

ÍÐNAÐARSVÆÐIÐ Á GRUNDARTANGA

NIÐURSTÖÐUR UMHVERFISVÖKTUNAR FYRIR REKSTRARÁRIÐ 2008



Forsíðumynd: Mynd tekin í Hvalfirði sumarið 2007 af Jóhönnu B. Weisshappel, Mannvit hf. verkfræðistofu.

FORMÁLI OG SAMANTEKT Á HELSTU NIÐURSTÖÐUM

Árið 2008 var framleiðsla álvers Norðuráls 274.000 t og eru þurrhreinsivirkin fjögur talsins. Enginn veruleg frávik voru í rekstri Norðuráls yfir vaxtartíma gróðurs, apríl til október¹.

Árið 2008 gekk rekstur Elkem Íslandi eðlilega fyrir sig og ekki urðu frávik í rekstri fyrirtækisins eða reykhreinsivirkja sem talin eru geta haft áhrif á niðurstöður umhverfisvöktunar². Framleiðsla á kísiljárni (FeSi) árið 2008 voru 96.400 t.

Ríkjandi vindáttir á Grundartanga eru austlægar og norðaustlægar. Loftdreifing frá iðnaðarsvæðinu er því tíðust á haf út, annað hvort fyrir Akrafjall og út á Leirárvog eða suður fyrir Akrafjall og út á Hvalfjörð. Þessi dreifing endurspeglar að jafnaði í vöktun loftgæða og lífríkis.

Árið 2008 var veðurfar gott frá vori, töluverð hlýindi og miklir þurrkar einkenndu sumarið, með umskiptum í september í meiri bleytutíð og svo kaldari október. Meðalvindhraði var 5,8 m/s og meðalhiti 8,9°C. Austanáttir ríktu yfir ríflega helming tímabilsins apríl – okt. (vindrós í kafla 3). Algengasta vindáttin var austnorð-austanátt.

Andrúmsloft

Loftgæðamælingar fóru fram á Stekkjarási árið 2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennisteinsdíoxíðs, þó varársmeðaltal (apr.–okt.) loftkennds flúors (HF) árið 2008 var undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal HF var það sama og árið 2007 og var breytileiki í mánaðarmeðaltölum svipaður bæði árin. Ársmeðaltal heildarflúors á Stekkjarási var hærra árið 2008 en árið á undan.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) árið 2008 á Stekkjarási var einnig undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal SO₂ og heildar brennisteins var hærra en árið 2007 sem og meiri breytileiki í mánaðarmeðaltölum.

Svifryk

Ársmeðaltal svifryks árið 2008 á Stekkjarási var undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal svifryks var svipað og árið á undan. Meiri breytileiki var þó mæligildum og mánaðarmeðaltölum svifryks árið 2008 en árið 2007.

Úrkoma

Mæligildi í úrkomu hafa frá upphafi vöktunar verið sveiflukennd. Ársmeðaltal flúors í úrkomu á Stekkjarási árið 2008 var lægra en árið 2007 og ársmeðaltal brennisteins mældist hærra en árið á undan. Árið 2008 voru pH gildi sýrustigs svipuð og árið 2007 sem er með lægsta móti miðað við önnur vöktunarár. Ársmeðaltal natríums og klórs voru svipuð og árið 2007 en ársmeðaltal niturs var hærra.

Gras

Árið 2008 voru meðaltöl flúors í grasi frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk grasa gagnvart flúor í vef og innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor í fóðri (30 µg/g). Meðaltal flúors í grasi á vöktunarstöðum vestur og norðvestur af iðjuverunum (Stekkkjarás, Fannahlíð og Fellsaxlarkot) minnkaði frá vori fram á haust og var lægra en sumarið 2007.

¹ Upplýsingar úr tölvupósti frá Gunnari B. Ólafssyni, Norðuráli, 19/1 2009.

² Upplýsingar úr tölvupósti frá Magnúsi Frey Ólafssyni, 12. mars 2009.

Lauf

Árið 2008 voru meðaltöl flúors í laufi birkis og reynis frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef.

Lítil fylgni var á milli meðaltala flúors í laufi og í grasi á vöktunarbæjunum næst iðjuverunum. Meðaltal flúors í laufi minnkaði frá júní til september eingöngu frá einum vöktunarstað, Fannahlíð. Meðaltal flúors frá hinum fimm vöktunarstöðunum var það sama í júní og september (á við um Stekkjarás) eða jókst yfir tímabilið.

Niðurstöðurnar sýna að styrkur flúors í laufi á vöktunarsvæðunum var ýmist svipaður eða hærri sumarið 2008 en sumarið á undan. Að hluta er skýringin sú að meiri áhrifa frá sjó gætti árið 2008 en árið á undan. Undantekning er þó Fannahlíð þar sem meðaltal flúors í laufi var lægra haustið 2008 en haustið 2007.

Barr

Árið 2008 var meðaltal flúors í eins og tveggja ára barri herra en árið á undan á þremur vöktunarstaðanna, Fannahlíð, Fellsaxlarkot og Félagsgarður. Á Stekkjarási, Fossbrekku og Reynivöllum var meðaltal flúors í eins árs barri herra en árið á undan en lægra eða svipað í tveggja ára barri. Út frá þessum niðurstöðum er erfitt að meta hvort að styrkur flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið meiri eða minni árið 2008 en 2007.

Sauðfé

Heildarmeðaltal flúors í lömbum frá öllum bæjunum haustið 2008 var lægra en haustið 2007 og minni breytileiki í mæligildum. Mæligildi flúors í kjálkum lamba frá bæjum næst álverinu, Litlu Fellsöxl, Gröf, Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Þaravöllum, voru lægri en haustið 2007 en svipað á milli ára frá hinum vöktunarbæjunum. Mæligildi í lömbum voru öll undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum.

Hvað eldra fé varðar er samanburður á styrk flúors og meðaltala á milli ára erfiður því aldur sláturdýra er misjafn, ekki berast hausar af eldri dýrum frá öllum bæjum öll ár, auk þess sem flúor hleðst ofan á það magn hans sem fyrir er í tönnum og beinum.

Heildarmeðaltal flúors í kjálkum eldra fjár var herra en árið 2007 en breytileiki í mæligildum svipaður á milli ára. Meðaltal flúors jókst á milli ára í kjálkum kinda frá Hrafnabjörgum, Skorholti, Eystri Leirárgörðum og Kiðafelli (síðast mælt þar árið 2006) en minnkaði á milli ára í kindum frá Gröf, Litlu Fellsöxl (síðast mælt árið 2006), Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Þaravöllum. Meðaltal flúors í kjálkum kinda var yfir mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum í eldra fé frá fjórum bæjanna og yfir styrk sem talinn er vera þolmörk gagnvart flúr í fóðri í kindum frá tveimur bæjanna.

Haustið 2008 sá dýralæknir ekki greinilegar breytingar í tönnum eða í kjálkabeinum sauðfjár sem bent gætu til flúorskaða. Skoðun tanna sýndi grunsamlegar breytingar í framtönnum hjá tveimur 3-4 vetra gömlum kindum frá Litlu Fellsöxl. Sá grunur var þó ekki staðfestur. Í kjálkum þeirra mældist hæstur styrkur flúors eða 2950 µg/g og 2700 µg/g. Í öðrum kindum, sem hugsanlega var beitt innan þynningarsvæðis, sáust ekki greinilegar breytingar í tönnum eða í kjálkabeinum sem bent gætu til flúorskaða.

Ferskvatn

Eins og áður er efnainnihald og leiðni í Kalmansá og Urriðaá, sem renna úr Hólmavatni og Eiðisvatni, að jafnaði herra og breytilegra en í bergvatnsánum (Fossá, Laxá og Berjadalsá). Styrkur efna og pH gildi sýrustigs í ánum hefur frá upphafi verið innan

leyfilegra marka í neysluvatni. Leiðnimælingar gefa vísbendingu um heildarstyrk jóna í vatnslausn og hefur leiðni verið svipuð frá upphafi vöktunar.

Flúoríð/klóríð hlutfall í Urriðaá sýnir að styrkur flúors á vöktunarsvæðinu hafi verið svipaður árin 2007 og 2008. Súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá sýnir að styrkur brennisteins á vöktunarsvæðinu hefur sveiflast á milli ára og ekki er sjáanleg aukning á undanförunum árum.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	1
2	SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR	2
3	VEÐURFAR Í HVALFIRÐI	3
3.1	ALMENNT UM VEÐURFAR.....	3
3.2	VEÐURFAR ÁRIÐ 2008	3
4	ANDRÚMSLOFT	4
4.1	NIÐURSTÖÐUR.....	4
4.1.1	FLÚOR Í LOFTI.....	4
4.1.2	SO ₂ OG BRENNISTEINN (S) Í LOFTI	6
4.1.3	SVIFRYK (PM ₁₀) Í LOFTI.....	8
4.1.4	EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU	9
5	GRÓÐUR.....	11
5.1	TALIN ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR.....	11
5.2	NIÐURSTÖÐUR.....	12
5.2.1	FLÚOR Í GRASI	12
5.2.2	FLÚOR Í LAUFI	13
5.2.3	FLÚOR Í BARRI.....	14
6	SAUÐFÉ	15
6.1	TALIN ÞOLMÖRK DÝRA GAGNVART FLÚOR.....	15
6.2	NIÐURSTÖÐUR.....	16
6.2.1	FLÚOR Í LÖMBUM	16
6.2.2	FLÚOR Í ELDRA FÉ	19
6.2.3	SKOÐUN TANNA OG KJÁLKA.....	22
7	FERSK VATN	23
7.1	NIÐURSTÖÐUR.....	23
7.1.1	STYRKUR FLÚORÍÐS Í ÁM.....	23
7.1.2	STYRKUR BRENNISTEINS Í ÁM.....	26
7.1.3	LEIÐNI ÁNNA.....	28
7.1.4	SÝRUSTIG ÁNNA	29
8	HEIMILDIR.....	30

1 INNGANGUR

Grunnrannsóknir á loftgæðum, lífríki og fleiri umhverfispáttum fóru fram áður en Íslenska járnblendiverksmiðjan, nú Elkem Íslandi, var gangsett, árin 1975-1978 sem og fyrir tíma álversins frá júní 1997 til júní 1998. Þeim rannsóknum var haldið áfram til júní 1999. Þá tóku við vöktunarrannsóknir í samræmi við sameiginlega vöktunaráætlun iðjuveranna á Grundartanga og gildir hún til ársins 2009. Vöktunaráætlunin var samþykkt af Umhverfisstofnun að undangenginni umfjöllun í ráðgjafanefnd um umhverfissóknir og vöktun umhverfis í Hvalfirði. Tilgangur vöktunarinnar er að meta hvort kröfur starfsleyfis séu uppfylltar og að skoða hugsanleg áhrif iðjuveranna á umhverfið.

Í skýrslu þessari eru teknar saman helstu niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2008 og þær bornar saman við viðmiðunarmörk, þar sem við á, og niðurstöður fyrri ára. Í **töflu 1.1** er yfirlit yfir vöktunina árið 2008.

Tafla 1.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2008.

	Loftgæði	Gróður	Sauðfé	Árvatn
Mælipáttur	Andrúmsloft: Svífryk, HF og flúor í ryki, SO ₂ , Brennisteinn í ryki. Úrkoma: Sýrustig, flúoríð, klóríð, súlfat, natríum, nítur.	Gras, lauf, barr: Flúor	Ástand tanna og kjálka í sláturfé og lifandi fé á bæjunum (vettvangsferð). Flúor í kjálkum sláturfjár.	Sýrustig, leiðni, flúoríð, súlfat, klóríð.
Staðsetning	Stekkjarás	Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Félagsgarður, Fossbrekka, Reynivellir, Stekkjarás.	Norðan fjarðar: Eystri Leirárgarðar, Gröf, Hrafnabjörg, Kirkjuból/Innri Hólmi, Hóll, Litla Fellsöxl, Skipanes, Skorholt, Vogatunga, Þaravellir. Sunnan fjarðar: Grímsstaðir, Hjalli, Kiðafell. Lifandi fé-vettvangsferð: Allir ofangreindir bæir	Berjadalsá, Fossá, Kalmansá, Laxá, Urriðaá.
Rannsóknar- aðili	Söfnun sýna og mælingar: Nýsköpunarmið- stöð Íslands (NMÍ)	Söfnun sýna: UST, Skógræktin, Norðurál, NMÍ Mælingar: NMÍ	Skoðun sauðfjár: Tilraunastöð HÍ í meinafræðum á Keldum. Mælingar á flúor: NMÍ	Söfnun sýna og mælingar: NMÍ

2 SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR

Bakgrunnsgildi	Styrkur jóna/efnasambanda sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
Svifryk (PM₁₀)	Agnir undir 10 µm að stærð.
Viðmiðunarmörk	Mörk sem yfirvöld mengunarvarna setja sem hámark í styrk tiltekins efnis fyrir gróður, dýr eða fólk.
Þolmörk	Sá styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem talin er geta skaðað lífveruna.
Þynningarsvæði	Svæði þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að styrkur mengunar megi vera yfir ákveðnum viðmiðunarmörkum.
µm	Míkrómetri, einn milljónasti (10 ⁻⁶) úr metra.
µg/m³	Styrkur efnis af heildarrúmmáli lofts, míkrogramm í rúmmetra.
µS/cm	Leiðni vatns, míkrosímensar á sentimetra.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu, milligram á fermetra.
µg/l	Styrkur efnis, míkrogramm í lítra.
mg/l	Styrkur efnis, milligram í lítra.
µg/g	Styrkur efnis, míkrogramm í grammi.

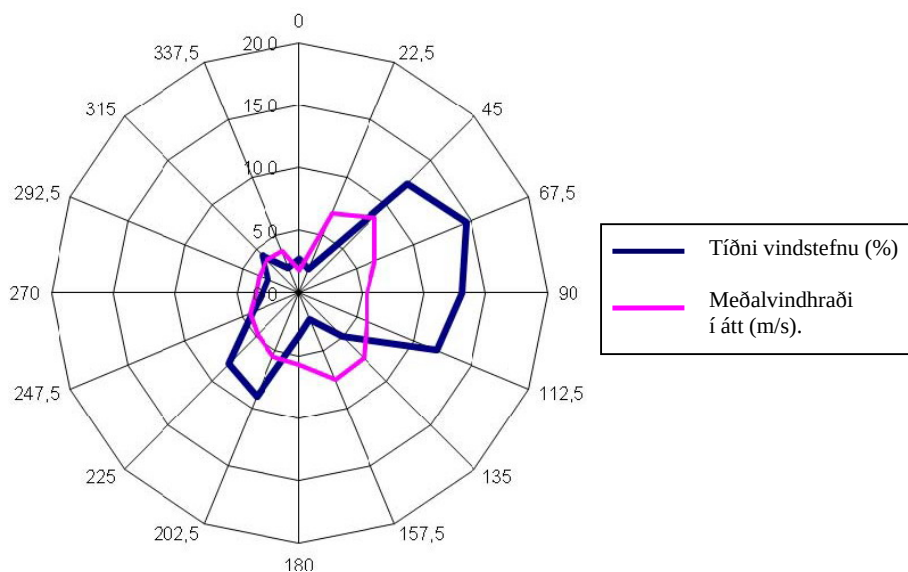
3 VEÐURFAR Í HVALFIRÐI

3.1 ALMENNT UM VEÐURFAR

Sjálfvirk veðurmælingastöð er við Grundartangahöfn þar sem er mæld vindátt, vindhraði og mesta vindhviða. Vindáttir þar eru algengastar í stefnu Hvalfjarðar, norðaustan- og austanáttir (í um 50% tilvika). Loftdreifing frá iðnaðarsvæðinu er því tíðust yfir Akrafjall eða út á Leirárvog eða suður fyrir Akrafjall og út á Hvalfjörð. Sú dreifing endurspeglast yfirleitt í umhverfisvöktun á svæðinu. Næst algengasta vindáttin er suðsuðvestanátt (í 10-20% tilvika). Norðan-, suðaustan- og vestanáttir eru sjaldgæfar. Á Hálsnesi, sunnan fjarðar, eru meginvindáttir suðaustlægar, fylgja stefnu innri hluta fjarðarins. Þetta sýnir að staðbundnar landfræðilegar aðstæður ráða mestu um stefnu ríkjandi vindátta.

