

ÍÐNAÐARSVÆÐIÐ Á GRUNDARTANGA

NÍÐURSTÖÐUR UMHVERFISVÖKTUNAR FYRIR REKSTRARÁRIÐ 2007



Forsíðumynd: Mynd tekin í átt að iðnaðarsvæðinu á Grundartanga sumarið 2007 af Jóhönnu B. Weissappel, Mannvit hf. verkfræðistofu. Á myndinni má sjá verksmiðju Íslenska járnblandifélagsins, álver Norðuráls og Grundartangahöfn.

FORMÁLI OG SAMANTEKT Á HELSTU NIÐURSTÖÐUM

Árið 2007 var framleiðslugeta álver Norðuráls aukin úr 220.000 tonnum (t) í 260.000 t á ári. Ný ker voru gangsett frá 5. júlí til 21. nóvember eins og hér segir. Alls voru 59 ker gangsett frá 5. júlí og út þann mánuð. Síðan voru fjögur ný ker gangsett í ágúst og september. Að lokum voru 27 ker gangsett í nóvember¹. Nýtt þurrhrensivirki var tekið í notkun og eru þau því orðin fjögur. Engin meiriháttar frávik voru í rekstri Norðuráls þetta ár en nokkuð var um niðurkeyrslur á þurrhrensivirkjum. Yfir gróðurtímabilið vógu mest niðurkeyrslur í hrensivirki 1 og 3 í apríl og maí, sem og í byrjun ágúst.

Árið 2007 gekk rekstur Íslenska járnblendifélagsins eðlilega fyrir sig og lítið um stór frávik í rekstri reykrensivirkja.

Austurendi nýrra kerskála Norðuráls ná nú upp að mælistöðinni í Smáholti og er Smáholt staðsett í um 300 m fjarlægð frá hrensivirki 3 og innan 100 m frá hrensivirki 4. Mælistöðin á Stekkjarási er staðsett innan þynningarsvæðis fyrir flúor.

Veðurfar hefur áhrif á dreifingu losunar iðjuveranna. Veðurgögn fyrir árið 2007 vantar frá apríl fram í miðjan ágúst vegna þess að breytingar urðu á þjónustu og gagnahýsingu. Notast er við veðurgögn frá Akranesi fyrir þetta tímabil. Talið er að megindrættir veðurs séu svipaðir á Akranesi og á Grundartanga þrátt fyrir að vindrósir séu nokkuð mismunandi. Veðurfar árið 2007 var um sumt óvanalegt, miklir þurrkar einkenndu sumarið og allnokkur hlýindi með umskiptum í september í úrkomutíð og hvassviðri. Meðalvindhraði yfir tímabilið apríl – október mældist 5,8 m/s, meðalhiti 8,6°C og var norðaustanátt algengasta áttin eins og fyrri ár.

Andrúmsloft

Loftgæðamælingar fóru eingöngu fram á Stekkjarási árið 2007. Ársmeðaltal (apr.–okt.) loftkennds flúors (HF) árið 2007 var undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal HF og heildarflúors var lægra en árið 2006 og breytileiki í mánaðarmeðaltölum minni.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) árið 2007 á Stekkjarási var undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal SO₂ og heildar brennisteins var svipað og árið 2006 en breytileiki í mæligildum og mánaðarmeðaltölum var minni árið 2007 en árið á undan.

Svifryk

Ársmeðaltal svifryks árið 2007 á Stekkjarási var undir viðmiðunarmörkum. Ársmeðaltal svifryks var það sama og árið 2006. Minni breytileiki var þó í mæligildum og mánaðarmeðaltölum svifryks á Stekkjarási árið 2007 en árið á undan.

Úrkoma

Mæligildi í úrkomu hafa frá upphafi vöktunar verið sveiflukennd. Þrátt fyrir það var góð fylgni á milli meðaltala flúors í úrkomu og lofti árið 2007 eins og árið á undan. Ársmeðaltal flúors og brennisteins í úrkomu árið 2007 á Stekkjarási var lægra en árið 2006. pH gildi sýrustigs í úrkomu voru svipuð og árið 2006, sem er með lægsta móti miðað við árin 1997-2005. Ársmeðaltal natríums, klórs og niturs árið 2007 voru einnig svipuð og árið 2006.

¹ Gunnar B. Ólason, Norðuráli. Tölvupóstur til Jóhönnu Bjarkar Weissappel, 4. febrúar 2008.

Gras

Árið 2007 voru meðaltöl flúors í grasi frá vöktunarstöðunum sex innan þolmarka grasa gagnvart flúor í vef og innan þolmarka sauðfjár gagnvart flúor í fóðri. Sýnum af grasi var safnað seinna um haustið en önnur vöktunarár, það er í október í stað september. Meðaltal flúors í grasi safnað í október 2007 var yfirleitt minna eða svipað og síðustu tvö árin. Einkum á þetta við svæðið vestur - norðvestur af iðnaðarsvæðinu.

Lauf

Árið 2007 voru meðaltöl flúors í laufi birkis og reynis frá vöktunarstöðunum sex innan þolmarka lauftrjáa gagnvart flúor í vef. Sýnum af laufi var safnað seinna um haustið en árin á undan. Meðaltöl flúors voru innan þolmarka sauðfjár gagnvart flúor í fóðri í laufi frá fimm vöktunarstaðanna en yfir þeim í laufi safnað í október á Fellsaxlarkoti. Niðurstöðurnar sýna að styrkur flúors á vöktunarsvæðinu var minni árið 2007 en árið 2006. Einkum á þetta við svæðið vestur - norðvestur af iðnaðarsvæðinu.

Barr

Árið 2007 mældist í flestum tilfellum minni styrkur flúors í eins og tveggja ára barri en árið 2006. Þetta styður þá niðurstöðu að styrkur flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið minni seinna árið.

Sauðfé

Styrkur flúors í tönnum og kjálkum lamba var yfirleitt minni haustið 2007 en haustið 2006 og undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum að undanskildum lömbum frá Katanesi og Litlu Fellsöxl. Í lömbum frá þeim tveimur bæjum var styrkur flúors hærri en árið 2006 og við eða yfir framangreindum mörkum.

Hvað eldra fé varðar er samanburður á styrk flúors og meðaltala á milli ára erfiður því að haustið 2007 bárust ekki hausar af eldra fé frá óvenju mörgum bæjum, það er Katanesi, Litlu Fellsöxl, Skipanesi og Kiðafelli. Í tönnum og kjálkum þess fjár sem barst á Keldur var styrkur flúors yfir mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum í einstöku eldra fé frá Gröf II, Þaravöllum, Hrafnabjörgum og Kirkjubóli/Innri-Hólmi. Styrkur flúors var í öllum tilfellum undir mörkum sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor.

Dýralæknir sá ekki greinileg einkenni flúorskaða í tönnum eða kjálkum hausa af sláturfé. Í vettvangsskoðun sá dýralæknir hins vegar breytingar á tönnum tæplega tveggja vetra kindar frá Litlu Fellsöxl, það er brúna rák þvert yfir inntennur, sem grunur leikur á að sé byrjun á gaddi. Grunur var ekki staðfestur.

Kræklingar

Niðurstöðurnar benda til þess að um lítil áhrif iðjuveranna sé að ræða með tilliti til uppsöfnunar þeirra efna í sjávarlífverum sem mæld voru í kræklingi. Á fjórum stöðvum mældist uppsöfnun fjögurra PAH efna í kræklingi í styrk sem einkennir svæði sem eru undir litlum mengunaráhrifum. Hér koma líklega til hinir miklu straumar og vatnsskipti framan við iðnaðarsvæðið. Full ástæða þykir til að vakta áfram reglulega vistkerfi sjávar með hjálp kræklinga á þessu svæði.

Ferskvatn

Efnainnihald Kalmansár og Urriðaá, sem renna úr Hólmavatni og Eiðisvatni, er að jafnaði herra og breytilegra en í bergvatnsánum (Fossá, Laxá og Berjadalsá). Styrkur

flúoríðs í ánum hefur frá upphafi verið innan leyfilegs hámarksstyrk í neysluvatni. Ársmeðaltal flúoríðs í Kalmansá og Urriðaa var hærra árið 2007 en árið 2006. Í heild var styrkur brennisteins og klóríðs í ánum árið 2007 svipaður og undanfarin ár. Niðurstöður leiðnimælinga voru mjög áþekkar árin 2007 og 1997. Árið 2007 höfðu Kalmansá og Urriðaa sem fyrr hærra og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar. Meðaltal sýrustigs í ánum hefur verið svipað öll vöktunarárin.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	1
2	SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR	2
3	ANDRÚMSLOFT	3
3.1	NIÐURSTÖÐUR	3
3.1.1	FLÚOR Í LOFTI.....	3
3.1.2	SO ₂ OG BRENNISTEINN (S) Í LOFTI.....	5
3.1.3	SVIFRYK (PM ₁₀) Í LOFTI.....	7
3.1.4	EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU	8
4	GRÓÐUR	10
4.1	ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR.....	10
4.2	NIÐURSTÖÐUR	11
4.2.1	FLÚOR Í GRASI.....	11
4.2.2	FLÚOR Í LAUFI.....	11
4.2.3	FLÚOR Í BARRI.....	13
5	SAUÐFÉ.....	14
5.1	NIÐURSTÖÐUR	14
5.1.1	FLÚOR Í LÖMBUM.....	14
5.1.2	FLÚOR Í ELDRA FÉ.....	16
5.1.3	NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR TANNA OG KJÁLKA	17
6	KRÆKLINGAR	18
6.1	NIÐURSTÖÐUR.....	19
6.1.1	EFNAMÆLINGAR Í KRÆKLINGI.....	19
6.1.2	ÁLYKTANIR	19
7	FERSKVATN.....	20
7.1	NIÐURSTÖÐUR.....	20
7.1.1	FLÚORÍÐ Í ÁNUM	20
7.1.2	BRENNISTEINN Í ÁNUM.....	22
7.1.3	KLÓRÍÐ Í ÁNUM.....	23
7.1.4	LEIÐNI ÁNNA	24
7.1.5	SÝRUSTIG ÁNNA	25
8	HEIMILDIR	26

1 INNGANGUR

Norðurál og Íslenska járnblendifélagið hafa frá árinu 1999 staðið að umhverfisvöktun í Hvalfirði sem Umhverfisstofnun hefur eftirlit með. Ýmsar umhverfisrannsóknir fóru fram fyrir tíma járnblendiverksmiðjunnar árin 1975-1978 og álversins tímabilið júní 1997-júní 1999. Sameiginleg vöktunaráætlun iðjuveranna tók þá við og gildir til ársins 2009.

Í skýrslu þessari eru teknar saman helstu niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2007 og þær bornar saman viðmiðunarmörk þar sem við á og við niðurstöður fyrri ára. Í **töflu 1.1** er yfirlit yfir vöktunina.

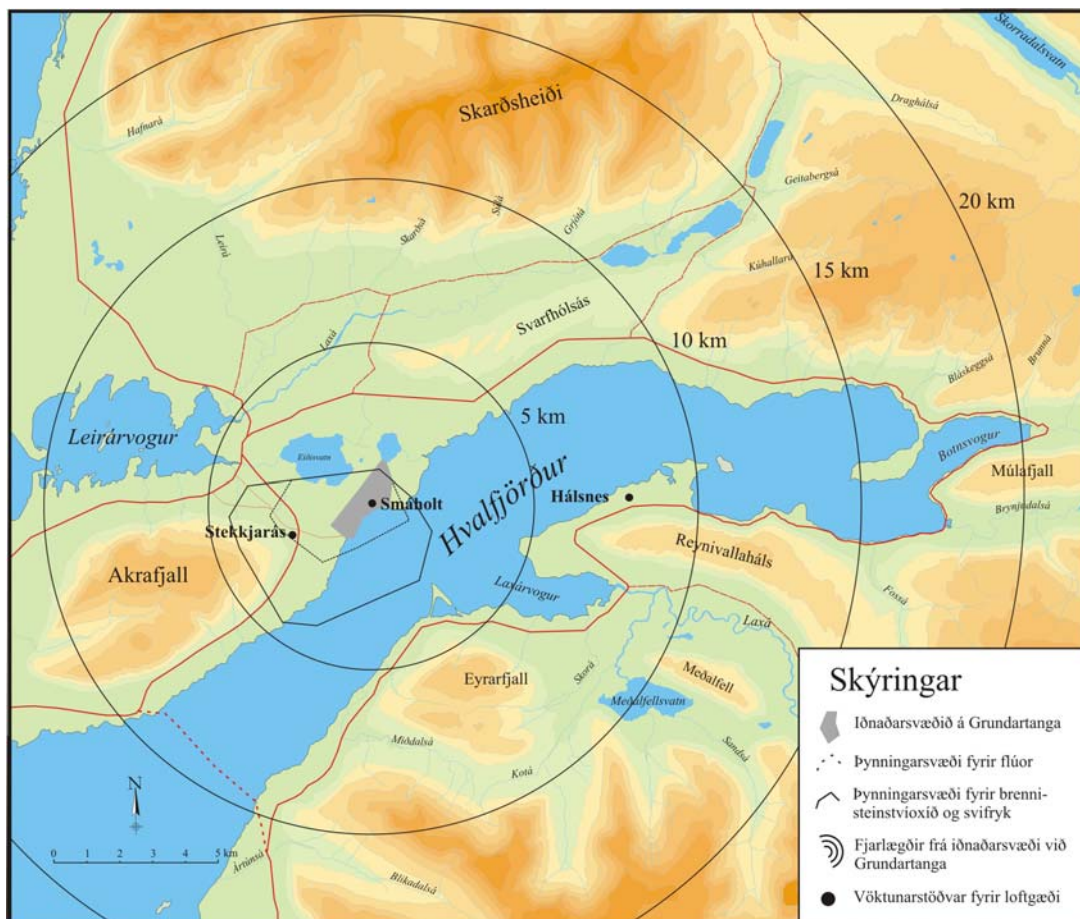
Tafla 1.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2007.

