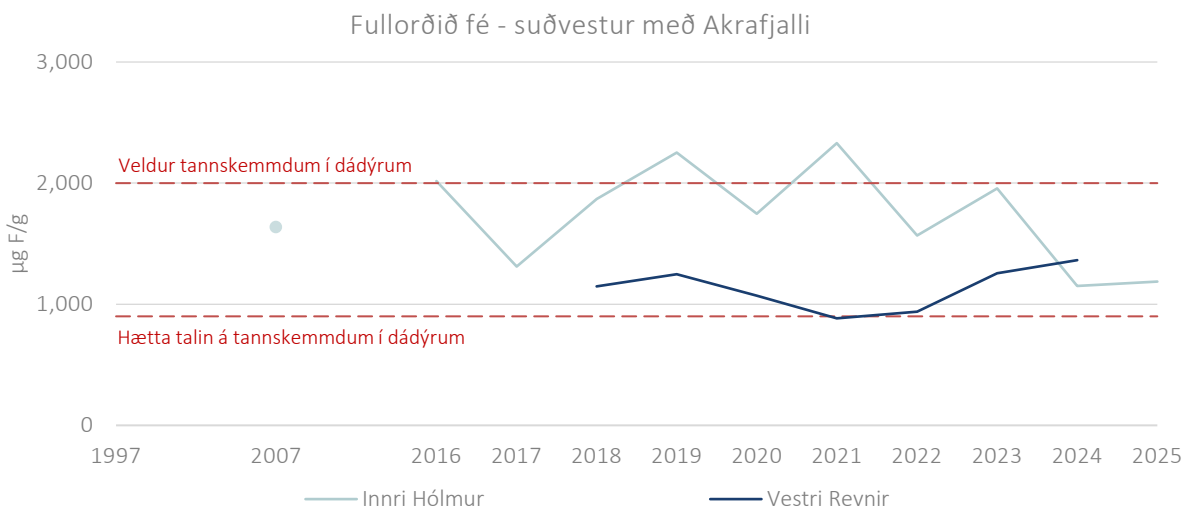
Flúor í kjálkum fullorðins fjár eftir svæðum

Vöktun fer fram á einum bæ, Hrafnabjörgum, sem staðsettur er á vöktunarsvæði austur af iðnaðarsvæðinu (mynd F.5). Árið 2025 var engin breyting á meðalstyrk flúors í fullorðnu fé frá Hrafnabjörgum miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.17).



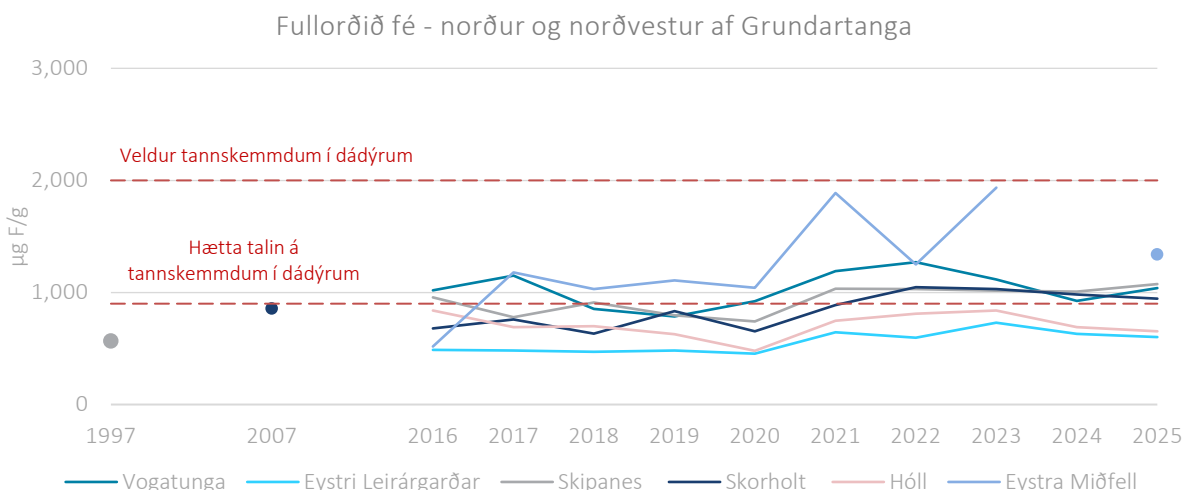
MYND F.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum austur af iðnaðarsvæðinu og viðmiðunarsýni frá 1997. Engin sýni bárust árið 2019.

Mynd F.6 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá vöktunarbæjum sem staðsettir eru suðvestan við iðnaðarsvæðið. Að þessu sinni barst ekkert fullorðið fé frá Vestri Reyni og einungis eitt sýni frá Innri Hólmi. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2025 miðað við árið 2007 (mynd F.18).