3.2 VEÐURFAR ÁRIÐ 2008

Árið 2008 var veðurfar gott frá vori, hlýindi og þurrkar einkenndu sumarið, með umskiptum í september í bleytutíð og kaldari október. Meðalvindhraði mældist 5,8 m/s og meðalhiti 8,9°C. Á mynd 3.1 er vindrós frá Grundartangahöfn fyrir apríl-október 2008³. Bláa línan táknar tíðni vindstefnu í prósentum og bleika línan meðalvindhraða í vindátt (m/s). Frá apríl til október ríktu austanáttir ríflega helming tímans. Austnorðaustanátt (67,5°) var algengasta vindáttin, 14% tíðni, og var meðalvindhraði í þeirri átt um 7 m/s.

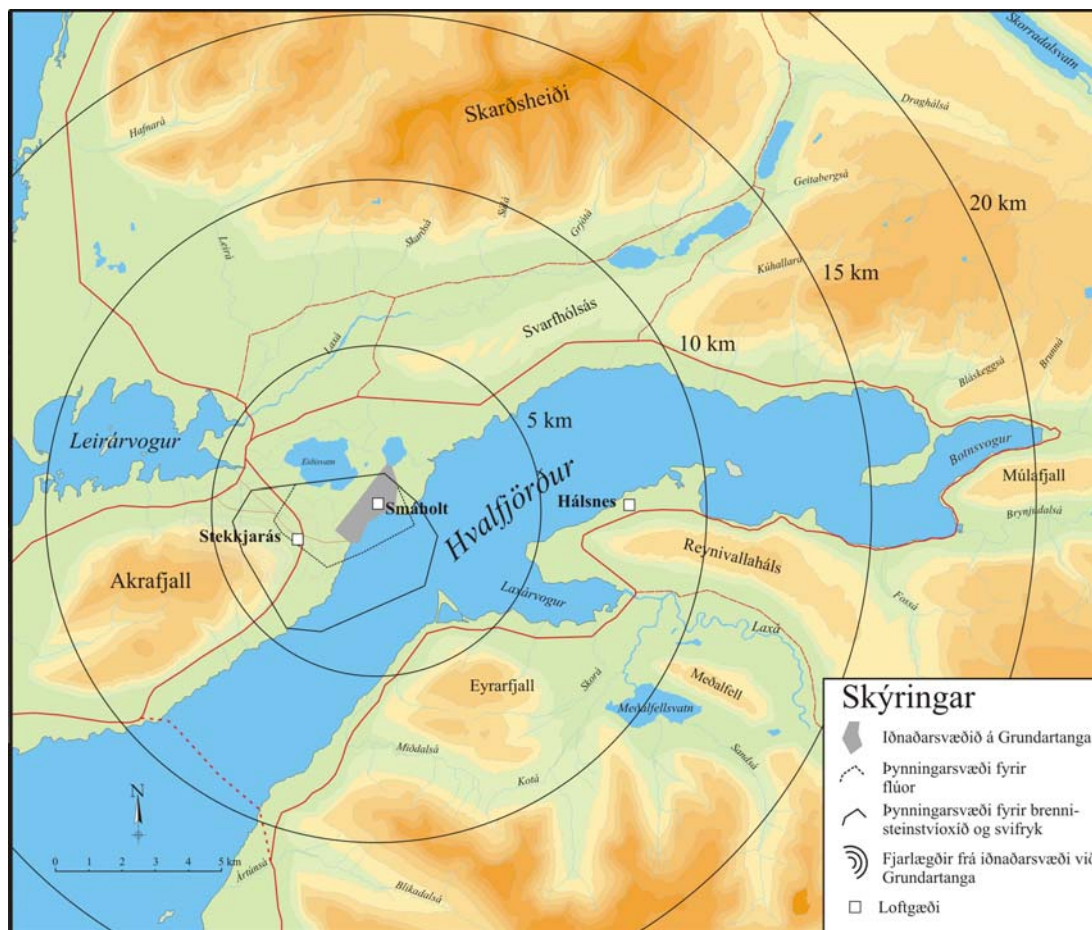


Mynd 3.1 Vindrós Hvalfirði, apríl-október 2008, allar mælingar (10 mín. fresti).

Tíðarfar var almennt hagstætt í apríl, úrkomulítið og vindáttir norð- eða austlægar og hlýnaði er leið á. Hlýtt var og góðviðrasamt í maí (úrkomu- og sólskinstundir í minna lagi). Norðaustlæg átt var ríkjandi í júní, hiti yfir meðallagi, þurrt og óvenju sólríkt. Hlýtt var í júlí einkum síðustu 10 dagana þegar hitamet voru slegin. Veðráttá í ágúst var hagstæð, hlýtt með aukinni úrkomu. Í september var meðalhiti yfir meðallagi og úrkomusamt. Október var kaldur og snjór meiri og þrálátari en venjulegt er.

³ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a.

4 ANDRÚMSLOFT



Mynd 4.1 Staðsetning vöktunarstaða fyrir loftgæði í Hvalfirði. Árið 2008 voru loftgæði eingöngu vöktuð á Stekkjarási. Loftgæðamælingar fóru fram á Stekkjarási frá síðari hluta apríl til loka október.

4.1 NIÐURSTÖÐUR

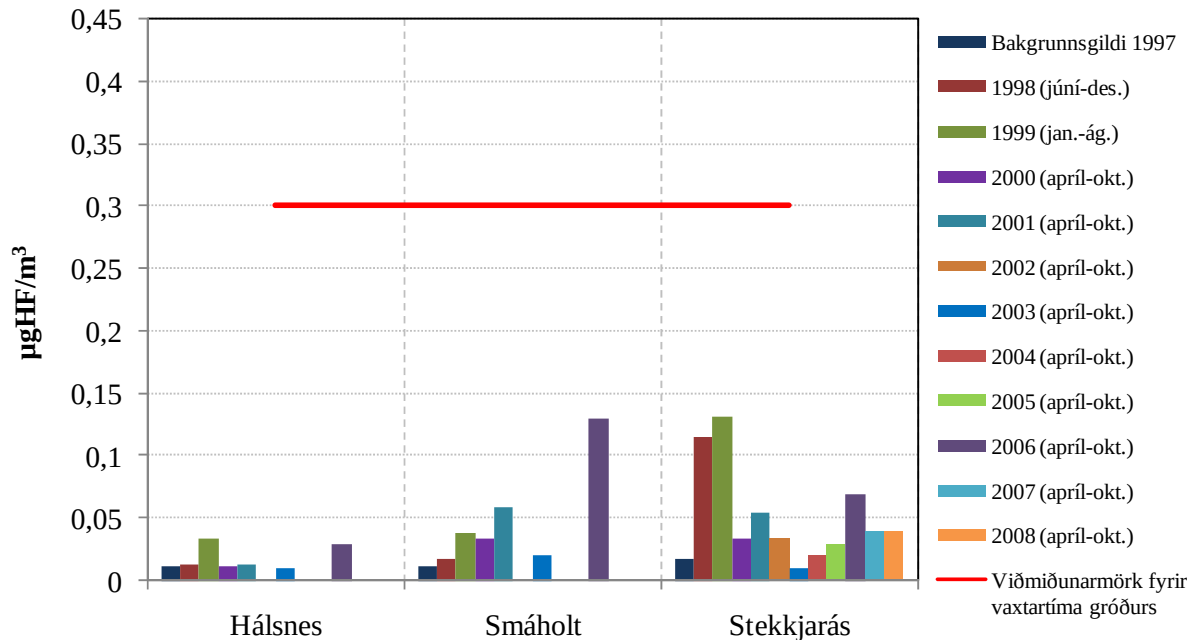
4.1.1 FLÚOR Í LOFTI

Ársmeðaltal (apr.–okt.) loftkennds flúors (HF) á Stekkjarási árið 2008 var undir viðmiðunarmörkum (**mynd 4.2**) sem miða við að styrkurinn sé undir $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis yfir vaxtartíma gróðurs. Ársmeðaltal HF var $0,04 \pm 0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er það sama og árið 2007 (**myndir 4.2**) og breytileiki í mánaðarmeðaltölum svipaður bæði árin (**mynd 4.4**)⁴. Hærra meðaltal HF í júlí er talið stafa af veðurfarslegum áhrifum þar sem að þá var þurrviðrasamt, hæglætis veður og austanáttir ríkjandi (sjá í kafla 3).

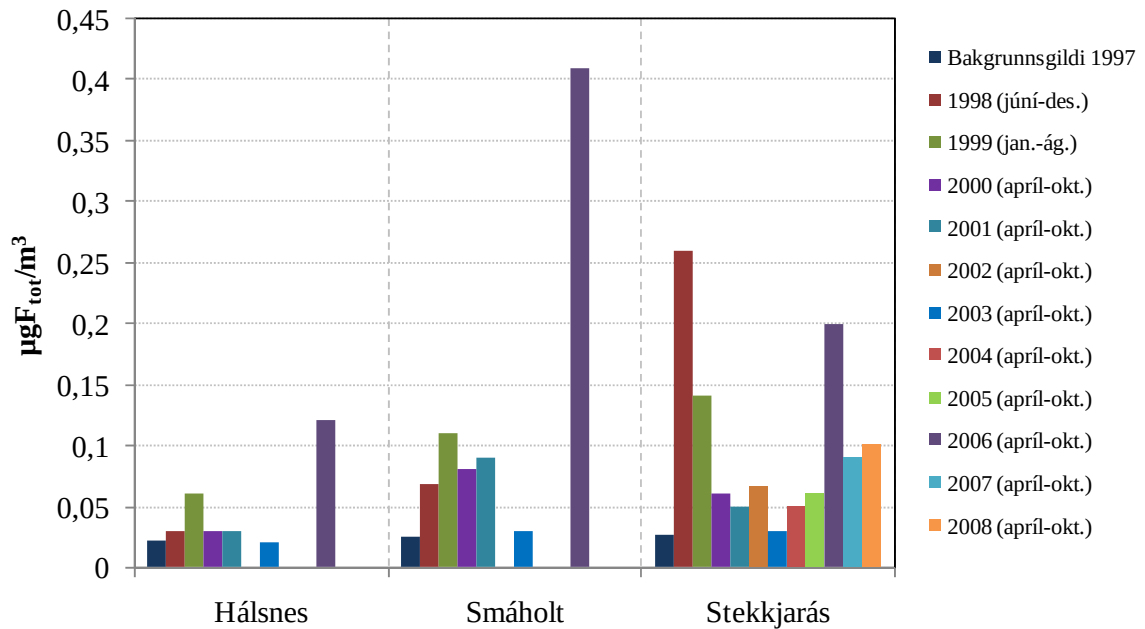
Ársmeðaltal heildarflúors á Stekkjarási var hærra árið 2008 en árið á undan sem má rekja til hærra meðaltals í apríl en aðra mælimánuði það ár sem og á milli ára. Þessi munur á meðaltölum í apríl á milli ára sést ekki í mæligildum HF enda voru ekki nein frávik í rekstri álvers Norðuráls í þessum mánuði. Ástæðan fyrir háum mæligildum heildarflúors í andrúmslofti í aprílmánuði gæti verið náttúrulegar uppsprettur, úr sjó, eða uppsafnað ryk með mengunarefnum eftir veturinn sem ýfist upp eftir að snjór bráðnar eða jörð þiðnar. Niðurstöðu mælinga á SO_2 og heildarbrennisteini á Stekkjarási styðja ofangreinda

⁴ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a.

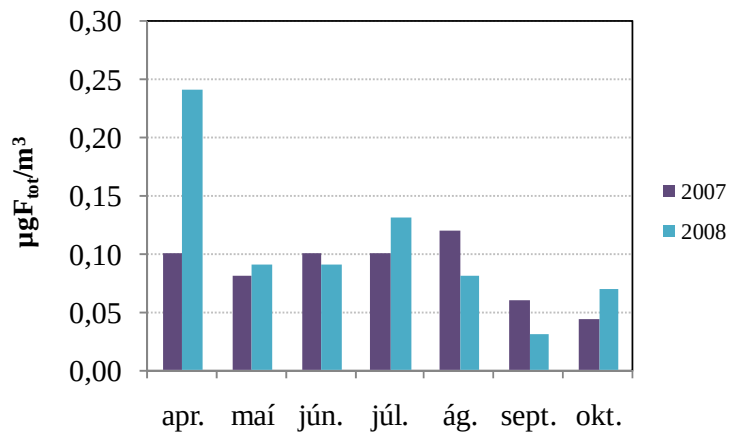
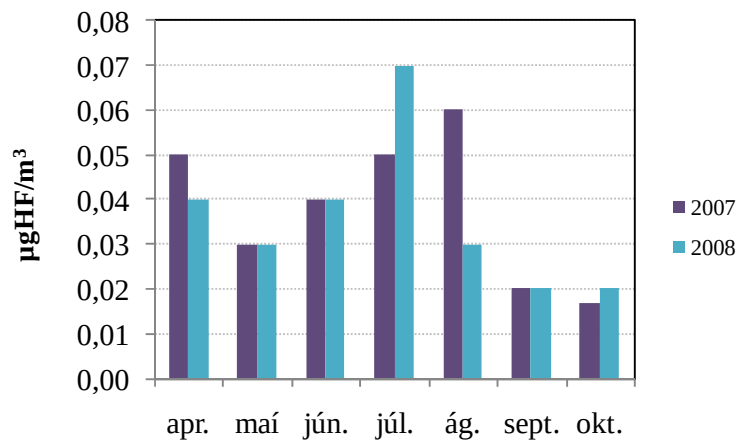
vísbendingu eins og sjá má á **mynd 4.7**. Styrkur heildar brennisteins í lofti var einnig hár í aprílmánuði sem styður síðarnefndu tilgátuna um uppsöfnun mengunarefna.



Mynd 4.2 Ársmeðaltöl HF á vöktunarstöðum árin 1997-2008. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997. Viðmiðunarmörk HF yfir vaxtartíma gróðurs utan þýnningarsvæðis eru sýnd með rauðri línu. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þýnningarsvæðis.



Mynd 4.3 Ársmeðaltöl heildarflúors (F_{tot}) á vöktunarstöðum árin 1997-2008. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þýnningarsvæðis.



Mynd 4.4 Mánaðarmeðaltöl HF (efri mynd) og heildarflúors (neðri mynd) á Stekkjarási apr.–okt. 2007 og 2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

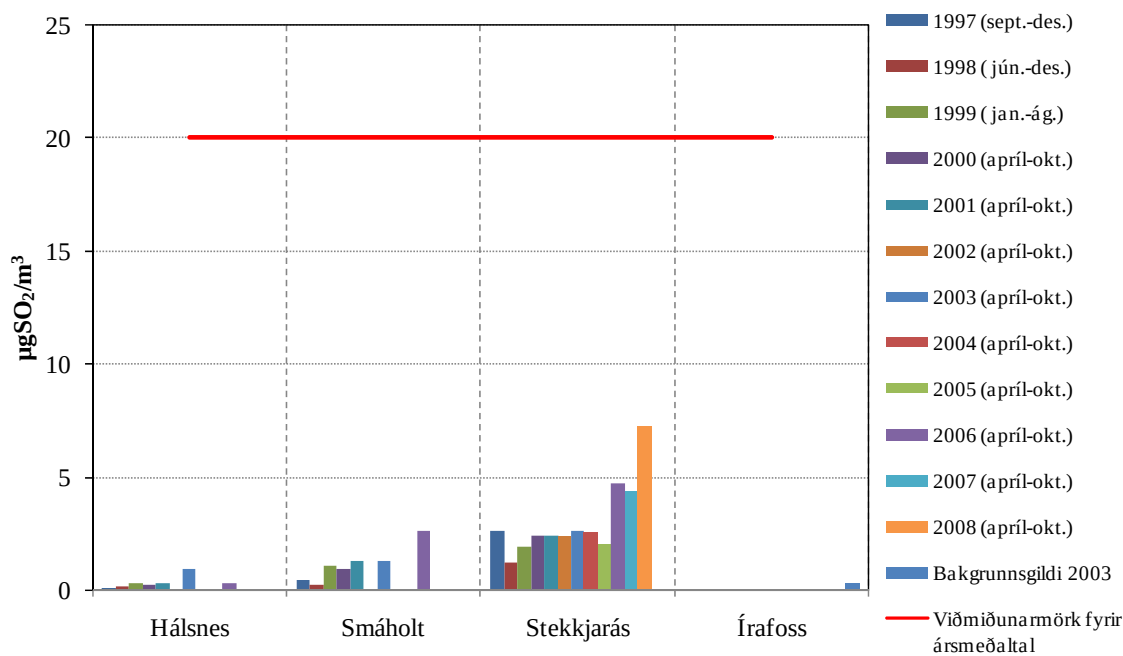
4.1.2 SO₂ OG BRENNISTEINN (S) Í LOFTI

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á Stekkjarási árið 2008 var undir viðmiðunarmörkum sem miða við að það sé undir 20 µg/m³ utan þynningarsvæðis.