	Loftgæði	Gróður	Sauðfé	Kræklingar	Árvatn
Mælipáttur	Andrúmsloft: Svifryk, HF og flúor í ryki, SO ₂ , Brennisteinn í ryki. Úrkoma: Sýrustig, flúoríð, klóríð, sulfat, natríum, nitur.	Gras, lauf, barr: Flúor	Ástand tanna og kjálka í sláturfé og lifandi fé. Flúor í tönnum og kjálkum sláturfjár.	Dánartíðni, vöxtur, holdafar. Þurrefni, aska, salt, fita. Lífræn efni: 23 PAH. Ólífræn efni: Arsen, ál, heildar flúor, kopar, sink, járn, króm, nikkell, kvikasilfur, blý, vanadíum, kadmíum og selen.	Sýrustig, leiðni, flúoríð, sulfat, klóríð.
Staðsetning	Stekkjarás	Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Félagsgarður, Fossbrekka, Reynivellir, Stekkjarás.	Sláturfé: Eystri Leirárgarðar, Fell, Litla Fellsöxl, Grjóteyri/Saubær, Gröf II, Hrafnabjörg, Katanes, Kiðafell, Kirkjuból/Innri-Hólmur, Litla Fellsöxl, Skipanes, Skorholt, Vogatunga, Þaravellir. Lifandi fé: Litla Fellsöxl, Þaravellir.	Sex staðir á grunnsævi í grennd við Grundartanga. Viðmiðunarstaður austan við Katanes.	Berjadalsá, Fossá, Kalmansá, Laxá, Urriðaá.
Rannsóknar- aðili	Söfnun sýna og mælingar: Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMÍ)	Söfnun sýna: UST, Skógræktin, Norðurál, NMÍ Mælingar: NMÍ	Skoðun tanna og kjálka: Tilraunastöð HÍ í meinafræðum á Keldum. Mælingar á flúor: NMÍ	Undirbúningur og ræktun kræklinga í búrum: VGK-Hönnun og Rannsóknarstofa í sjávarlíffræði HÍ. Mat á dánartíðni, vexti og holdafari: Botndýrarrannsóknastöðin í Sandgerði. Efnamælingar: NMÍ og NIVA í Noregi.	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.
Polmörk	Sá styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem skaðað getur 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, míkrógramm á rúmmetra.
µS/cm	Leiðni vatns, míkrósímensar á sentimetra.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu, milligram á fermetra.
µg/l	Styrkur efnis, míkrógramm á lítra.
mg/l	Styrkur efnis, milligram á lítra.
µg/g	Styrkur efnis, míkrógramm á gramm.

3 ANDRÚMSLOFT



Mynd 3.1 Staðsetning vöktunarstaða fyrir loftgæði í Hvalfirði. Árið 2007 voru loftgæði eingöngu vöktuð á Stekkjarási.

3.1 NIÐURSTÖÐUR

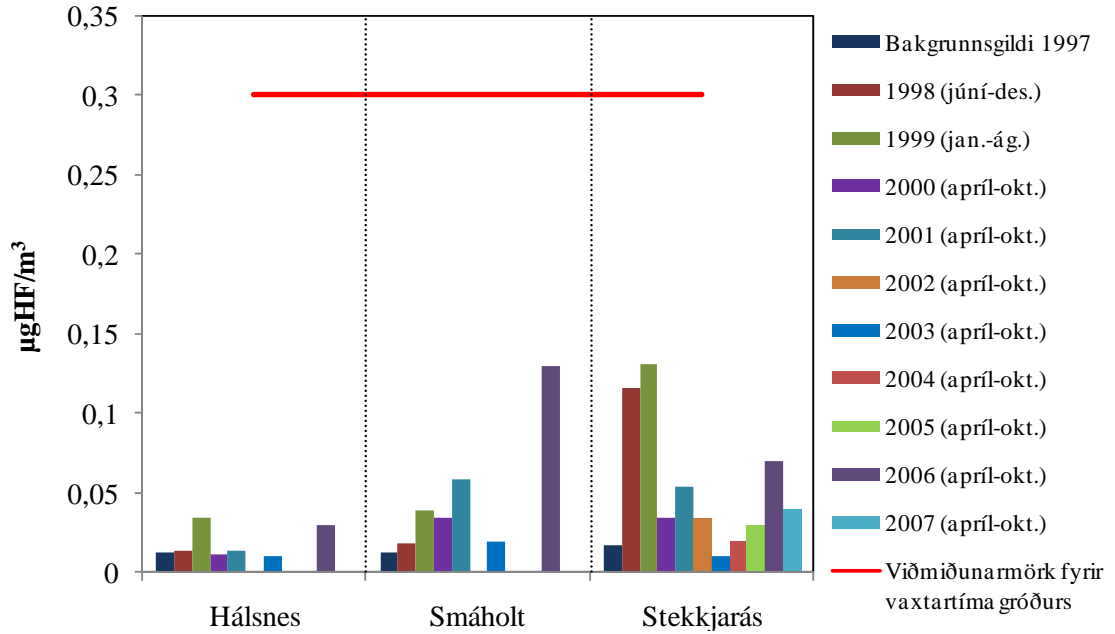
3.1.1 FLÚOR Í LOFTI

Ársmeðaltal (apr.–okt.) loftkennds flúors (HF) á Stekkjarási árið 2007 var undir viðmiðunarmörkum (**mynd 3.2**). Þau miða við að styrkur HF sé undir $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis yfir vaxtartíma gróðurs (apr.–okt.).

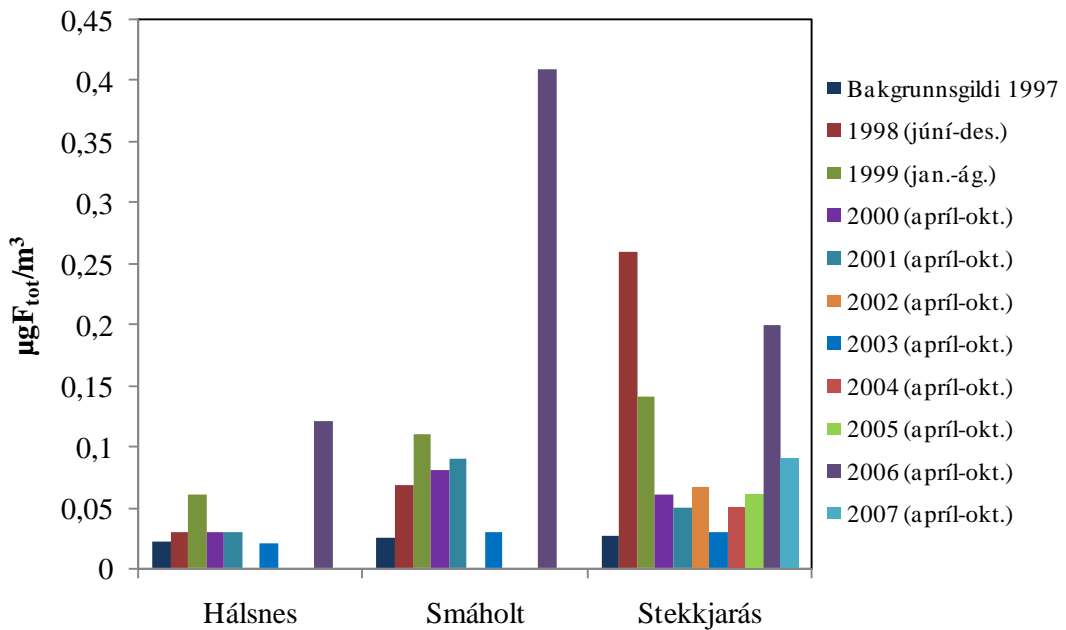
Ársmeðaltal HF og heildarflúors á Stekkjarási árið 2007 var lægra en árið 2006 (**myndir 3.2–3.3**) en breytileiki í mánaðarmeðaltölum minni seinna árið (**mynd 3.4**)². Hærra meðaltal flúors í apríl, júní og ágúst árið 2007 (**mynd 3.4**) má rekja annað hvort til niðurkeyrslur í þurrhreinsivirkjum eða gangsetningar nýrra kerja (sjá í formála).

Ársmeðaltal HF árið 2007 var $0,04 \pm 0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Stekkjarási samanborið við $0,07 \pm 0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ árið 2006.

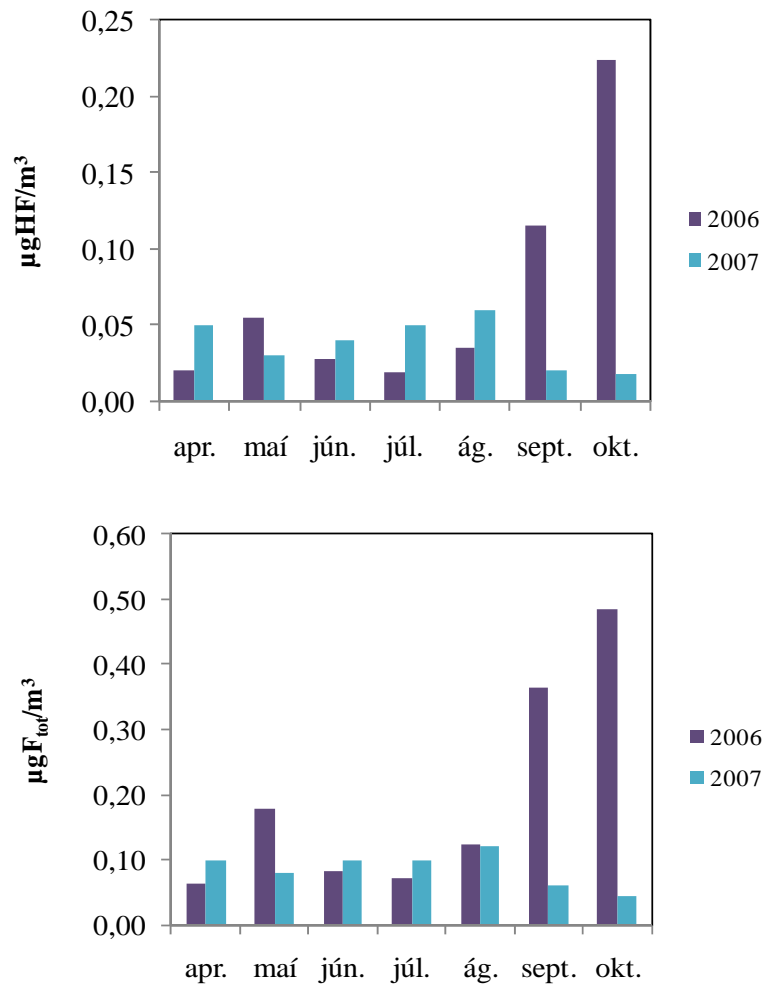
² Hermann Þórðarson o.fl., 2007.



Mynd 3.2 Ársmeðaltöl HF á vöktunarstöðum árin 1997-2007. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997. Viðmiðunarmörk HF yfir vaxtartíma gróðurs utan þynningarsvæðis eru sýnd með rauðri línu.



Mynd 3.3 Ársmeðaltöl heildarflúors (F_{tot}) á vöktunarstöðum árin 1997-2007. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997.



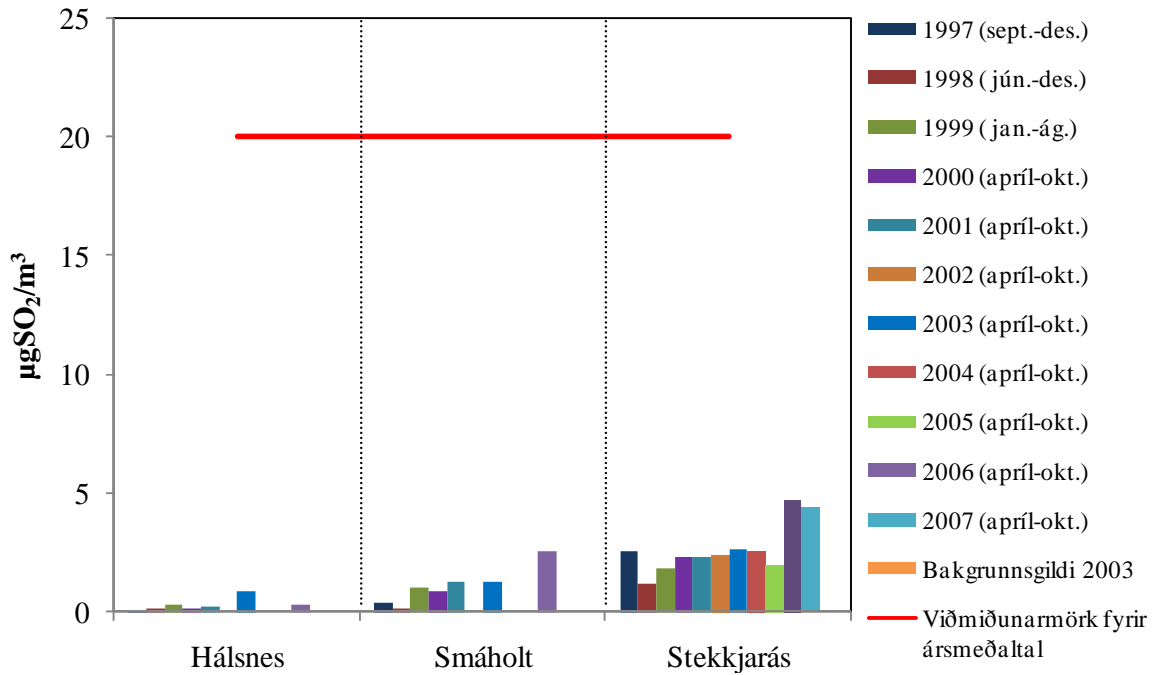
Mynd 3.4 Mánaðarmeðaltöl HF (efri mynd) og heildarflúors (neðri mynd) á Stekkjarási apr.–okt. 2006 og 2007. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006.

