

ÍÐNAÐARSVÆÐIÐ Á GRUNDARTANGA

NIÐURSTÖÐUR UMHVERFISVÖKTUNAR FYRIR REKSTRARÁRIÐ 2006



ÁGÚST 2007

FORMÁLI

Árið 2006 var álver Norðuráls stækkað úr 90.000 tonnum (t) upp í 220.000 t ársframleiðslu áls. Frá 15. febrúar til 14. mars voru ræst 120 ný ker (samsvarar 60.000 t ársframleiðslu áls). Frá 18. apríl til 2. maí voru ræst 60 ný ker til viðbótar (samsvarar 30.000 t ársframleiðslu áls) og að lokum voru 80 ný ker ræst frá 21. júlí til 29. september (samsvarar 40.000 t ársframleiðslu áls).

Austurendi nýs kerskála Norðuráls nær nú upp að mælistöðinni í Smáholti og er um 300 m frá hreinsivirki 3. Einnig er Stekkjarás nú staðsettur innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Bilun varð í hreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006 og var það óvirkt í 20 klukkustundir. Aukning á magni flúors á haustmánuðum í andrúmslofti og í öðrum vöktunarþáttum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga má að hluta rekja til stækkunar álversins og að hluta til bilunar hreinsivirkisins, auk þess sem ríkjandi norðaustan- og austanáttir hafa áhrif á dreifingu útblásturs frá iðjuverunum.

Veðurfar hefur áhrif á dreifingu útblásturs iðjuveranna. Árið 2006 voru ríkjandi vindáttir á Grundartanga svipaðar og fyrri ár. Ríflega helming athugunar tímans voru norðaustlægar eða austlægar áttir ríkjandi en suðvestlægar áttir um fjórðung tímans. Suðvestlægar áttir ásamt norðaustan- og austanáttum voru helst áberandi frá apríl til ágúst, en í september og október voru norðaustan- og austanáttir ráðandi. Úrkoma var yfir meðallagi í apríl, júní og október en ágúst var þurr. Maí og október voru sólríkir.

SAMANTEKT Á HELSTU NIÐURSTÖÐUM

Andrúmsloft

Meðaltöl flúors voru hærri en undanfarin ár og breytileiki mæligilda meiri en áður. Meðaltal HF var þó undir viðmiðunarmörkum fyrir gróður utan þynningarsvæðis sem er 6 mánaða meðaltal HF yfir vaxtatíma gróðurs (apríl-október). Vöktunarstaðirnir Smáholt og Stekkjarás eru staðsettir innan þynningarsvæðis fyrir flúor, en Hálsnes utan þess. Eftir stækkun Norðuráls er austurendi nýs kerskála staðsettur rétt við Smáholt. Ársmeðaltöl SO₂ og heildar brennisteins á vöktunarstöðvum fyrir loftgæði voru hærri en undanfarin ár og breytileiki mæligilda meiri en áður. Meðaltöl SO₂ voru þó undir viðmiðunarmörkum fyrir ársmeðaltal utan þynningarsvæðis. Niðurstöðurnar benda til þess að veðurfar hafi áhrif á mælingar eins og áður.

Svifryk

Ársmeðaltal svifryks á Stekkjarási og í Smáholti var með herra móti. Á Hálsnesi var magn ryks hins vegar svipað og í meðalári. Ársmeðaltal svifryks á mælistöðunum var undir viðmiðunarmörkum utan þynningarsvæðis.

Úrkoma

Mæligildi flúors í úrkomu og ársmeðaltal þess í Smáholti og Stekkjarási mældust hærri en áður og var góð fylgni við meðaltöl flúors í lofti. Á Hálsnesi voru mæligildi flúors í úrkomu og ársmeðaltal hins vegar svipuð og síðustu ár.

Mæligildi brennisteins í úrkomu voru hærri en áður á mælistöðvunum og pH gildi sýrustigs var með lægsta móti. Lækkun pH gilda er talin tengjast aukinni losun mengunarvaldandi efna á svæðinu.

Gras, lauf og barr

Aukning varð á magni flúors í grasi og laufi frá árinu 2005 á öllum vöktunarstöðunum sem og frá júní til september árið 2006, þó mest vestur af álverinu. Í grasi og laufi frá Stekkjarási mældist magn flúors yfir þolmörkum fyrir grasbíta. Vænta má slíkra niðurstaðna í gróðri frá Stekkjarási þar sem að hann er nú staðsettur innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Niðurstöður mælinga á flúor í eins og tveggja ára barri frá Stekkjarási, Fannahlíð og Fellsaxlarkoti styðja það að magn flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi aukist á milli ára.

Gras úr heimahögum/túnunum

Magn flúors í grasi úr heimahögum/túnunum sem safnað var í júní á 11 bæjum var yfirleitt svipað og fyrri vöktunarár. Í grasi frá tveimur bæjanna mældist magn flúors þó meira, það er úr beitilandi Galtarholts við Eiðisvatn og frá Kiðafelli. Grassýni frá Kiðafelli skar sig úr með mun meira magn flúors en í sýnum frá öðrum vöktunarbæjum en þó undir þolmörkum fyrir grasbíta.

Hey

Aukning varð á magni flúors í heyi úr fyrri slætti (júní-júlí) frá flestum vöktunarbæjum frá hausti 2005, einkum þeim sem eru næst álverinu. Mesta aukningin var í heyi frá Katanesi, Kalastöðum og Galtaholti og fór magn flúors í heyi frá Katanesi yfir þolmörk fyrir grasbíta. Hluti Katanestúnanna eru staðsettir innan þynningarsvæðis fyrir flúor og því má vænta slíkra niðurstaðna í gróðri þaðan.

Hlutfalls brennisteins í heyi (% S) hefur lítið breyst frá árinu 1997.

Grös, hálfgrös og mosi úr mýri/órækt/mel

Aukning hefur orðið á magni flúors í grösum og hálfgrösum (puntir, grös, starir og vinglar) úr mýri/túni í órækt (safnað í sept.) frá Katanesi, Klafastöðum, Galtarholti og Stekkjarási frá árunum 1997-1999 og miðað við í gróðri frá Litlaskarði. Magn flúors mældist yfir þolmörkum fyrir grasbíta í slíkum gróðri frá Katanesi, Klafastöðum og Stekkjarási. Þessir vöktunarstaðir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor og því má búast við að magn flúors í gróðri nái þar þolmörkum grasbíta. Magn flúors í mosa frá Stekkjarási (safnað í sept.) hefur einnig aukist frá fyrri vöktunarárum og var yfir þolmörkum mosa gagnvart flúor. Þrátt fyrir það voru engin sýnileg merki um skaða á mosa.

Mosar og fléttur á klöppum

Hnignun hefur orðið á þekju mosa og/eða flétta í reitum við Bjarnarholt og í austanverðu Akrafjalli. Ekki er þó hægt að rekja hnignunina til loftmengunar frá iðjuverunum á Grundartanga þar sem að hún er ekki einhliða. Reitirnir í Akrafjalli eru við eða innan marka þynningarsvæðis fyrir flúor og því má búast við að áhrif flúors komi fram á mosum og fléttum innan þeirra. Magn flúors í fléttum frá Stekkjarási (safnað í júní) mældist hærra en árin 1999 og 2003 og yfir þolmörkum fléttna gagnvart flúor í vef. Þrátt fyrir það er ekki sýnilegur skaði á fléttum.

Magn brennisteins í fléttum (safnað í júní) mældist svipað og árin 1999 og 2003.

Jarðvegur

Áhrifa frá iðjuverunum á Grundartanga virðist ekki gæta í jarðvegi á vöktunarsvæðinu. Niðurstöður sýrustigsmælinga frá upphafi vöktunar benda fremur til hækkunar en lækkunar á pH gildum á vöktunarsvæðinu og því basískari jarðvegs.

Sauðfé

Aukning varð á magni flúors í tönnum og kjálkum lamba og eldra fjár frá bæjum næst iðnaðarsvæðinu á Grundartanga frá hausti 2005. Í lömbum frá Katanesi, Gröf II, Kirkjubóli, Litlu Fellsöxl og Þaravöllum voru mæligildi flúors yfir eða rétt undir því magni sem talið er geta valdið tannskemmdum. Þrátt fyrir það sáust ekki ummerki um flúorskaða í tönnum lamba. Að sögn dýralæknis er ekki við því að búast að ummerki á tönnum komi fram í svo ungum dýrum. Í eldra fé frá Litlu Fellsöxl og Gröf II mældist magn flúors yfir þolmörkum. Tennur í eldra fá frá Litlu Fellsöxl þóttu grunsamlegar útlits en vegna mikils tannlos af völdum smitsjúkdóms (tengist ekki mengunarvaldandi efnun) var ekki hægt að staðfesta að um flúorskaða á tönnum væri að ræða. Búast má við því að neikvæð áhrif flúors frá álveri Norduráls geti komið fram á sauðfé sem beitt er innan þynningarsvæðis fyrir flúor og á það við um fé frá Katanesi og Litlu Fellsöxl.

Ferskvatn

Aukning varð á styrk flúoríðs í Kalmansá og Urriðaá frá árinu 2005 en litlar breytingar urðu á öðrum efnabáttum, sýrustigi og leiðni. Styrkur flúoríðs er þó undir leyfilegum hámarksstyrk skv. reglugerð um neysluvatn. Búast má við að Kalmansá og Urriðaá séu næmar fyrir breytingum á flúorlosun frá álverinu því að uppspretta þeirra er í vötnum nærri því. Syðsti hluti Eiðisvatns er innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Í bergvatnsánun mældust litlar breytingar á öllum vöktunarbáttum.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	1
2	SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR.....	2
3	ANDRÚMSLOFT	3
3.1	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA.....	3
3.1.1	FLÚOR	3
3.1.2	SO ₂ OG BRENNISTEINN (S).....	5
3.1.3	SVIFRYK (PM ₁₀)	7
3.1.4	EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU	8
4	GRÓÐUR OG JARÐVEGUR.....	10
4.1	ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR.....	10
4.2	GRAS OG LAUF	11
4.3	BARR	12
4.4	GRAS ÚR HEIMAHÖGUM/TÚNUM.....	13
4.5	HEY	14
4.5.1	FLÚOR Í HEYI.....	14
4.5.2	HLUTFALL BRENNISTEINS Í HEYI.....	16
4.6	GRÖS, HÁLFGRÖS OG MOSI ÚR MÝRI/ÓRÆKT/MEL	16
4.6.1	PUNTIR, GRÖS, STARIR OG VINGLAR.....	16
4.6.2	MOSI.....	17
4.7	MOSAR OG FLÉTTUR Á KLÖPPUM	18
4.7.1	ÞEKJA TEGUNDA OG TEGUNDASAMSETNING	18
4.7.2	FLÚOR OG BRENNISTEINN Í FLÉTTUM.....	18
4.8	JARÐVEGUR.....	19
5	SAUÐFÉ.....	20
5.1	LÖMB	20
5.2	ELDRA FÉ	22
6	FERSKVATN.....	25
6.1	NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA.....	25
6.1.1	LEIÐNI	25
6.1.2	SÝRUSTIG	26
6.1.3	BRENNISTEINN	26
6.1.4	FLÚORÍÐ	26
6.1.5	KLÓRÍÐ.....	27
7	HEIMILDIR	32

1 INNGANGUR

Norðurál og Íslenska járnblendifélagið hafa frá árinu 1999 staðið að umhverfissvöktun í Hvalfirði sem Umhverfisstofnun hefur eftirlit með. Ýmsar umhverfissannsóknir 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 umhverfissvöktunar árið 2006 og þær bornar saman við niðurstöður fyrri ára og viðmiðunarmörk þar sem við á. Í **töflu 1.1** er yfirlit yfir vöktunina.

Tafla 1.1 Yfirlit yfir umhverfissvöktun í Hvalfirði árið 2006.

	Loftgæði	Gróður	Jarðvegur	Árvatn	Sauðfé
Mælipáttur	Andrúmsloft: Svifryk, HF og flúor í ryki, SO ₂ , brennisteinn í ryki. Úrkoma: Sýrustig, flúoríð, klóríð, sulfat, natríum, nitur.	Gras, lauf, barr: Flúor Beitargróður: Flúor, SO ₄ , heildar brennisteinn, N, hráprótín, N/S hlutfall, meltanleiki. Hev: Heildar brennisteinn, flúor, nitur, fosfór, kalsíum, kalíum, natríum, magnesíum, prótein, þurrefni, meltanleiki. Ýmis gróður úr mýri/órækt/mel: Flúor, natríum, mangan, fosfór, brennisteinn, kalíum, kalsíum, nitur. Mosar og fléttur: Reitir á klöppum gróðurmældir og ljósmyndaðir. Flúor og brennisteinn í fléttum.	Sýrustig	Sýrustig, leiðni, flúoríð, sulfat, klóríð.	Ástand tanna og kjálka. Flúor í tönnum og kjálkum.
Staðsetning	Stekkjárás Smáholt Hálsnes	Gras, lauf, barr: Fannahlíð, Fellsaxlarkot, Félagsgarður, Fossbrekka, Reynivellir, Stekkjarás. Beitargróður: Belgsholt, Galtarholt, Gröf II, Hrafnabjörg, Innri Hólmur/Kirkjuból, Kalastaðir, Katanes, Kiðafell, Kirkjuból, Litla Fellsöxl, Lyngholt, Neðri Háls. Hev: 11 bæir (sjá beitargróður) Ýmis gróður úr mýri/órækt/mel: Stekkjarás, Klafastaðir, Katanes, Galtarholt, Litlaskarð (viðmið). Mosar, fléttur: 62 klappir á 18 svæðum í Hvalfirði.	Stekkjárás, Klafastaðir, Katanes, Galtarholt, Litlaskarð (viðmið).	Berjadalsá, Fossá, Kalmansá, Laxá, Urriðaa	Eystri Leirargarðar, Fell, Fellsöxl, Grjóteyri, Gröf II, Hrafnabjörg, Katanes, Kiðafell, Kirkjuból, Litla Fellsöxl, Skipanes, Skorholt, Vogatunga, Þaravellir
Rannsóknar-aðili	Söfnun sýna og mælingar: Iðntæknistofnun (ITÍ)	Gras, lauf, barr: Söfnun sýna: UST, Skógræktin, Norðurál, ITÍ Mælingar: ITÍ Beitargróður, hev, ýmis gróður: Söfnun sýna: Búnaðarsamtök Vesturlands. Efnamælingar: Efnagreiningar Keldnaholti. Meltanleikamælingar: Landbúnaðarháskóli Íslands (LBHÍ). Mosar, fléttur: Gróðurmæling og ljósmyndun: Náttúrufræðistofnun Íslands Efnamælingar: ITÍ	Söfnun sýna: LBHÍ Mælingar: Efnagreiningar Keldnaholti.	Söfnun sýna og mælingar: ITÍ	Skoðun tanna og kjálka: Tilraunastöð HÍ í meinafræðum á Keldum. Mælingar: ITÍ

2 SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR

Bakgrunnsgildi	Styrkur/magn 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	Það magn/styrkur mengunarefnis í vef lífvera sem skaðað getur lífveruna.
Þynningarsvæði	Svæði þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykkja að mengun megi vera yfir viðmiðunarmörkum.
µm	Míkrómetri, einn milljónasti (10 ⁻⁶) úr m.
µg/m³	Magn efnis af heildarrúmmáli lofts.
µS/cm	Leiðni vatns á hvern cm.
mg/m²	Ákoma efna í úrkomu á flatareiningu.
µg/l	Styrkur efnis á lítra.
mg/l	Styrkur efnis á lítra.
µg/g	Magn efnis á þyngdareiningu.