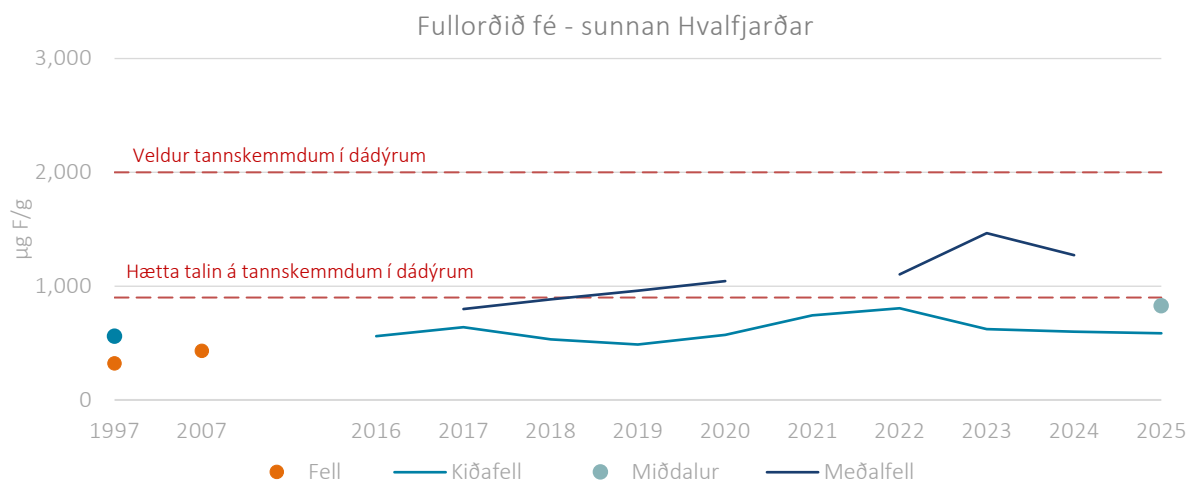
MYND F.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum suðvestur og vestur af iðnaðarsvæðinu.

Mynd F.7 sýnir meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá bæjum á svæðinu norður og norðvestur af iðnaðarsvæðinu. Ekki var marktæk breyting á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2025 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.19).



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

Meðalflúorstyrk í kjálkabeinum fullorðins fjár frá svæði sunnan Hvalfjarðar má sjá á mynd F.8, en flúorlosun frá álverinu hefur einnig áhrif á það svæði. Fell og Miðdalur eru nýir bæir á þessu svæði. Ekkert sýni kom frá Meðalfelli. Marktæk breyting til hækkunar var á meðalstyrk flúors í kjálkabeinum fullorðins fjár frá þessu svæði árið 2025 miðað við árin 1997 og 2007 (mynd F.20).



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

F.2 Skoðun tanna og liðamóta í lifandi grasbítum (sauðfé og hross)

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

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

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur niðri hægra megin				Framtennur niðri vinstra megin				Meðaltal	Jaxlar		Liðir	
				ilr ₄	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃	ill ₄		mr	ml		
Fell	27.01.2026	9	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miðdalur	31.01.2026	10	3,7	0	0	0	0,11	0,10	0,10	0,10	0	0,05	0	0	0	0
Hrafnabjörg	27.01.2026	10	4,4	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0,01	0	0	0	0
Vogatunga	27.01.2026	10	4,3	0	0	0	0,13	0	0	0	0,10	0,03	0,10	0,10	0	0
Eystra Miðfell	27.01.2026	10	4,4	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,10
Kiðafell	31.01.2026	10	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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

TAFLA F.4 Yfirlit um skoðun tanna og liðamóta framfóta í hrossum. Við mat á tönnum í lifandi búfé er stuðst við matskerfi frá árinu 1974 [22] sjá töflu 8.2 í kafla 8.

Bær	Dags.	n	Aldur	Framtennur uppi hægra megin			Framtennur uppi vinstra megin			Framtennur niðri hægra megin			Framtennur niðri vinstra megin			Meðaltal	Liðir
				iur ₃	iur ₂	iur ₁	iul ₁	iul ₂	iul ₃	ilr ₃	ilr ₂	ilr ₁	ill ₁	ill ₂	ill ₃		
Ytri-Hólmur	31.01.2026	6	14	0	0	0,67	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0
Litla Fellsöxl	27.01.2026	6	22	0,17	0,67	0,67	0,67	0,73	0,17	0	0	0	0	0	0	0,26	0
Miðdalur	31.01.2026	6	13	0	0	0,83	0,50	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0
Kalastaðakot	31.01.2026	5	14	0	0	0,40	0,20	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0
Meðalfell	14.02.2026	6	15	0	0	0,67	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0