3.1.2 SO₂ OG BRENNISTEINN (S) Í LOFTI

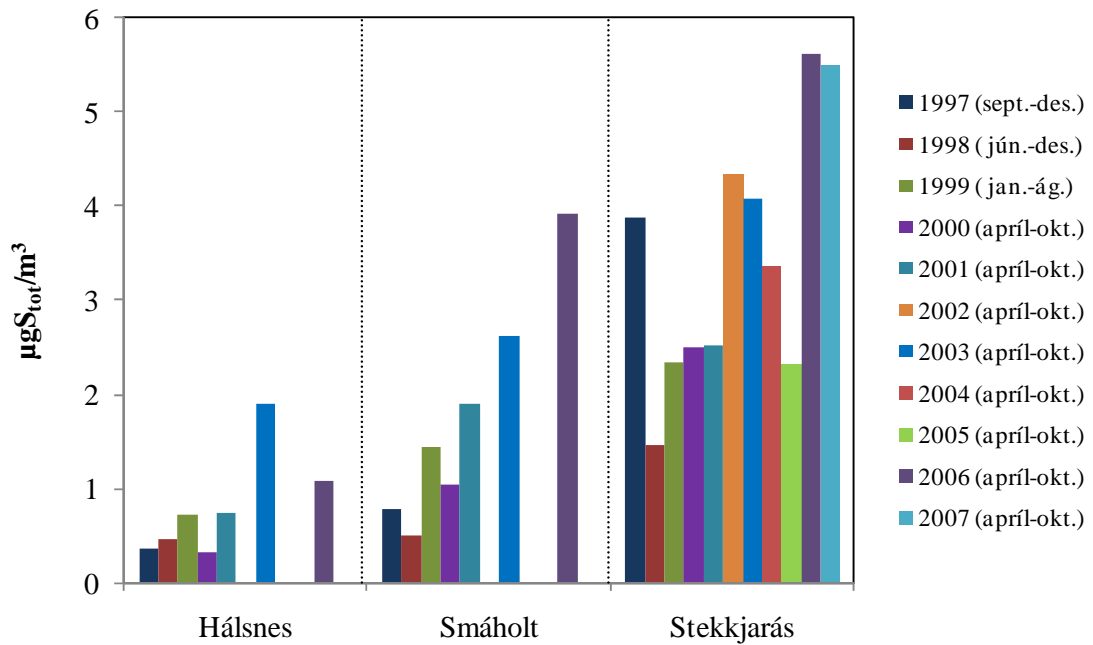
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á Stekkjarási árið 2007 var undir viðmiðunarmörkum. Þau miða við að ársmeðaltal SO₂ sé undir 20 µg/m³ utan þynningarsvæðis.

Ársmeðaltal SO₂ og heildar brennisteins á Stekkjarási árið 2007 var svipað og árið 2006 (**myndir 3.5** og **3.6**) en breytileiki í mánaðarmeðaltölum minni seinna árið (**mynd 3.7**)³. Ársmeðaltal SO₂ árið 2007 var 5,5±1,7 µg/m³ á Stekkjarási en 5,6±3,4 µg/m³ árið 2006.

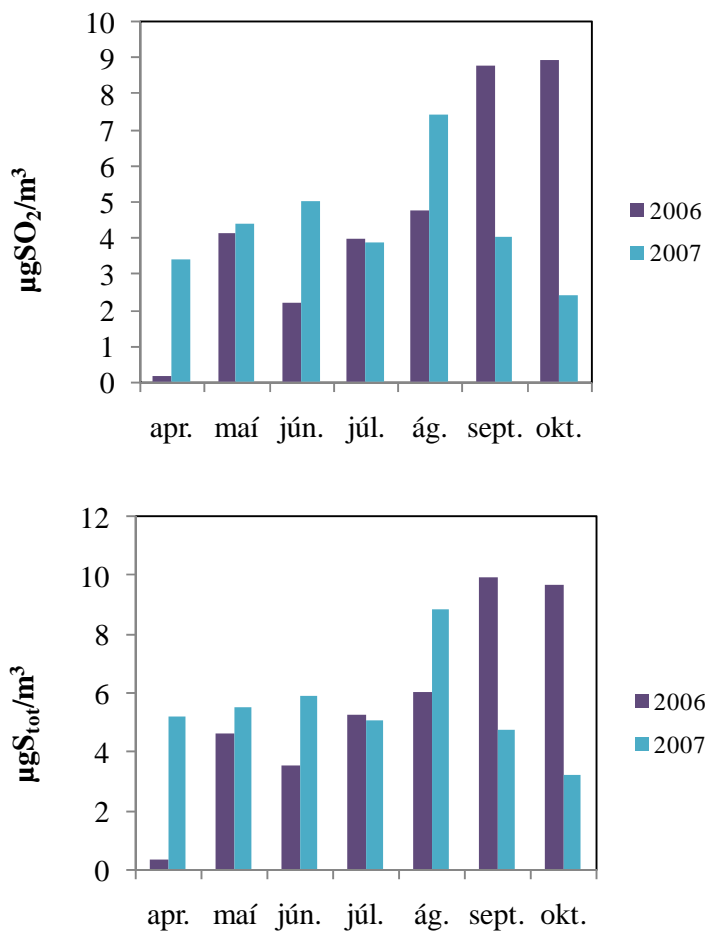
³ Hermann Þórðarson o.fl., 2007.



Mynd 3.5 Ársmeðaltöl SO₂ á vöktunarstöðum árin 1997-2007. Viðmiðunarmörk fyrir ársmeðaltal SO₂ utan þynningarsvæðis eru sýnd með rauðri línu. Bakgrunnsgildi er 12 mán. meðaltal frá Írafossi árið 2003.



Mynd 3.6 Ársmeðaltöl heildar brennisteins á vöktunarstöðum árin 1997-2007.



Mynd 3.7 Mánaðarmeðaltöl SO₂ (efri mynd) og heildarbrennisteins (neðri mynd) á Stekkjarási apríl – október 2006 og 2007.

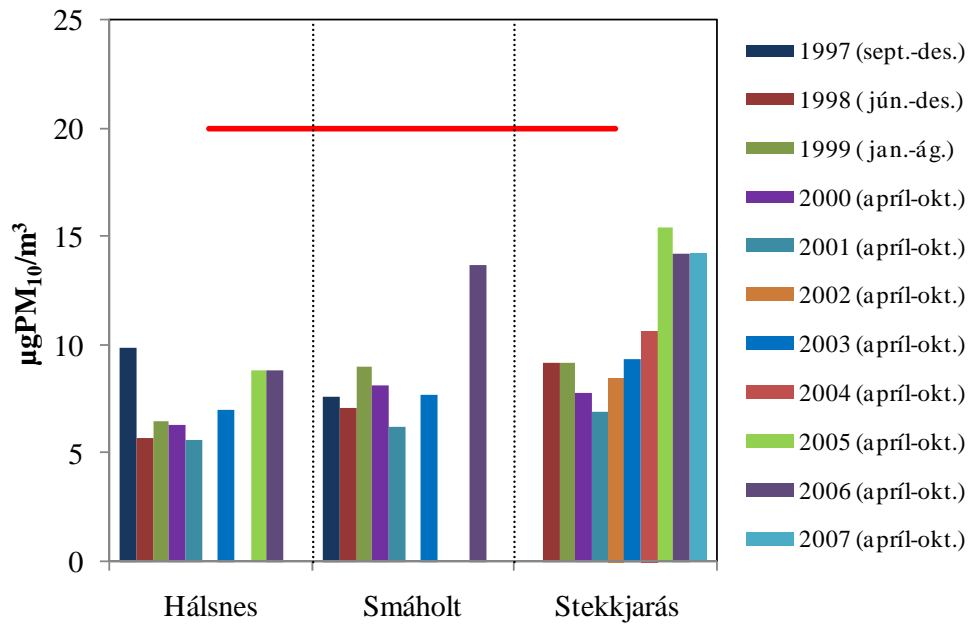
3.1.3 SVIFRYK (PM₁₀) Í LOFTI

Ársmeðaltal svifryks árið 2007 á Stekkjarási var undir viðmiðunarmörkum. Þau miða við að ársmeðaltal svifryks sé undir 20 µg/m³ utan þynningarsvæðis.

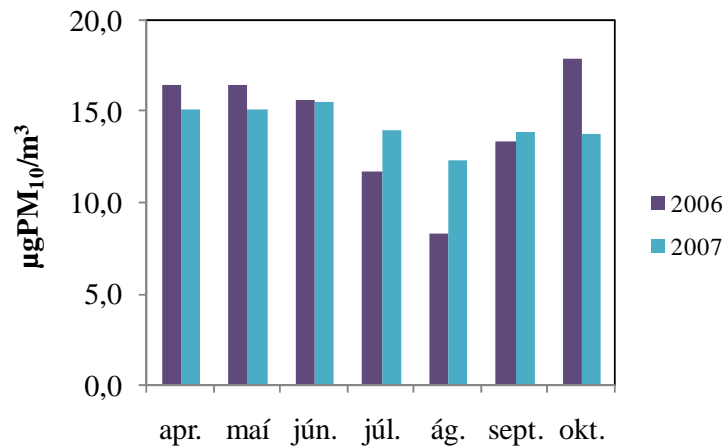
Ársmeðaltal svifryks árið 2007 á Stekkjarási var um 14,2±1,0 µg/m³ sem er það sama og var árið 2006, 14,2±3,4 µg/m³ (**mynd 3.8**)⁴. Minni breytileiki var í mæligildum og mánaðarmeðaltölum svifryks á Stekkjarási seinna árið (**mynd 3.9**).

Meira magn svifryks á mælistöðvunum næst iðnaðarsvæðinu síðustu tvö árin er að mestu rakið til stækkunarframkvæmda Norðuráls og aukinnar umferðar henni tengdri. Önnur umferð í nágrenninu getur einnig haft áhrif á magns svifryks á svæðinu.

⁴ Hermann Þórðarson o.fl., 2007.



Mynd 3.8 Meðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti árin 1997-2007 safnað á vöktunarstöðum. Rauð lína sýnir viðmiðunarmörk fyrir ársmeðaltal svifryks utan þynningarsvæðis.



Mynd 3.9 Mánaðarmeðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti á Stekkjarási árin 2006 og 2007.

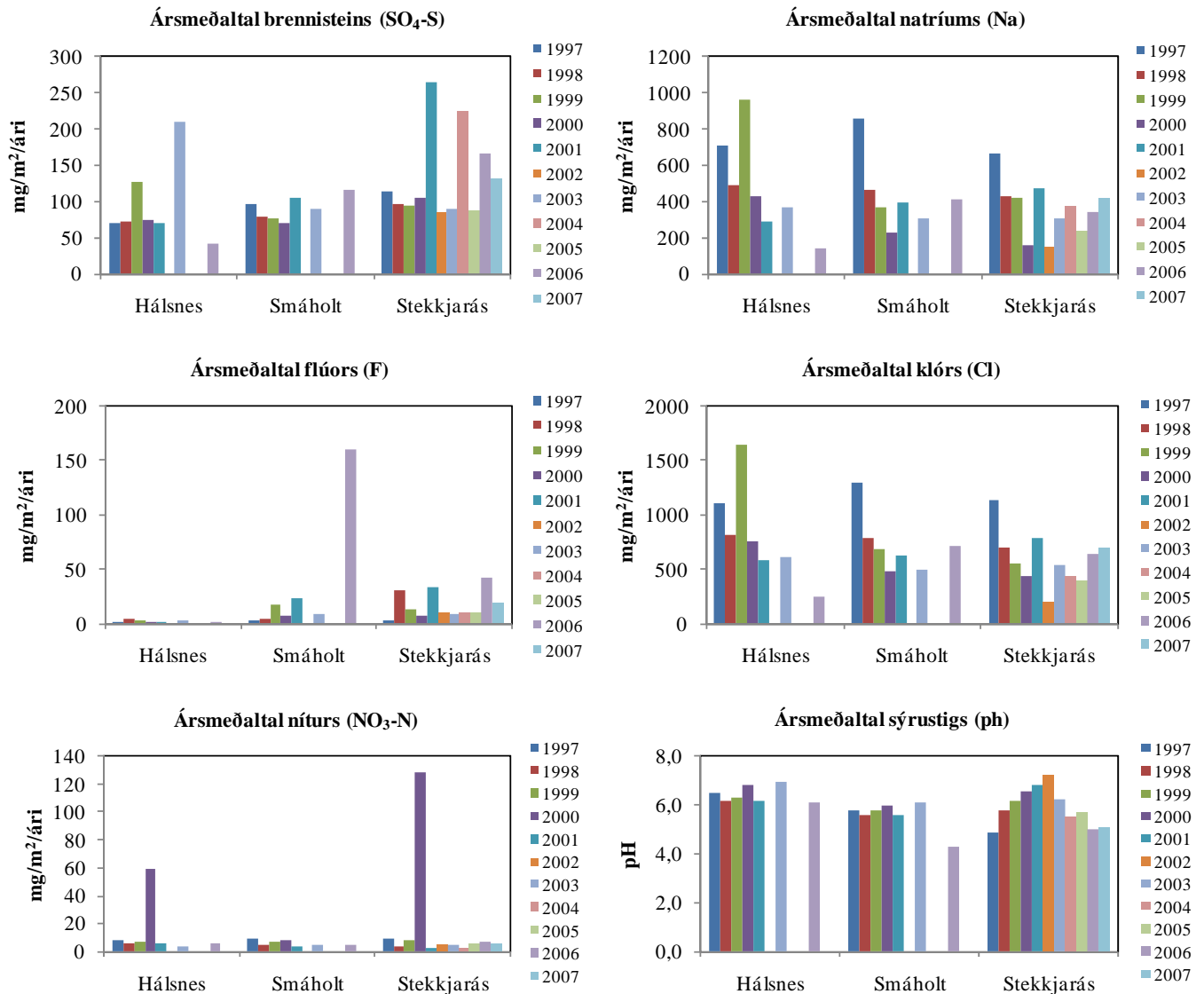
3.1.4 EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU

Mæligildi í úrkomu hafa frá upphafi vöktunar verið sveiflukennd (**mynd 3.10**)⁵. Ástæðan er talin vera mjög einfaldur sýnasafnari sem mengast auðveldlega af flugu og frjókornum. Þrátt fyrir þetta var góð fylgni á milli meðaltala flúors í úrkomu og lofti árið 2007 eins og árið 2006.