3 ANDRÚMSLOFT



Mynd 3.1 Staðsetning vöktunarstaða fyrir loftgæði í Hvalfirði árið 2006.

3.1 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

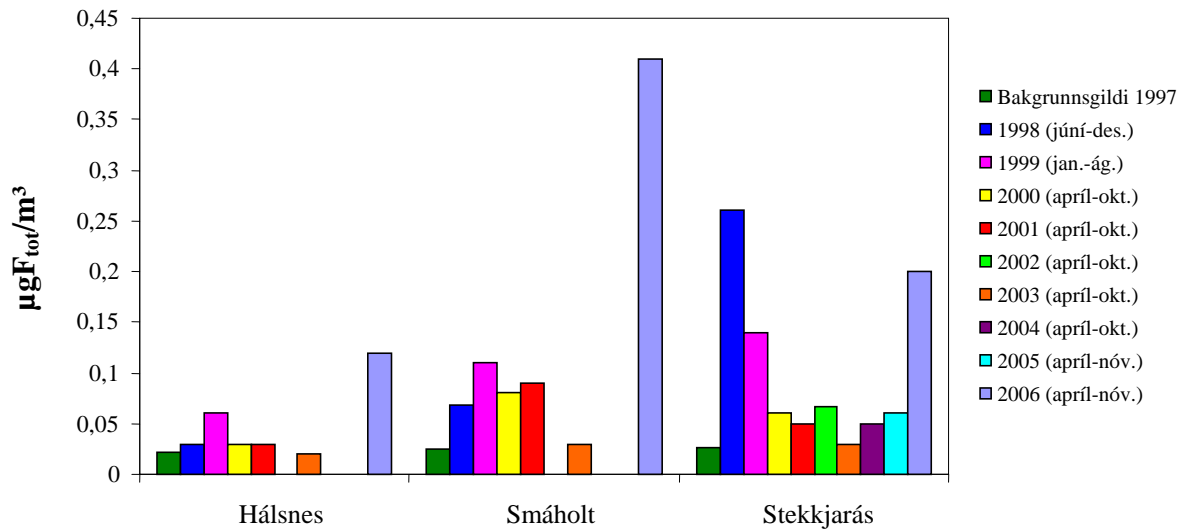
3.1.1 FLÚOR

Ársmeðaltöl (apríl-október) heildarflúors og HF á vöktunarstöðum fyrir loftgæði voru hærri en undanfarin ár og breytileiki mæligilda meiri (**myndir 3.1 – 3.3**)¹. Aukning á magni flúors í andrúmslofti á haustmánuðum (**mynd 3.4**) má að hluta rekja til bilunar í hreinsivirki 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Aukning á magni flúors í maí sýnir áhrif stækkunar Norðuráls sem fólst í gangsetningu 60 rafgreiningakerja.

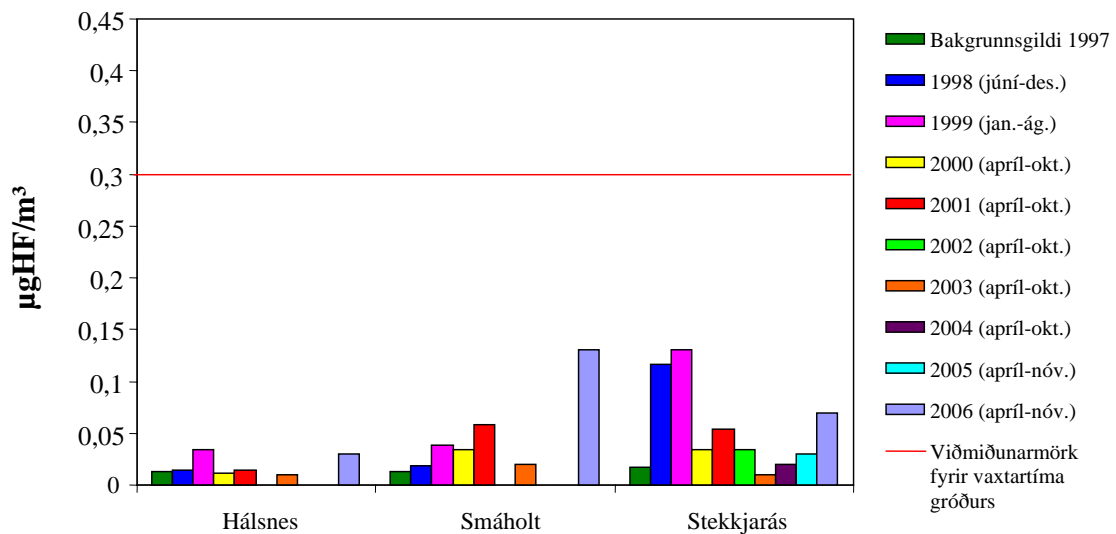
Ársmeðaltal HF árið 2006 var $0,13 \pm 0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í Smáholti, $0,07 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Stekkjarási og $0,03 \pm 0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Hálsnesi. Ársmeðaltöl HF á þessum stöðum voru undir gróðurverndarmörkum sem eru $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis yfir vaxtartíma gróðurs (apríl-október).

¹ Hermann Þórðarson o.fl., 2006.

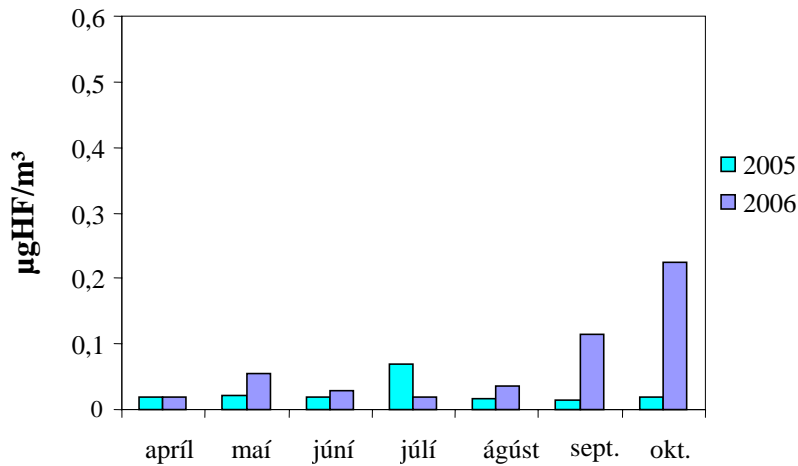
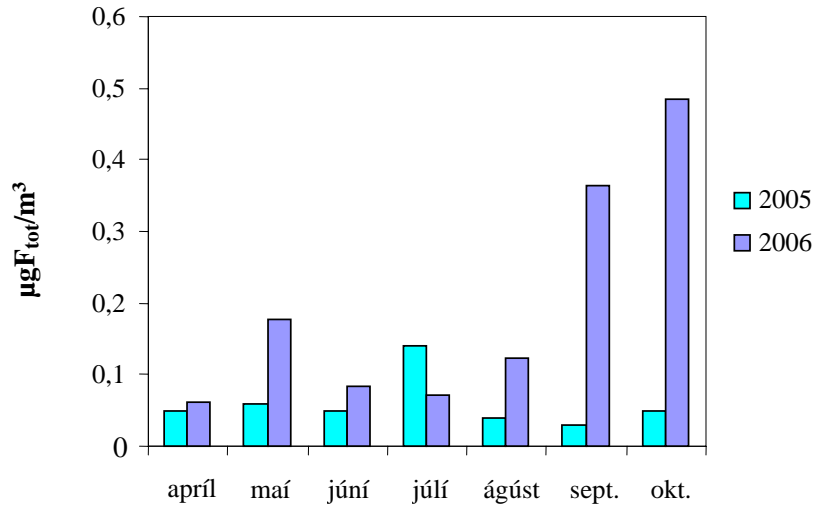
Búast má við meira magni flúors í andrúmslofti á vöktunarstöðunum á Smáholti og Stekkjarási en handan fjarðar, á Hálsnesi, þar sem að þeir eru staðsettir innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Eftir stækkun Norðuráls er austurendi nýs kerskála staðsettur rétt við Smáholt og um 300 m frá hreinsivirki 3.



Mynd 3.2 Ársmeðaltöl heildarflúors (F_{tot}) á vöktunarstöðum árin 1997-2006. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997.



Mynd 3.3 Ársmeðaltöl HF á vöktunarstöðum árin 1997-2006. Bakgrunnsgildi eru frá árinu 1997. Viðmiðunarmörk HF yfir vaxtartíma gróðurs utan þynningarsvæðis eru sýnd með rauðri línu.



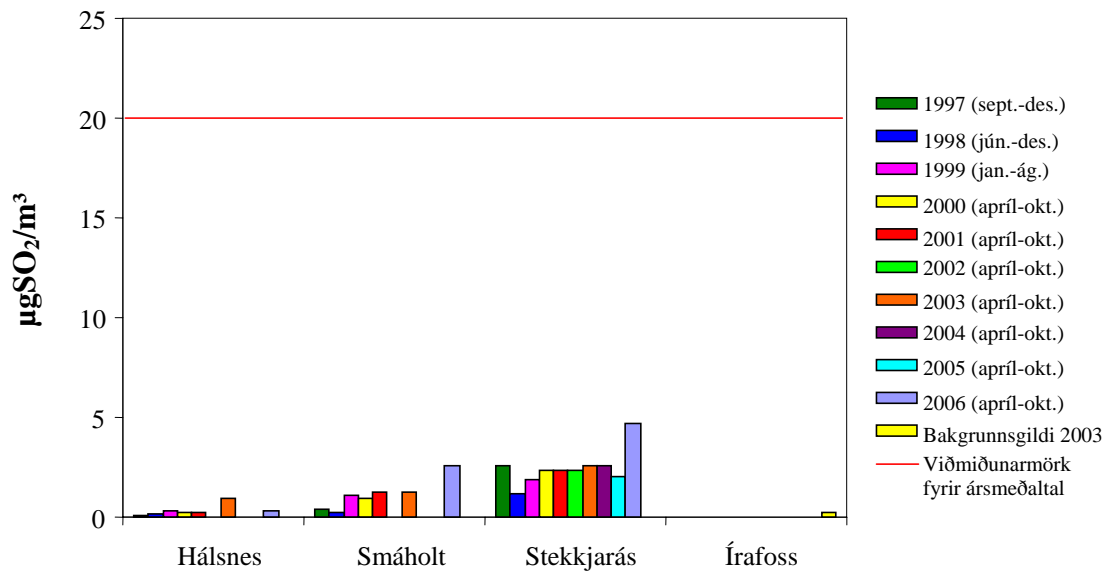
Mynd 3.4 Mánaðarmeðaltöl heildarflúors (efri mynd) og HF (neðri mynd) á Stekkjarási apr.–okt. 2005 og 2006.

3.1.2 SO₂ OG BRENNISTEINN (S)

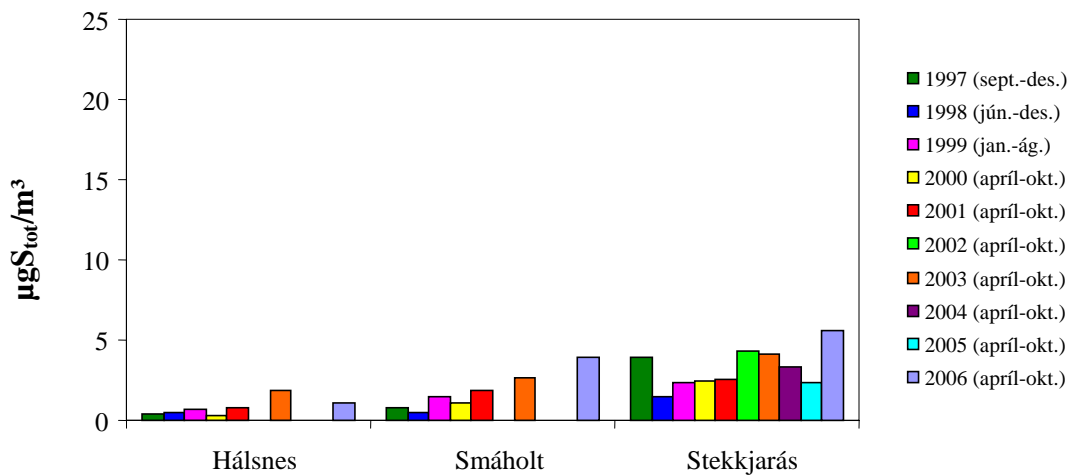
Ársmeðaltöl SO₂ og heildar S voru hærri en undanfarin ár (**myndir 3.5 og 3.6**) og breytileiki í mánaðarmeðaltölum meiri en árið 2005 (**mynd 3.7**)². Ársmeðaltal SO₂ árið 2006 var $3,9 \pm 3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í Smáholti, $5,6 \pm 3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Stekkjarási og $1,1 \pm 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Hálsnesi. Meðaltöl SO₂ er þó undir viðmiðunarmörkum fyrir ársmeðaltal ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis).

Hærri meðaltöl á Stekkjarási en í Smáholti benda til þess að veðurfar hafi áhrif á niðurstöður mælinga. Norðaustan- og austanáttir voru áberandi frá apríl til ágúst, og algjörlega ráðandi í september og október.