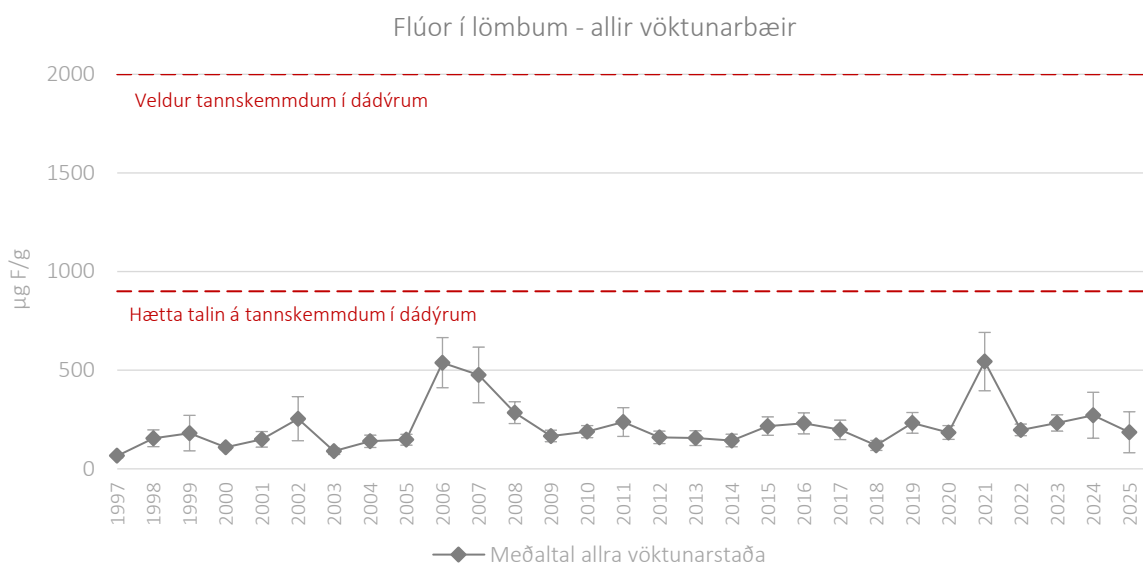
Skýring: n: fjöldi; iur: framtönn uppi hægra megin; iul: framtönn uppi vinstra megin; ilr: framtönn niðri hægra megin; ill: framtönn niðri vinstra megin.

F.3 Tölfræðiniðurstöður grasbíta, sauðfé

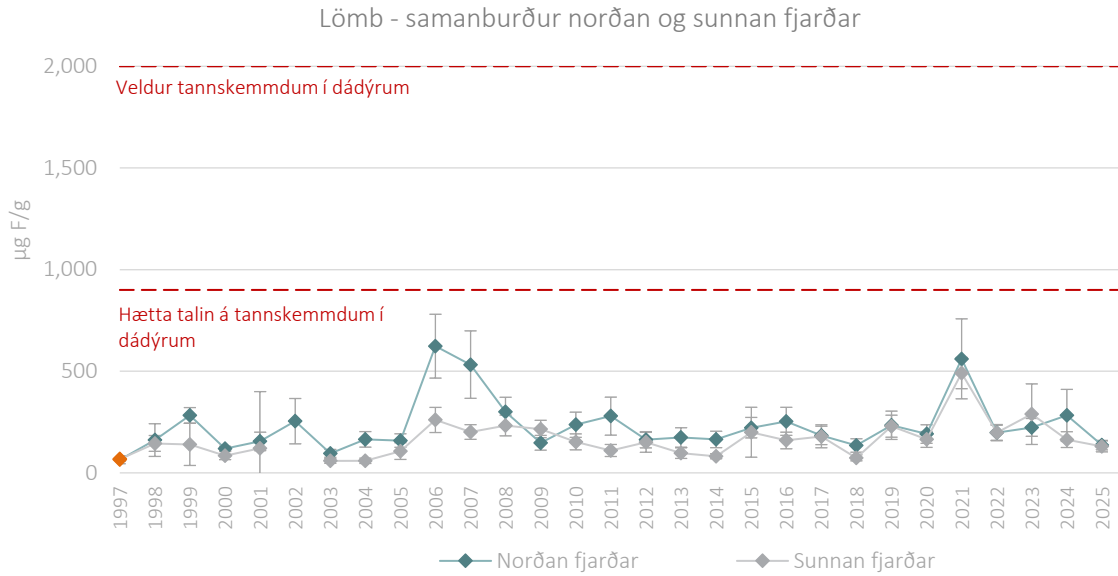
Mælingar á styrk flúors í beinösku sauðfjár hafa farið fram árlega frá árinu 1997. Mat hefur verið lagt á breytileika mælinganna frá 1997–2025 með tölfræðigreiningu á mæliniðurstöðunum. Notuð var t-dreifing til að reikna 95% öryggisbil fyrir meðaltöl mælinganna.

Niðurstöður tölfræðigreiningar á lömbum er að finna á myndum F.9 – F.14 og fyrir fullorðið fé á myndum F.15 – F.20. Meðalstyrkur flúors í lömbum hefur hækkað miðað við árið 1997 þegar vöktun hófst, lækkað miðað við árið 2007, þegar allir ofnar álversins voru komnir í gang og er eins á milli árána 2024 og 2025.