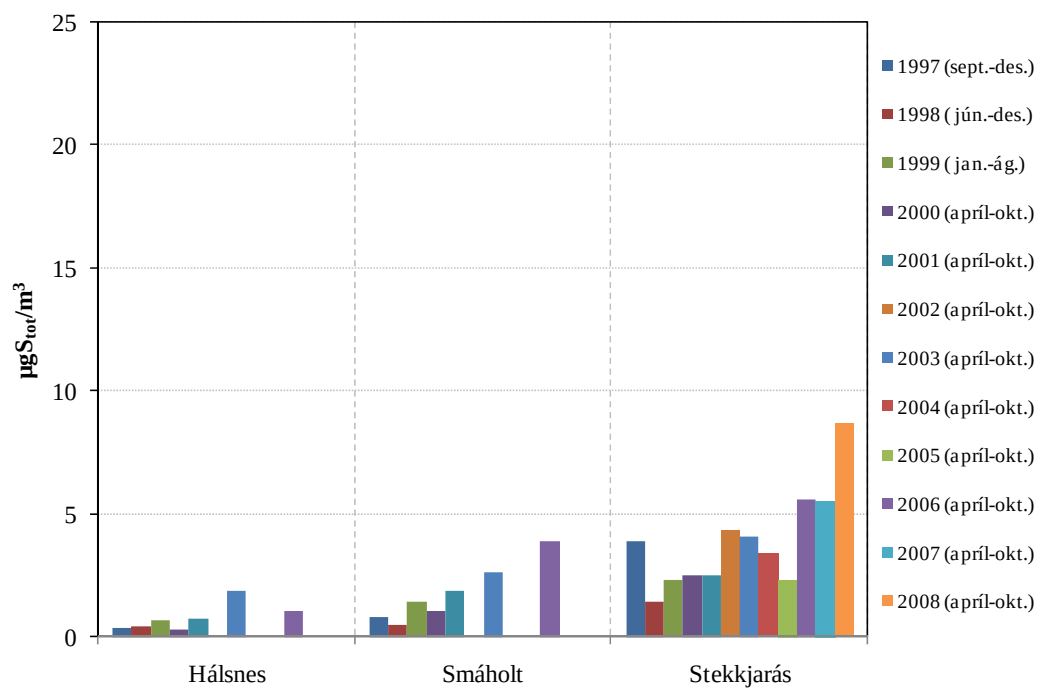
Ársmeðaltal SO₂ og heildar brennisteins á Stekkjarási árið 2008 var hærra en árið 2007 (**myndir 4.5 og 4.6**) sem og breytileiki í mánaðarmeðaltölum (**mynd 4.7**)⁵. Ársmeðaltalið árið 2008 var 7,2±5,7 µg/m³ en 4,4±1,6 µg/m³ árið 2007.

Styrkur heildar brennisteins í lofti var hár í aprílmánuði eins og heildarflúor og er hugsanlegt að ástæðan sé, eins og áður sagði, uppsöfnun mengunarefna eftir veturinn.

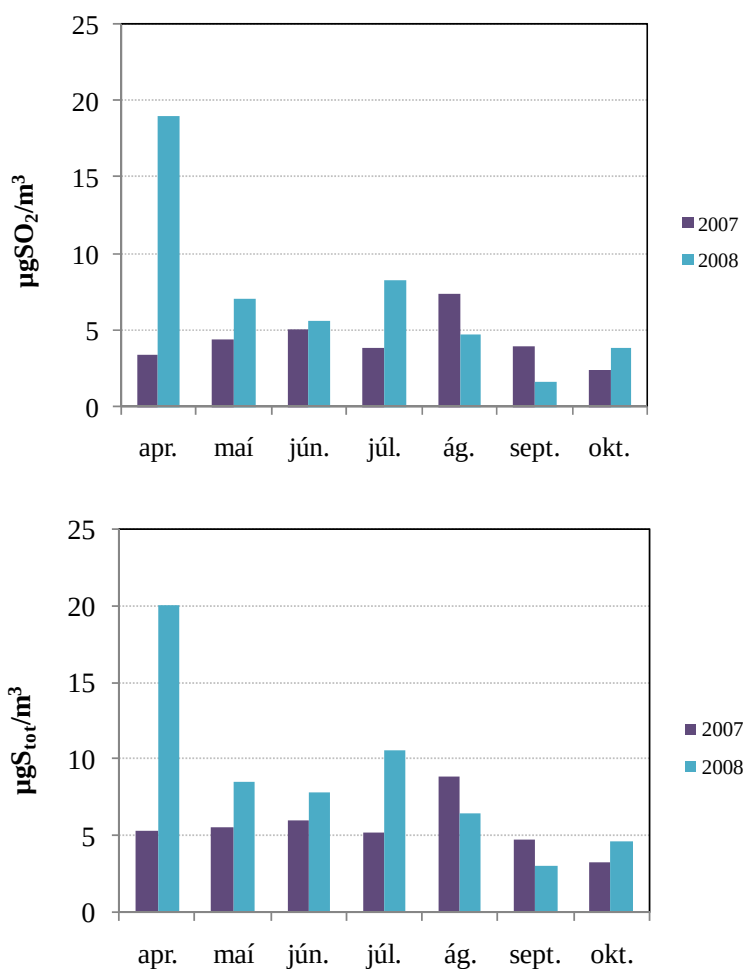
⁵ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a.



Mynd 4.5 Ársmeðaltöl SO₂ á vöktunarstöðum árin 1997-2008. Viðmiðunarmörk fyrir ársmeðaltal SO₂ utan þynningarsvæðis eru sýnd með rauðri línu. Bakgrunnsgildi er 12 mán. meðaltal frá Írafossi árið 2003. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.



Mynd 4.6 Ársmeðaltöl heildar brennisteins á vöktunarstöðum árin 1997-2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.



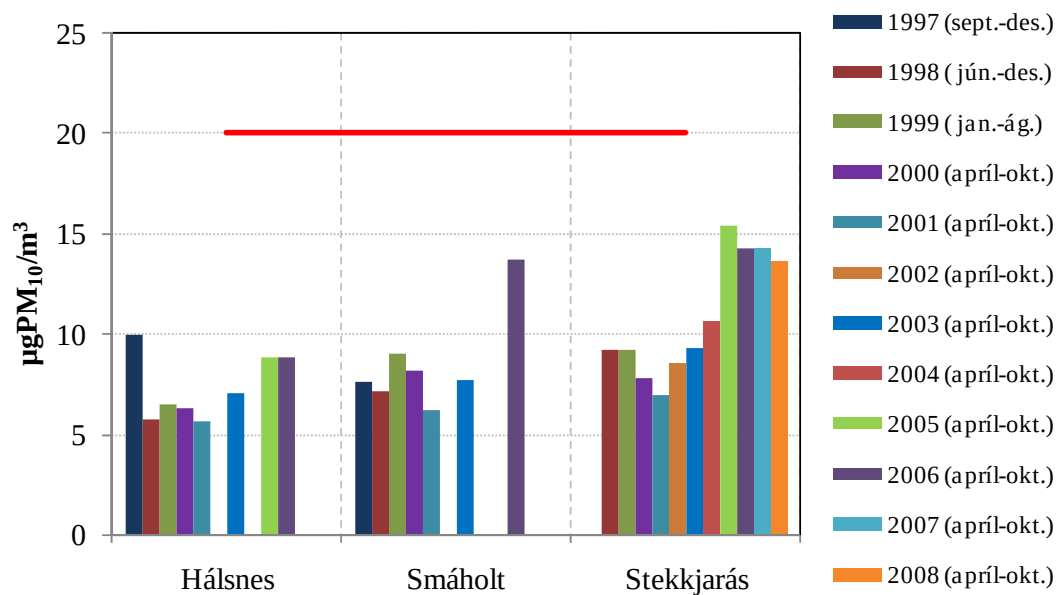
Mynd 4.7 Mánaðarmeðaltöl SO₂ (efri mynd) og heildarbrennisteins (neðri mynd) á Stekkjarási apríl – október 2007 og 2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

4.1.3 SVIFRYK (PM₁₀) Í LOFTI

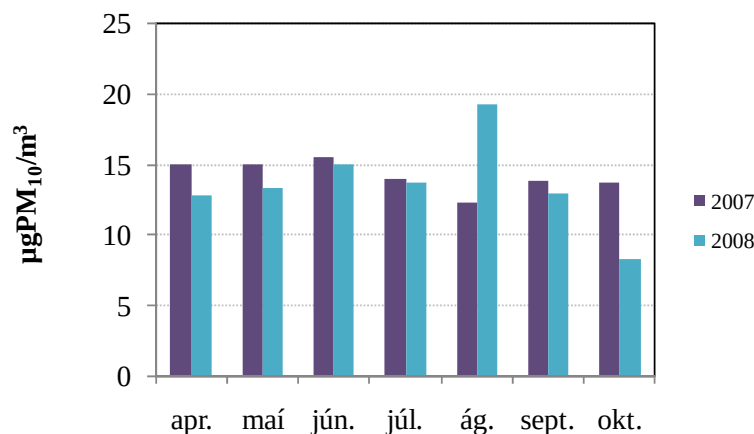
Ársmeðaltal svifryks árið 2008 á Stekkjarási var undir viðmiðunarmörkum sem miða við að það sé undir 20 µg/m³ utan þynningarsvæðis. Ársmeðaltal svifryks árið 2008 á Stekkjarási var um 13,6±3,2 µg/m³ sem er svipað og árið 2007, 14,2±1,0 µg/m³ (**mynd 4.8**)⁶. Meiri breytileiki var í mæligildum og mánaðarmeðaltölum svifryks á Stekkjarási árið 2008 en árið á undan og vegur herra meðaltal svifryks í ágúst 2008 þar mest (**mynd 4.9**).

Talið er að meira magn svifryks á Stekkjarási síðustu árin megi að mestu rekja til stækkunarframkvæmda Norðuráls og árið 2008 til framkvæmda hjá Elkem Íslandi og við höfnina. Einnig gæti ástæðan að hluta verið þurrkar yfir sumarið sem hafa verið algengir undanfarin sumur.

⁶ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a.



Mynd 4.8 Meðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti árin 1997-2008 safnað á vöktunarstöðum. Rauð lína sýnir viðmiðunarmörk fyrir ársmeðaltal svifryks utan þynningarsvæðis. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

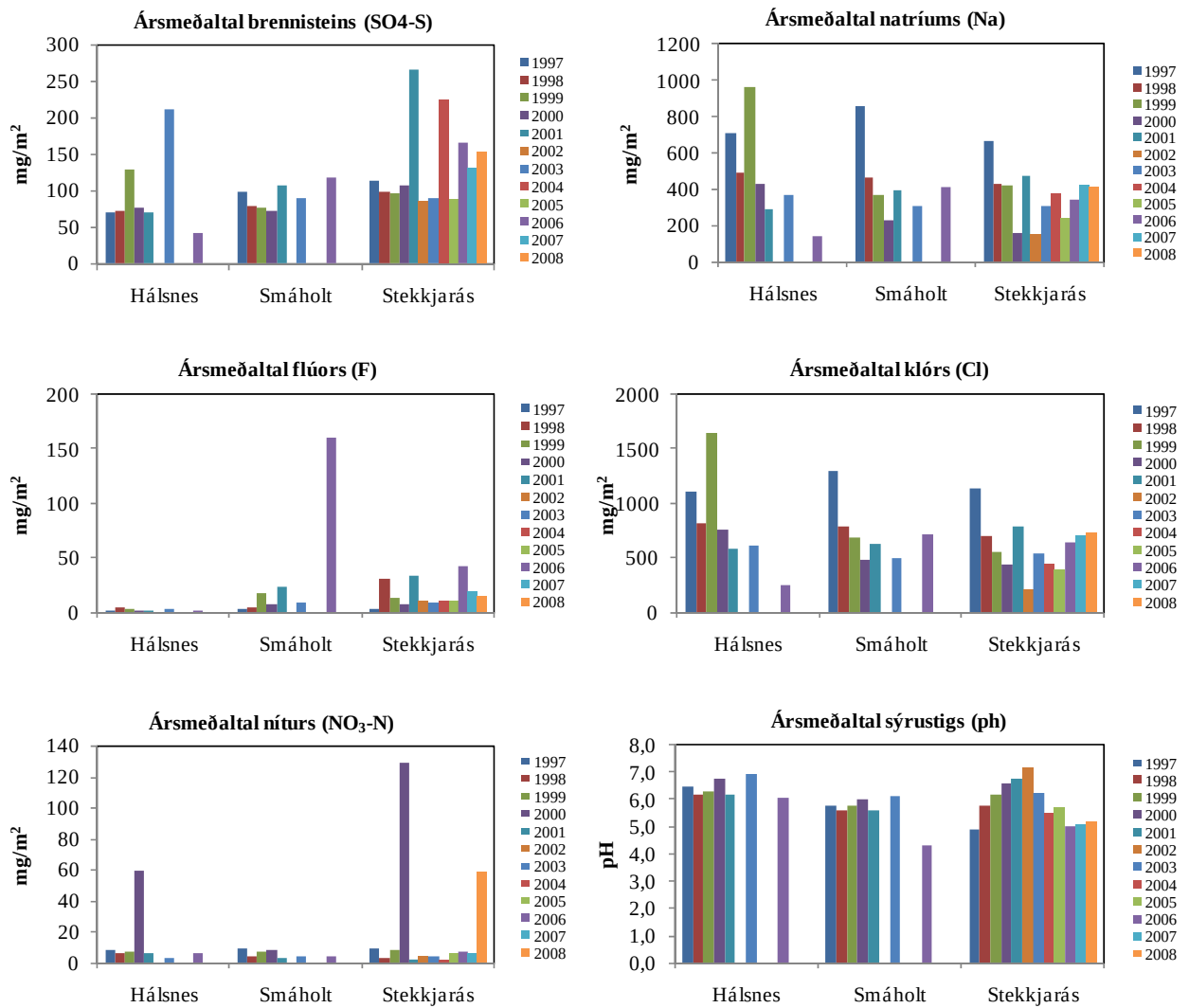


Mynd 4.9 Mánaðarmeðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti á Stekkjarási árin 2007 og 2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis

4.1.4 EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU

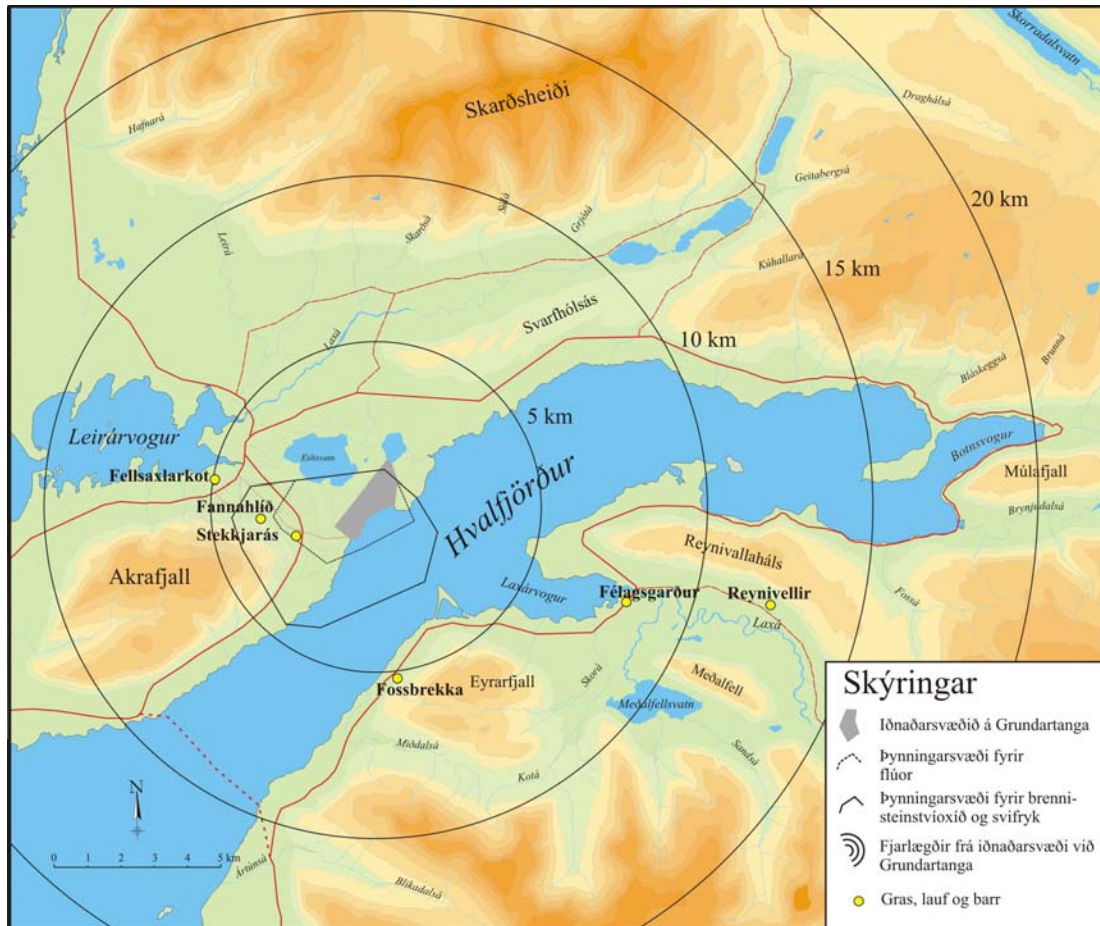
Mæligildi í úrkomu hafa frá upphafi vöktunar verið sveiflukennd (**mynd 4.10**)⁷. Ástæðan er talin vera mjög einfaldur sýnasafnari sem mengast auðveldlega af flugu og frjókornum. Ársmeðaltal flúors (mælt sem flúoríð) í úrkomu á Stekkjarási árið 2008 var lægra en árið 2007. Ársmeðaltal brennisteins (mælt sem súlfat, SO₄) mældist þar hærra en árið 2007. Sýrustig í úrkomu var á bilinu 4,5-6,0 eða svipað og árið 2007, sem er með lægsta móti miðað við önnur vöktunarár. Hugsanlegt er að lækkunin tengist aukinni losun efna í andrúmsloft á svæðinu eða sem berast annars staðar frá. Ársmeðaltal natríums og klórs voru svipuð og árið 2007, en ársmeðaltal niturs var hærra.

⁷ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a.



Mynd 4.10 Ársmeðaltöl ýmissa efna og sýrustigs í úrkomu árin 1997-2008. Bakgrunnsmælingar eru frá 1997. Stekkjarás er innan þýnningarsvæðis.

5 GRÓÐUR



Mynd 5.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2008. Sýnum af grasi og laufi var safnað júní og september en af barri í nóvember.

5.1 TALIN ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR

Í **töflu 5.1** er yfirlit yfir styrk flúors í vef og HF í lofti sem talin er vera þolmörk gróðurs⁸.

Tafla 5.1 Talin þolmörk mismunandi gróðurs gagnvart flúor í vef og gagnvart loftkenndum flúor (HF).

Styrkur flúors í vef ($\mu\text{g/g}$)	Styrkur HF í lofti ($\mu\text{g/m}^3$)	Áhrif
0-10	0-0,02	Engin (bakgrunnsgildi).
10-30	0,02-0,2	Engin
30-100	0,2-0,6	Hnignun viðkvæmra tegunda, einkum mosa, fléttna, barrtrjáa.
100-200	0,6-1,2	Hnignun miðlungspolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
>200	>1,2	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa.

Þolmörk viðkvæmasta gróðurs (mosar og fléttur) gagnvart HF eru talin vera $0,3 \mu\text{g/m}^3$ yfir 5-6 mánuði. Sá styrkur HF leiðir til uppsöfnunar á um $30 \mu\text{g/g}$ af flúor í vef. Barrtré og bláberjalyng eru dæmi um viðkvæmar plöntur en krækilyng og birki um þolnar. Grös eru talin miðlungspolin gagnvart HF.

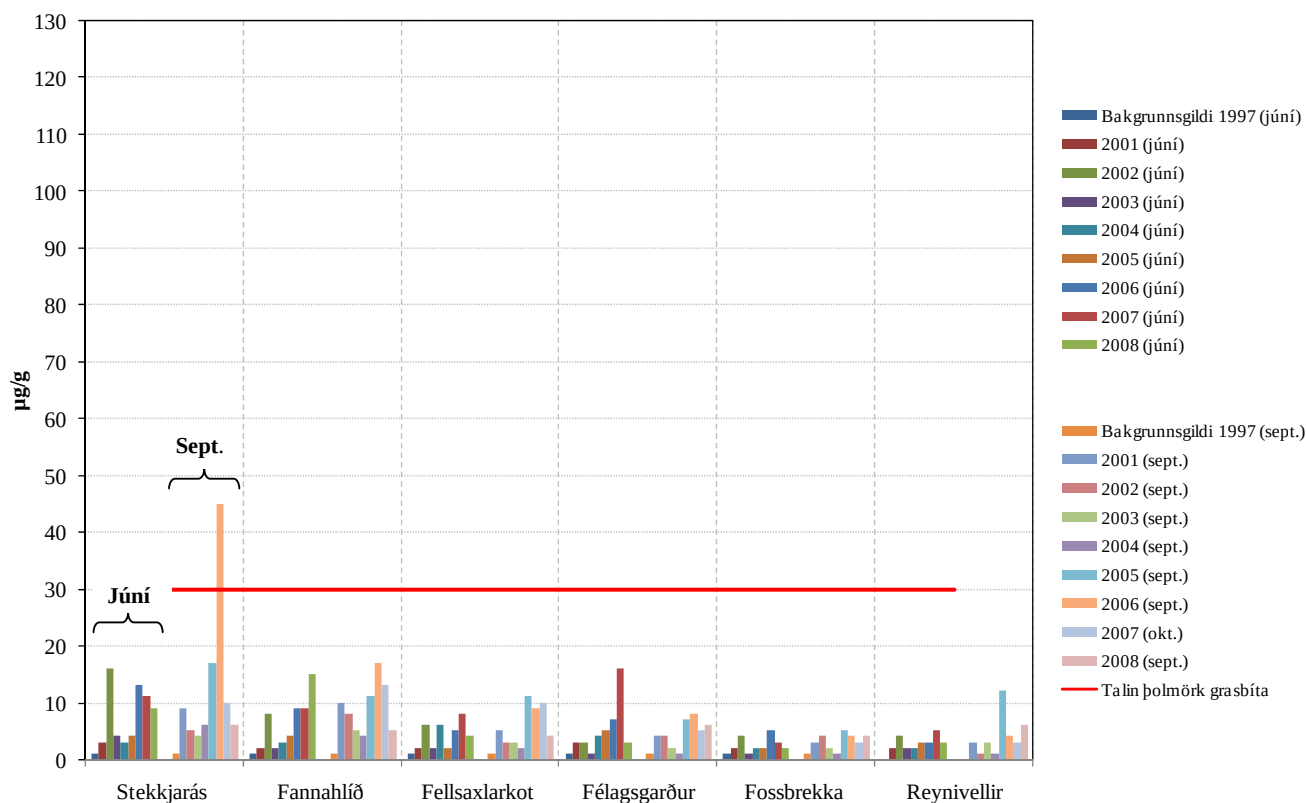
⁸ Friðrik Pálmason og Skye, 1999; Horntvedt og Øyen, 1994; Ongstad o.fl., 1994; Davison og Weinstein, 1999.

5.2 NIÐURSTÖÐUR

5.2.1 FLÚOR Í GRASI

Árið 2008 voru meðaltöl flúors í grasi frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk grasa gagnvart flúor í vef (**tafla 5.1**) og innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor í fóðri ($30 \mu\text{g/g}$ ⁹). Meðaltal flúors í grasi á vöktunarstöðum vestur og norðvestur af iðjuverunum (Stekkjarás, Fannahlíð og Fellsaxlarkot) minnkaði frá vori fram á haust og var lægra en sumarið 2007. Þessu var öfugt farið er varðar meðaltal flúors frá hinum þremur stöðunum sem allir eru sunnan fjarðar (**mynd 5.2**)¹⁰. Vöktun liðinna ára hefur sýnt að staðirnir norðan fjarðar, vestur og norðvestur af iðjuverunum, endurspegla með skýrari hætti styrk flúors í útblæstri iðjuveranna en staðirnir sunnan fjarðar.

Hæsta meðaltal flúors var í grassýnum sem safnað var í júní í Fannahlíð eða $14 \mu\text{g/g}$ (samanlagt í þurrefni og skoli).



Mynd 5.2 Meðaltal flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2008 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir skilgreind eða talin þolmörk fyrir sauðfé. Bilun varð í reykahreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis fyrir flúor.

⁹ Friðrik Pálmason, 1999.

¹⁰ Malin Sundberg, 2009.

5.2.2 FLÚOR Í LAUFI

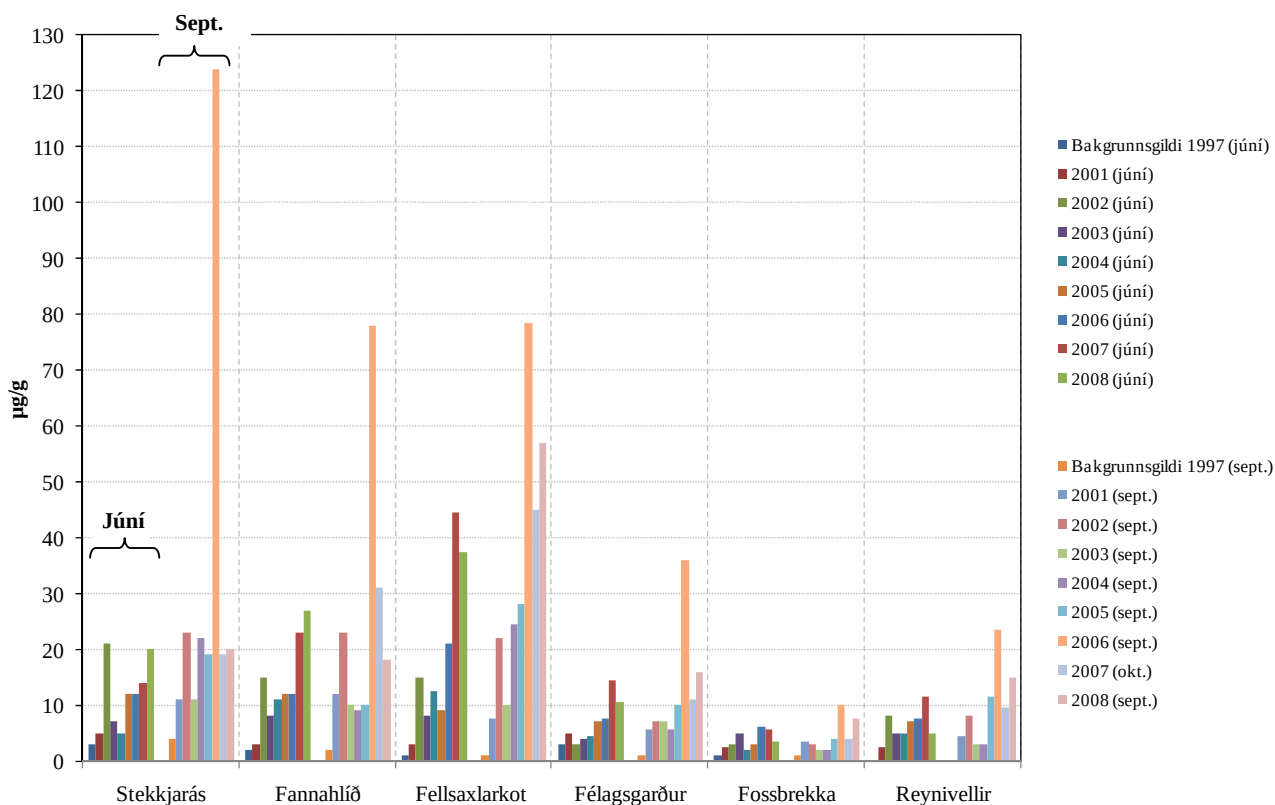
Árið 2008 voru meðaltöl flúors í laufi birkis og reynis frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þölmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef (**tafla 5.1**).

Lítil fylgni var á milli meðaltala flúors í laufi og í grasi á stöðunum næst iðjuverunum. Meðaltal flúors í laufi minnkaði frá júní til september eingöngu frá einum vöktunarstað, Fannahlíð (**mynd 5.3**)¹⁰. Meðaltal flúors frá hinum fimm vöktunarstöðunum var það sama í júní og september (á við um Stekkjarás) eða jókst yfir tímabilið.

Niðurstöðurnar sýna að meðaltal flúors í laufi á vöktunarsvæðunum var ýmist svipað eða hærra sumarið 2008 en sumarið 2007 (einkum á þetta við um september). Hluta til má útskýra þetta með auknum áhrifum frá sjó árið 2008 (sjá **kafla 7.1.1**). Undantekning er þó Fannahlíð þar sem meðaltal flúors í laufi var lægra haustið 2008 en haustið á undan.

Hærra meðaltal flúors í laufi sumarið 2008 en sumarið á undan gæti stafað af veðurfarslegum áhrifum og áhrifum frá sjó. Sumarið var þurrviðrasamt, hæglætis veður og austanáttir ríkjandi. Ljóst er að losun flúors frá álverinu yfir vaxtatíma gróðurs var ekki meiri en árið á undan.