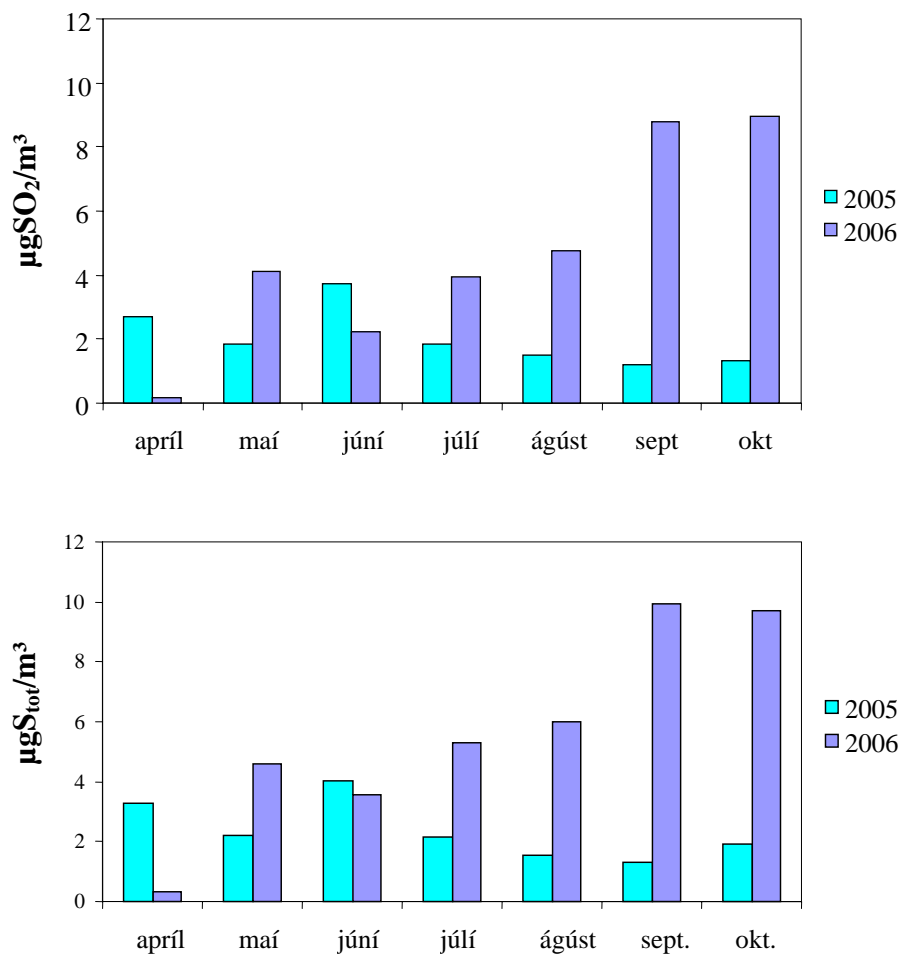
² Hermann Þórðarson o.fl., 2006.



Mynd 3.5 Ársmeðaltöl SO₂ á vöktunarstöðum árin 1997-2006. 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 1997-2006 (mæligildi margfölduð með tveimur sbr. SO₂).

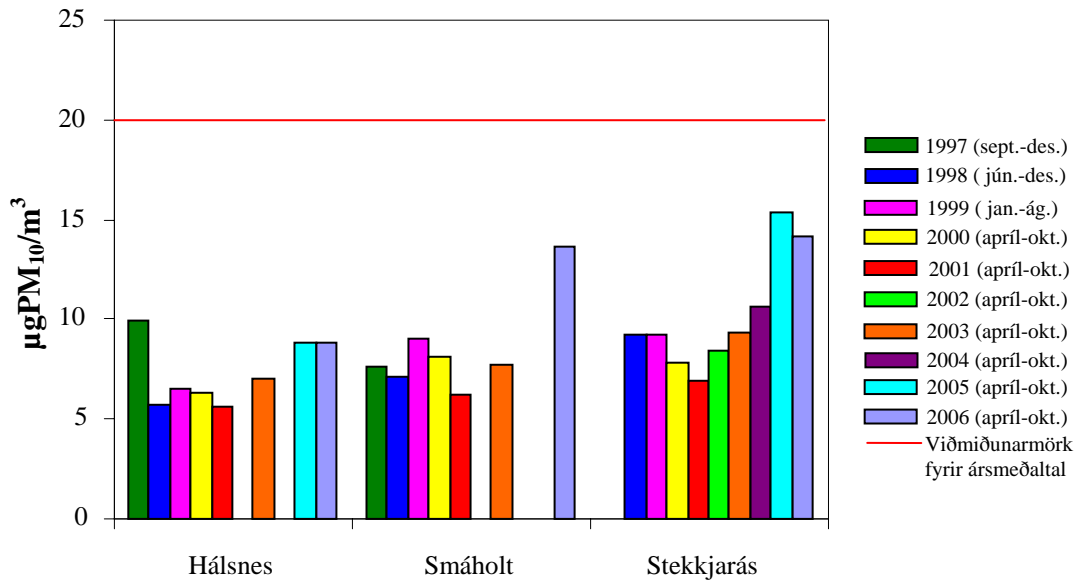


Mynd 3.7 Mánaðarmeðaltöl SO₂ (efri mynd) og heildar brennisteins (neðri mynd) á Stekkjarási apríl – október 2005 og 2006.

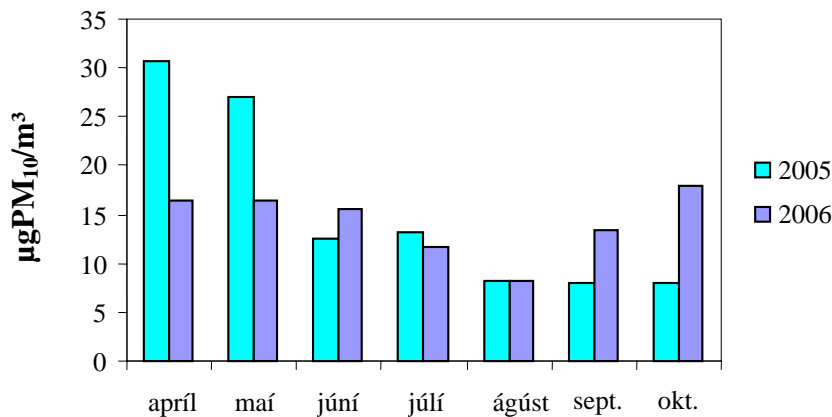
3.1.3 SVIFRYK (PM₁₀)

Ársmeðaltal svifryks í Smáholti og á Stekkjarási var um 14 µg/m³ sem er svipað og árið 2005 á Stekkjarási (**mynd 3.8**)³. Minni breytileiki var í mánaðarmeðaltölum svifryks á Stekkjarási árið 2006 en 2005 (**mynd 3.9**). Handan fjarðar, á Hálsnesi, var magn ryks svipað og í meðalári, ársmeðaltal 8,8±4,6 µg/m³. Ársmeðaltöl svifryks á mælistöðunum var undir viðmiðunarmörkum utan þynningarsvæðis sem miðast við 20 µg/m³. Aukning á magni svifryks á mælistöðvunum næst iðnaðarsvæðinu er að mestu rakin til stækkunar Norduráls og aukinnar umferðar henni tengdri sem og bilunar í hreinsivirki 1 í lok ágúst.

³ Hermann Þórðarson o.fl., 2006.



Mynd 3.8 Meðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti árin 1997-2006 safnað á vöktunarstöðum. Rauð lína sýnir viðmiðunarmörk fyrir ársmeðaltal svifryks utan þýnningarsvæðis¹.



Mynd 3.9 Mánaðarmeðaltöl svifryks (PM₁₀) í lofti á Stekkjarási árin 2005 og 2006.

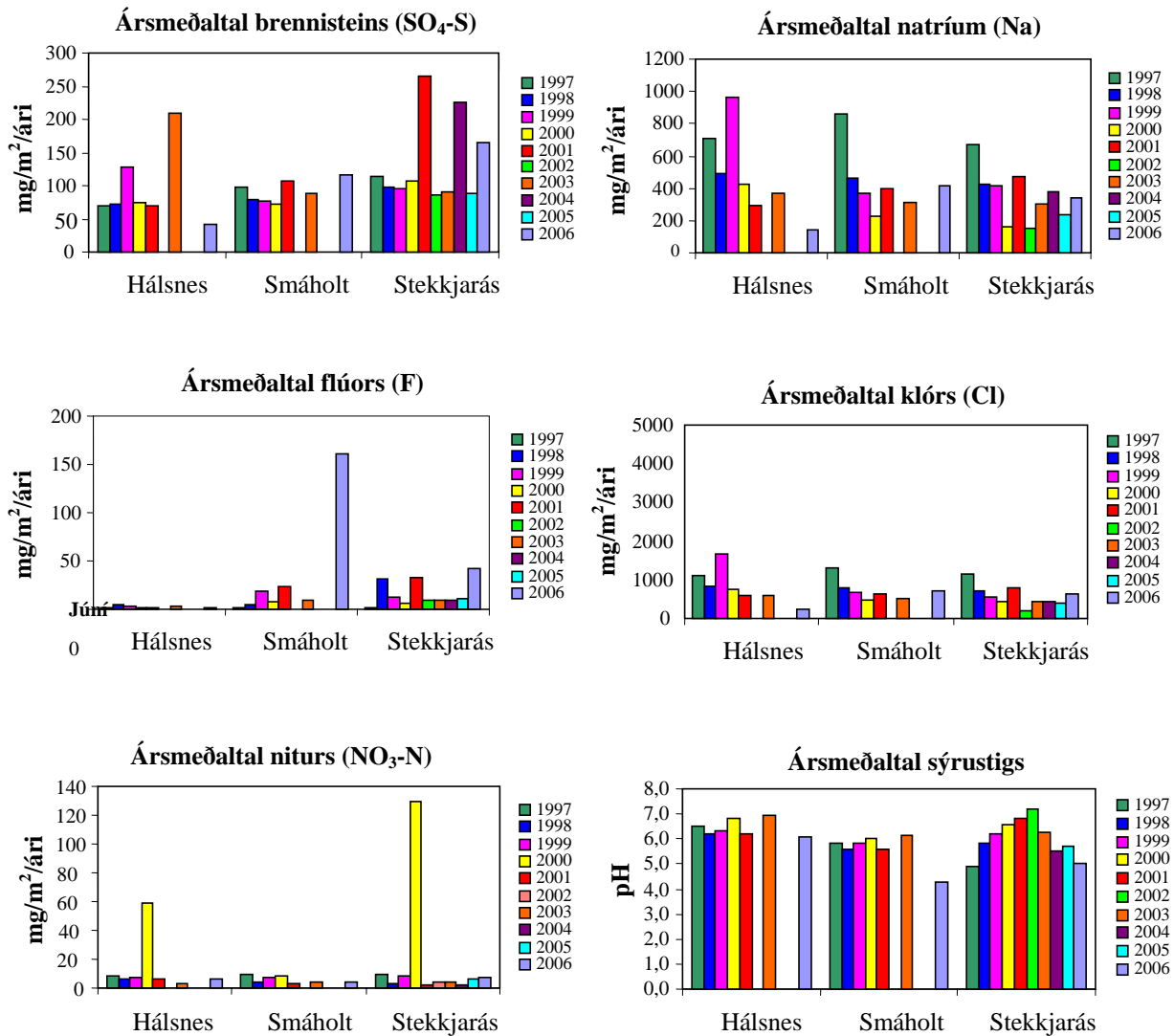
3.1.4 EFNI OG SÝRUSTIG Í ÚRKOMU

Mæligildi í úrkomu hafa frá upphafi vöktunar verið sveiflukennd (**mynd 3.10**)⁴ sem talin er stafa af mjög einföldum sýnasafnara sem mengast auðveldlega af flugu og frjókornum. Þrátt fyrir ofangreint var góð fylgni á milli meðaltala flúors í úrkomu og lofti árið 2006. Mæligildi flúors (mælt sem flúoríð) í úrkomu og ársmeðaltal þess á mælistöðvunum í Smáholti og Stekkjarási voru hærri en áður. Aukningin var mun meiri á Smáholti en við Stekkjarás, en Smáholt er staðsett við austurenda nýs kerskála og um 300 m frá hreinsivirki 3. Á Hálsnesi voru mæligildi flúors í úrkomu og ársmeðaltal svipað og síðustu árin.

Mæligildi brennisteins (mælt sem súlfat, SO₄) voru einnig allhá en hafa þó mælst hærri á mælistöðunum.

⁴ Hermann Þórðarson o.fl., 2006.

PH gildi sýrustigs í úrkomu á mælistöðunum voru á bilinu 4,3-6,1 sem er með lægsta mótí miðað við árin 1997-2005. Talið er að lækkun þess tengist aukinni losun mengunarvaldandi efna á svæðinu.



Mynd 3.10 Ársmeðaltöl sýrustigs og efnamælinga í úrkomu árin 1997-2006. Bakgrunnsmælingar eru frá 1997.

4 GRÓÐUR OG JARÐVEGUR



Mynd 4.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður og jarðveg í Hvalfirði árið 2006.

4.1 ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR

Í töflu 4.1 eru sýnd þolmörk gróður gagnvart flúor og HF í lofti⁵. 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 mánuðir). Þetta magn HF jafngildir uppsöfnun á 30 $\mu\text{g}/\text{g}$ eða meira af flúor í vef. Barrtré og bláberjalýng eru dæmi um viðkvæmar háplöntur en krækilyng og birki þolnar. Grös eru yfirleitt talin miðlungsþolin gagnvart HF.

Tafla 4.1 Þolmörk gróðurs gagnvart flúor og HF.

Magn flúors í vef	Magn HF í lofti	Áhrif
0-10 $\mu\text{g}/\text{g}$	0-0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Engin (bakgrunnsgildi).
10-30 $\mu\text{g}/\text{g}$	0,02-0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Engin
30-100 $\mu\text{g}/\text{g}$	0,2-0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hnignun viðkvæmra tegunda, einkum mosar, fléttur, barrtré.
100-200 $\mu\text{g}/\text{g}$	0,6-1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hnignun miðlungsþolinna tegunda, t.d. flest grös.
>200 $\mu\text{g}/\text{g}$	>1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Hnignun þolinna tegunda, t.d. lauftré.

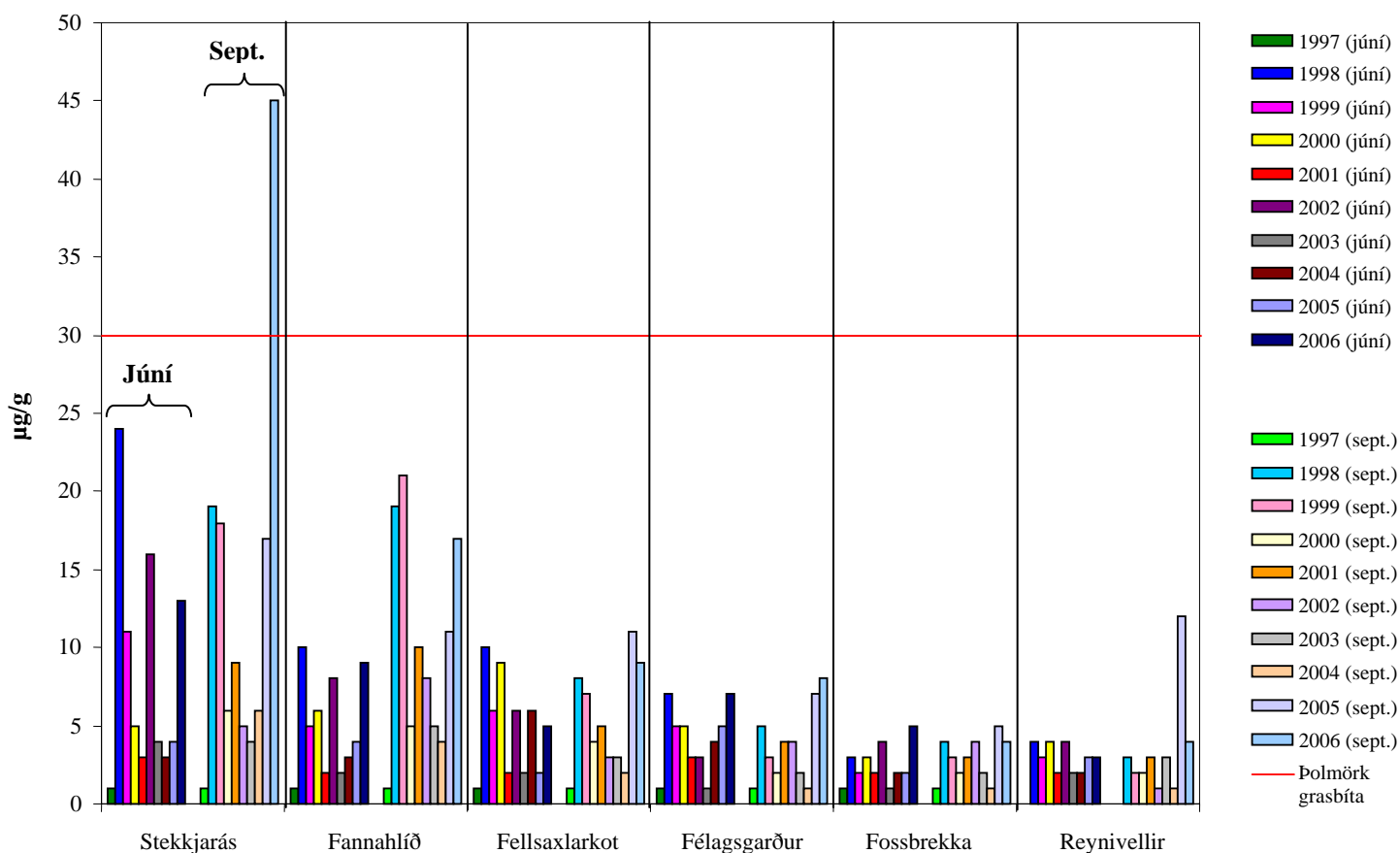
⁵ Friðrik Pálmason og Skye, 1999; Horntvedt og Øyen, 1994; Leif Ongstad o.fl., 1994; Davison og Weinstein, 1999

4.2 GRAS OG LAUF

Magn flúors í grasi og laufi frá 6 vöktunarstöðum í Hvalfirði jókst milli árána 2005 og 2006 og frá júní fram í september árið 2006 á nær öllum vöktunarstöðunum, þó mest vestur af álverinu (**myndir 4.2-4.3**)⁶.