Ársmeðaltal flúors (mælt sem flúoríð) og brennisteins (mælt sem súlfat, SO₄) í úrkomu á Stekkjarási árið 2007 var lægra en árið 2006. PH gildi sýrustigs í úrkomu voru á bilinu 4,1-7,2 eða svipuð og árið 2006, sem er með lægsta móti miðað við árin 1997-2005.

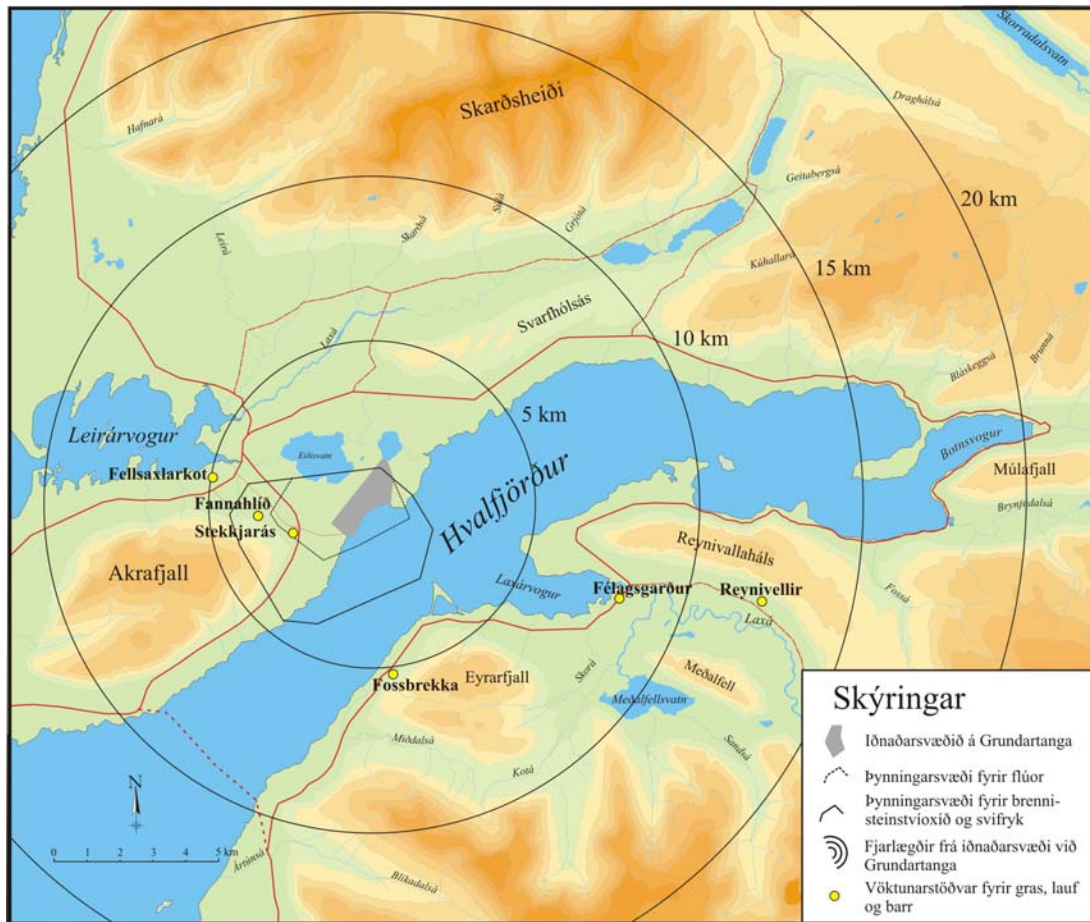
⁵ Hermann Þórðarson o.fl., 2007.

Talið er að lækkun þess tengist aukinni losun efna í andrúmsloft á svæðinu. Ársmeðaltal natríums, klórs og niturs voru svipuð og árið 2006.



Mynd 3.10 Ársmeðaltöl sýrustigs og efnamælinga í úrkomu árin 1997-2007. Bakgrunnsmælingar eru frá 1997.

4 GRÓÐUR



Mynd 4.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður í Hvalfirði árið 2007.

Sýnum af grasi og laufi hefur iðulega verið safnað júní og september. Árið 2007 var sýnum af grasi og laufi safnað í maí en um haustið dróst sýnataka vegna misskilnings fram í október. Sýnum af barri var eins og fyrri vöktunarár safnað í nóvember.

4.1 ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR

Í töflu 4.1 eru sýnd þau mörk sem talin eru vera þolmörk gróður gagnvart flúor í vef og lofti⁶. Þolmörk viðkvæmasta gróðurs gagnvart HF, sem eru mosar og fléttur, eru talin vera 0,2-0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (langtímaáhrif, 5-6 mán.). Þessi styrkur HF jafngildir uppsöfnun á 30 $\mu\text{g}/\text{g}$ eða meira af flúor í vef. Barrtré og bláberjalyng eru dæmi um viðkvæmar háplöntur en krækilyng og birki um þolnar. Grös eru talin miðlungspolin gagnvart HF.

⁶ Friðrik Pálmason og Skye, 1999; Horntvedt og Øyen, 1994; Ongstad o.fl., 1994; Davison og Weinstein, 1999

Tafla 4.1 Þolmörk gróðurs gagnvart flúor í vef og 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 miðlungsþolinna tegunda, t.d. flestra grasa.
>200	>1,2	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftrjáa.

4.2 NIÐURSTÖÐUR

4.2.1 FLÚOR Í GRASI

Árið 2007 voru meðaltöl flúors í grasi frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk grasa gagnvart flúor í vef (**tafla 4.1**) og innan þolmarka sauðfjár gagnvart flúor í fóðri (talin vera $30 \mu\text{g/g}$ ⁷). Meðaltal flúors í grasi frá vöktunarstöðunum minnkaði yfirleitt eða var svipað frá júní til október 2007, en jókst lítillega í grasi frá Fannahlíð og Fellsaxlarkot (**mynd 4.2**). Gangsetningar nýrra kerja og niðurkeyrslur á þurrhrensivirkjum hjá Norðuráli árið 2007 endurspeglast ekki með skýrum hætti í gróðri á vöktunarsvæðinu, hvorki, grasi, laufi né barri.

Samanburður haustsýna við fyrri ár er erfiður vegna þess hve seint sýnum af grasi var safnað árið 2007. Meðaltal flúors í grasi í október 2007 var yfirleitt minna eða svipað og í september síðustu tvö árin (**mynd 4.2**)⁸. Niðurstöðurnar sýna að á heildina litið var styrkur flúors á vöktunarsvæðinu minna sumarið 2007 en sumrin tvö á undan, 2006 og 2005. Einkum á þetta við svæðið vestur - norðvestur af iðnaðarsvæðinu.

Hæsta meðaltal flúors var í grassýnum safnað í júní í Félagsgarði eða $16 \mu\text{g/g}$ (samanlagt í þurrefni og skoli).

4.2.2 FLÚOR Í LAUFI

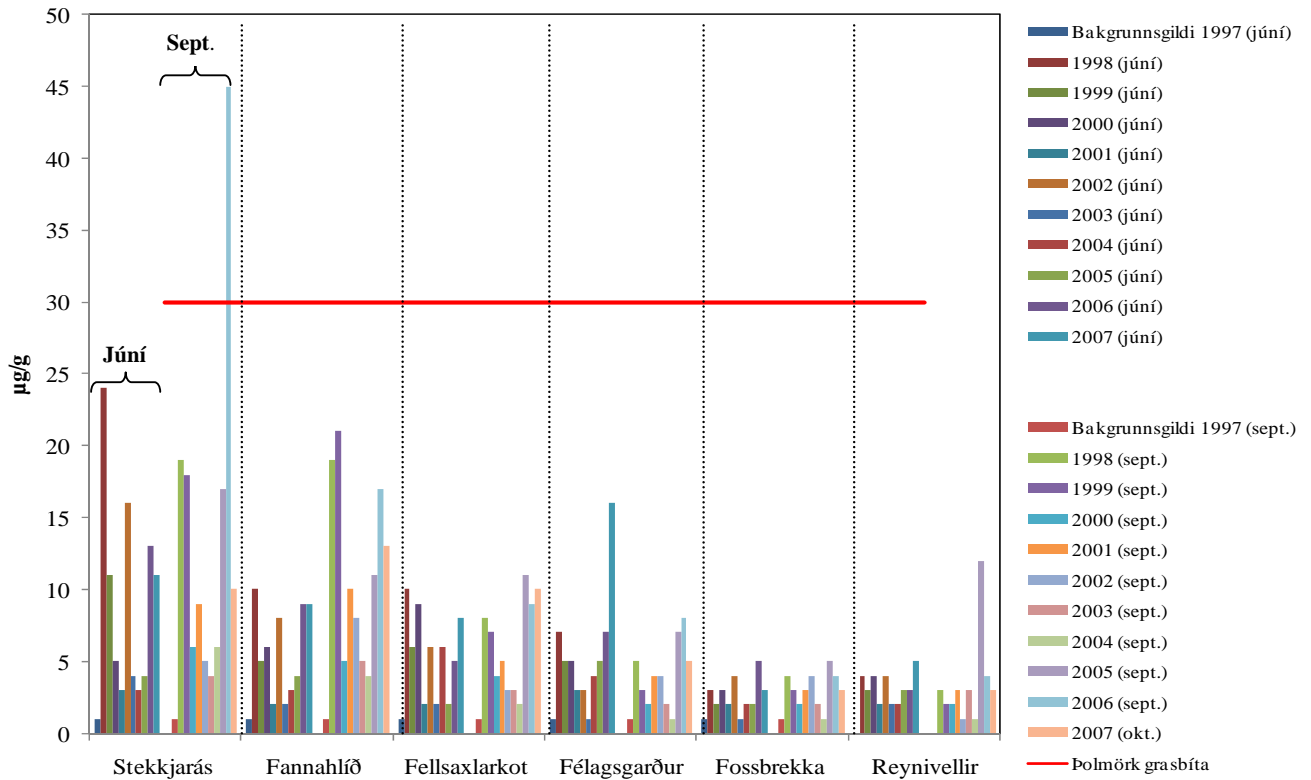
Árið 2007 voru meðaltöl flúors í laufi birkis og reynis frá vöktunarstöðunum sex innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef (**tafla 4.1**). Meðaltöl flúors í laufi voru innan marka sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor í fóðri (talin vera $30 \mu\text{g/g}$) í laufi frá fimm vöktunarstaðanna en yfir þeim í laufi safnað í september á Fellsaxlarkoti.

Meðaltal flúors í laufi frá vöktunarstöðunum var ýmist svipað eða jókst lítillega frá júní til október 2007. Samanburður haustsýna við fyrri ár er erfiður vegna þess hve seint sýnum var safnað árið 2007. Meðaltöl flúors í laufi í október á vöktunarstöðunum var í öllum tilfellum minna en í september 2006 en meira en í september 2005 (**mynd 4.3**)⁸. Niðurstöðurnar sýna að styrkur flúors á vöktunarsvæðinu var minni árið 2007 en árið 2006. Einkum á þetta við svæðið vestur - norðvestur af iðnaðarsvæðinu.

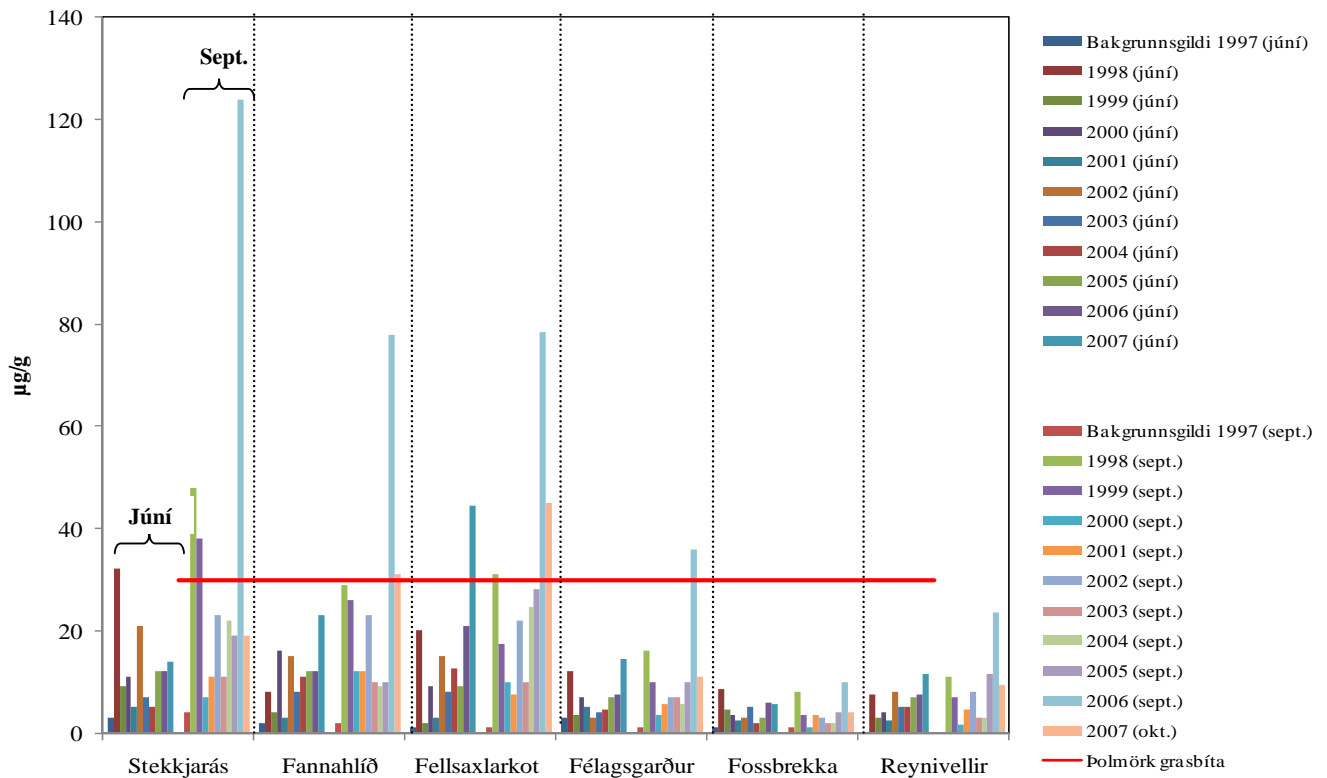
Hæsta meðaltal flúors í laufi var í sýnum sem safnað var í Fellsaxlarkoti bæði í júní og í október eða $45 \mu\text{g/g}$ (þurrefni og skol).