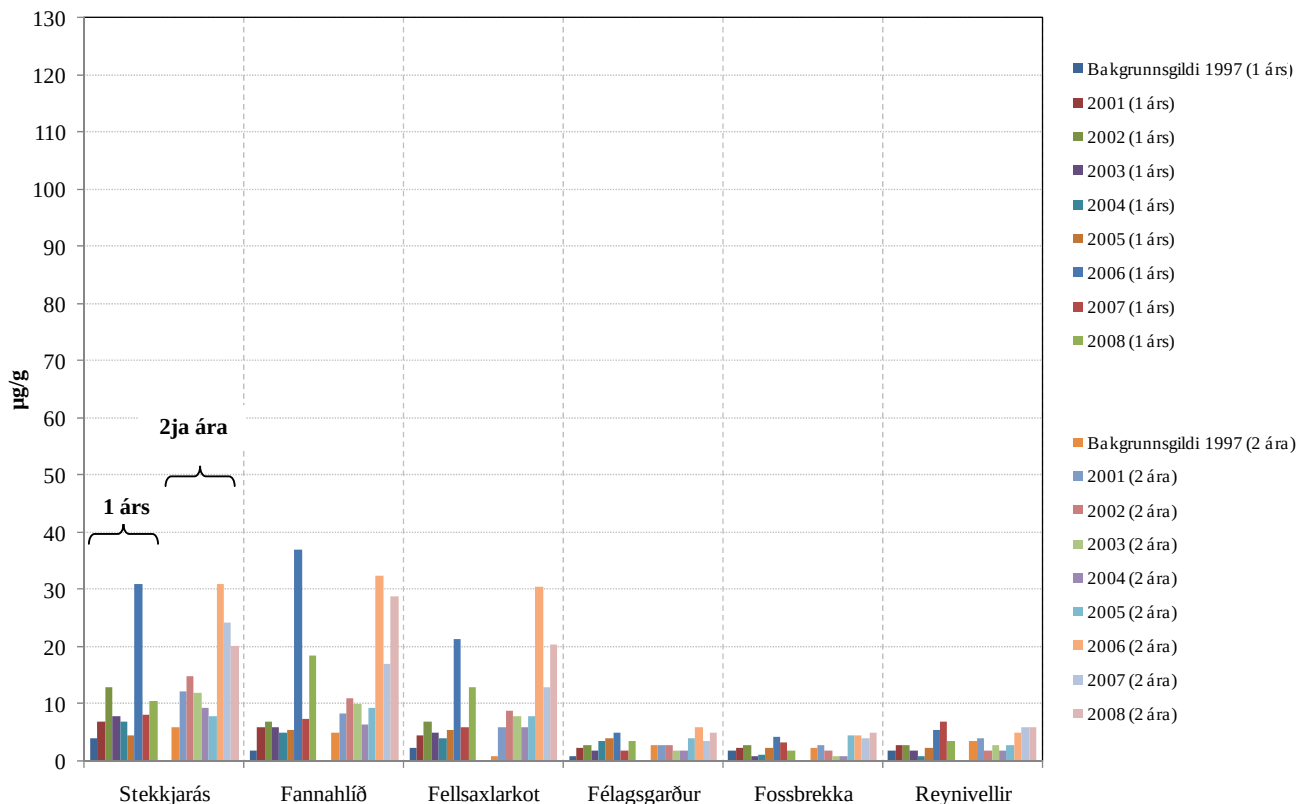
Hæsta meðaltal flúors í laufi var í sýnum sem safnað var í Fellsaxlarkoti í september eða 52 µg/g (samanlagt í þurrefni og skoli).



Mynd 5.3 Meðaltal flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2008 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Þölmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera 200 µg/g. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

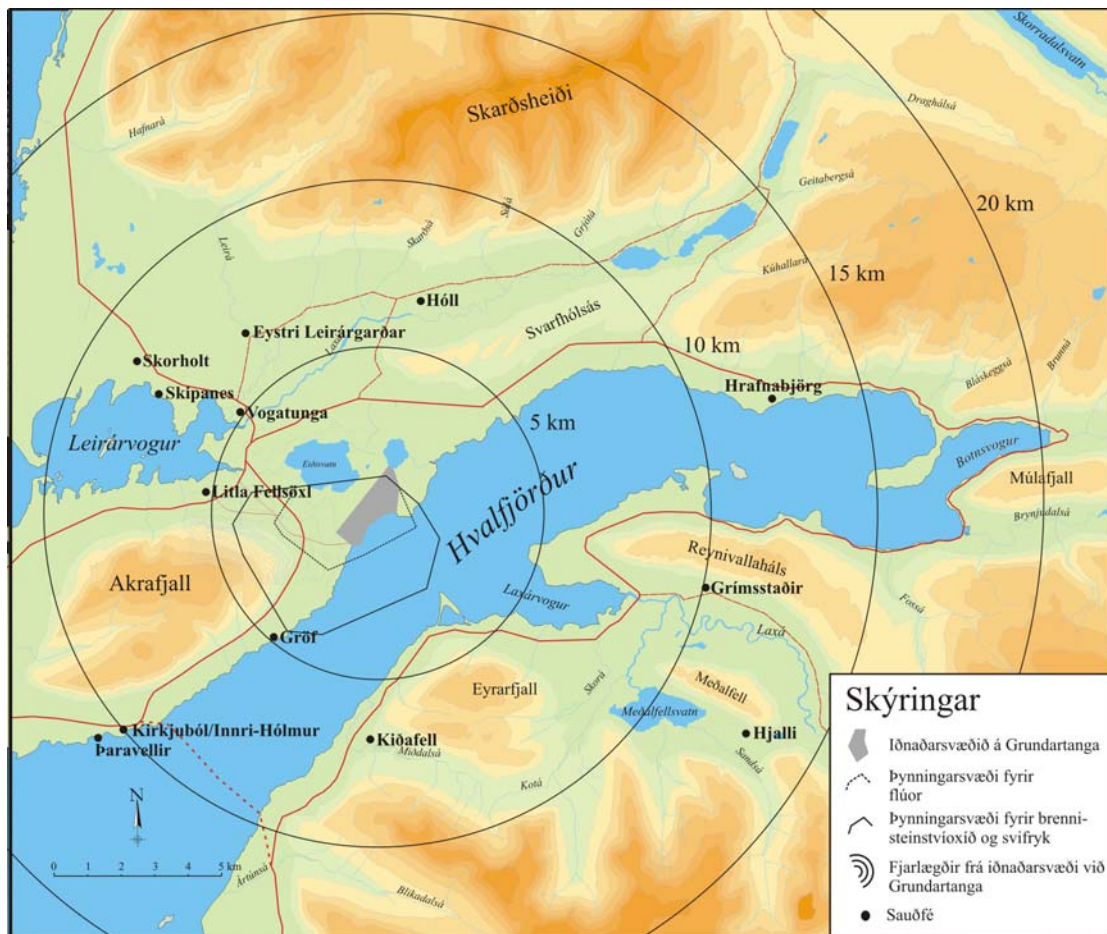
5.2.3 FLÚOR Í BARRI

Árið 2008 var meðaltal flúors í eins og tveggja ára barri hærra en árið á undan á þremur vöktunarstaðanna (Fannahlíð, Fellsaxlarkot og Félagsgarður, mynd 5.4). Á Stekkjarási, Fossbrekku og Reynivöllum var meðaltal flúors í eins árs barri hærra en árið á undan en lægra eða svipað í tveggja ára barri. Út frá þessum niðurstöðum er erfitt að meta hvort að styrkur flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið meiri eða minni árið 2008 en 2007.



Mynd 5.4 Meðaltal flúors í eins og tveggja ára barri (samanlagt í þurrefni og skoli) árin 1997-2008 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Þölmörk barrtrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera á bilinu 30-100 µg. Bilun varð í reykheinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

6 SAUÐFÉ



Mynd 6.1 Vöktunarstaðir fyrir sauðfé í Hvalfirði árið 2008. Sauðfjávöktun frá þremur bæjum, Katanesi, Felli og Grjóteyri, var hætt haustið 2008 því á bæjunum er ekki nógu margt fé eða að búfjárhaldi var hætt. Þrír nýir bæir komu inn í vöktunina í staðin þ.e. Hóll, Hjalli og Grímsstaðir.

6.1 TALIN ÞOLMÖRK DÝRA GAGNVART FLÚOR

Í **töflu 6.1** er sýndur sá styrkur flúors í kjálka/tönnum grasbíta sem talin er geta skapað hættu á tannskemmdum sem og talin þolmörk grasbíta gagnavart flúor í kjálka/tönnum¹¹. Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka/tennur sauðfjár, sem og nautgripa, er talin geta átt sér stað ef magn flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg/g¹².

Tafla 6.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í kjálkum/tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum, 1,5 ára).

Styrkur flúors í kjálka/tönnum (µg/g)	Áhrif
<1000	Engin áhrif.
1000-2000	Hætta á tannskemmdum.
>2000	Talin þolmörk, getur valdið tannskemmdum.

¹¹ Ongstad o.fl., 1994.

¹² Friðrik Pálmason, 1999.

6.2 NIÐURSTÖÐUR

6.2.1 FLÚOR Í LÖMBUM

Heildarmeðaltal flúors í lömbum frá öllum bæjunum var lægra haustið 2008 en haustið 2007 og minni breytileiki í mæligildum (**mynd 6.3**)¹³. Mæligildi flúors í kjálkum lamba voru lægri í lömbum frá bæjum næst álverinu, Litlu Fellsöxl, Gröf, Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Þaravöllum, en haustið 2007 (**mynd 6.2**) en svipað á milli ára frá hinum vöktunarbæjunum.

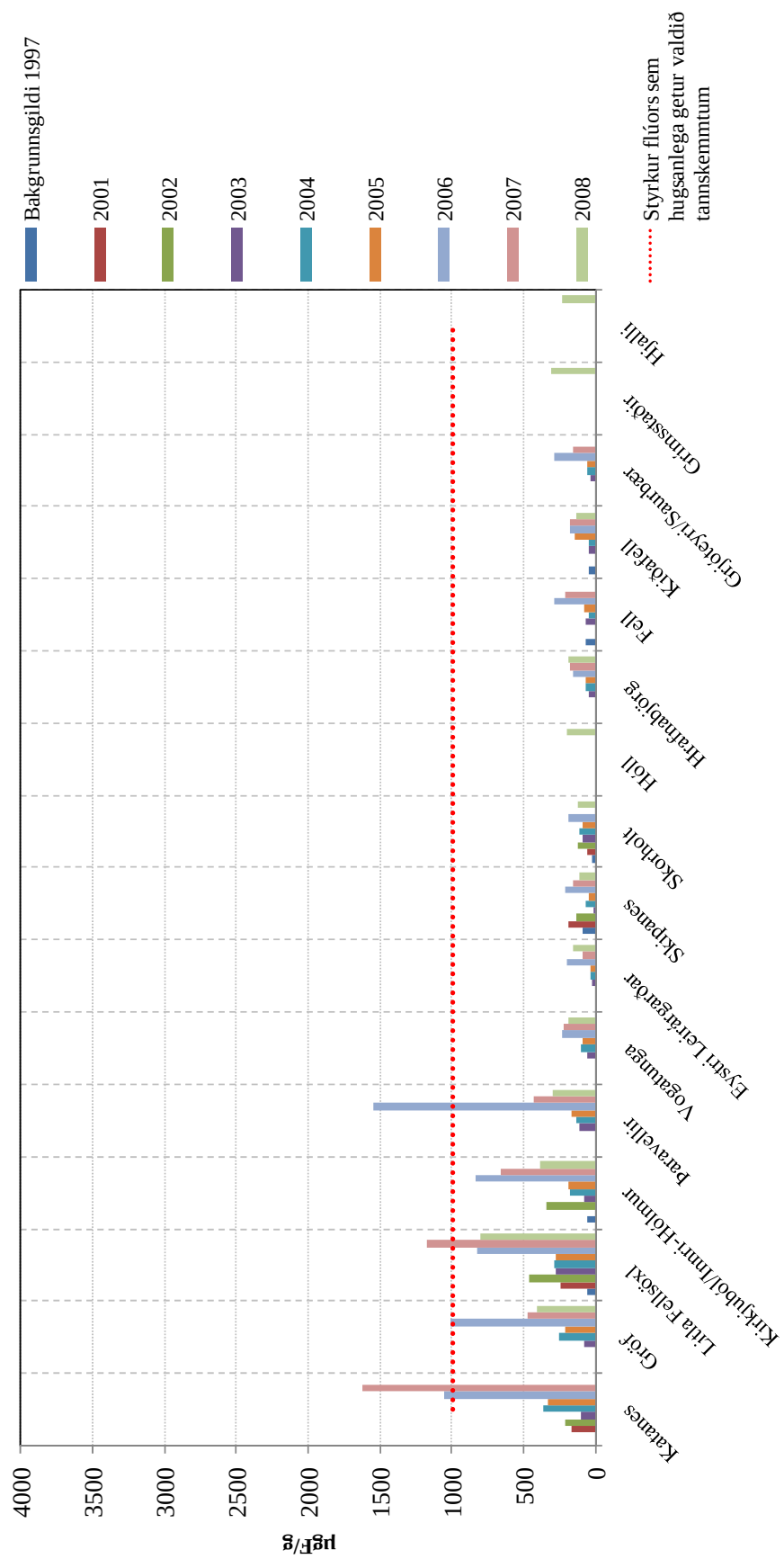
Mæligildin voru öll undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum (1000 µg/g af flúor í kjálka/tönnum, sjá í **töflu 6.1**).

Eingöngu barst einn lambshaus frá Eystri Leirárgörðum því að í sláturhúsi SS á Selfossi gleymdist að senda fleiri hause í mælingar. Flúorstyrkur í lömbum frá Grímsstöðum og Hjalla, sem eru nýir vöktunarbærir sunnan fjarðar, var hærri en frá Kiðafelli.

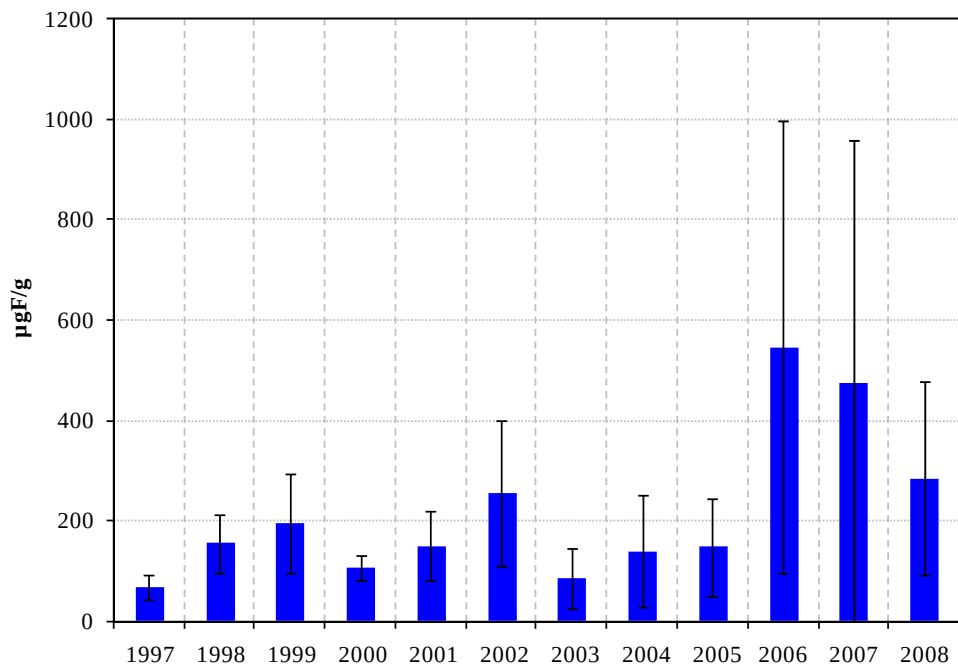
Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum norðan fjarðar (allir bærir teknir saman) var lægra en haustið 2007 sem og minni breytileiki í mæligildum (**myndir 6.4**). Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum norðan fjarðar var 301 ± 217 µg/g haustið 2008 en 563 ± 521 µg/g haustið 2007.

Ekki er raunhæft að bera saman meðaltöl á milli áranna 2007 og 2008 sunnan fjarðar því að nýir bærir, Grímsstaðir og Hjalli, komu inn í vöktunina seinna árið (sjá meðaltöl einstakra bæja á **mynd 6.2**). Fylgst verður með þróun flúorsstyrks í lömbum frá þessum nýju bæjum. Lægri styrkur flúors mældist í lömbum frá Kiðafelli haustið 2008 en 2007.