Mesta magn flúors í grasi mældist 45 µg/g (samanlagt í þurrefni og skoli) í grassýni sem safnað var á Stekkjarási í september. Þetta magn flúors er talið vera innan þolmarka grasa gagnvart flúor í vef (sjá töflu 4.1) en yfir þolmörkum grasbíta gagnvart flúor í fóðri (talin vera 30 µg/g⁷). Búast má við að innan þynningarsvæðis fyrir flúor fari magn flúors í grasi yfir þolmörk grasbíta gagnvart flúor en þar er Stekkjarás nú staðsettur. Árið 2005 mældust 17 µg/g (þurrefni og skol) í grasi sem safnað var frá Stekkjarási í september.

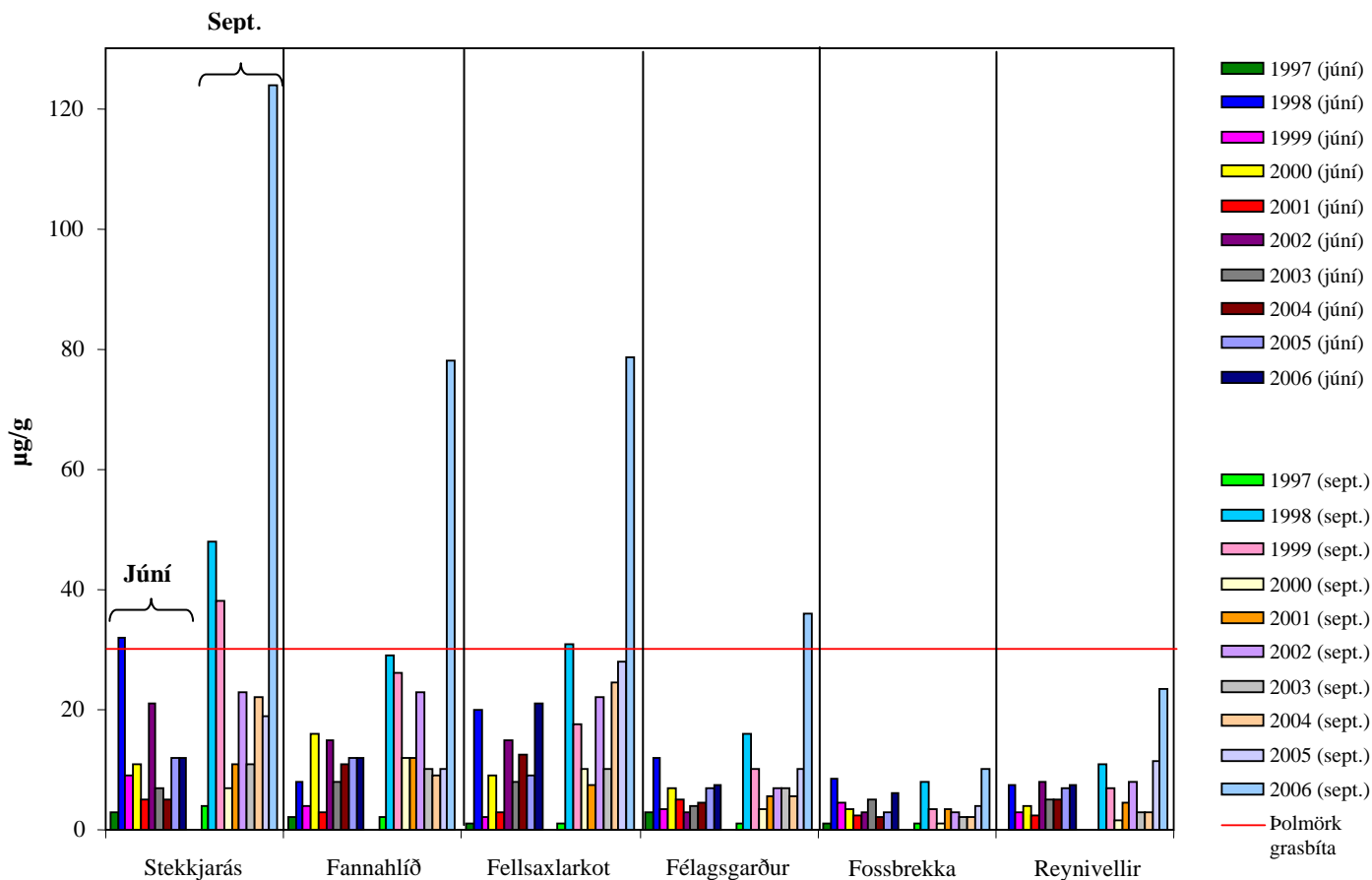
Hæsta meðaltal flúors í laufi birkis og reynis var í sýnum sem safnað var á Stekkjarási í september eða 124 µg/g (þurrefni og skol). Þetta magn flúors er innan þess sem talin eru vera þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef (sjá töflu 4.1). Árið 2005 var meðaltal flúors í laufi birkis og reynis 19 µg/g (þurrefni og skol) í sýnum sem safnað var í september á Stekkjarási.



Mynd 4.2 Meðaltal flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þolmörk grasbíta.

⁶ Malin Sundberg, 2006.

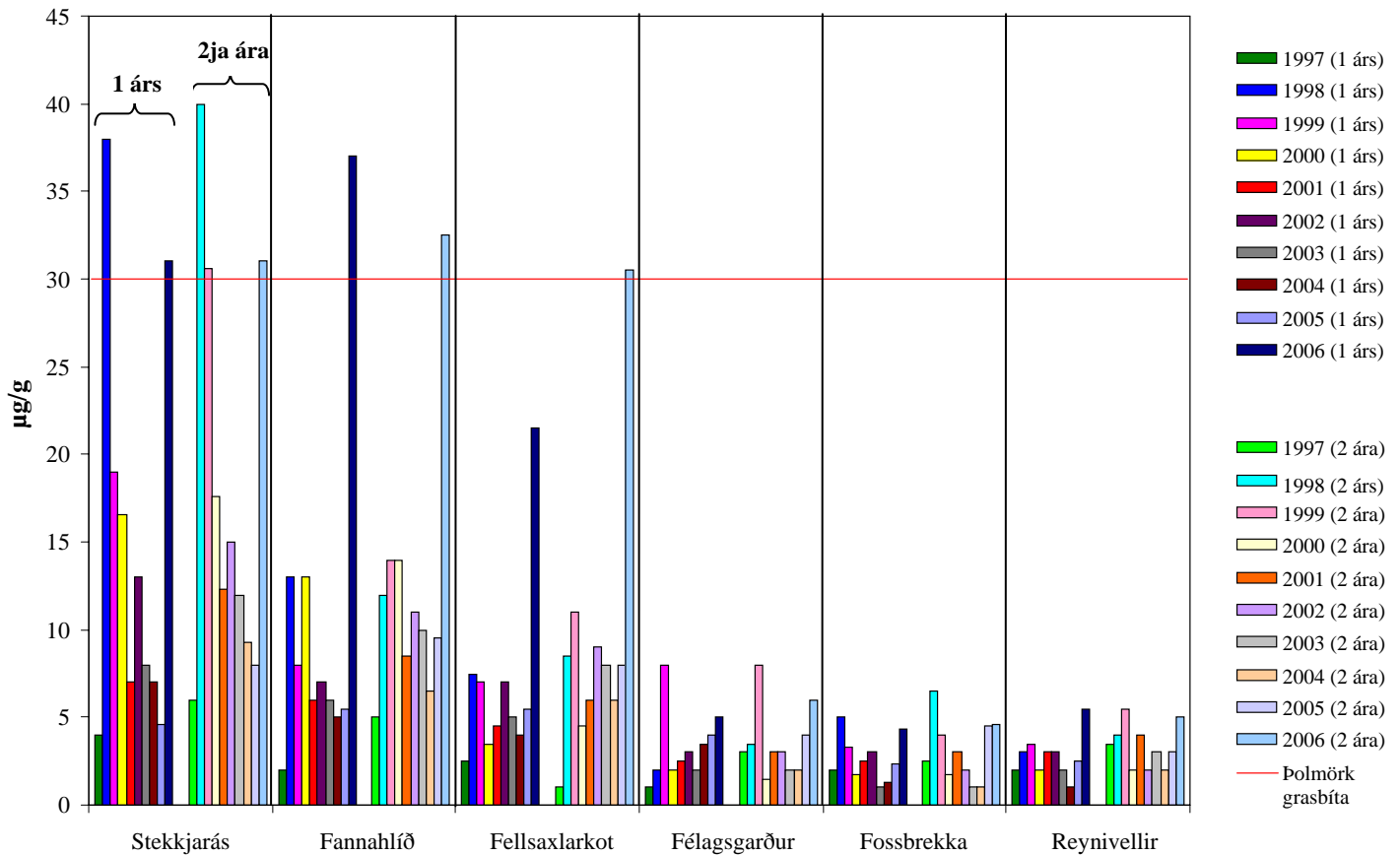
⁷ Friðrik Pálmason, 1999.



Mynd 4.3 Meðaltal flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) vor og haust 1997-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk grasbíta.

4.3 BARR

Sýnum af barri hefur verið safnað í október öll vöktunarárin. Árið 2006 mældist meira magn flúors í eins og tveggja ára barri frá Stekkjarási, Fannahlíð og Fellsaxlarkoti en árið 2005 sem styður það að magn flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið meira seinna árið (**mynd 4.4**) vegna þeirra ástæðna sem áður hefur verið minnst á.



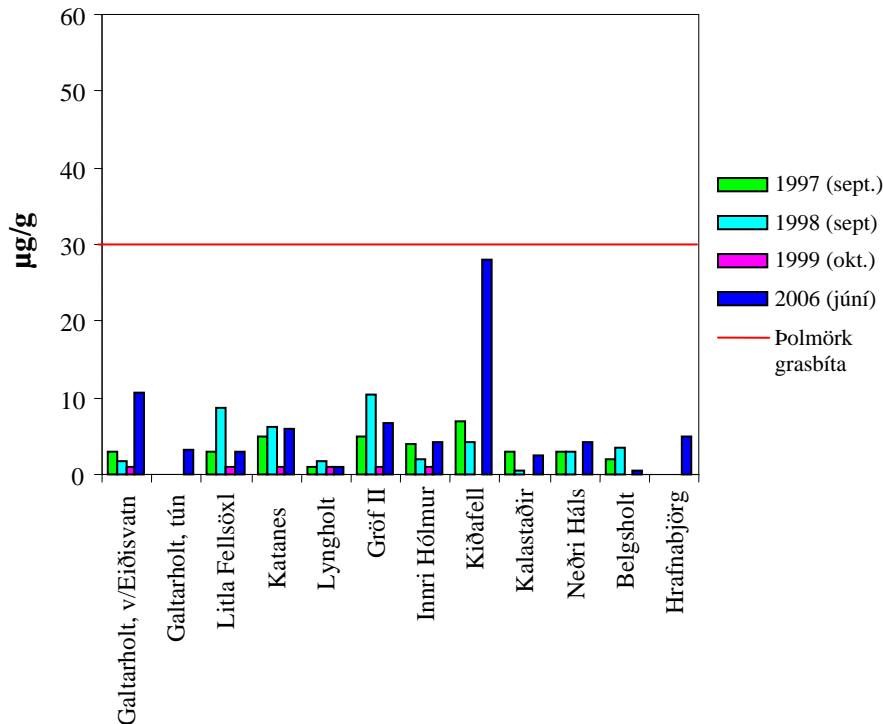
Mynd 4.4 Meðaltal flúors í eins og tveggja ára barri (samanlagt í þurrefni og skoli) árin 1997-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk grasbíta.

4.4 GRAS ÚR HEIMAHÖGUM/TÚNUM

Meðaltal flúors í grassýnum, sem safnað var í júní úr heimahögum/túnum 11 vöktunarbæja, var yfirleitt svipað og árin 1997 og 1998 (**mynd 4.5**)⁸ eða á bilinu 0,4-6,7 µg/g (í þurrefni). Árið 1999 fór eingöngu fram sýnataka af grasi frá sex bæjanna og voru mæligildi flúors í öllum sýnunum, að undanskildum grassýnum frá Lyngholti, lægri en önnur vöktunarár.

Árið 2006 skar grassýni frá Kiðafelli sig úr með mun meira magn flúors en í grasi frá hinum bæjunum og miðað við mæligildin árin 1997 og 1998. Í því mældist 28 µg/g (þurrefni) sem er nálægt þölmörkum fyrir grasbíta (talin vera 30 µg/g). Einnig mældist meira magn flúors í grassýni úr beitilandi Galtarholts við Eiðisvatn en frá öðrum bæjum eða 10,6 µg/g (í þurrefni).

⁸ Friðrik Pálmason, 2007.



Mynd 4.5 Meðaltal flúors (í þurrefni) í grassýnum úr heimahögum/túnum 11 bæja í Hvalfirði árin 1997-1999 og 2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þolmörk grasbíta.