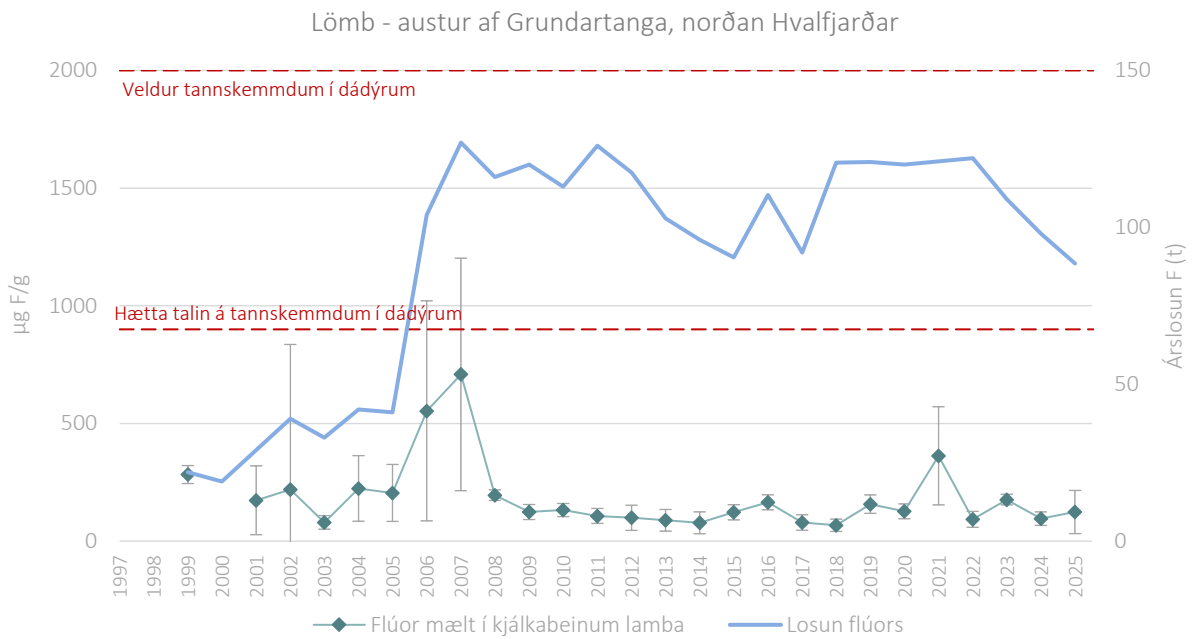
Lömb



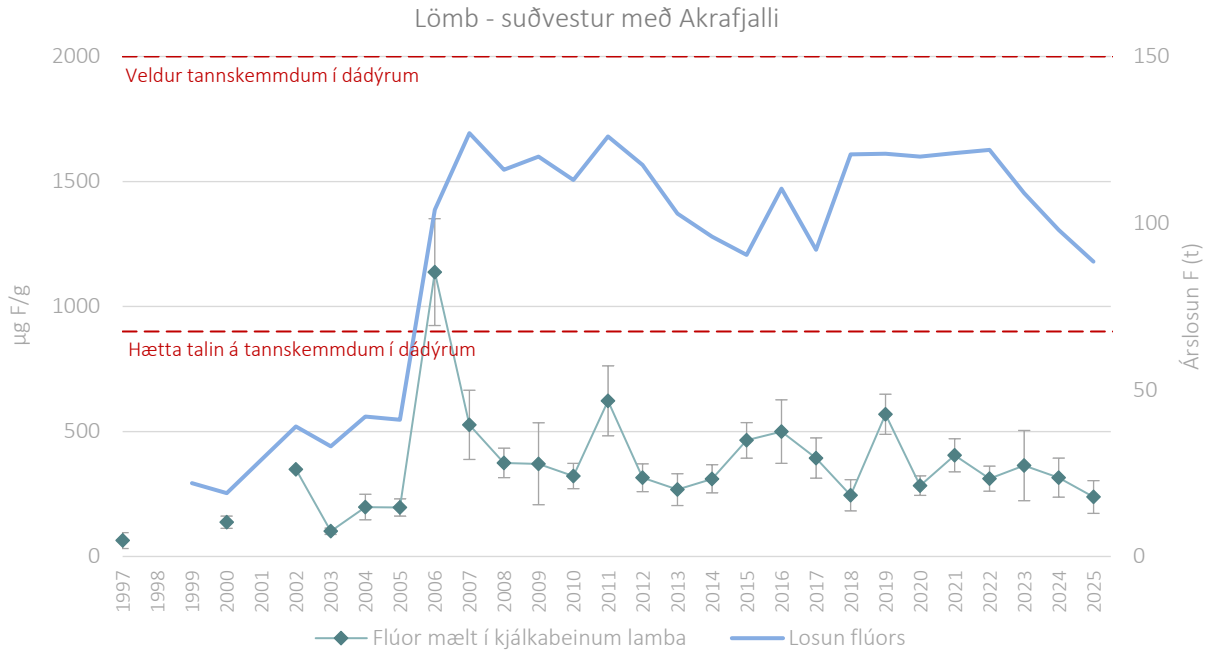
MYND F.9 Meðalstyrkur flúors í lömbum allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