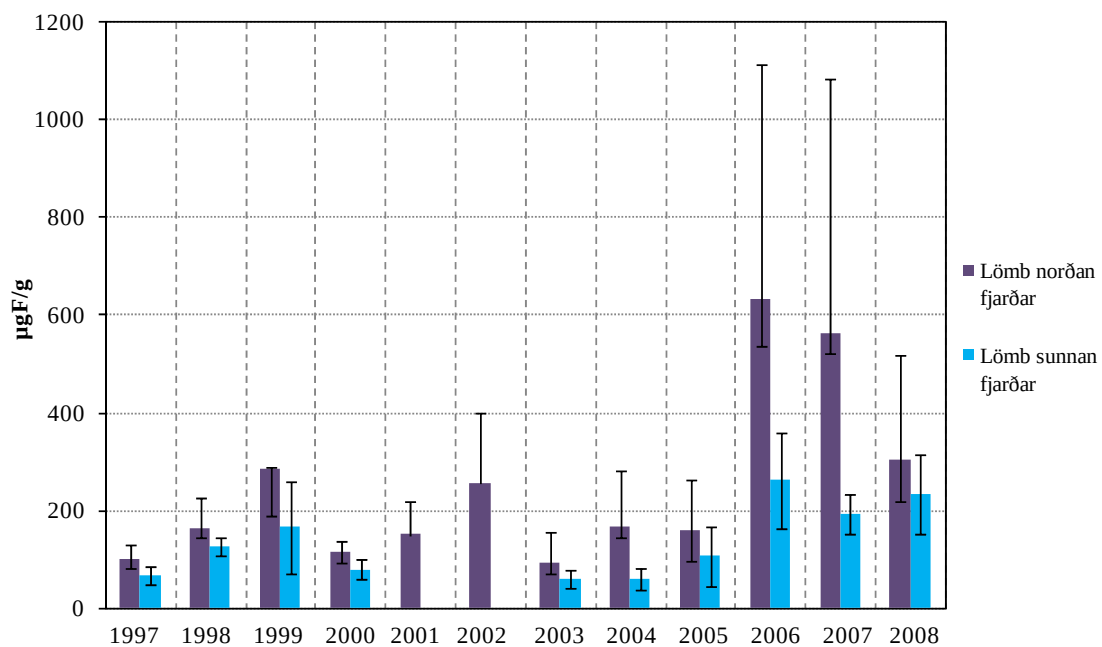
¹³ Malin Sundberg, 2009.



Mynd 6.2 Meðaltöl flúors í kjálkum lamba árin 1997 og 2001-2008. Rauð brotin lína sýnir styrk flúors sem talinn er geta valdið tannskemmtum. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.3 Meðaltöl flúors í kjálkum lamba í Hvalfirði árin 1997-2008 þar sem allir bæir eru teknir saman (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.4 Meðaltöl flúors í kjálkum lamba frá vöktunarbæjum norðan fjarðar annars vegar og sunnan fjarðar hins vegar árin 1997-2008 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

6.2.2 FLÚOR Í ELDRA FÉ

Hvað eldra fé varðar er samanburður á styrk flúors og meðaltala á milli ára erfiður því aldur sláturdýra er misjafn (mjög erfitt er að fá dýr á sama aldri í flúormælingar), æviskeið ekki alltaf ljóst, ekki berast hausar af kindum frá öllum bæjum öll ár. Hvað varðar flúor þá eykst styrkur hans í tönnum og beinum dýranna eftir því sem árin líða.

Taka verður niðurstöður mælinga að hluta með fyrirvara því að ekki er fé í öllum tilfellum upprunnið frá þeim bæ sem það er kennt við, t.d. fé frá Hrafnabjörgum og Þaravöllum. Einnig er vitað að bændur hafa heyjað og látið fé ganga innan þynningarsvæðis.

Ekki bárust hausar af kindum frá Vogatungu.

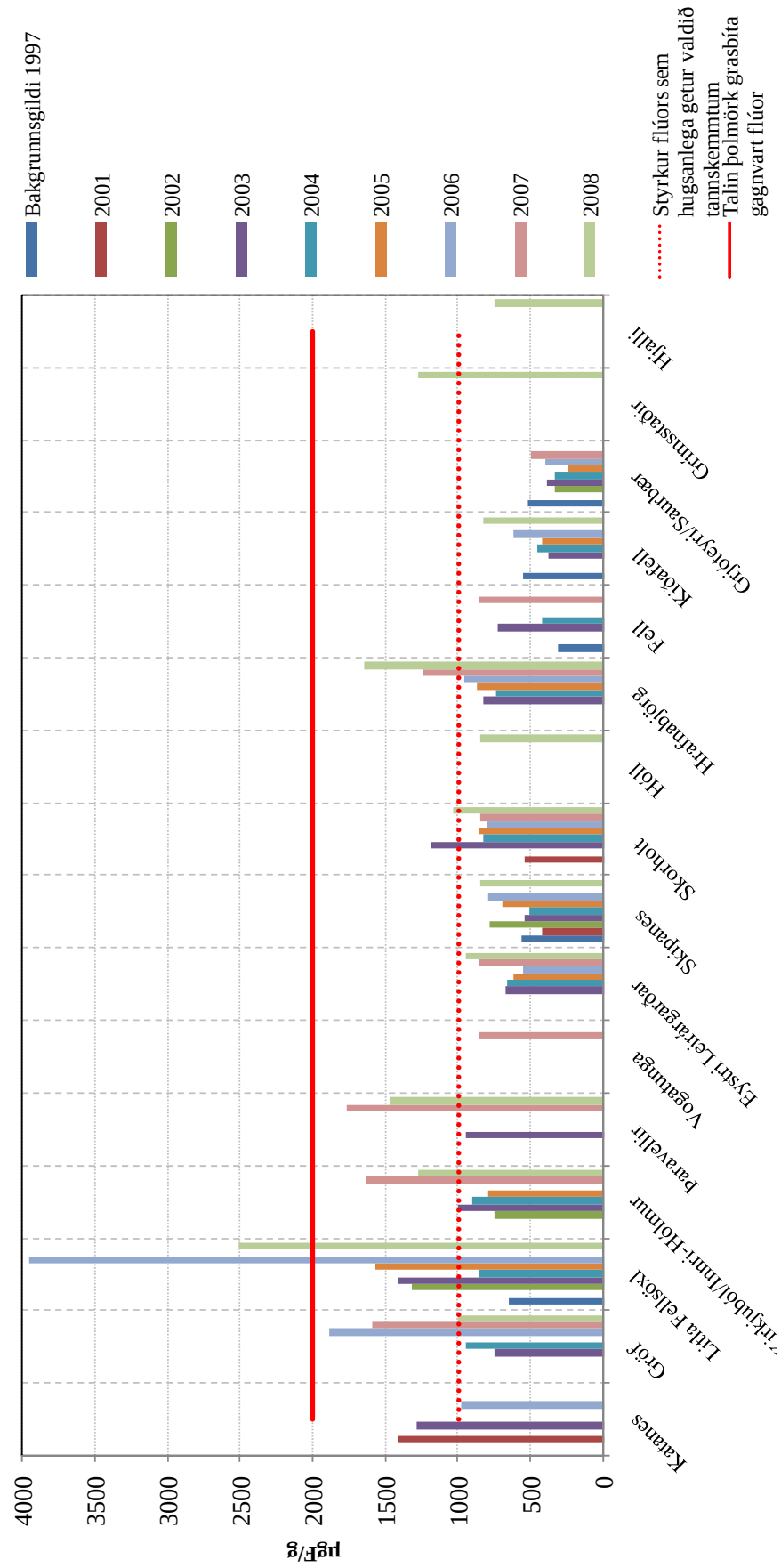
Heildarmeðaltal flúors í kjálkum kinda var hærra en árið 2007 (**mynd 6.5**) en breytileiki í mæligildum var svipaður bæði árin¹⁴. Meðaltalið jókst á milli ára í fé frá Hrafnabjörgum, Skorholti, Eystri Leirárgörðum og Kiðafelli (síðast mælt þar árið 2006) en minnkaði á milli ára í fé frá Gröf, Litlu Fellsöxl (síðast mælt árið 2006), Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Þaravöllum.

Meðaltal flúors var yfir mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum (1000 µg/g, sjá í **töflu 6.1**) í kindum frá Gröf, Þaravöllum, Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Hrafnabjörgum og yfir þeim styrk sem talinn eru vera þolmörk gagnvart flúor í einni kind frá Hrafnabjörgum (2060 µg/g) og þremur kindum frá Litlu-Fellsöxl (2430 µg/g, 2950 µg/g, 2700 µg/g). Kindin frá Hrafnabjörgum var eldri en 4 vetra (nákvæmur aldur ekki vitaður) og kindurnar frá Litlu Fellsöxl voru 6 vetra og 3-4 vetra. Uppruni kindarinnar frá Hrafnabjörgum er ekki að fullu ljóst en mark var frá Akranesi. Styrkur flúors mældist einnig yfir 2000 µg/g í kindum frá Litlu Fellsöxl árið 2006 þegar flúor var síðast mældur í eldra fé frá þeim bæ.

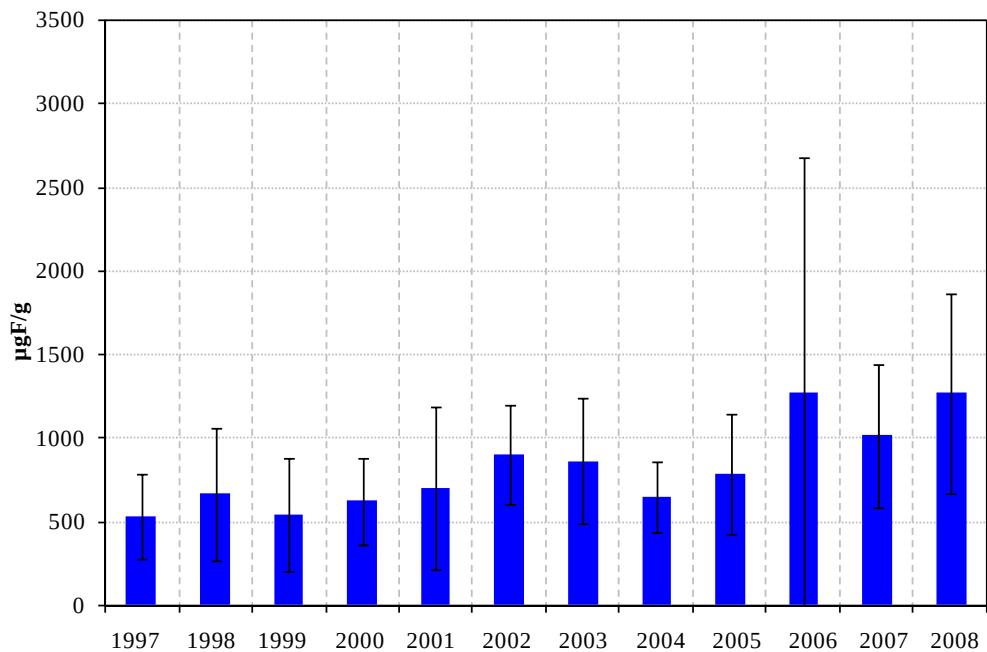
Meðaltal flúors í eldra fé frá bæjum norðan fjarðar (allir bæir teknir saman) var hærra haustið 2008 (1364±598 µg/g) en haustið 2007 (1143±425 µg/g) og breytileiki í mæligildum meiri (**myndir 6.6 og 6.7**).

Ekki er raunhæft að bera saman meðaltöl á milli áranna 2007 og 2008 sunnan fjarðar því að nýir bæir, Grímsstaðir og Hjalli, komu inn í vöktunina seinna árið og ekki bárust sýni til flúormælinga frá Kiðafelli árið 2007 (sjá meðaltöl einstakra bæja á **mynd 6.5**).

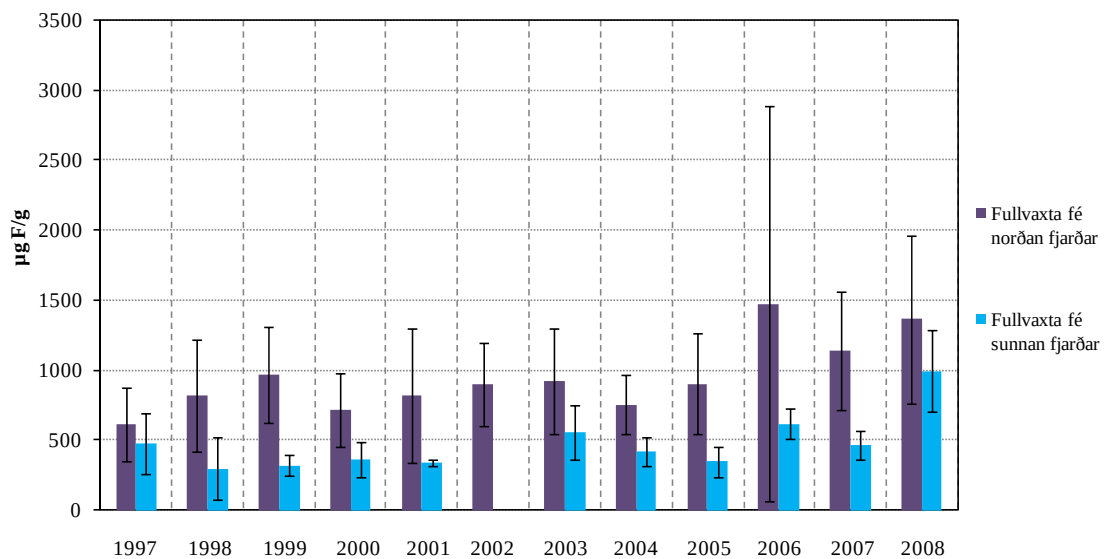
¹⁴ Malin Sundberg, 2009.



Mynd 6.5 Meðaltöl flúors í kjálkum eldra fjár árin 1997 og 2001-2008. Rauð brotin lína sýnir styrk flúors sem getur valdið tannskemmtum og rauð heil lína sýnir talin þolmörk grasbíta gagnvart flúor í kjálkum. Bilun varð í reykheinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.6 Meðaltöl flúors í kjálkum eldra fjár í Hvalfirði árin 1997-2008 þar sem allir bæir eru teknir saman (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.7 Meðaltöl flúors í kjálkum eldra fjár frá vöktunarbæjum norðan fjarðar annars vegar og sunnan fjarðar hins vegar árin 1997-2008 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006. Ekki er raunhæft að bera saman meðaltöl á milli árunna 2007 og 2008 sunnan fjarðar því að nýjir bæir, Grímsstaðir og Hjalli, komu inn í vöktunina seinna árið og ekki bárust sýni til flúormælinga frá Kiðafelli árið 2007.

6.2.3 SKOÐUN TANNA OG KJÁLKA

Dýralæknir skoðaði tennur og kjálka lamba og eldra fjár sem bárust frá vöktunarbæjunum til flúormælinga og tók mið af mæligildum flúors við skoðunina¹⁵.

Smitsjúkdómur, tannholds- og tannslíðursbólga, er vandamál hjá fullorðnu fé í Hvalfirði og víðar sem takmarkar sjónrænt mat m.t.t. flúorskaða. Mikið er um slit á tönnum, oftast ójafnt slit, upplitun og tannlos. Einnig er beinrýrnun og þykkun í kjálkabeini algeng. Ekki er samband á milli þessara breytinga og flúorstyrks í beinum.