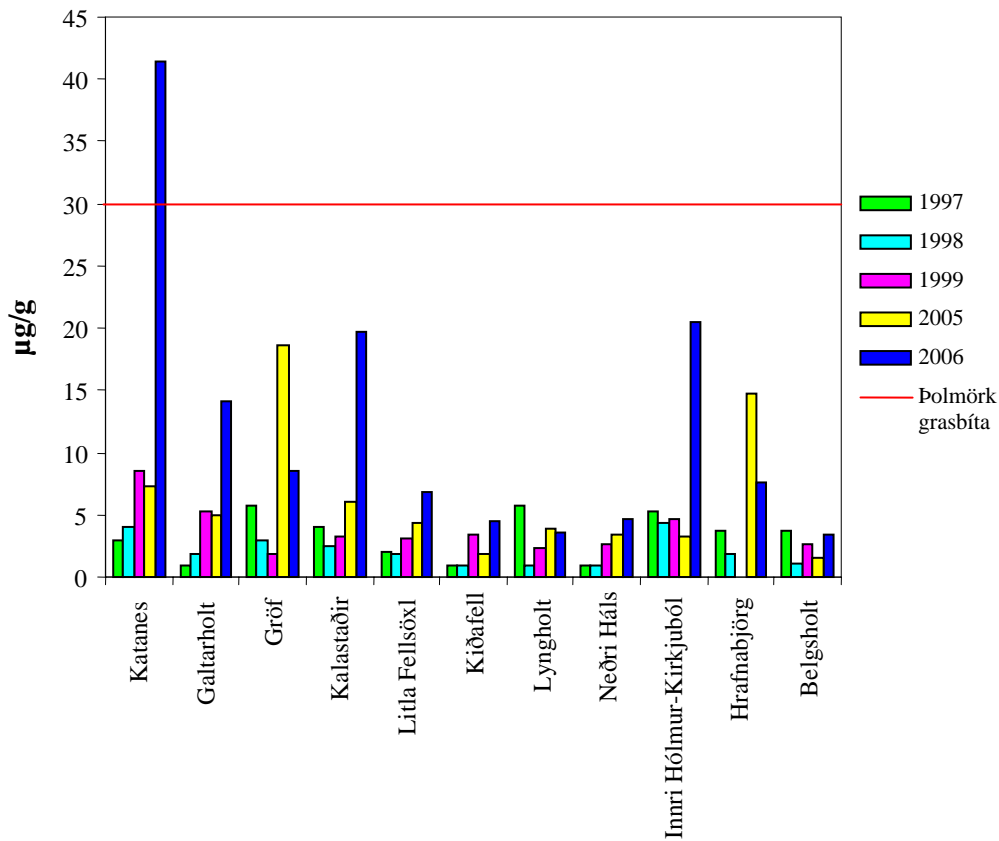
4.5 HEY

4.5.1 FLÚOR Í HEYI

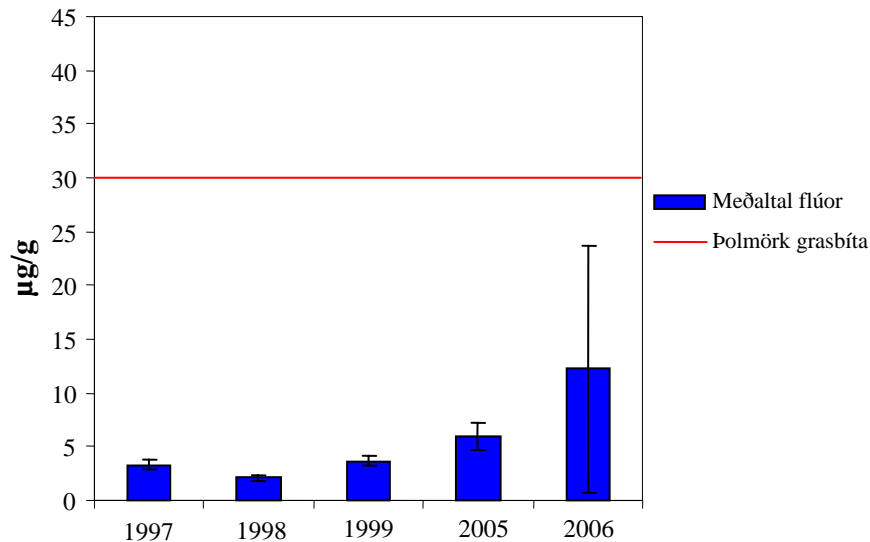
Heyi frá 11 vöktunarbæjum var safnað úr rúlluböggum úr fyrri slætti (heyjað frá miðjun júní til u.þ.b. miðjan júlí). Aukning varð á magni flúors í heyi frá flestum bæjum frá hausti 2005, einkum þeim sem eru næst álverinu (**myndir 4.6 og 4.7**)⁹. Undantekning var þó í heyi frá Gröf II, sem er skammt vestur af álverinu, Lyngholti og Hrafnabjörgum þar sem magn flúors minnkaði á milli árána 2005 og 2006. Flúor jókst mest í heyi frá Katanesi, Kalastöðum og Galtaholti. Af þeim bæjum varð aukningin mest í heyi frá Katanesi og fóru mæligildi flúors þar yfir þolmörk fyrir grasbíta (talin vera 30 µg/g). Hluti Katanestúnanna er staðsettur innan þynningarsvæðis fyrir flúor og því má búast við að aukinn útblástur vegna stækkunar álversins og bilunar í hreinsivirki 1 í lok ágúst komi þar fram.

Hátt meðaltal flúors (20,5±19,7 µg/g, þurrefni) í heyi frá Innri-Hólmi/Kirkjubóli er rakið til eins heysýnis. Í því mældist 43,1 µg/g (í þurrefni) sem er mun meira en í öðrum heysýnum frá bænum (11,3 µg/g og 7,0 µg/g) og frá bæjum í svipaðri fjarlægð frá álveri Norðuráls. Mikið magn ösku var í umræddu sýni sem gefur til kynna að hátt mæligildi flúors megi að stórum hluta rekja til jarðvegs- eða rykmengunar en ekki eingöngu til nálægðar við álverið. Haustið 2005 skáru tvö heysýni sig einnig úr, frá Gröf II og Hrafnabjörgum, með mun hærri flúorgildi en annarsstaðar sem skýra má með sama hætti. Haustið 2006 voru mæligildi flúors í heyi frá þessum bæjum í takt við mæligildi í heyi frá öðrum bæjum í svipaðri fjarlægð frá iðjuverunum.

⁹ Friðrik Pálmason, 2007.



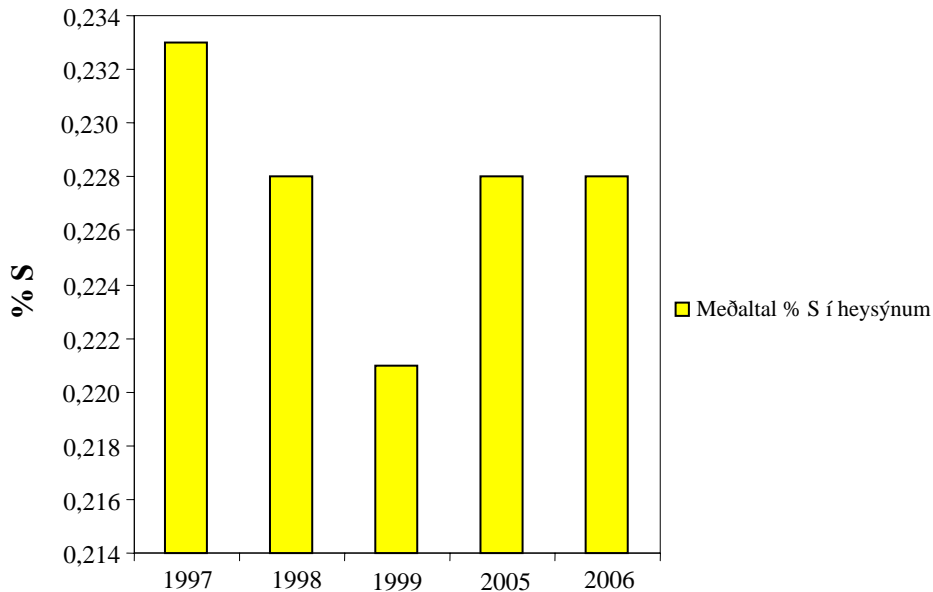
Mynd 4.6 Meðaltal flúors (í þurrefni) í heysýnum safnað síðla hausts 1997-1999, 2005 og 2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Meðaltal mælinga er reiknað saman frá Innri Hólmi og Kirkjubóli þar sem að bæirnir eru hlið við hlið með sama ábúanda. Rauð lína sýnir þolmörk grasbíta.



Mynd 4.7 Meðaltal flúors (í þurrefni) í heysýnum þegar allir vöktunarbærir eru teknir saman árin 1997-1999 og 2005-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þolmörk grasbíta.

4.5.2 HLUTFALL BRENNISTEINS Í HEYI

Hlutfall brennisteins í heyi hefur lítið breyst frá árinu 1997 (**mynd 4.8**)¹⁰. Ársmeðaltöl hafa verið á bilinu 0,22-0,30 % (í þurrefni) og ekki hefur mælt marktækur munur á milli bæja eða með fjarlægð frá iðjuverunum á Grundartanga. N/S hlutfall í heysýnum, sem best er að nota til að meta hvort að ofgnótt sé af brennisteini í gróðri, hefur einnig verið innan eðlilegra marka sem bendir til þess að áhrifa brennisteinssambanda frá iðjuverunum gæti ekki í heildarstyrk brennisteins í heysýnum.



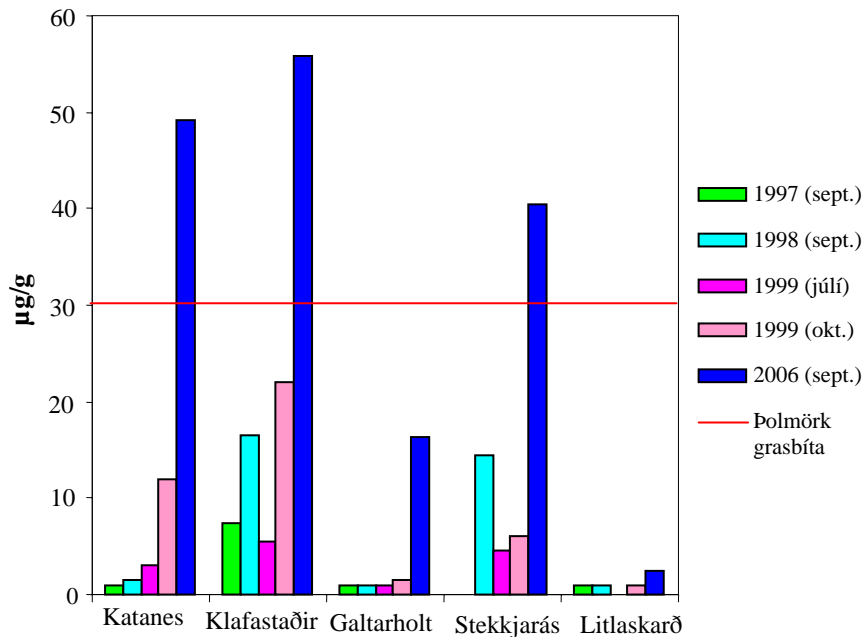
Mynd 4.8 Ársmeðaltals hlutfall (%) heildar brennisteins (í þurrefni) í heysýnum árin 1997, 1998, 1999, 2005 og 2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997), allir bæirnir teknir saman.

4.6 GRÖS, HÁLFGRÖS OG MOSI ÚR MÝRI/ÓRÆKT/MEL

4.6.1 PUNTIR, GRÖS, STARIR OG VINGLAR

Árið 2006 var sýnum af ýmsum gróðri (puntir, grös, starir og vinglar) úr mýri/túni í órækt safnað í september á fjórum vöktunarstöðum og á viðmiðunarstað í Litlaskarði. Aukning hefur orðið á magni flúors í slíkum gróðri frá öllum fjórum stöðunum frá árunum 1997-1999 (**mynd 4.9**)¹⁰. Magn flúors í sýnum frá Katanesi, Klafastöðum og Stekkjarási fór yfir þolmörk fyrir grasbíta. Þessir staðir eru staðsettir innan þynningarsvæðis fyrir flúor en innan þess má búast við að magn flúors í gróðri nái þolmörkum grasbíta gagnvart honum. Bilun í hreinsivirki 1 hjá Norðuráli í lok ágúst endurspeglar vel í þessum gróðri sem og í mosa (sjá kafla 4.6.2). Hæstu mæligildi flúors voru í sýnum frá Klafastöðum, að meðaltali 55,9 µg/g (í þurrefni) en til samanburðar var meðaltalið 22 µg/g (í þurrefni) árið 1999 þegar rannsóknin fór síðast fram.

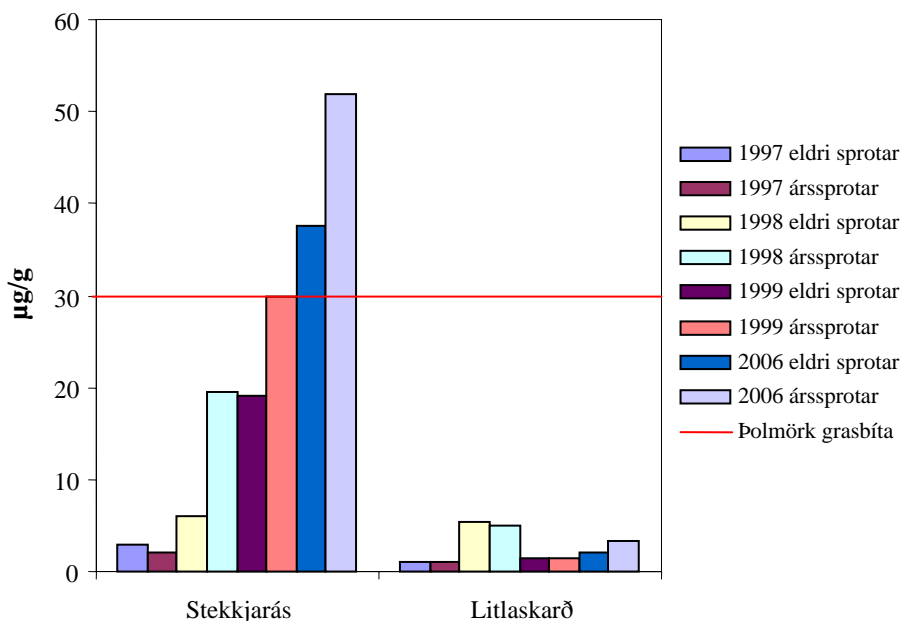
¹⁰ Friðrik Pálmason, 2007.



Mynd 4.9 Meðaltal flúors (í þurrefni) í gróðri úr mýri/túni í órækt á 4 stöðum og frá viðmiðunarstað í Litlaskarði 1997-1999 og 2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk grasbíta.