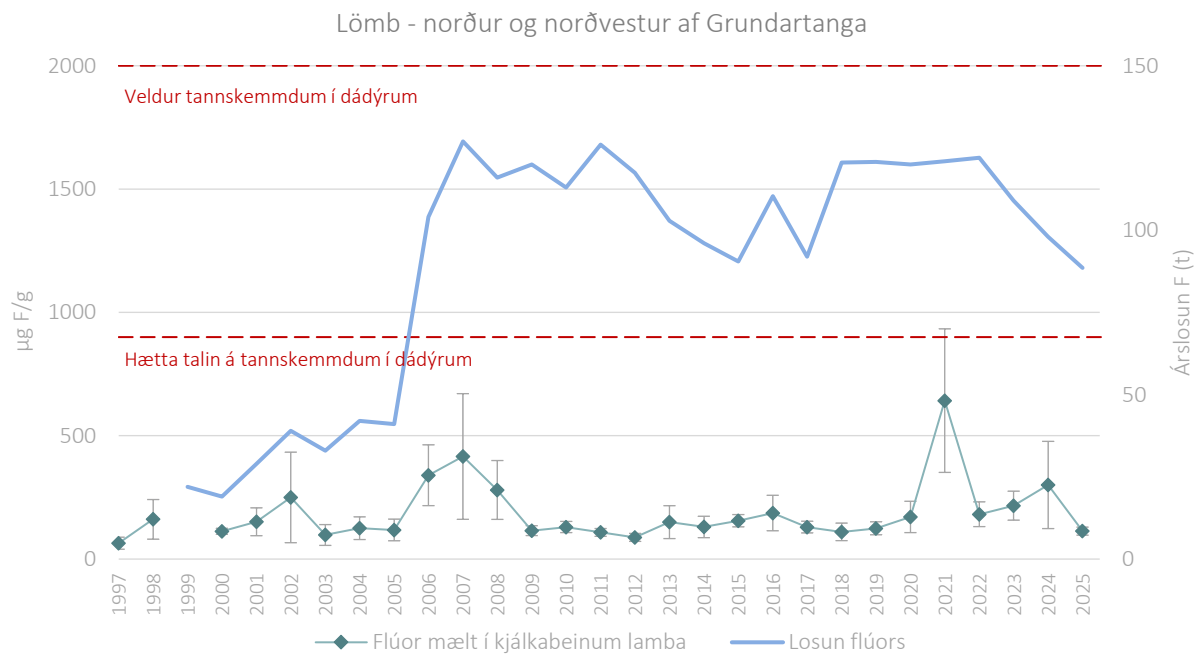
MYND F.10 Samanburður á meðalstyrk flúors í beinösku lamba, norðan og sunnan Hvalfjarðar, ásamt 95% öryggisbilum.



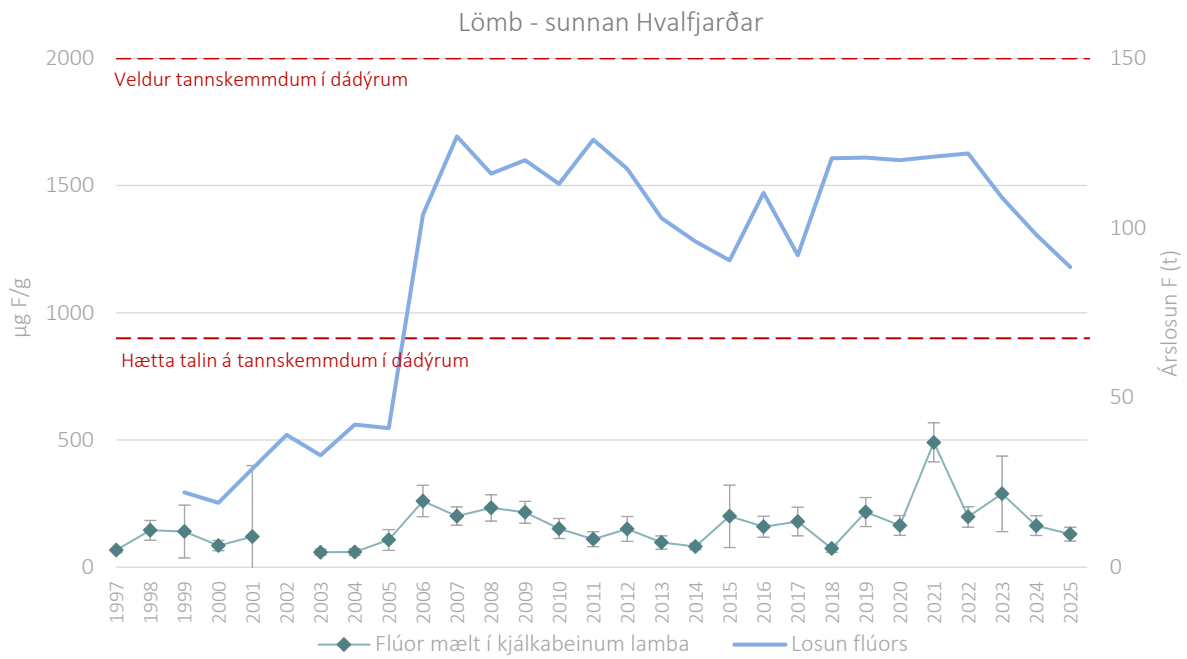
MYND F.11 Meðalstyrkur flúors í lömbum austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors í tonnum frá álverinu.