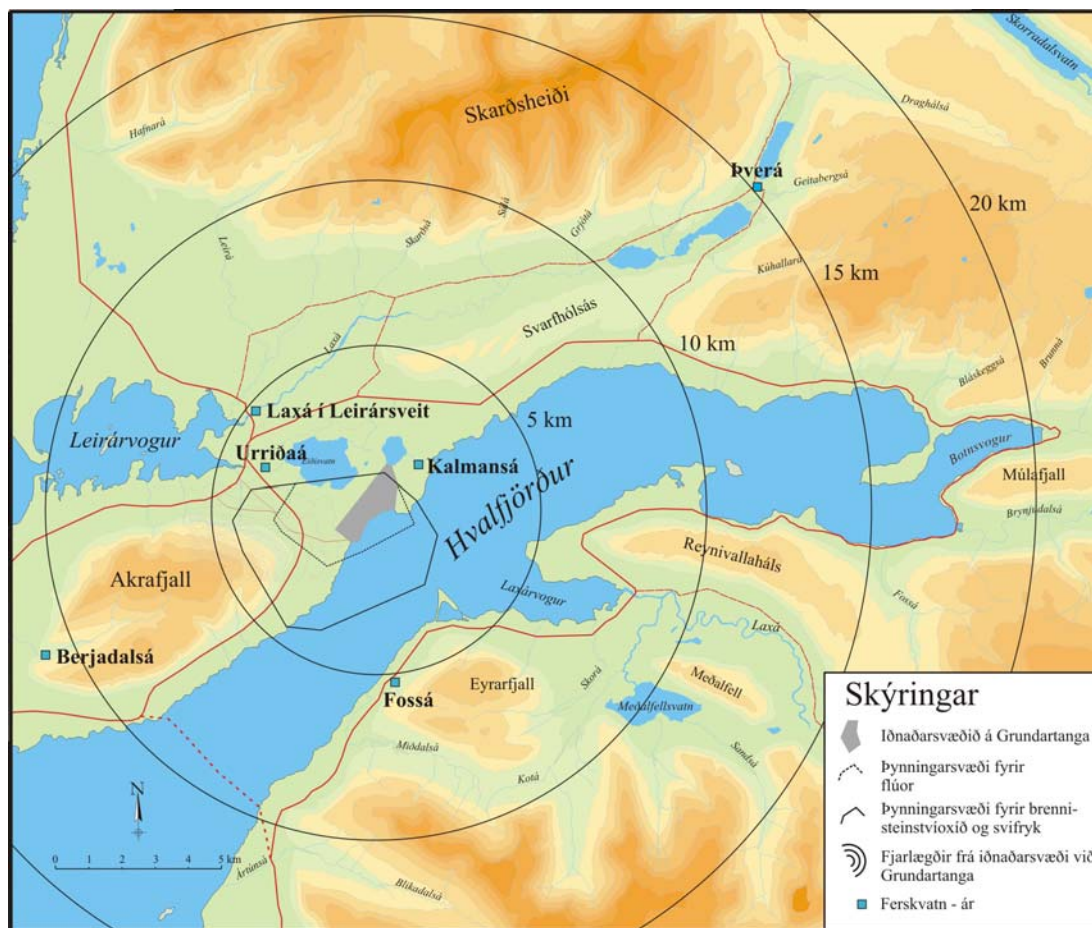
Við skoðun sáust ekki greinilegar breytingar í tönnum eða í kjálkabeinum sem bentu til flúorskaða. Tvær kindur frá Litlu Fellsöxl voru með grunsamlegar breytingar í glerungi í framtönnum en sá grunur hefur ekki verið staðfestur. Glerungur framan á tönnum var eyddur og yfirborðið brúnleitt, hrjúft og með litlar dældi, undir 1 mm í þvermáli. Þriggja vetra kind frá bænum var með mestu breytingarnar, aðallega í framtönn 2 (I2) en einnig í framtönn 3 (I3). Í henni mældist hæsti styrkur flúors í kjálkum haustið 2008 eða 2950 µg/g. Hin kindin var 3-4 vetra og í henni sáust breytingar í framtönn 2 báðu megin. Styrkur flúors í kjálkum hennar mældist 2700 µg/g.

Í vettvangsskoðun í byrjun árs 2008 sáust einnig grunsamlegar breytingar á tönnum einnar kindar á Litlu Fellsöxl. Sá grunur fékkst ekki staðfestur. Haustið 2008 var ein kind frá Skorholti með litlar brúnleitar dældir efst framan á framtönnum en breytingarnar voru mun vægari en hjá ofangreindum kindum og flúormagn í kjálkabeini undir 1000 µg/g.

Flúorskaði á tönnum (gaddur) sauðfjár á vöktunarsvæðinu hefur aldrei verið staðfestur frá upphafi vöktunar. Þó má búast við því að neikvæð áhrif flúors frá álveri Norðuráls geti komið fram á sauðfé sem beitt er innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Samkvæmt upplýsingum frá ábúanda á Litlu Fellsöxl er fé frá bænum á beit austan megin í Akrafjalli allt austur að Mörk og því að hluta innan þynningarsvæðis.

¹⁵ Keldur, 2009.

7 FERSKVATN



Mynd 7.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2008. Ferskvatnssýnum var safnað einu sinni til tvisvar í mánuði frá apríl til október.

7.1 NIÐURSTÖÐUR

Kalmansá og Urriðaá voru vatnslitlar á köflum yfir sumarið 2008. Við sýnatöku í júlí og ágúst var nánast ekkert rennsli í Kalmansá og voru mælispættir óeðlilega háir og var mæligildum sleppt í meðaltals útreikningum.

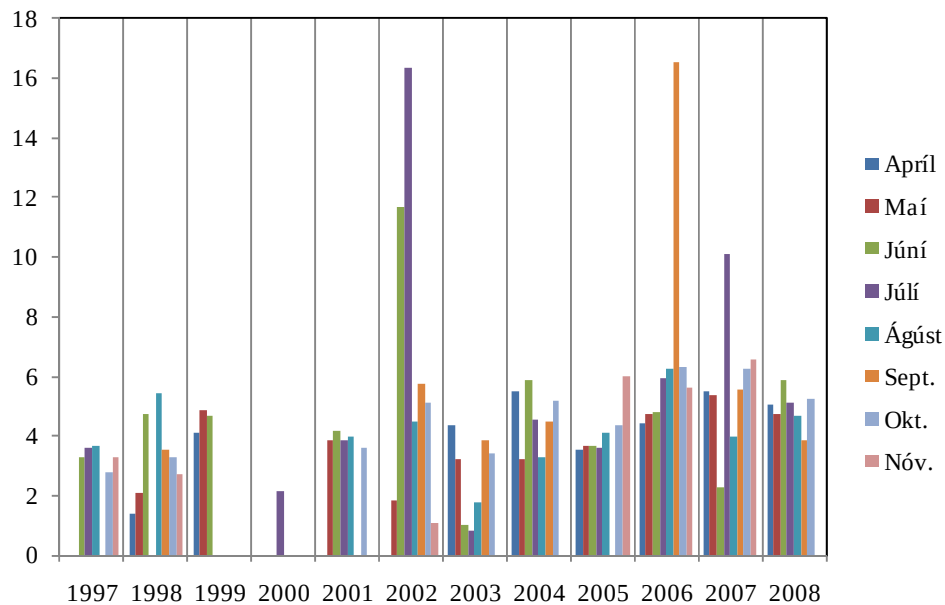
7.1.1 STYRKUR FLÚORÍÐS Í ÁM

Styrkur flúoríðs í ánum hefur frá upphafi verið innan leyfilegs hámarksstyrk í neysluvatni (1500 µg/l í reglugerð nr. 319/1995). Styrkur flúoríðs í bergvatnsánnum (Fossá, Laxá og Berjadalsá) hefur verið nær óbreyttur í gegnum árin. Styrkurinn hefur hins vegar verið breytilegri í Kalmansá og Urriðaá¹⁶. Búast má við að Kalmansá og Urriðaá séu nærmar fyrir breytingum á losun iðjuveranna þar sem að uppspretta þeirra er í vötnum í grenndinni. Eiðisvatn er auk þess að hluta innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Hærri styrkur flúoríðs ánum á undanfarin sumur gæti einnig stafað af því hve vatnslitlar þar hafa verið vegna þurra sumarmánaða.

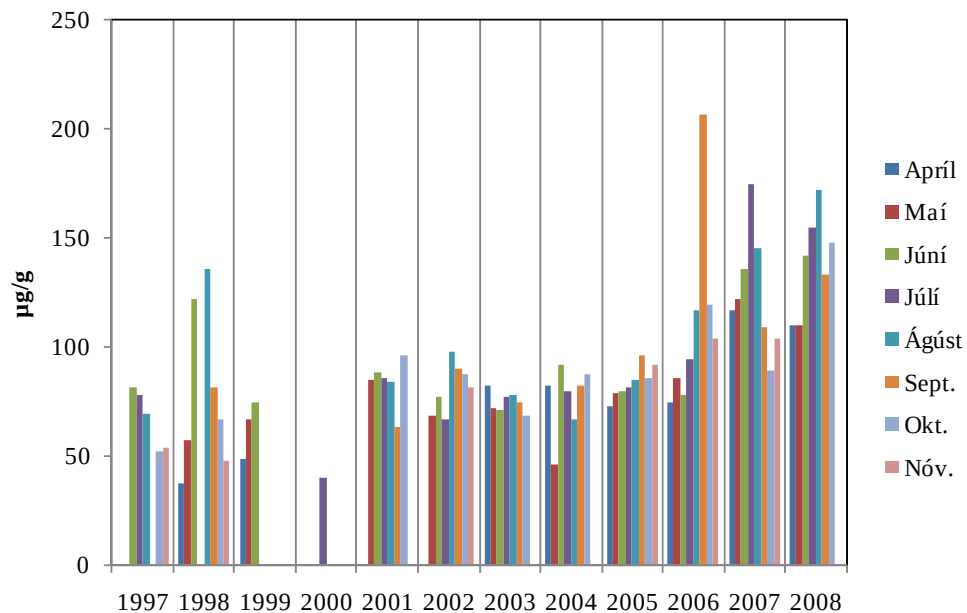
Klóríð er mælt í ánum til að sýna áhrif frá sjó. Klóríðstyrkur í ánum hefur frá upphafi vöktunar verið innan viðmiðunarmarka fyrir neysluvatn (200 mg/l). Reiknað hefur verið

¹⁶ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008b.

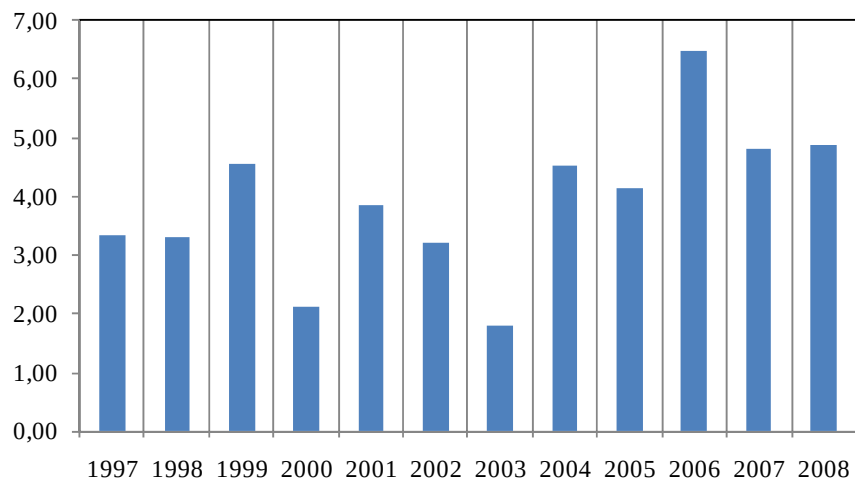
flúoríð/klóríð hlutfall í Urriðaá til að taka út áhrif sjávar. Á **mynd 7.2** er hlutfallið sýnt fyrir hvern mælímánuð árin 1997-2008. Á **mynd 7.4** er sýnt ársmeðaltal flúoríð/klóríð hlutfalls hvers árs. Hlutfallið sýnir að styrkur flúors á vöktunarsvæðinu var svipaður árin 2007 og 2008. Til samanburðar er flúoríðstyrkur í ánni sýndur á **mynd 7.3** og 7.5.



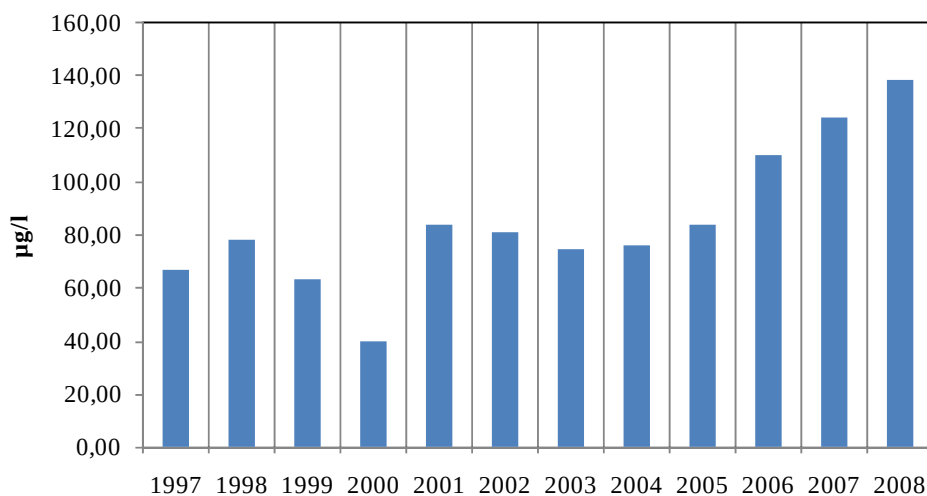
Mynd 7.2 Flúoríð/klóríð hlutfall í Urriðaá fyrir hvern mælímánuð árin 1997-2008 (bakgrunnsmaðlingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.3 Flúoríð styrkur í Urriðaá fyrir hvern mælímánuð árin 1997-2008 (bakgrunnsmaðlingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.4 Flúoríð/klóríð hlutfall í Urriðaá, ársmeðaltal 1997-2008 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

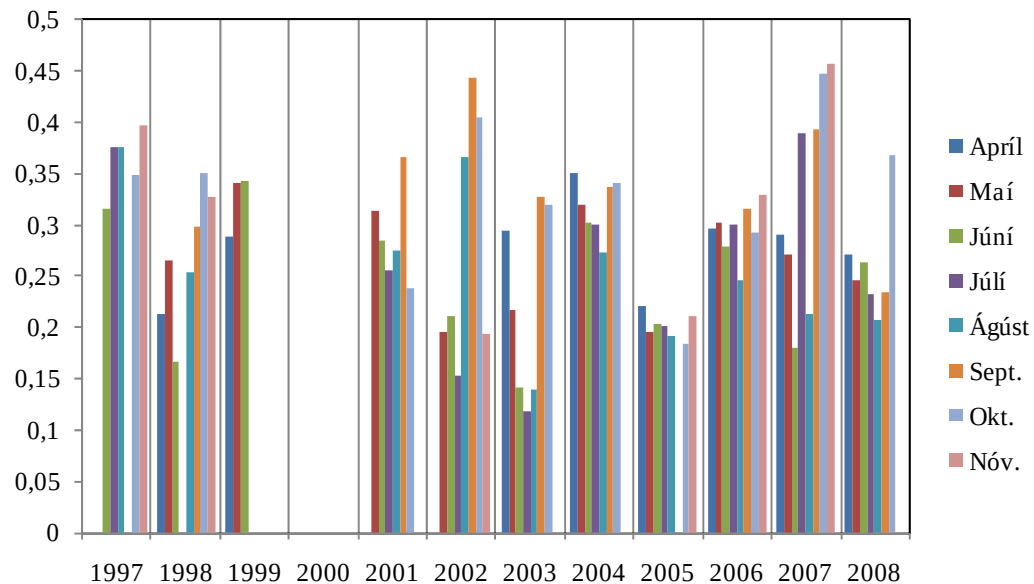


Mynd 7.5 Ársmeðaltal flúoríðs í Urriðaá 1997-2008 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

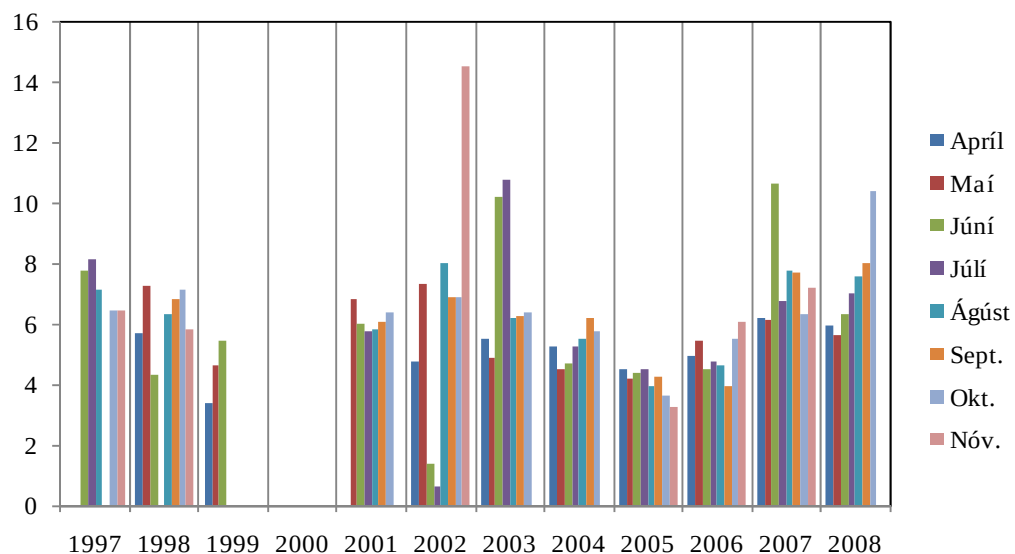
7.1.2 STYRKUR BRENNISTEINS Í ÁM

Styrkur brennisteins (S, mælt sem súlfat, SO_4) í vöktunaránum hefur frá upphafi verið innan viðmiðunarmarka fyrir leyfilegan hámarksstyrk, 200 mg/l, skv. reglugerð nr. 319/1995. Meðaltöl brennisteins í bergvatnsánum hafa verið stöðug í gegnum árin en breytilegri í Kalmansár og Urriðaár¹⁷.