4.6.2 MOSI

Sýnum af mosa á mel við Stekkjarás var safnað á sama tíma og af grösum og hálfgrösum (sjá kafla 4.6.1) öll vöktunarárin. Aukning hefur orðið á magni flúors í mosa frá 1997-1999 (**mynd 4.10**)¹¹. Meira magn flúors var í árssprotum (meðaltal 51,9 µg/g, þurrefni) en í eldri sprotum (meðaltal 37,6 µg/g, þurrefni) sem sýnir að magn flúors í lofti hafi verið meira árið 2006. Ofangreint magn flúors er yfir þölmörkum mosa gagnvart flúor í vef (talin vera 30 µg/g) en þrátt fyrir það er ekki sýnilegur skaði á þeim.



Mynd 4.10 Meðaltal flúors (þurrefni) í mosa af mel á Stekkjarási og frá viðmiðunarstað í Litlaskarði 1997-1999 og 2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Rauð lína sýnir þölmörk grasbíta.

¹¹ Friðrik Pálmason, 2007.

4.7 MOSAR OG FLÉTTUR Á KLÖPPUM

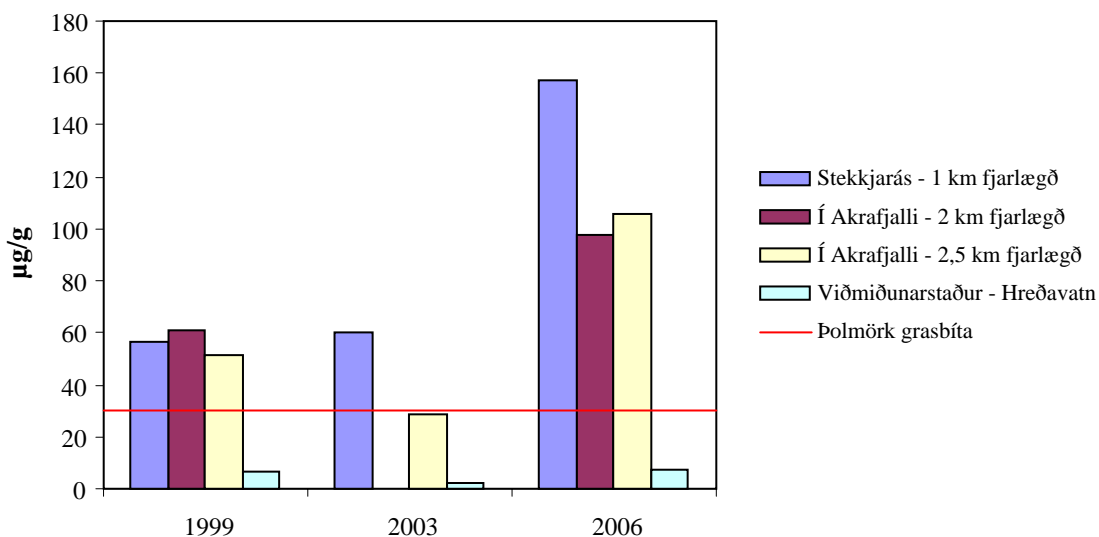
4.7.1 ÞEKJA TEGUNDA OG TEGUNDASAMSETNING

Vöktun 62 vöktunarreiða á klöppum í Hvalfirði árið 2006 fór fram í maí og júní¹² og kom þá í ljós að fjórar klappir eru horfnar, það er þrjár norður af eldri kerskálum álversins, sem fóru undir nýjan kerskála, og ein vegna framvindu háplantna. Samanburður á þekju tegunda og tegundasamsetningu mosa og fléttna innan reitanna árið 2006 við sömu reiti árin 1997, 1999 og 2003 sýndi að í tveimur reitum við Bjarnarholt og þremur í austanverðu Akrafjalli hefur orðið hnignun á þekju mosa og/eða blað- og runnafléttna. Ekki er þó hægt að rekja hnignunina til iðjuveranna þar sem að þekjan hefur aukist í öðrum reitum á sömu slóðum og því ekki um einhliða hnignun að ræða. Eins og sést á mynd 4.1 eru hluti reitanna innan þynningarsvæða fyrir flúor og SO₂ og því áhrifa að vænta frá iðjuverunum innan þeirra.

4.7.2 FLÚOR OG BRENNISTEINN Í FLÉTTUM

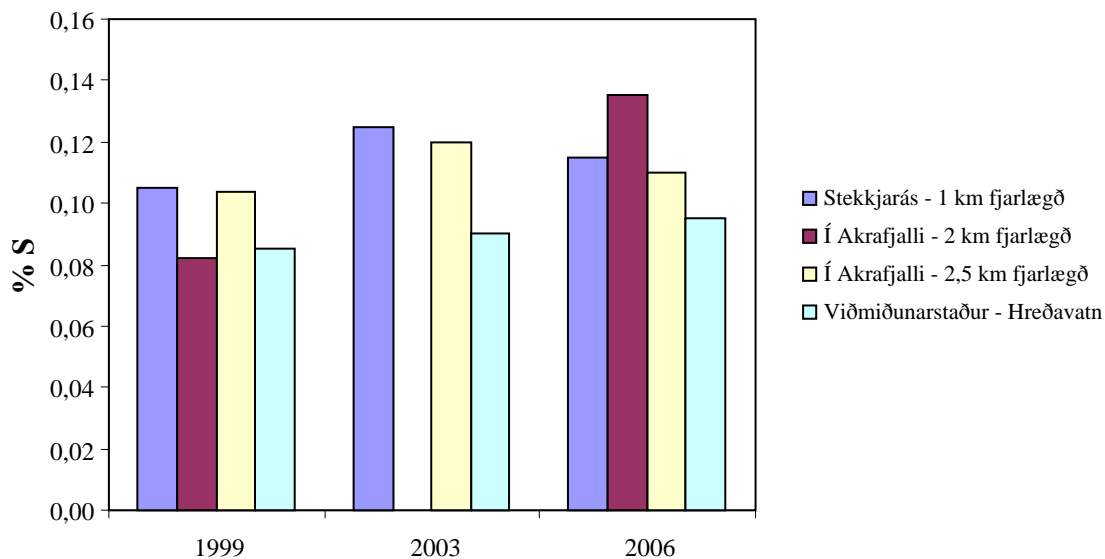
Aukning var á magni flúors í fléttusýnum, sem safnað var á Stekkjarási í júní 2006, frá fyrri vöktunarárum, 1999 og 2003 (mynd 4.11). Magn flúors í sýnunum mældist 101 µg/g og 213 µg/g sem er yfir þölmörkum fléttna gagnvart flúor í vef (talin vera 30 µg/g). Þrátt fyrir það hefur ekki komið fram sýnilegur skaði á fléttum. Líklegt er talið að hin háu mæligildi flúors árið 2006 megi að hluta rekja til næmari aðskilnaðar á flúor í efnamælingum en áður (aðferðarfræðilegur munur)¹² og að hluta til stækkunar Norðuráls í febrúar og maí það ár.

Magn brennisteins í fléttum í Hvalfirði mældist svipað öll árin og lítið meira en í fléttum frá Hreðavatni (mynd 4.12).



Mynd 4.11 Meðaltal flúors í fléttum sem safnað var í mismunandi fjarlægð í vesturátt frá Grundartanga og á viðmiðunarstað við Hreðavatn í Norðurárdal. Rauð lína sýnir þölmörk grasbíta.

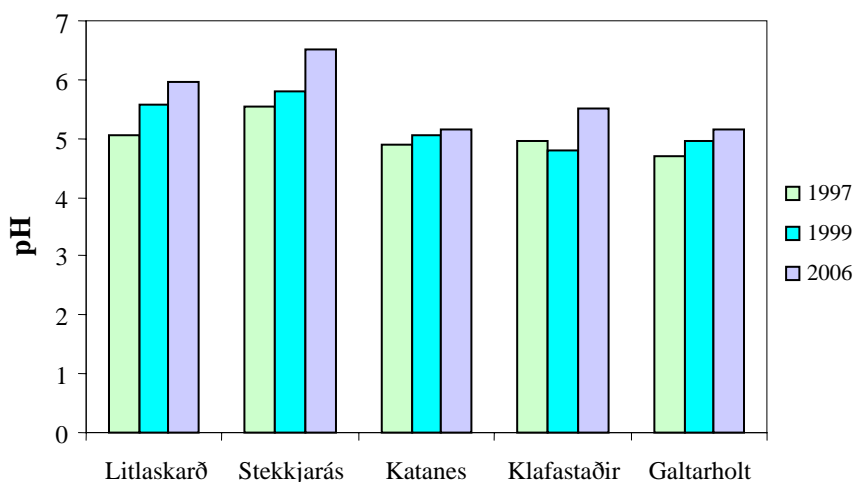
¹² Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson, 2007.



Mynd 4.12 Brennisteinn í fléttum sem safnað var í mismunandi fjarlægð í vesturátt frá Grundartanga og á viðmiðunarstað við Hreðavatn í Norðurárdal.

4.8 JARÐVEGUR

Sýnum af jarðvegi var safnað á sama tíma og af grösum, hálfgrösom og mosa öll vöktunarárin. Niðurstöður sýrustigsmælinga í jarðvegi frá fjórum stöðum í nágrenni Grundartanga og frá viðmiðunarstað í Litlaskarði hafa frá upphafi vöktunar (árið 2006 meðtalið) bent fremur til hækkunar en lækkunar á pH gildi og því basískari jarðvegs (**mynd 4.13**)¹³. Sýrustig jarðvegs á Grundartangasvæðinu og á viðmiðunarstaðnum er mjög svipað. Niðurstöður vöktunar gefa til kynna að áhrifa frá iðjuverunum gæti ekki í jarðvegi á vöktunarsvæðinu.



Mynd 4.13 Meðaltal sýrstigs í jarðvegi frá vöktunarstöðunum fjórum í nágrenni Grundartanga og frá viðmiðunarstað í Litlaskarði árin 1997, 1999 og 2006. Niðurstöður sýrustigsmælinga voru mjög sambærilegar árin 1997 og 1998

¹³ Friðrik Pálmason, 2007.

5 SAUÐFÉ



Mynd 5.1 Vöktunarstaðir fyrir sauðfé í Hvalfirði árið 2006.

Alls bárust 51 lambshausar frá 13 vöktunarbæjum í Hvalfirði. Fjórir hausar af lömbum bárust frá öllum bæjunum að undanskildu Grjóteyri þaðan sem þrjár hausar bárust. Ekki bárust hausar af eldra fé frá Þaravöllum, Vogatungu, Kirkjubóli og Felli því að í sláturhúsi á Selfossi gleymdist að taka til hausa og senda dýralækni á Keldum.

5.1 LÖMB

Aukning varð á magni flúors frá hausti 2005 í lömbum frá öllum bæjunum en þó mun meiri frá bæjum næst álverinu norðan fjarðar en sunnan fjarðar, auk þess sem breytileiki í mæligildum var mun meiri en áður hefur mælst (**myndir 5.2 og 5.3**)¹⁴. Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum norðan fjarðar (allir teknir saman) var $633 \pm 481 \mu\text{g/g}$ haustið 2006 en $159 \pm 103 \mu\text{g/g}$ haustið 2005 (**mynd 5.4**). Meðaltal flúors í lömbum frá bæjum sunnan fjarðar (allir teknir saman) var $260 \pm 97 \mu\text{g/g}$ haustið 2006 en $107 \pm 61 \mu\text{g/g}$ haustið 2005.

Mesta aukningin á magni flúors á milli ára var í tönnum og kjálkum lamba frá Þaravöllum, Katanesi, Litlu Fellsöxl og Gröf II (**mynd 5.2**) og voru mæligildi flúors rétt

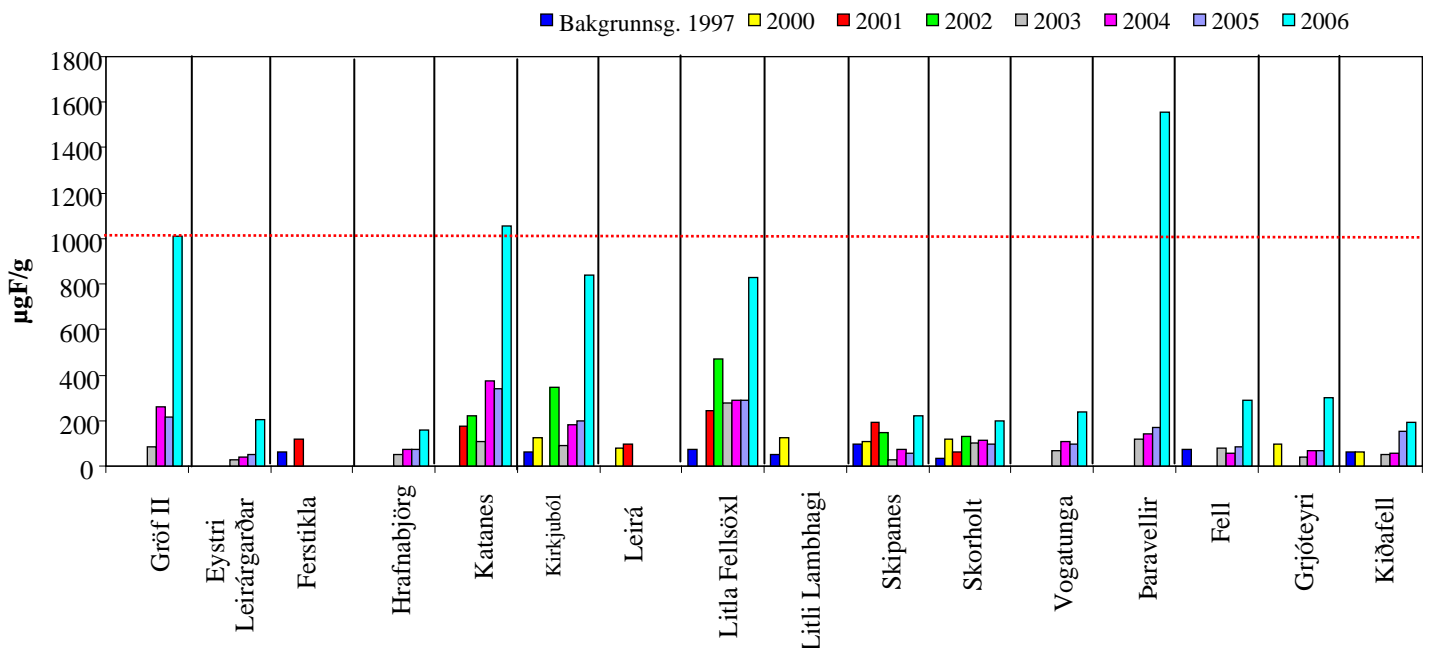
¹⁴ Helgi F. Magnússon, 2007.

innan eða yfir þeim mörkum þar sem hætta er á að tannskemmdir komi fram (talin vera við 1000 $\mu\text{g/g}$, sjá í **töflu 5.1**¹⁵). Í lömbum frá Þaravöllum voru mæligildi flúors hæst eða á bilinu 1431-1829 $\mu\text{g/g}$ (meðaltal 1557 $\mu\text{g/g}$). Haustið á undan voru mæligildin á bilinu 104-293 $\mu\text{g/g}$ og meðaltalið 170 $\mu\text{g/g}$. Samkvæmt upplýsingum frá ábúanda á Þaravöllum hefur hann leyfi til að heyja tún á Klafastöðum. Klafastaðir eru rétt vestan við lóðarmörk iðnaðarsvæðisins á Grundartanga og innan þynningarsvæðis fyrir flúor og er líklegt að þar sé skýringin á háum mæligildum flúors komin. Af framangreindum bæjum er Katanes einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor.