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



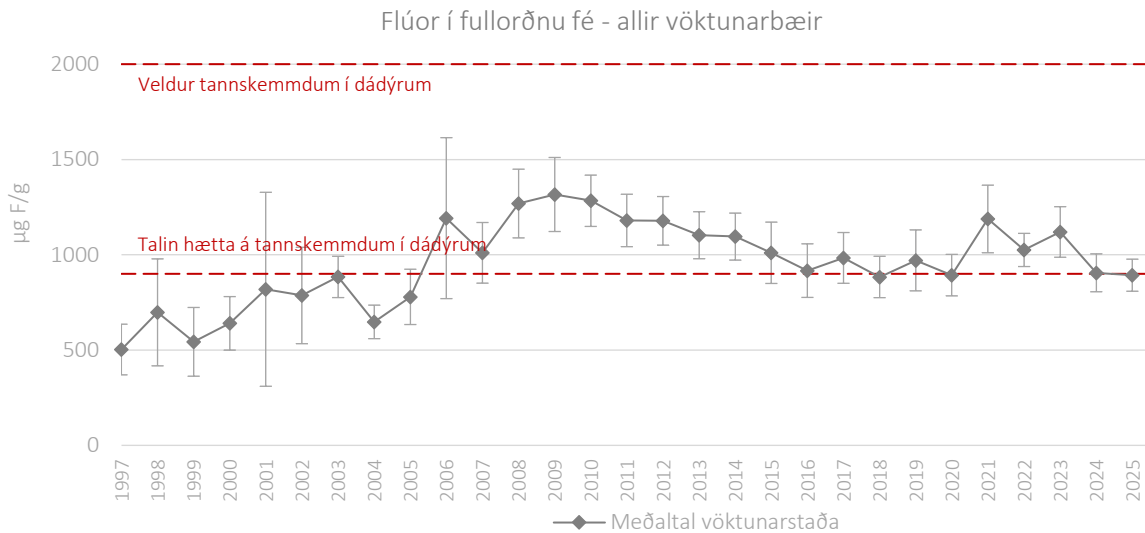
MYND F.13 Meðalstyrkur flúors í lömbum norður og norðvestur af Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



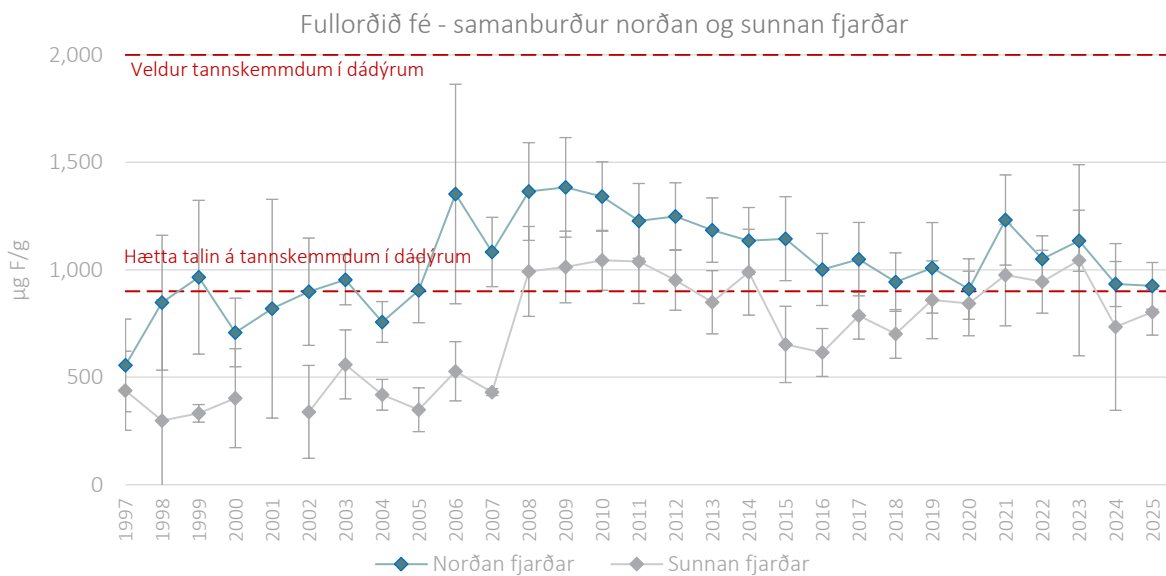
MYND F.14 Meðalstyrkur flúors í lömbum sunnan Hvalfjarðar ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.