Reiknað hefur verið súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá (sjá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2008 á mynd 7.6). Á mynd 7.8 er sýnt ársmeðaltal súlfat/klóríð hlutfalls hvers árs. Hlutfallið sýnir að styrkur brennisteins á vöktunarsvæðinu hefur sveiflast á milli ára og ekki er sjáanleg aukning á undanförunum árum. Til samanburðar er súlfatstyrkur í ánni sýndur á myndum 7.7 og 7.9.

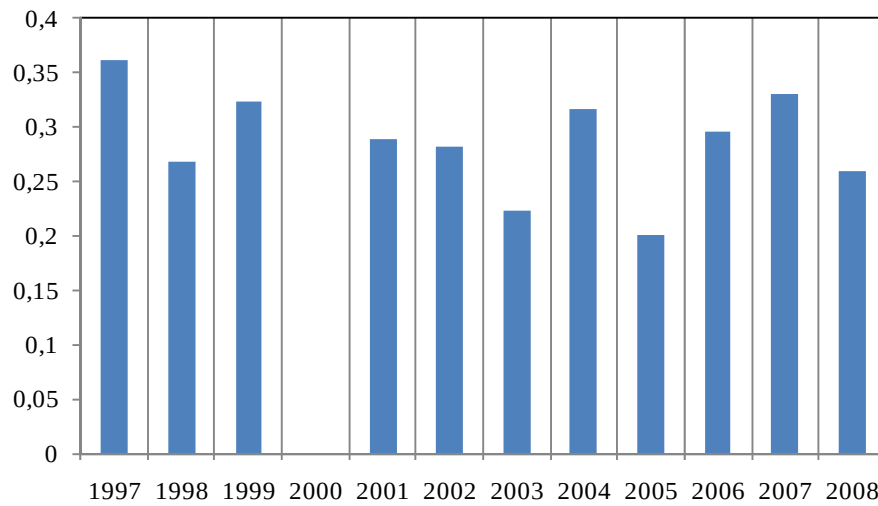


Mynd 7.6 Súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2008 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

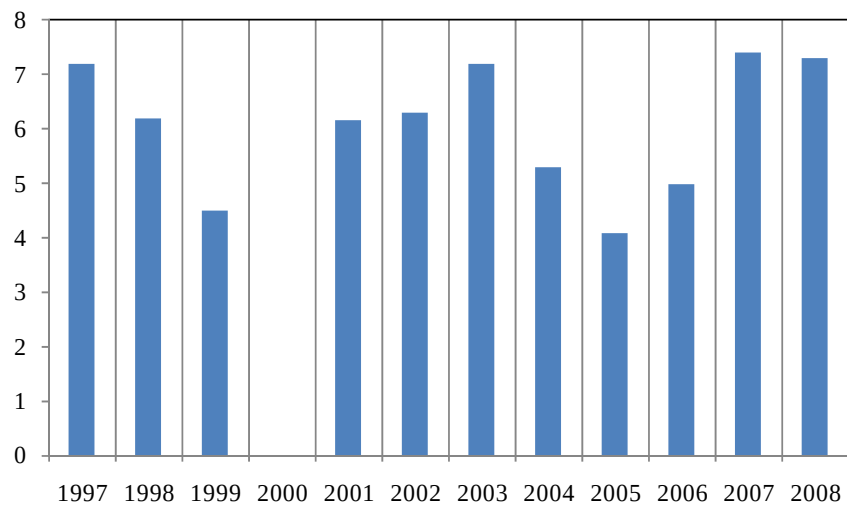


Mynd 7.7 Súlfatstyrkur í Kalmansá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2008 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

¹⁷ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008b.



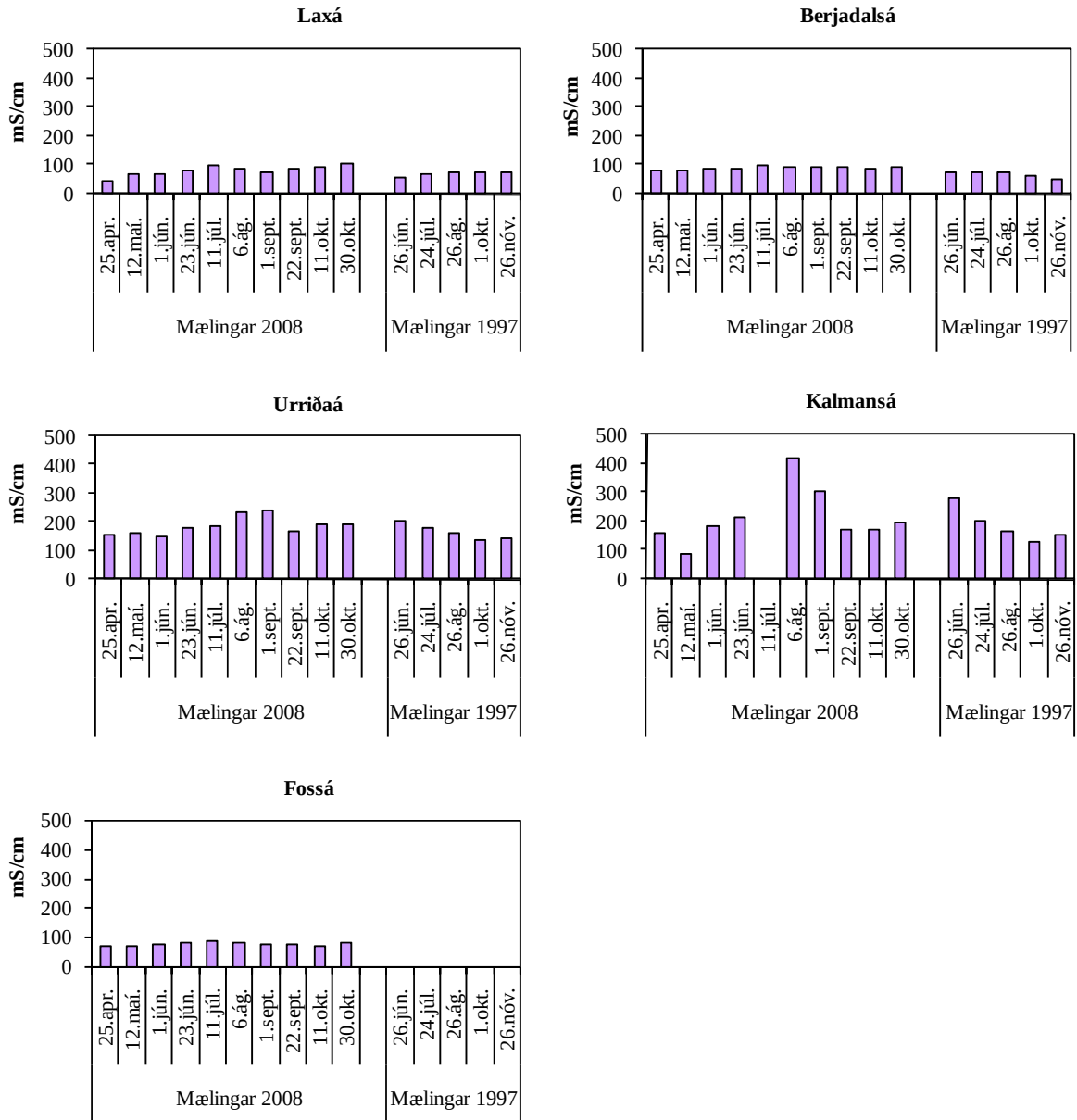
Mynd 7.8 Súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaa, ársmeðaltal 1997-2008 (bakgrunns­mælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.9 Ársmeðaltal súlfats í Urriðaa 1997-2008 (bakgrunns­mælingar frá 1997). Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

7.1.3 LEIÐNI ÁNNA

Leiðnimælingar gefa vísbendingu um heildarstyrk jóna í vatnslausn. Leiðni í ánum hefur verið svipuð frá upphafi vöktunar (**mynd 7.10**)¹⁸. Árið 2008 höfðu Kalmansá og Urriðaa, sem fyrr, hærri og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar eða á bilinu 85-417 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og var heildarmeðaltal í þeim $195 \pm 69 \mu\text{S}/\text{cm}$. Leiðni í bergvatnsánum var á bilinu 43-102 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og var heildarmeðaltal í þeim öllum $82 \pm 11 \mu\text{S}/\text{cm}$.



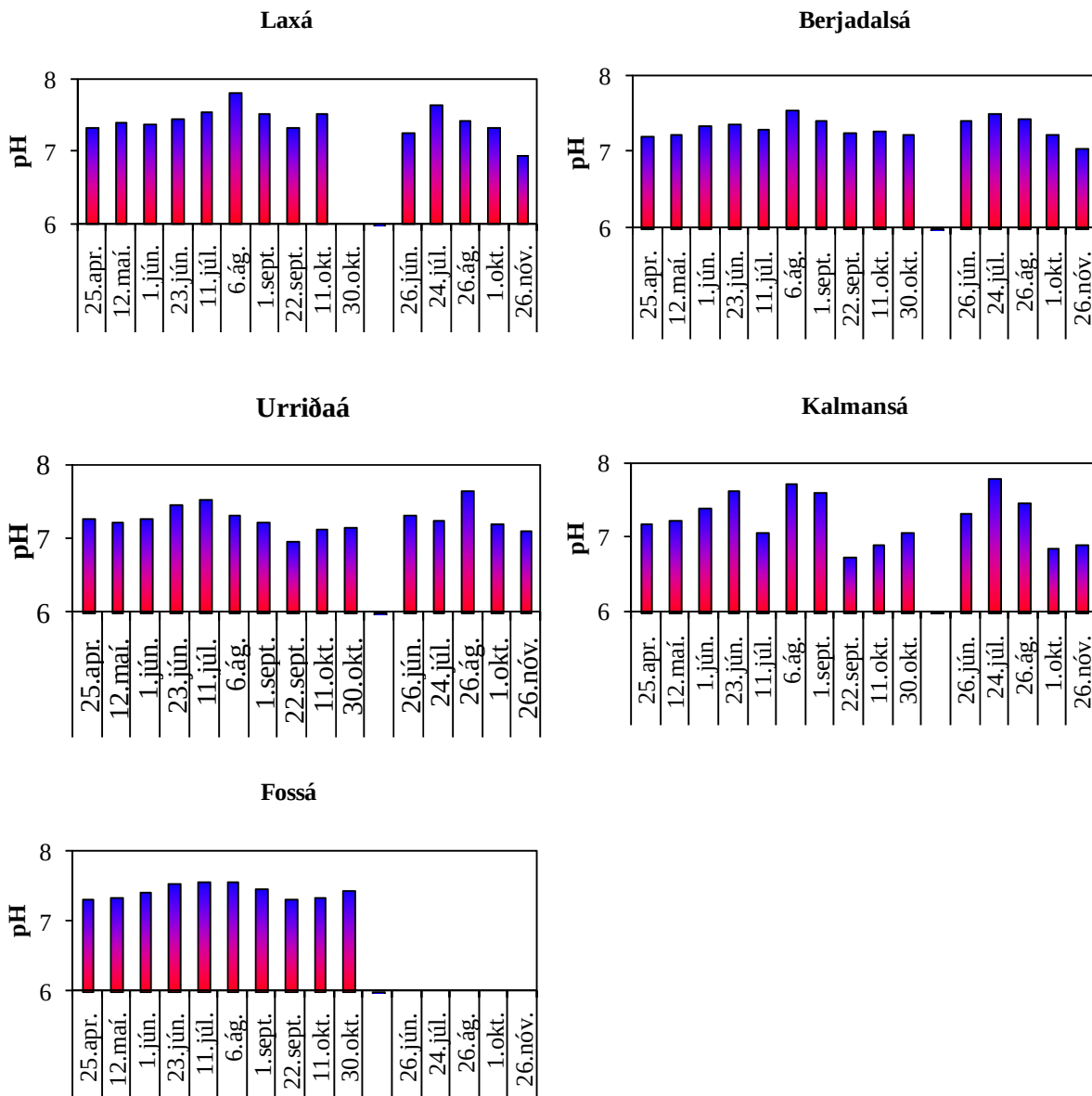
Mynd 7.10 Niðurstöður mælinga á leiðni í ám árin 2008 og 1997 (bakgrunns­mælingar frá 1997).

¹⁸ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008b.

7.1.4 SÝRUSTIG ÁNNA

Sýrustig í öllum ánum hefur frá upphafi vöktunar verið innan marka í reglugerð um neysluvatns, pH 6,5-9,5 (**mynd 7.11**)¹⁹. Breytileiki er meiri í pH gildi í Kalmansá og Urriðaá en í bergvatnsánum. Árið 2008 var pH gildi í Kalmansá og Urriðaá á bilinu 6,7-7,3 og heildarmeðaltalið í þeim $7,3 \pm 0,3$. Í bergvatnsánum var sýrustigið á bilinu 7,2–7,5 og heildarmeðaltalið í þeim öllum $7,4 \pm 0,1$.

Á undanförunum árum hefur mælst súrnun í Kalmasá og Urriðaá upp á 0,3 stig á meðan pH gildi hefur verið óbreytt í bergvatnsánum. Tímaröð mælinga er ekki nógu löng til að hægt sé að segja til um ástæður þessa, þ.e. hvort súrnunin stafi af aukinni mengun eða minni úrkomu á svæðinu undanfarin sumur.



Mynd 7.11 Niðurstöður mælinga á sýrustigi í ám árin 2008 og 1997 (bakgrunns­mælingar frá 1997).

¹⁹ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008b.

8 HEIMILDIR

- Davison og Weinstein, 1999. Af vef <http://www.ncl.ac.uk/airweb/fluoride>
- Friðrik Pálmason, 1999. *Rannsóknir á efnamagni í jarðvegi, gróðri og heyjum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga*. Áfangaskýrsla 1999. Rannsóknastofnun Landbúnaðarins.
- Friðrik Pálmason og Skye, 1999. *An evaluation of the impact of airborne emissions from a planned aluminum smelter on vegetation in Reyðarfjörður*. A report to invest in Iceland-Energy marketing, RALA-012/UM-006.
- Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008a. *Umhverfissvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Síðari hluti apríl–október 2008*. Efnagreiningardeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands.
- Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2008b. *Umhverfissvöktun í Hvalfirði, ferskvatnsmælingar 2008*. Efnagreiningardeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands.
- Horntvedt og Øyen, 1994. *Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk*. Kafli 6 í Norsk aluminiumindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge. Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS). Oslo 1994.
- Keldur, 2009. *Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga*. Keldur, 2008/12/0012.
- Malin Sundberg, 2009. *Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2008*. Niðurstöður mælinga sendar til Jóhönnu B. Weissappel, Mannviti hf., í janúar 2009.
- Malin Sundberg, 2009. *Flúor í beinum 2008*. Efnagreiningar Keldnaholti, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 5. mars 2009.
- Ongstad, Stoll og Aasland, 1994. *The Norwegian aluminium industry and the local environment*. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway-Summary report. 96 bls.