Dýralæknir sá ekki ummerki um flúorskaða á tönnum lamba frá vöktunarbæjunum. Að sögn dýralæknis er ekki við því að búast að ummerki um flúorskaða á tönnum komi fram í svo ungum dýrum¹⁶.

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

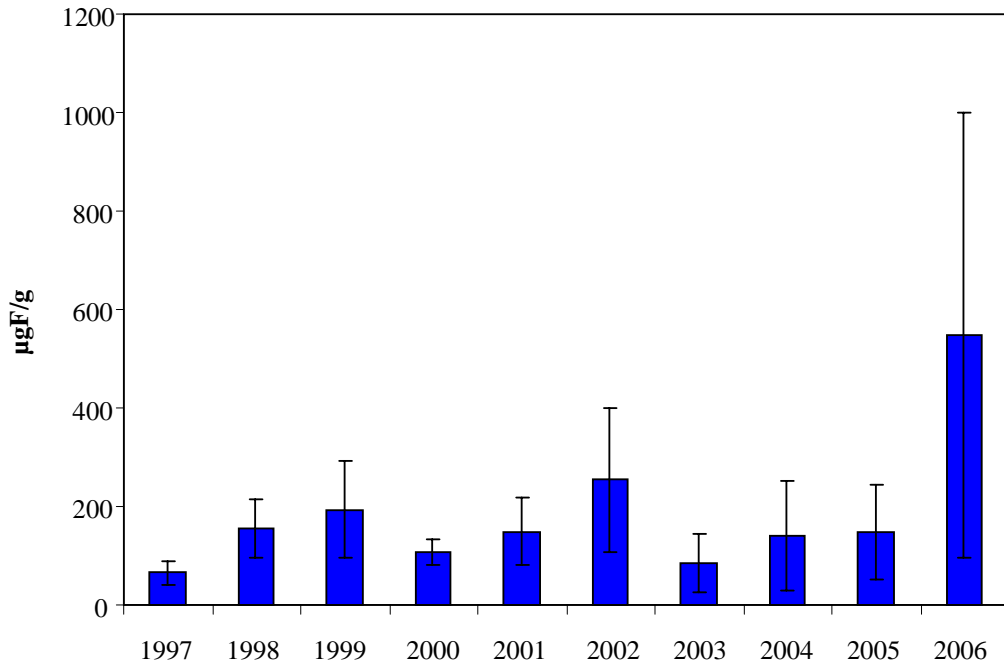
Magn flúors $\mu\text{g/g}$	Áhrif
<1000	Engin áhrif.
1000-2000	Hætta á tannskemmdum.
>2000	Veldur tannskemmdum (3ja stigs eða meiri).



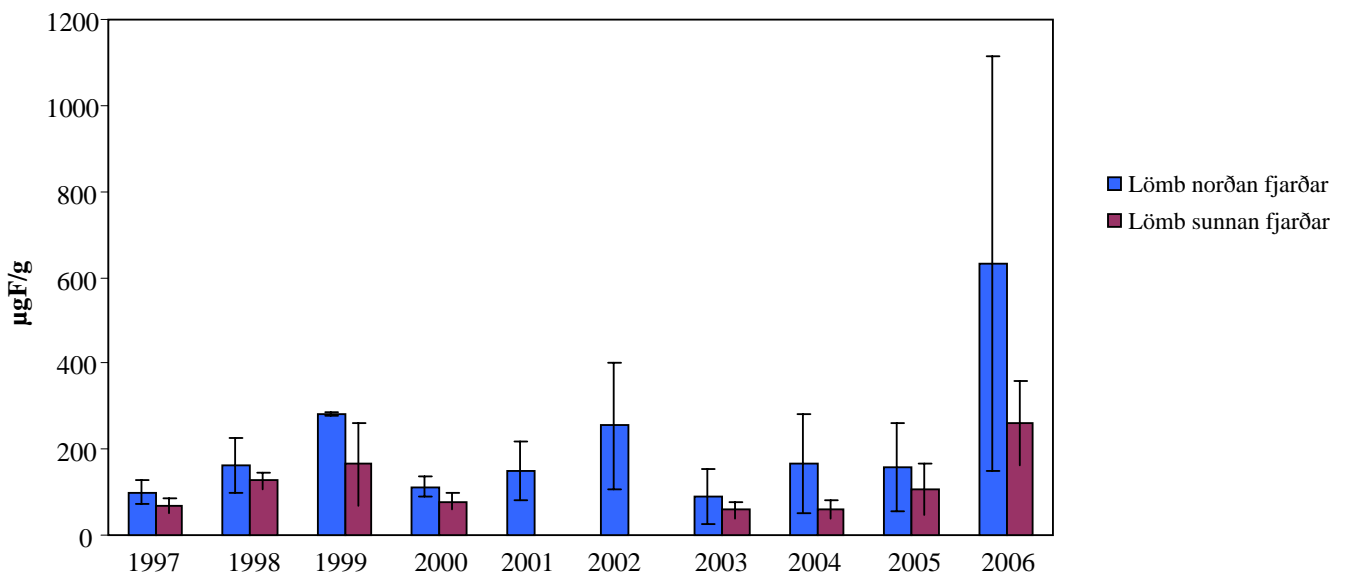
Mynd 5.2 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum lamba árin 1997 og 2000-2006. Rauð brotin lína sýnir það magn flúor í tönnum sem getur valdið tannskemmdum.

¹⁵ Ongstad o.fl., 1994.

¹⁶ Munnleg heimild, Sigurður Sigurðarson dýralæknir, 14. maí 2007.



Mynd 5.3 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum lamba í Hvalfirði árin 1997-2006 þar sem allir bæir eru teknir saman (bakgrunnsgildi er frá 1997).



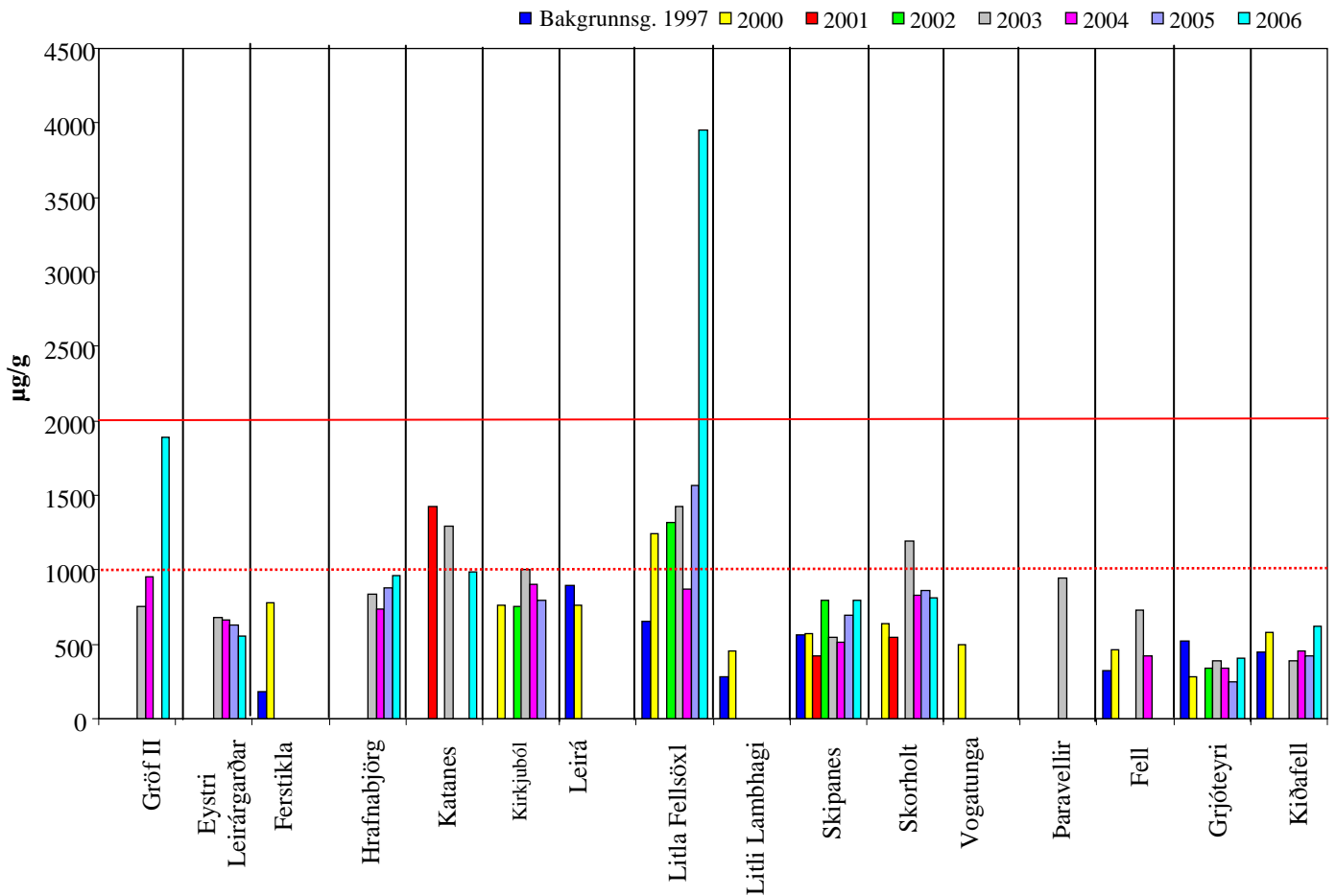
Mynd 5.4 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum lamba frá vöktunarbæjum norðan fjarðar annars vegar og sunnan fjarðar hins vegar árin 1997-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997).

5.2 ELDRA FÉ

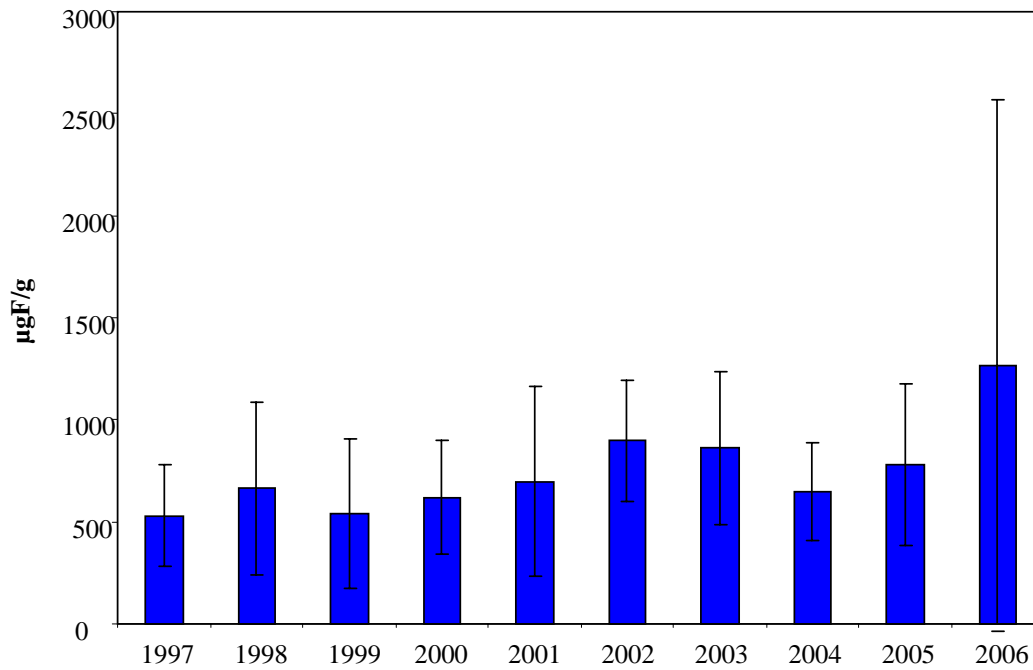
Meðaltal flúors í tönnum og kjálkum eldra fjár jókst einnig frá hausti 2005 (allir vöktunarbæir teknir saman) eða frá $779 \pm 396 \mu\text{g/g}$ haustið 2005 í $1267 \pm 1303 \mu\text{g/g}$ haustið 2006. Hærra meðaltal haustið 2006 má rekja til hækkunar á mæligildum flúors í fé frá tveimur bæjanna, Litlu Fellsöxl og Gröf II (ekki bárust hausar af eldra fé frá Þaravöllum). Mæligildi flúors í eldra fé frá þessum bæjum voru yfir þolmörkum en þau eru talin vera $2000 \mu\text{g/g}$ (**tafla 5.1**). Hæsta meðaltalið var í eldra fé frá Litlu Fellsöxl

eða $3955 \pm 2030 \mu\text{g/g}$ (**mynd 5.5**). Eitt mæligildi skar sig úr, 6819 $\mu\text{g/g}$, en hin voru á bilinu 2259-3921 $\mu\text{g/g}$. Samkvæmt upplýsingum frá ábúanda á Litlu Fellsöxl er fé frá bænum á beit norðan megin í Akrafjalli allt austur að Mörk.

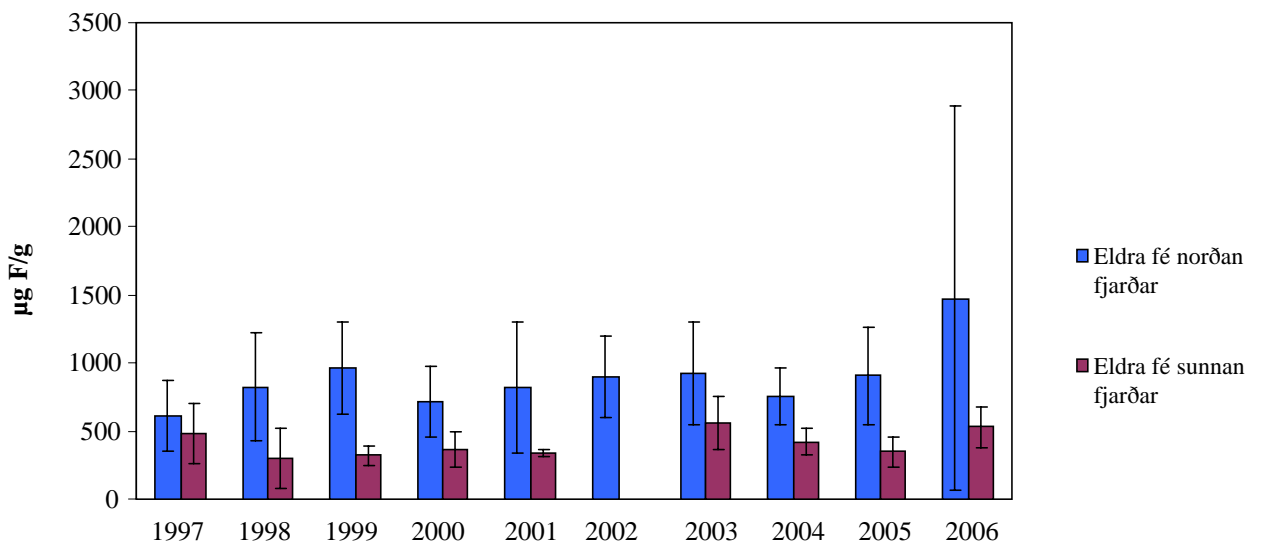
Dýralæknir sá ekki ummerki um flúorskaða á tönnum fjár frá vöktunarbæjunum en þótti þó tennur í fé frá Litlu Fellsöxl grunsamlegar útlits. Á hluta bæjanna, Litlu Fellsöxl, Gröf II, Skorholti, Hrafnabjörgum, Kiðafelli og Skipasnesi, gerði tannlos (smitsjúkdómur sem tengist ekki mengunarvaldandi efnun) mat á tönnum erfitt. Búast má við því að neikvæð áhrif flúors frá álveri Norðuráls geti komið fram á sauðfé sem beitt er innan þynningarsvæðis fyrir flúor og á það við um fé frá Katanesi og Litlu Fellsöxl.