Fullorðið fé

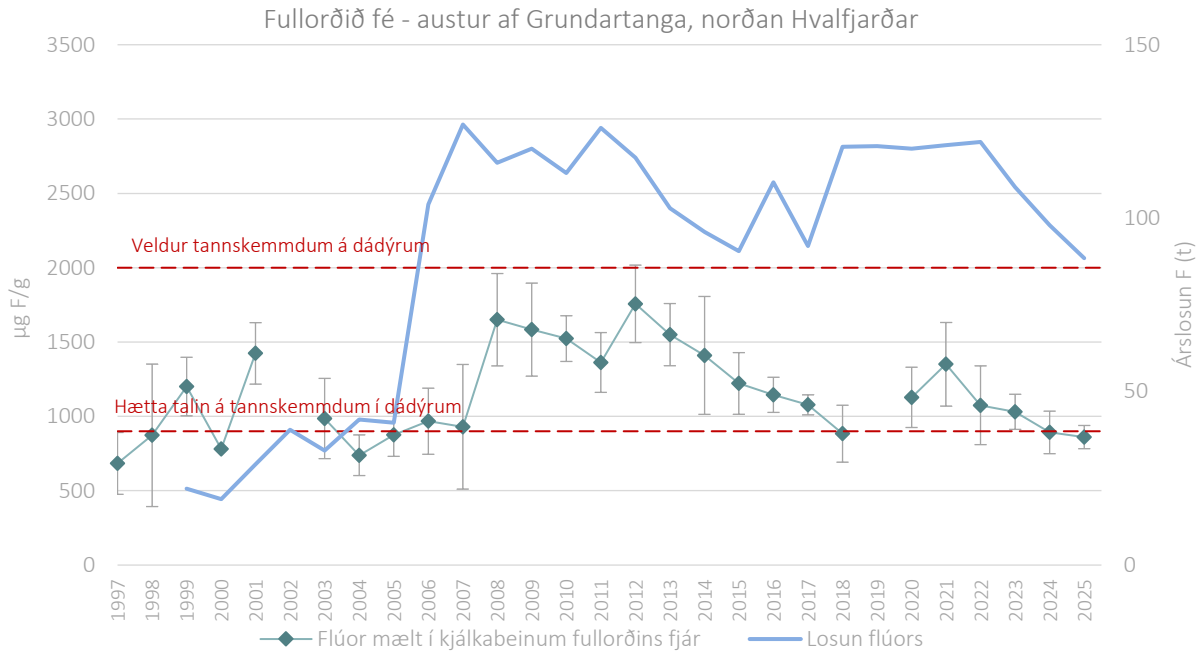
Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé hefur hækkað árið 2025 miðað við árið 1997 þegar vöktun hófst, en er óbreyttur miðað við árið 2007, þegar allir ofnar álversins voru komnir í gang og er eins á milli árunna 2024 og 2025.



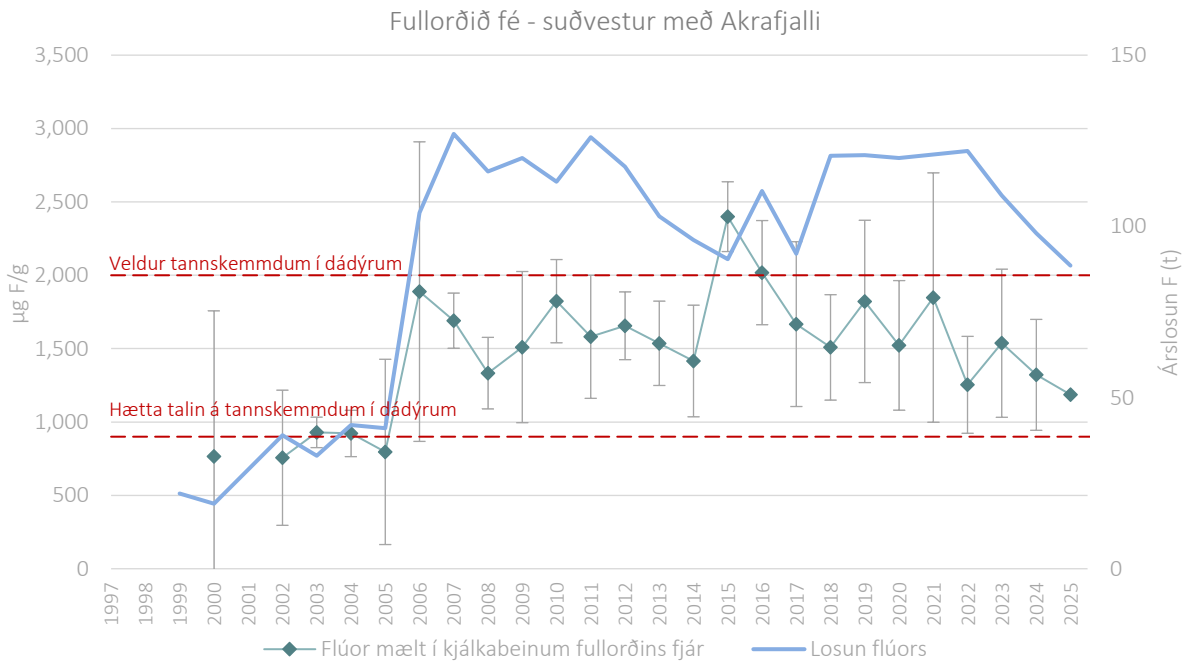
MYND F.15 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé allra vöktunarbæja ásamt 95% öryggisbilum.