⁷ Friðrik Pálmason, 1999.

⁸ Malin Sundberg, 2008.



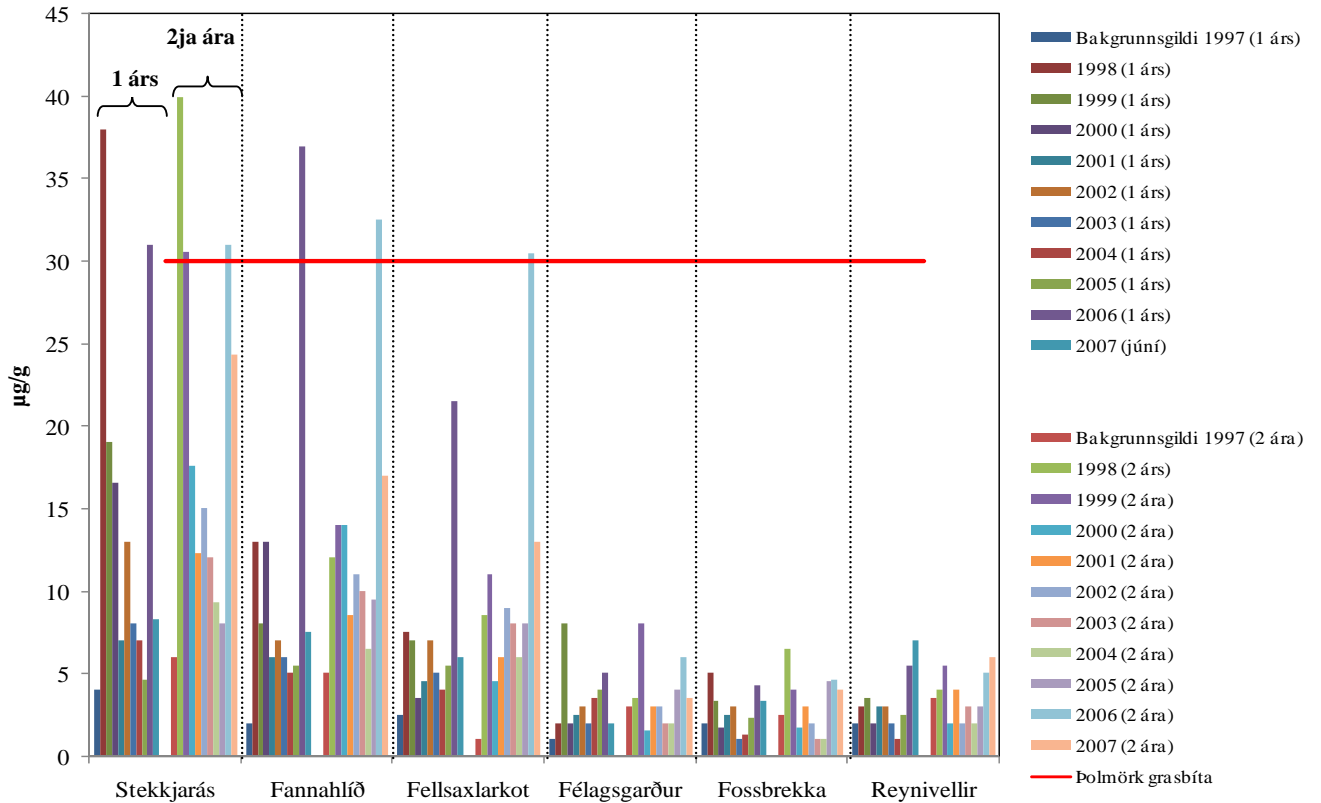
Mynd 4.2 Meðaltal flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2007 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk fyrir sauðfé. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006.



Mynd 4.3 Meðaltal flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2007 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk fyrir sauðfé. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006.

4.2.3 FLÚOR Í BARRI

Árið 2007 mældist í flestum tilfellum, einkum vestur - norðvestur af iðnaðarsvæðinu, minni styrkur flúors í eins og tveggja ára barri en árið 2006⁹. Þessi niðurstaða styður það að styrkur flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið minna árið 2007 en árið 2006 (mynd 4.4).



Mynd 4.4 Meðaltal flúors í eins og tveggja ára barri (samanlagt í þurrefni og skoli) árin 1997-2007 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þolmörk fyrir sauðfé. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006.

⁹ Malin Sundberg, 2008.

5 SAUÐFÉ



Mynd 5.1 Vöktunarstaðir fyrir sauðfé í Hvalfirði árið 2007. Bæirnir Kirkjuból og Innri – Hólmur, sem eru hlið við hlið, voru sameinaðir í eitt bú árið 2007.

Alls bárust 47 lambshausar frá 12 bæjum, eða alls 4 hausar frá hverjum bæ en 5 frá Vogatungu. Ekki bárust lambshausar frá Skorholti og hvorki af lömbum né eldra fé frá Grjóteyri. Í sláturhúsi SS á Selfossi voru eingöngu sendir hausar af eldra fé frá Skorholti á Keldur, alls 8 talsins, engir lambshausar. Ekki er vitað um ástæðu þess að ekki barst fé frá Grjóteyri og í staðin voru fengnir hausar frá Saurbæ sem er í svipaðri fjarlægð frá Grundartanga og Grjóteyri. Alls bárust 36 hausar af misgömlu eldra fé frá 9 bæjum, en ekki frá Kiðafelli, Katanesi, Litlu Fellsöxl og Skipanesi. Ástæðan er yfirleitt sú að hausar voru ekki sendir frá sláturhúsi á Selfossi en þar hafa verið töluverð mannskipti og því verkefni að senda hausa af fé á Keldur ekki nógu vel sinnt. Hvað Skipanes varðar var fé sent annað til slátrunar án þess að látið vita að senda ætti hausa á Keldur.

5.1 NIÐURSTÖÐUR

5.1.1 FLÚOR Í LÖMBUM

Mæligildi flúors í tönnum og kjálkum lamba voru yfirleitt lægri haustið 2007 en haustið 2006 og undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum (1000 µg/g,

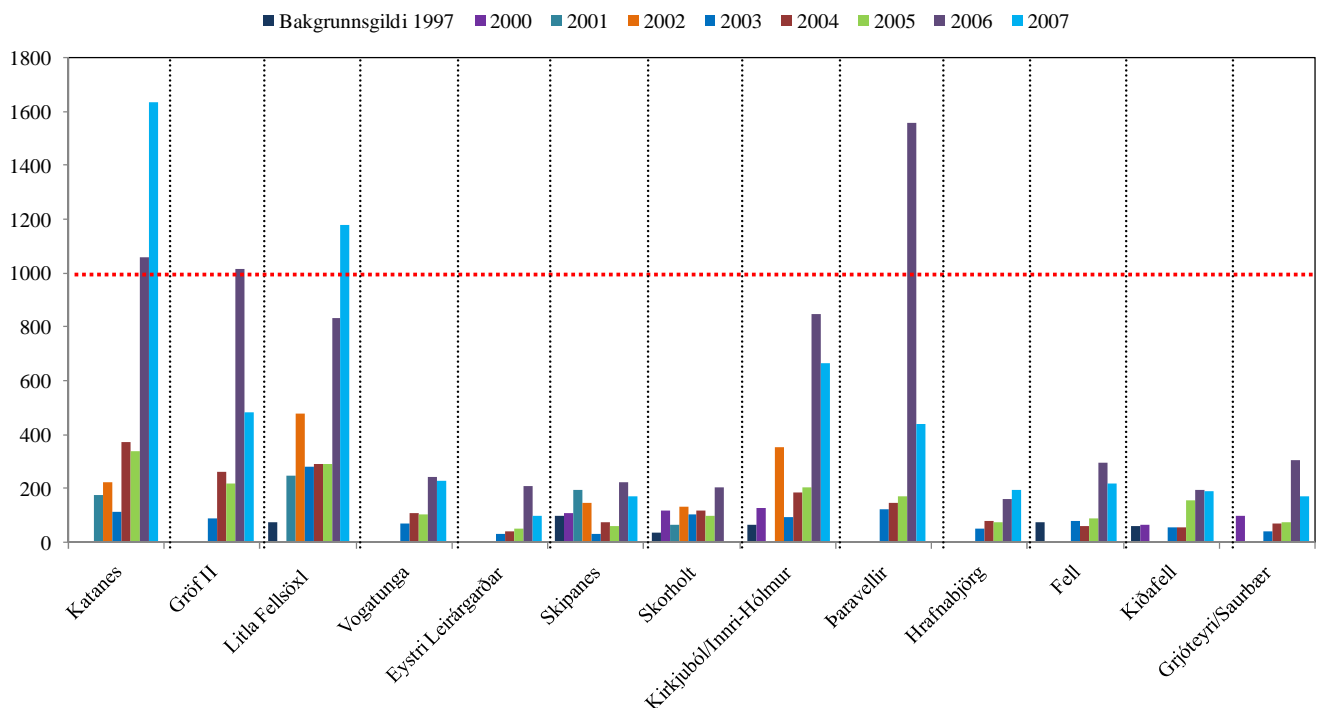
sjá **töflu 5.1**¹⁰) að undanskildum lömbum frá Katanesi og Litlu Fellsöxl (**mynd 5.2**). Í lömbum frá Katanesi var styrkur flúors haustið 2007 á bilinu 1460-1780 µg/g (meðaltal: 1631 µg/g) og á bilinu 900-1450 µg/g frá Litlu Fellsöxl (meðaltal: 1177 µg/g). Þessi mæligildi eru við/yfir framangreindum mörkum. Til samanburðar var styrkur flúors haustið 2006 í lömbum frá Katanesi á bilinu 880-1270 µg/g (meðaltal: 1056 µg/g) og á bilinu 600-980 µg/g (meðaltal: 831 µg/g) frá Litlu Fellsöxl. Búast má við að styrkur flúors í sauðfé frá Katanesi fari yfir mörkin þar sem hluti beitilandsins er staðsettur innan þynningarsvæðis fyrir flúor.

Í lömbum frá öðrum bæjum minnkaði styrkur flúors á milli ára, mest frá Gröf II þar sem haustið 2007 mældist á bilinu 420-550 µg/g (meðaltal: 478 µg/g) en 910-1070 µg/g (meðaltal: 1013 µg/g) haustið 2006. Í einu lambi frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi var styrkur flúors hærri en í öðrum lömbum þaðan. Árið 2007 voru þessir bæir, sem eru hlið við hlið og í svipaðri fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu, sameinaðir í eitt bú.

Á heildina litið var mikill breytileiki í mæligildum flúors árið 2007 (**myndir 5.3 og 5.4**). Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum norðan fjarðar (allir teknir saman) var 563±521 µg/g haustið 2007 en 633±480 µg/g haustið 2006. Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum sunnan fjarðar (allir teknir saman) var 192±40µg/g haustið 2007 en 260±97 µg/g haustið 2006.

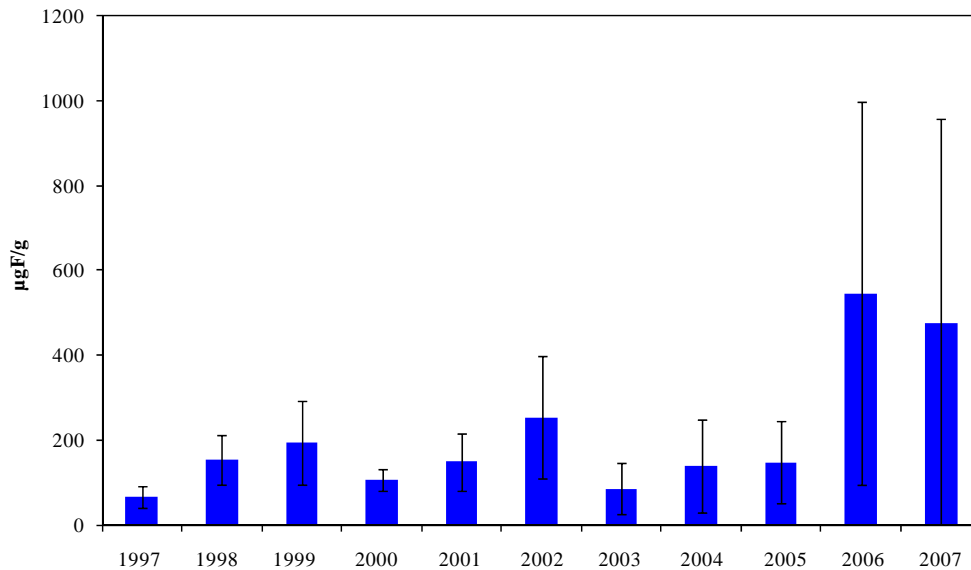
Tafla 5.1 Áhrif uppsafnaðs flúors í tönnum grasbíta (byggt á niðurstöðum norskra rannsókna á ungum dádýrum, 1,5 ára).

Styrkur flúors (µg/g)	Áhrif
<1000	Engin áhrif.
1000-2000	Hætta á tannskemmdum.
>2000	Veldur tannskemmdum (3ja stigs eða meiri).