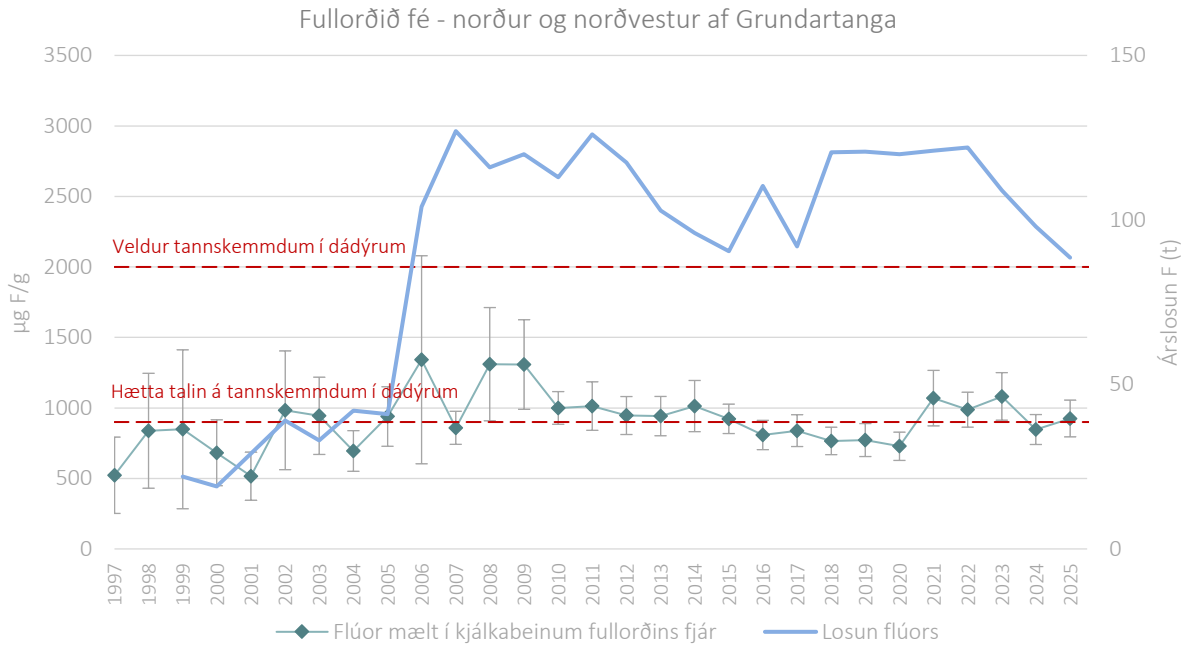
MYND F.16 Samanburður á flúor í beinösku fullorðins fjár norðan og sunnan Hvalfjarðar.



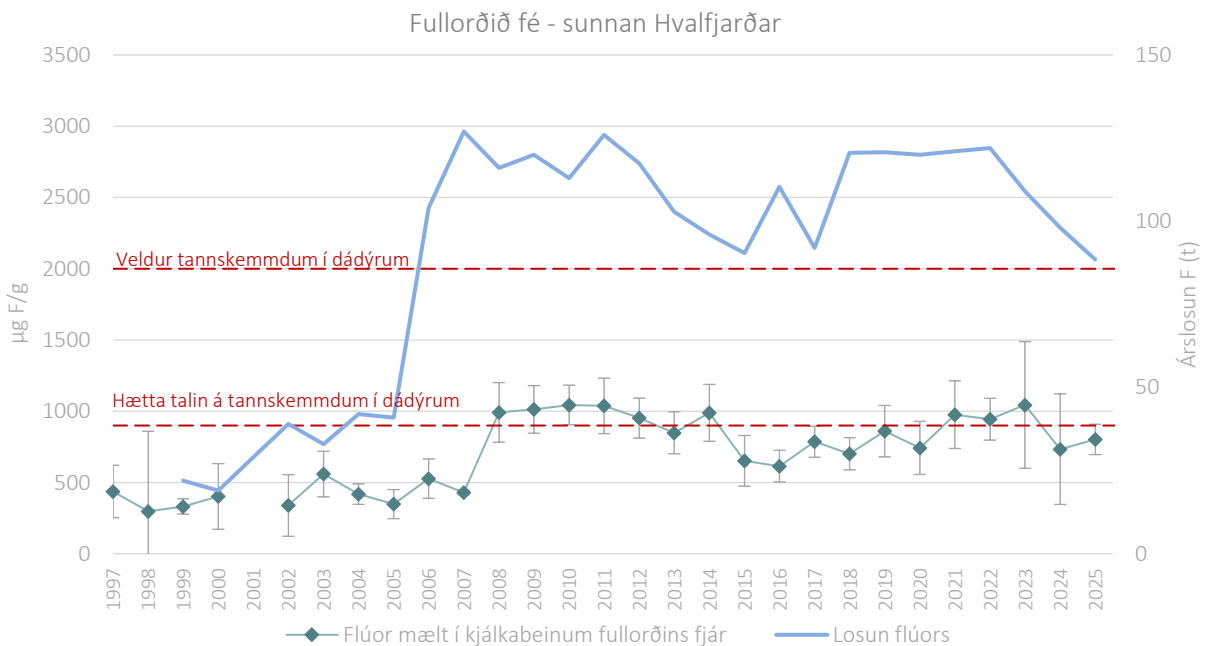
MYND F.17 Meðalstyrkur flúors í fullorðnu fé austan Grundartanga ásamt 95% öryggisbilum og heildarlosun flúors frá álverinu.



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



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



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