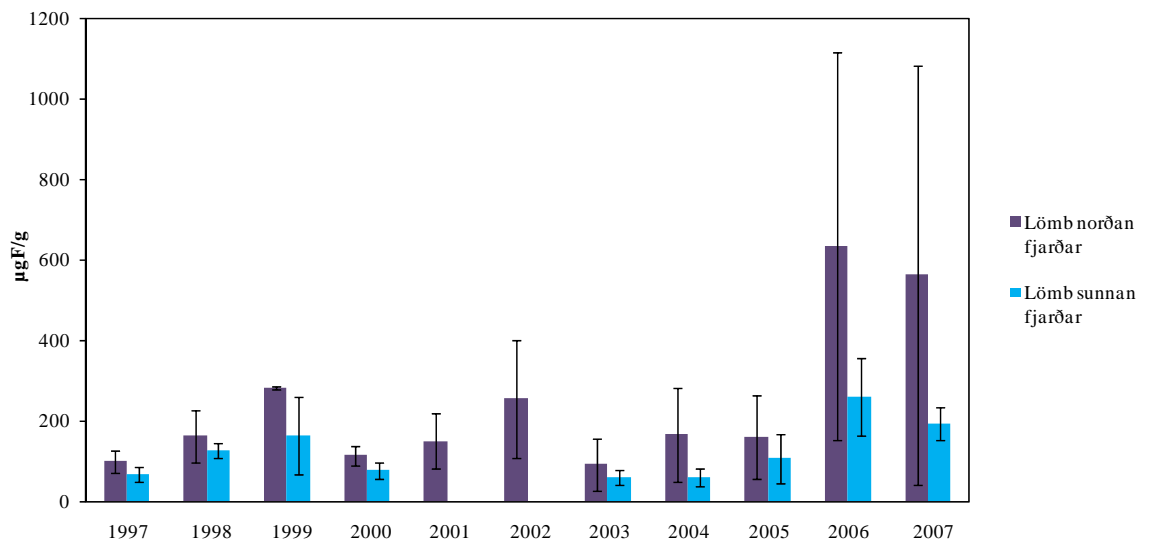


Mynd 5.2 Meðaltöl lömbum árin 1997 og 2000 - 2007. Rauð brotin lína sýnir styrk flúors í tönnum sem talinn er geta valdið tannskemmdum. Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

¹⁰ Ongstad o.fl., 1994.



Mynd 5.3 Meðaltöl flúors í lömbum í Hvalfirði árin 1997-2007 þar sem allir bæir eru teknir saman (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



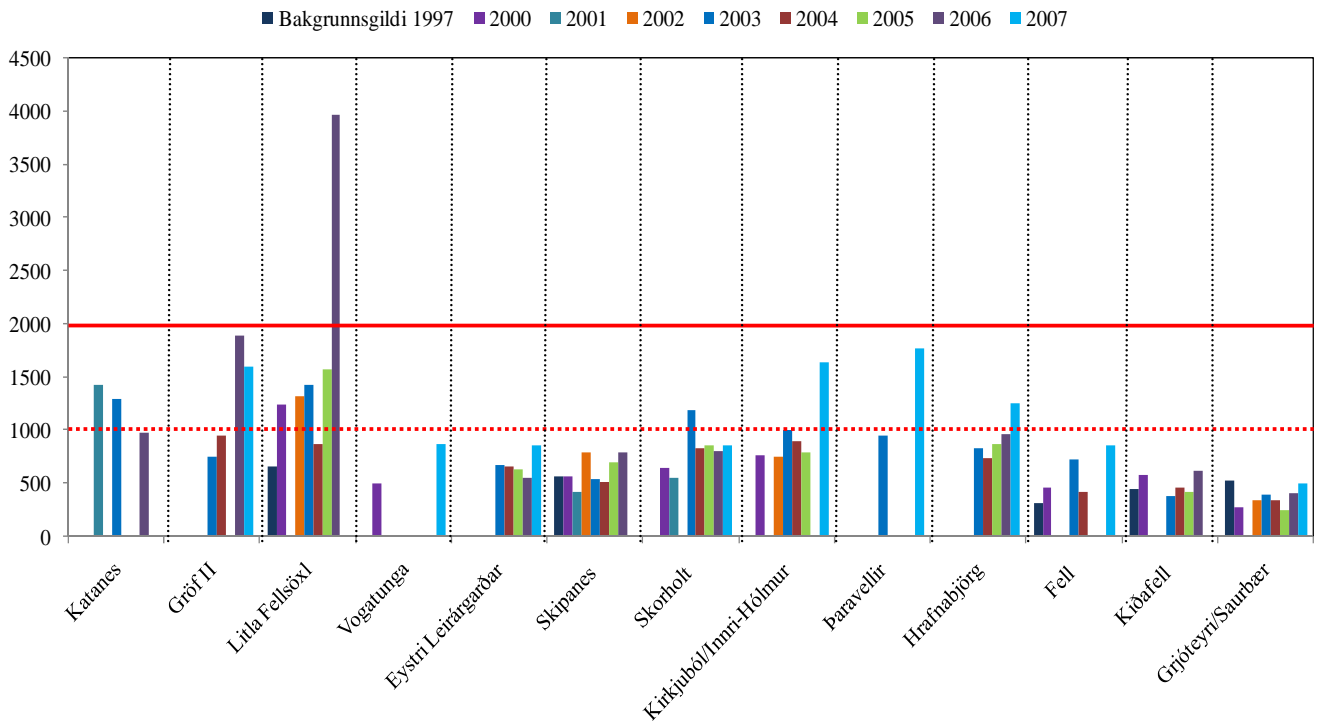
Mynd 5.4 Meðaltöl flúors í lömbum frá vöktunarbæjum norðan fjarðar annars vegar og sunnan fjarðar hins vegar árin 1997-2007 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Bilun varð í reykhreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

5.1.2 FLÚOR Í ELDRA FÉ

Hvað eldra fé varðar er samanburður á styrk flúors og meðaltala á milli ára erfiður því að haustið 2007 bárust ekki hausar af eldra fé frá óvenju mörgum bæjum, það er Katanesi, Litlu Fellsöxl, Skipanesi og Kiðafelli.

Á milli árunna 2006 og 2007 lækkaði meðaltal flúors í eldra fé frá Gröf II en jókst í eldra fé frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi, Hrafnabjörgum og Eystri Leirárgörðum. Í tönnum og kjálkum þess fjár sem barst á Keldur var styrkur flúors yfir mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum (1000 µg/g) í eldra fé frá Gröf II, Þaravöllum, Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Hrafnabjörgum (**mynd 5.5**). Í fé frá Vogatungu og Skorholti voru mæligildin ýmist undir, við eða yfir þessum mörkum og undir þeim í fé frá

Grjóteyri/Saurbæ og Felli. Styrkur flúors var í öllum tilfellum undir þeim mörkum sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor (2000 µg/g).



Mynd 5.5 Meðaltöl flúors í eldra fé árin 1997 og 2000-2007. Rauð brotin lína sýnir styrk flúors í tönnum sem getur valdið tannskemmdum og rauð heil lína sýnir þolmörk grasbíta gagnvart flúor í tönnum. Bilun varð í reykhreinsivirkni 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

5.1.3 NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR TANNA OG KJÁLKA

Dýralæknir skoðaði tennur og kjálka í lamba og eldra fjár sem bárust frá vöktunarbæjunum til flúormælinga og tók mið af mæligildum flúors við skoðunina. Einnig fór dýralæknir í vettvangskoðun í byrjun vetrar 2007 þar sem hann skoðaði tennur og kjálka í rúmlega 100 ungum dýrum á Litlu Fellsöxl sem og í nokkrum ungum dýrum á Paravöllum.

Ekki sáust breytingar í tönnum eða kjálkum hausa af sláturfé sem bentu til flúorskaða¹¹. Ein tveggja vetra kind frá Saurbæ var með grunsamlegar breytingar á glerungi í framtönnum og var yfirborð þeirra hrjúft með litlar brúnleitar dældir, undir 1 mm í þvermál. Í tönnum og kjálkum kindarinnar mældust eingöngu 320 µg/g af flúor og því ólíklegt að um byrjun á gaddi á tönnum sé að ræða. Í vettvangsskoðun sáust ekki breytingar á tönnum dýra að undanskilinni einni kind frá Litlu Fellsöxl. Kindin var tæplega tveggja vetra og breytingarnar á tönnum, það er brúna rák þvert yfir inntennur, dýralæknir grunar að sé byrjun á gaddi. Grunur var ekki staðfestur.

Búast má 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.

¹¹ Malin Sundberg o.fl., 2008; tölvupóstur frá Sigurði Sigurðarsyni 10. mars 2008.

6 KRÆKLINGAR



Mynd 6.1 Vöktunarstaðir fyrir sjávarlífríki í Hvalfirði árið 2007.

Árið 2007 fór fram rannsókn á ástandi sjávar í grennd við Grundartanga m.t.t. mengunarefna. Kræklingar voru hafðir í búrum á sex stöðum á grunnsævi (sjá á mynd 6.1) og á viðmiðunarstað austan við Katanes¹². Bakgrunnsgildi eru mælingar á viðmiðunarstað austan við Katanes og niðurstöður sams konar rannsókna árin 2004¹³ og 2000¹⁴. Í rannsóknunum árið 2004 kom í ljós uppsöfnun Benzo(a)Pyrens í mjúkvef kræklinga á 5 m dýpi á tveimur stöðvum. Styrkurinn reyndist þó lítill og vel undir viðmiðunarmörkum fyrir styrk aðskotaefna í kræklingi til mannelis í löndum ESB og Noregi. Niðurstöður rannsókna árið 2000 gáfu ekki til kynna neina uppsöfnun mengunarefna í kræklingi. Þó verður að hafa í huga að búr með kræklingum á stöð 2 glötuðust það árið.

Markmið rannsókna var að rækta kræklinga í búrum við bestar mögulegar aðstæður til að meta hvort og í hve miklum mæli ýmis efni og efnasambönd (sjá í kafla 6.2) eru tekin upp af þeim. Slíkar rannsóknir sýna hve aðgengileg efni og efnasambönd eru

¹² Jóhanna B. Weissshappel og Halldór P. Halldórsson, 2008; Guðjón Atli Auðunsson, 2008.

¹³ Jóhanna B. Weissshappel og Halldór P. Halldórsson, 2005; Guðjón Atli Auðunsson o.fl., 2005.

¹⁴ Guðjón Atli Auðunsson o.fl., 2001.

sjávarlífverum. Kræklingur er öflugur síari sem dælir í gegnum sig sjó og sár frá lífrænar fæðugagnir, ásamt mengunarefnum, sem safnast í vefi hans¹⁵.

6.1 NIÐURSTÖÐUR

6.1.1 EFNAMÆLINGAR Í KRÆKLINGI

Lífræn efni

Mæld voru 23 PAH efni (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: fjölhringja arómatísk kolvetnissambönd) í mjúkvæf kræklinga. Á fjórum stöðvum reyndist styrkur PAH efna mælanlegur, það er á stöðvum 1, 2, 5 og 6. Þessi efni eru perylen, fluoranten, pyren og naftalen. Styrkur þeirra var rétt yfir greiningarmörkum að undanskyldu naftaleni. Naftalen mældist í kræklingi á 1 og 5 m dýpi á stöðvum 5 og 6, annars vegar 1,2 og 8,2 µg/kg á stöð 5 og hins vegar 4,2 og 1,3 µg/kg á stöð 6. Þessi styrkur naftalens fellur þó innan þeirra marka að teljast einkennandi fyrir svæði sem eru undir litlum mengunaráhrifum¹⁶. Engin mörk hafa verið sett fyrir naftalen né hin PAH efnin sem mældust og tillögur ESB um vöktun PAH efna í matvælum taka ekki til þeirra. Ekki var mælanlegur styrkur Benzo(a)Pyrens í kræklingum eins og átti sér stað árið 2004.

Ólífræn efni

Ekki greindist hækkun á styrk 13 ólífrænna snefilefna (arsen, ál, heildar flúor, kopar, sink, járn, króm, nikkel, kvikasilfur, blý, vanadíum, kadmíum og selen) í mjúkvæf kræklinga umfram náttúrulegan bakgrunnsstyrk á Íslandi. Þá var styrkurinn ekki frábrugðinn þeim styrk sem mældist í kræklingi á þessu svæði árin 2000 og 2004.

6.1.2 ÁLYKTANIR

Niðurstöðurnar benda til þess að um lítil áhrif iðjuveranna sé að ræða með tilliti til uppsöfnunar þeirra efna í sjávarlífverum sem mæld voru í kræklingi. Á fjórum stöðvum mældist uppsöfnun fjögurra PAH efna í kræklingi í styrk sem einkennir svæði sem eru undir litlum mengunaráhrifum. Hér koma líklega til hinir miklu straumar og vatnsskipti framan við iðnaðarsvæðið. Ástæða þykir til að vakta áfram reglulega vistkerfi sjávar með hjálp kræklinga á þessu svæði.

¹⁵ Chase o.fl., 2001; Granmo, 1995; Ølberg, 1998; Granby og Spliid, 1995.

¹⁶ Guðjón Atli Auðunsson, 2008.

7 FERSKVATN



Mynd 7.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2007.

7.1 NIÐURSTÖÐUR

Mjög lítið rennsli var í Kalmansá og Urriðaá sumarið 2007. Þegar sýni voru tekin 13. ágúst var nær ekkert rennsli í ánum. Að sögn rannsóknarmanna hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands sýna mælingar í þeim ekki ástand rennandi vatns heldur staðnaðs vatns með breyttu efnainnihaldi og eðliseiginleikum m.a. vegna efnasöfnunar úr jarðvegi og sjó. Því var ákveðið að mælingar í sýnum frá þessum degi væru ekki marktækar. Þegar lítið rennsli er í Urriðaá leitar sjór frekar upp í ána, allt að sýnatökustaðnum.

7.1.1 FLÚORÍÐ Í ÁNUM

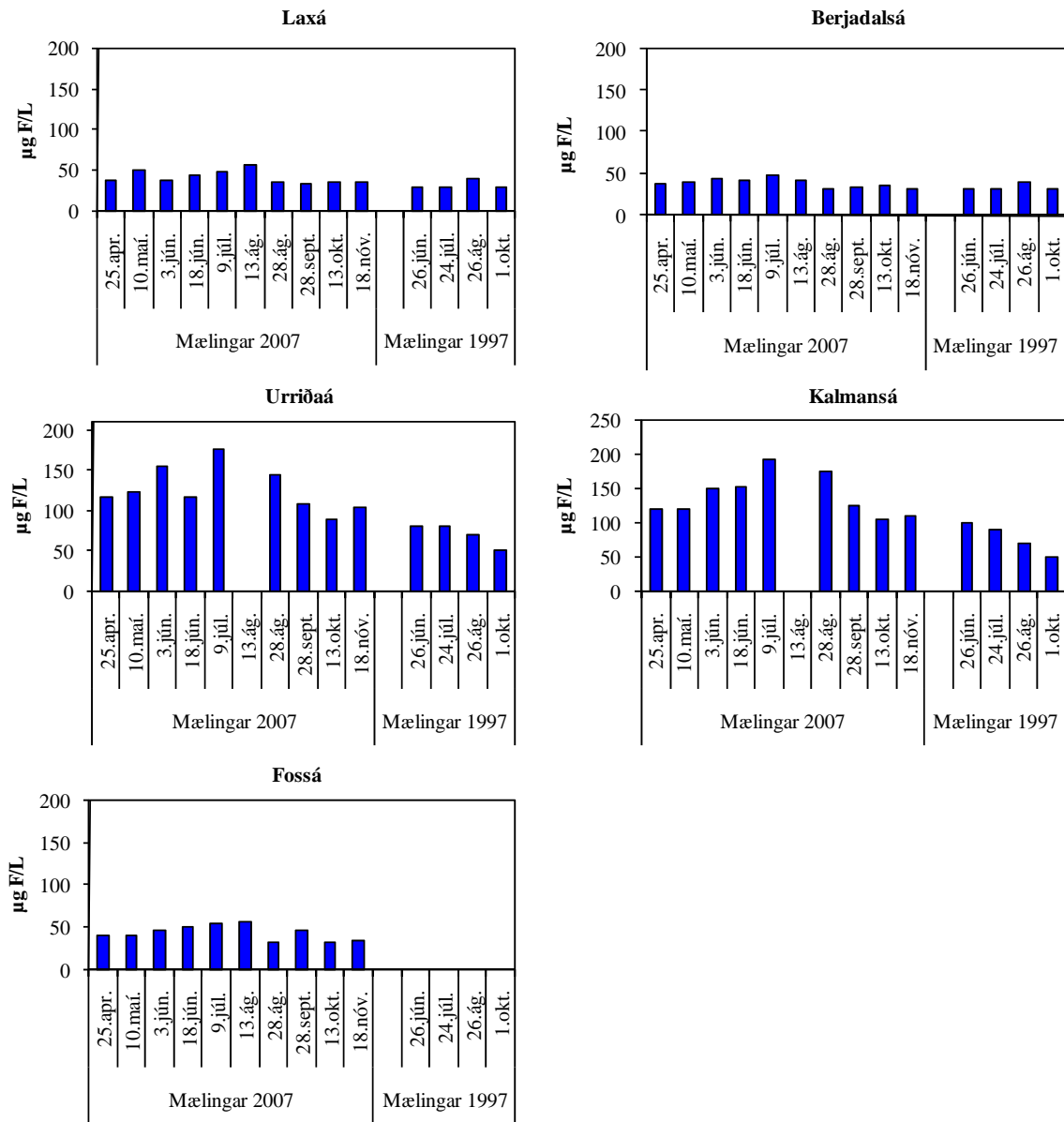
Styrkur flúoríðs í ánum hefur frá upphafi verið innan leyfilegs hámarksstyrk í neysluvatni, 1500 µg/l (við 8-12°C), skv. regulgerð nr. 319/1995. Frá árinu 2001 hefur ársmeðaltal flúoríðs (apr.–nóv.) í bergvatnsánum (Fossá, Laxá og Berjadalsá) verið á bilinu 33-48 µg/l og á bilinu 73-132 í Kalmansá og Urriðaá (**mynd 7.2**)¹⁷. Ársmeðaltal flúoríðs í ánum var hærra árið 2007 en 2006 (sjá í **töflu 7.1**). Búast má við að árnar séu næmar fyrir breytingum á losun frá álverinu þar sem að uppspretta þeirra er í vötnum

¹⁷ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007.

nærri því. Eiðisvatn er að hluta innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Hærri styrkur flúoríðs í Kalmansá og Urriðaá yfir sumarið gæti einnig stafað af því hve vatnslitlar þær voru og vegna sjávar sem leitar upp í Urriðaá við slíkar aðstæður.

Tafla 7.1 Ársmeðaltal flúoríðs (apr.–nóv.) og staðalfrávik mælinga í bergvatnsánum (Fossá, Laxá og Berjadalsá) og í Kalmansá og Urriðaá árin 2001-2007 (mæligildi frá 13. ágúst eru ekki í meðaltalinu).

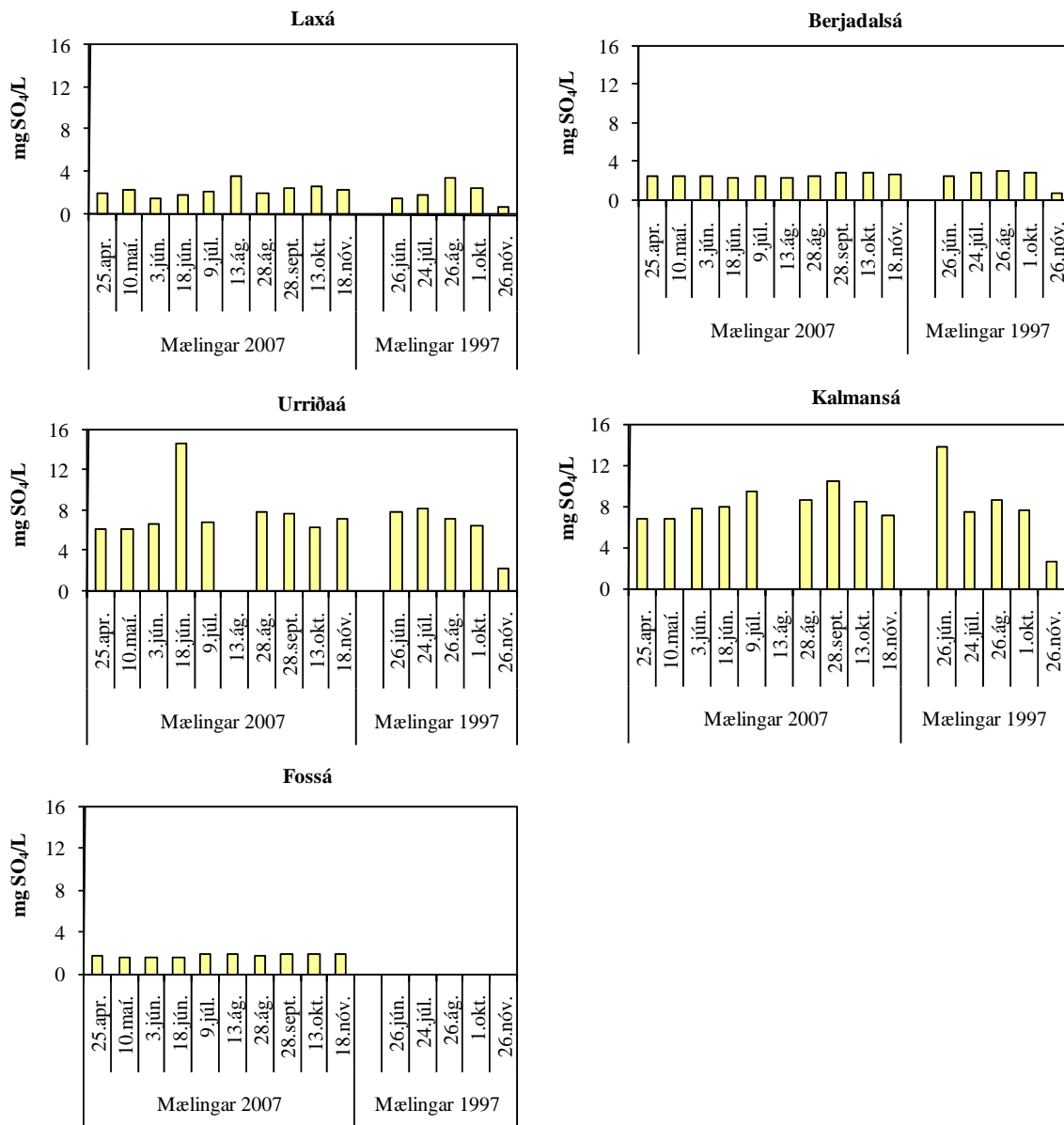
	2001 (µg/l)	2002 (µg/l)	2003 (µg/l)	2004 (µg/l)	2005 (µg/l)	2006 (µg/l)	2007 (µg/l)
Bergvatnsár	39±11	43±8	34±6	48±17	35±9	33±6	41±8
Kalmansá og Urriðaá	85±14	79±11	78±11	73±20	89±11	112±34	132±29



Mynd 7.2 Niðurstöður mælinga á flúor í ám árin 2007 og 1997 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997). Mæligildi í sýnum frá 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaá voru ekki marktæk.

7.1.2 BRENNISTEINN Í ÁNUM

Á heildina litið var styrkur brennisteins (S) og meðaltal í ánum árið 2007 svipaður og undanfarin ár (sjá styrk sulfats, SO_4^{2-} á mynd 7.3, styrkur sulfats = styrkur S x 3)¹⁸ og innan viðmiðunarmarka fyrir leyfilegan hámarksstyrk (200 mg/l) skv. reglugerð um neysluvatn. Upprunni S í úrkomu og ám er talin vera að stórum hluta úr sjó. Árið 2007 var styrkur S í Kalmansá og Urriðaá á bilinu 2,1-4,9 mg/l (meðaltal $2,7 \pm 0,7$ mg/l, mæligildi frá 13. ágúst eru ekki í meðaltalinu) en á bilinu 0,6-1,2 mg/l í bergvatnsánum (meðaltal $0,7 \pm 0,2$ mg/l). Meðalstyrkur S í bergvatnsánum hefur verið stöðugur öll vöktunarárin en í Kalmansá og Urriðaá hærri og breytilegri. Hærri styrkur S í Urriðaá 18. júní gæti stafað af litlu rennsli og sjó sem leitar upp í ána.

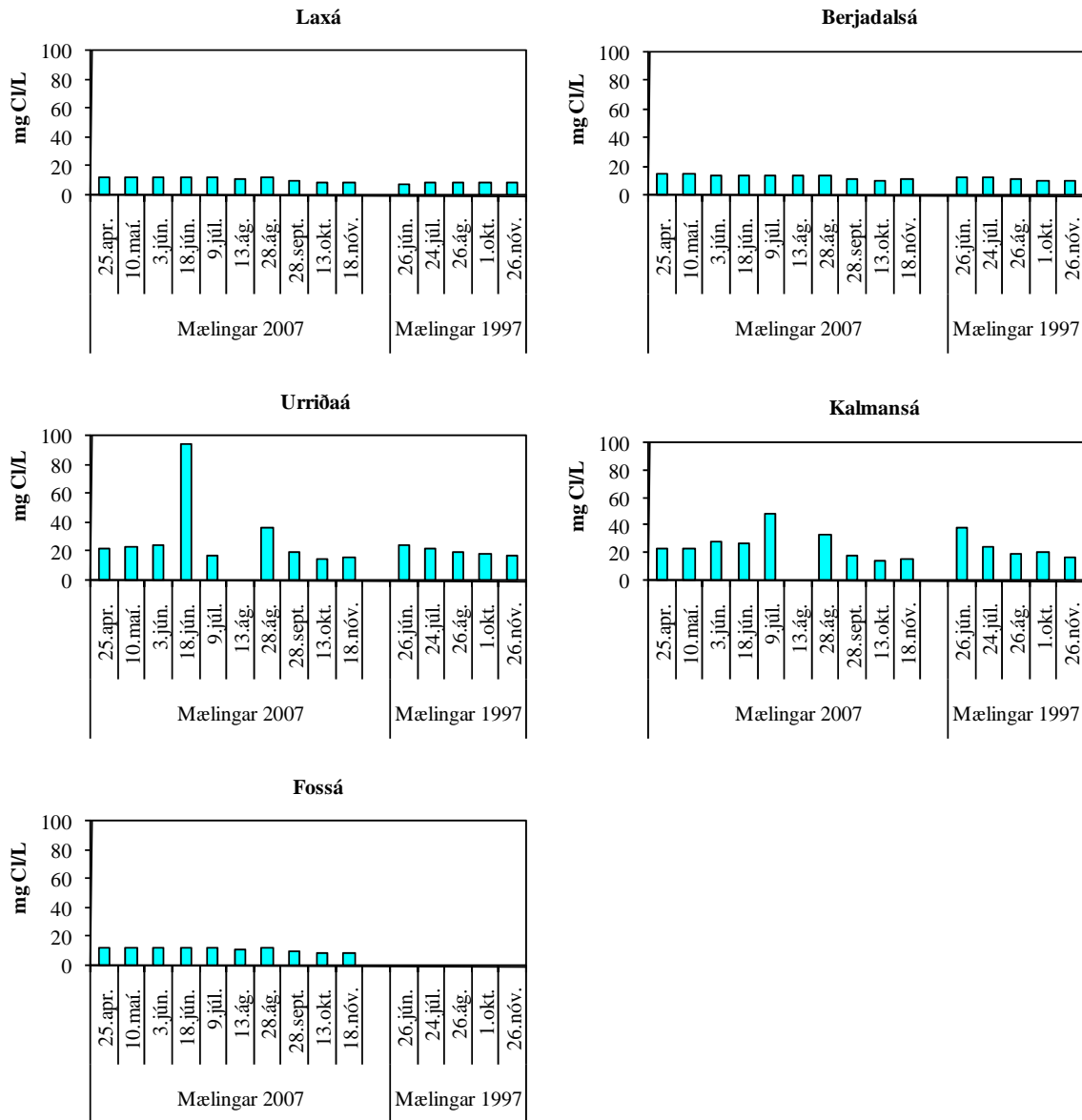


Mynd 7.3 Niðurstöður mælinga á sulfati í ám árin 2007 og 1997 (bakgrunns-mælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997). Mæligildi frá 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaá voru ekki marktæk.

¹⁸ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007.

7.1.3 KLÓRÍÐ Í ÁNUM

Styrkur klóríðs í ám og vötnum endurspeglar áhrif frá sjó. Klóríðstyrkur í ánum var árið 2007 svipaður og fyrri vöktunarár og hefur frá upphafi vöktunar verið innan viðmiðunarmarka fyrir neysluvatn (200 mg/l). Eins og sést á **mynd 7.4** skáru Kalmansá og Urriðaá sig úr árið 2007, eins og áður, með hærri og breytilegri styrk klóríðs en hinar árnar, á bilinu 13,9-47,8 mg/l (meðaltal $23,4 \pm 8,9$ mg/l, mæligildi frá 13. ágúst eru ekki í meðaltalinu)¹⁹. Styrkur klórs í bergvatnsánum var á bilinu 11,1-14,3 mg/l (meðaltal $11,6 \pm 1,7$ mg/l). Meira klórmagn í Urriðaá 18. júní gæti stafað af litlu rennsli og sjó sem leitar upp í ána við slíkar aðstæður.

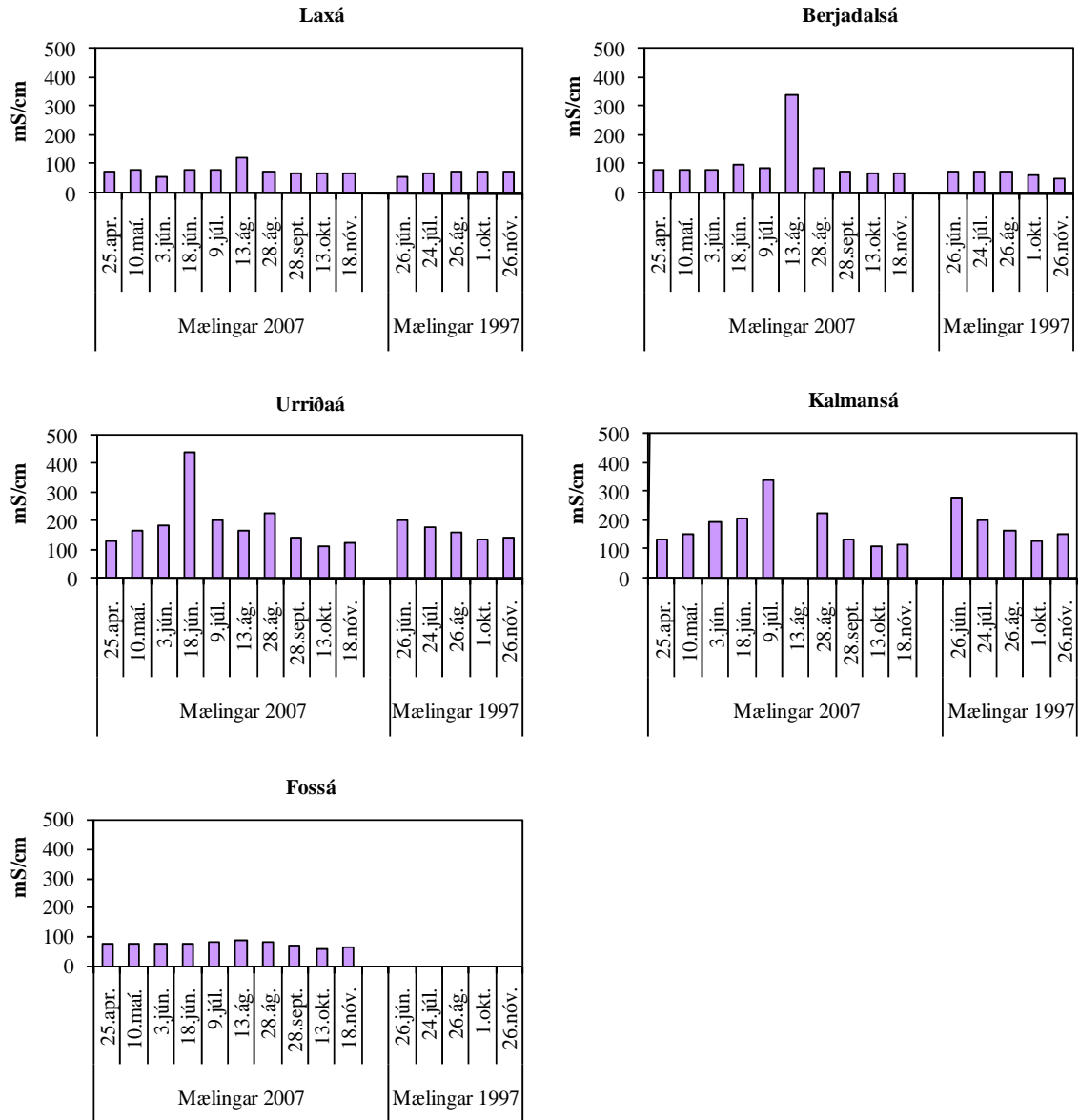


Mynd 7.4 Niðurstöður mælinga á klóríðs í ám árin 2007 og 1997 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997). Mæligildi frá 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaá voru ekki marktæk.

¹⁹ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007.

7.1.4 LEIÐNI ÁNNA

Leiðnimælingar gefa vísbendingu um heildarstyrk jóna í vatnslausn. Niðurstöður leiðnimælinga voru mjög áþekkar árin 2007 og 1997 (**mynd 7.5**)²⁰. Árið 2007 höfðu Kalmansá og Urriðaa sem fyrr hærri og breytilegri leiðni en bergvatnsárnar eða á bilinu 109-437 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (meðaltal $183 \pm 85 \mu\text{S}/\text{cm}$, mæligildi frá 13. ágúst eru ekki í meðaltalinu) en bergvatnsárnar (52-335 $\mu\text{S}/\text{cm}$, meðaltal $85 \pm 49 \mu\text{S}/\text{cm}$). Meiri leiðni í Urriðaa 18. júní gæti stafað af litlu vatnsrennsli í ánni, meira efnamagni og sjó sem leitar upp í ána.

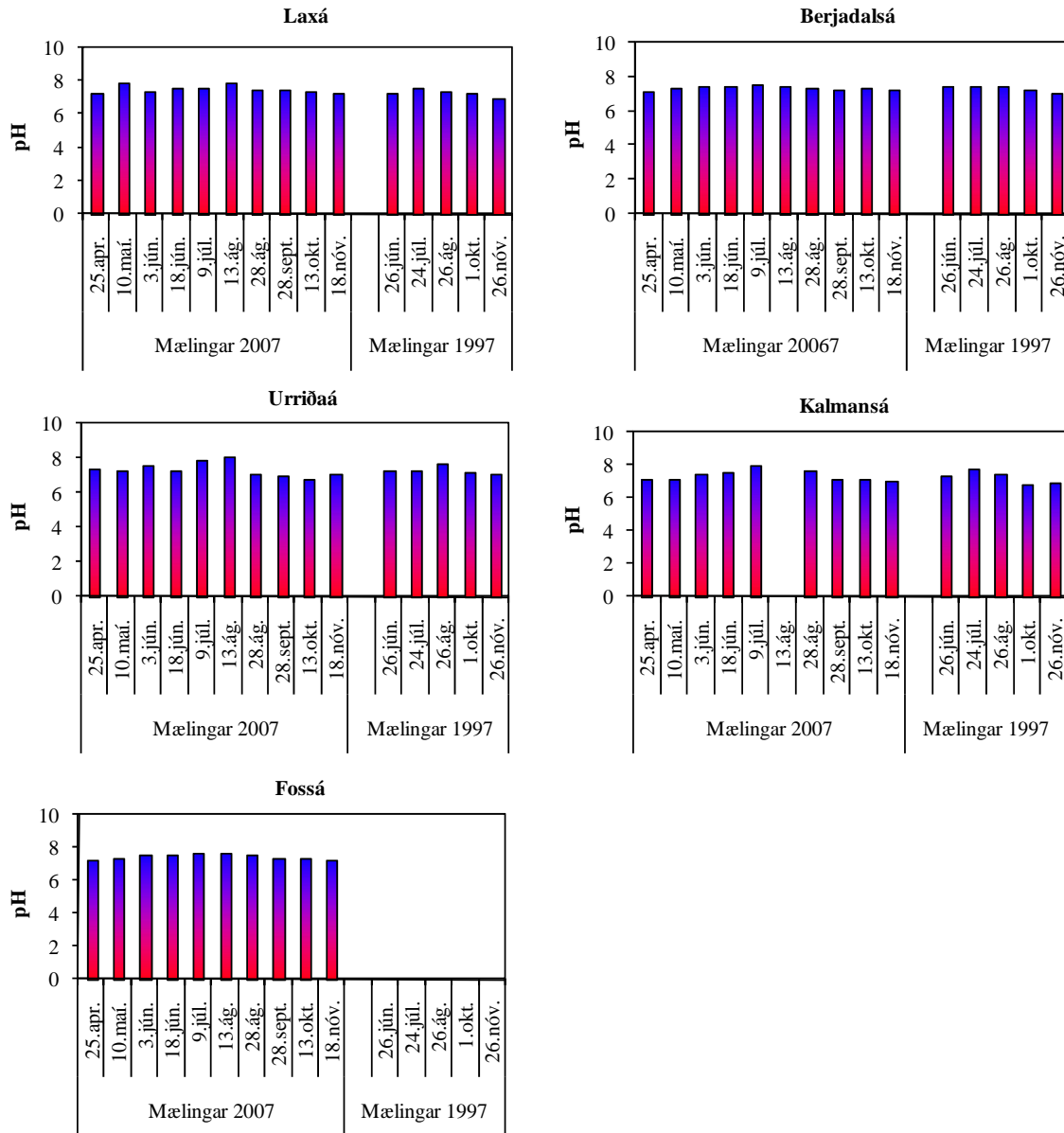


Mynd 7.5 Niðurstöður mælinga á leiðni í ám árin 2007 og 1997 (bakgrunns­mælingar frá 1997). Vöktunartímabilið er ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997). Mæligildi frá 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaa voru ekki marktæk.

²⁰ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007.

7.1.5 SÝRUSTIG ÁNNA

Sýrustig í ánum hefur frá upphafi vöktunar verið innan marka í reglugerð um neysluvatns, pH 6,5-9,5 (**mynd 7.6**). Meðaltal sýrustigs í ánum hefur verið svipað öll vöktunarárin²¹. Árið 2007 var breytileiki í sýrustigi eins og áður mestur í Kalmansá og Urriðaá, eða 7,1-8,0 (meðaltal 7,4±0,3) í Kalmansá og 6,8-7,9 (meðaltal 7,3±0,3) í Urriðaá. Sem fyrr var sýrustig jafnast í Berjadalsá, eða 7,2-7,6 (7,4±0,1). Mæligildi í sýnum safnað 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaá eru ekki inni í meðaltölum fyrir þær ár.



Mynd 7.6 Niðurstöður mælinga á sýrustigi í ám árin 2007 og 1997 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997). Mæligildi frá 13. ágúst í Kalmansá og Urriðaá voru ekki marktæk.

²¹ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007.

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.
- Guðjón Atli Auðunsson, Elín Árnadóttir, Taru Uusinoka og Þuríður Ragnarsdóttir, 2005. *Könnun á ólífrænum snefílefnum og fjölhringja kolvatnsefnum (PAH) í kræklingi við Grundartanga, Hvalfirði, haustið 2004.* Rannsóknarstofnun fiskiðnaðarins.
- Guðjón Atli Auðunsson, 2008. *Könnun á ólífrænum snefílefnum og fjölhringja kolvatnsefnum (PAH) í kræklingi við Grundartanga, Hvalfirði, haustið 2007.* Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Malin Sundberg, Ólöf G. Sigurðardóttir og Ómar Runólfsson, 2008. *Vöktun á áhrifum flúors í kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga.* 2008/02/0051 Keldur.
- Hermann Þórðarson, Helgi F. Magnússon, Malin Sundberg, 2007. *Umhverfissvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Síðari hluti apríl –október 2007.* Efnagreiningardeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands.
- Hornvedt og Øyen, 1994. *Effekter af fluorider på skog ved norske aluminiumsverk.* Kafli 6 í Norsk aluminiumsindustri og miljø. Project for effecstudier av industriutslipp fra primæraluminiumverk i Norge. Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS). Oslo 1994.
- Jóhanna B. Weissshappel og Halldór P. Halldórsson, 2005. *Mengunarálag í vistkerfi sjávar utan við Grundartanga og Katanes í Hvalfirði vaktad með hjálp kræklinga. Undirbúningur búra, og meðhöndlun og ræktun kræklinga í búrum.* Hönnun hf. og Rannsóknastofa í sjávarlíffræði við Háskóla Íslands.
- Jóhanna B. Weissshappel og Halldór P. Halldórsson, 2008. *Mengunarálag í vistkerfi sjávar utan við Grundartanga og Katanes í Hvalfirði vaktad með hjálp kræklinga. Undirbúningur búra, og meðhöndlun og ræktun kræklinga í búrum.* Mannvit hf. og Rannsóknastofa í sjávarlíffræði við Háskóla Íslands.
- 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.
- Malin Sundberg, 2008. *Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2007.* Niðurstöður mælinga sendar til Jóhönnu B. Weissshappel, VGK-Hönnun hf., desember 2006.
- Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2007. *Umhverfissvöktun í Hvalfirði, ferskvatnsmælingar 2007.* Efnagreiningar Keldnaholti.