Mynd 5.5 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum eldra fjár árin 1997 og 2000-2006. Rauð brotin lína sýnir það magn flúor í tönnum sem getur valdið tannskemmdum og rauð heil lína sýnir þölmörk grasbíta gagnvart flúor í tönnum.

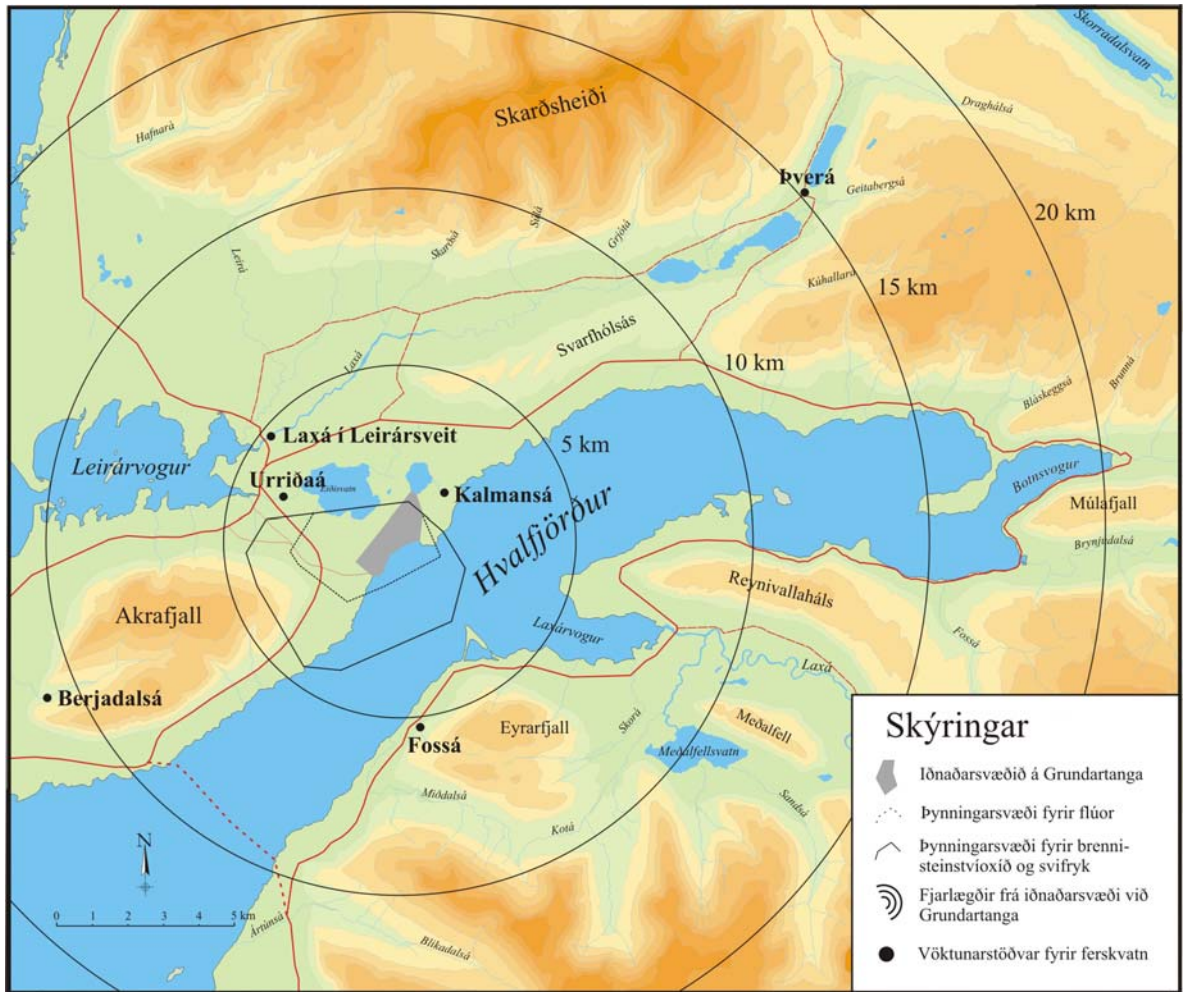


Mynd 5.6 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum eldra fjár í Hvalfirði árin 1997-2006 þar sem allir bæirnir eru teknir saman (bakgrunnsgildi er frá 1997).



Mynd 5.7 Meðaltöl flúors í tönnum og kjálkum eldra fjár frá vöktunarbæjum norðan fjardar annars vegar og sunnan fjardar hins vegar árin 1997-2006 (bakgrunnsgildi er frá 1997).

6 FERSKVATN



Mynd 6.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2006.

6.1 NIÐURSTÖÐUR EINSTAKRA MÆLIÞÁTTA

6.1.1 LEIÐNI

Leiðnimælingar gefa vísbendingu um heildarstyrk jóna í vatnslausn. Niðurstöður leiðnimælinga voru mjög áþekkar árin 2006 og 1997 (**mynd 6.2**)¹⁷. Árið 2006 höfðu Kalmansá og Urriðaá sem fyr mun hærri og breytilegri leiðni, á bilinu 97-193 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (meðaltal $145 \pm 30,45 \mu\text{S}/\text{cm}$) en hinar árnar (49-121 $\mu\text{S}/\text{cm}$, meðaltal $71 \pm 14,95 \mu\text{S}/\text{cm}$).

¹⁷ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2006.

6.1.2 SÝRUSTIG

Á mynd 6.3 má sjá sýrustig í ánum árin 2006 og 1997¹⁸. Niðurstöðurnar benda til þess að um náttúrulegt sýrustig sé að ræða sem er nokkuð breytilegt. Sýrustigið var að meðaltali það sama árið 2006 og árin á undan, eða á bilinu 7,02-8,14. Árið 2006 var breytileikinn í sýrustigi eins og áður mestur í Kalmansá og Urriðaá, á bilinu 7,02- 7,81 (meðaltal 7,32±0,24) í Kalmansá og á bilinu 7,02-8,14 (meðaltal 7,48±0,29) í Urriðaá. Sem fyrr var sýrustigið jafnast í Berjadalsá, á bilinu 7,23–7,62 (7,40±0,12). Sýrustig áa á vöktunarsvæðinu hefur frá upphafi mælinga verið mun hærra eða innan marka sem sett eru um sýrustig neysluvatns skv. reglug. nr. 319/1995 um neysluvatn (pH 6,5-9,5).

6.1.3 BRENNISTEINN

Á mynd 6.4 er sýndur styrkur súlfats (SO₄²⁻) í ánum árin 2006 og 1997¹⁸. Í heild var styrkur brennisteins í ánum árið 2006 svipaður og undanfarin ár. Styrkur brennisteins í Kalmansá og Urriðaá var á bilinu 1,32-2,46 mg/l (meðaltal 1,88±0,34 mg/l) en á bilinu 0,48-0,95 mg/l í bergvatnsánum (meðaltal 0,68±0,12 mg/l). Meðaltalsstyrkur brennisteins í bergvatnsánum hefur verið allstöðugur öll vöktunarárin en í Kalmansá og Urriðaá hærri og breytilegri. Hæsti styrkur súlfats árið 2006, 7,38 mg/l í Kalmansá 6. júní, er innan viðmiðunarmarka fyrir leyfilegan hámarksstyrk (200 mg/l) skv. reglug. um neysluvatn (styrkur súlfats fæst með því að margfalda styrk brennisteins með 3).

6.1.4 FLÚORÍÐ

Á mynd 6.5 er sýndur styrkur flúoríðs í ánum árin 2006 og 1997¹⁸. Frá árinu 2001 hefur meðaltalsstyrkur flúoríðs (apríl-nóvember) í bergvatnsánum (allar árnar teknar saman) verið á bilinu 33,0-47,6 µg/l (tafla 6.1). Styrkur flúors hefur hins vegar aukist í Kalmansá og Urriðaá. Í þeim fór styrkur flúoríðs lækkandi á árunum 2001-2004, úr 84,89 µg/l niður í 73,15 µg/l, en hækkaði í 88,90 µg/l árið 2005 og í 112,0 µg/l árið 2006. Árið 2006 mældist hæstur styrkur flúoríðs í Kalmansá þann 8. september eða 173 µg/l. Skýra má aukningu á styrk flúoríðs í Kalmansá og Urriðaá með auknum útblæstri frá álverinu í kjölfar stækkunar sem og bilun í hreinsivirki 1 í lok ágúst. Búast má við að þessar ár séu næmar fyrir breytingum á flúorlosun frá álverinu því að uppspretta þeirra er í vötnum nærri iðnaðarsvæðinu. Syðsti hluti Eiðisvatns er innan þynningarsvæðis fyrir flúor. Hæsti styrkur flúors sem mældist, í Kalmansá, er innan leyfilegs hámarksstyrk flúoríðs í neysluvatni sem er 1,5 mg/l (við 8-12°C).

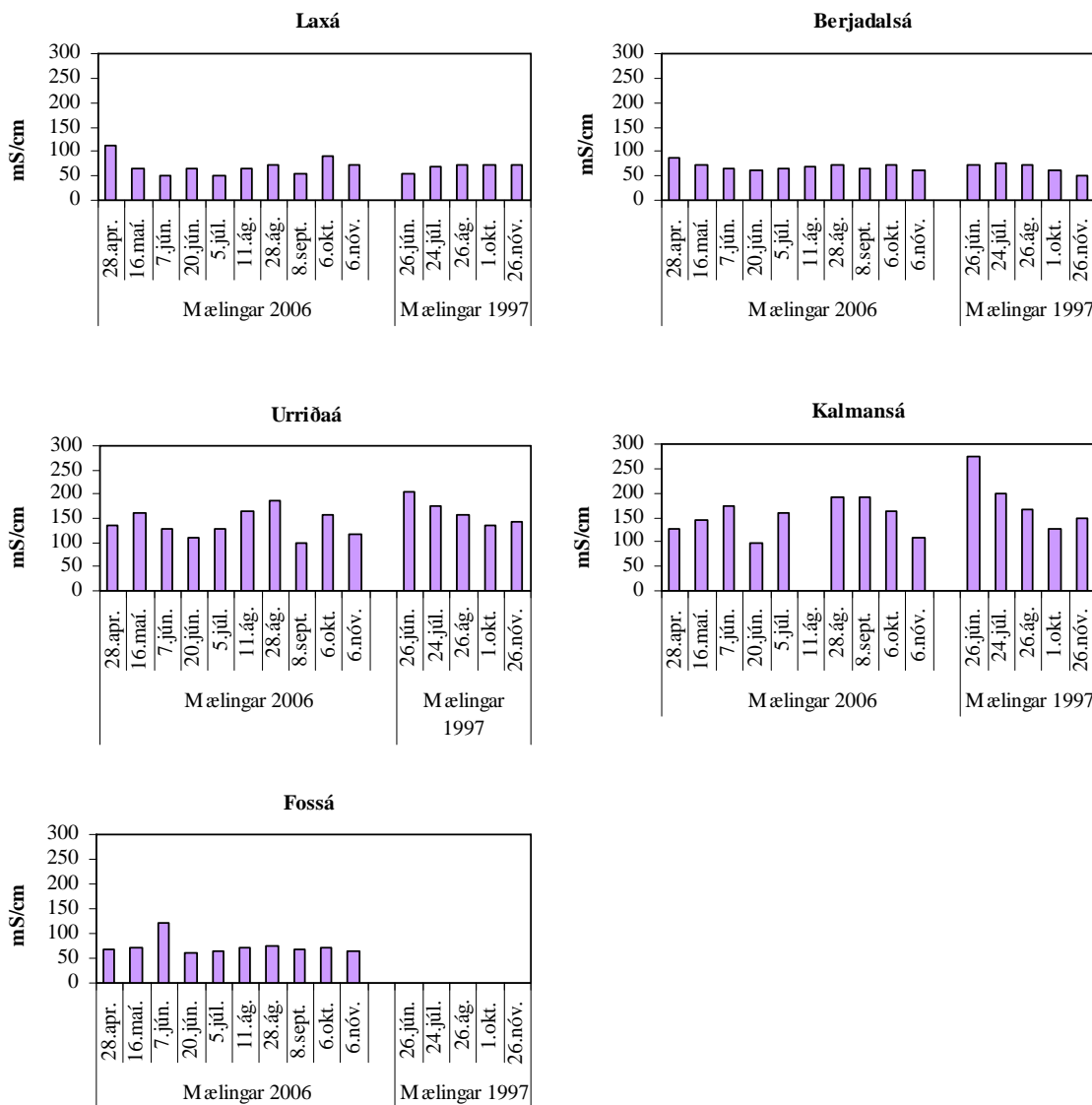
Tafla 6.1 Meðaltalsstyrkur flúoríðs (apríl-nóvember) í bergvatnsánum annars vegar og Kalmansá og Urriðaá hins vegar árin 2001-2006.

	2001 (µg/l)	2002 (µg/l)	2003 (µg/l)	2004 (µg/l)	2005 (µg/l)	2006 (µg/l)
Bergvatnsár	39,0±10,90	42,88±7,87	34,13±6,40	47,6±17,42	35,10±8,86	33,0±5,79
Kalmansá og Urriðaá	84,89±13,99	79,45±10,72	78,10±11,46	73,15±19,77	88,90±11,34	112,0±34,12

¹⁸ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2006.

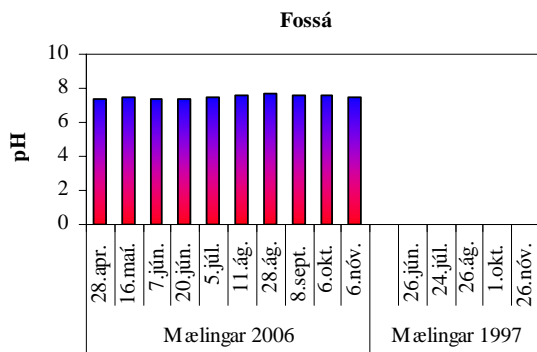
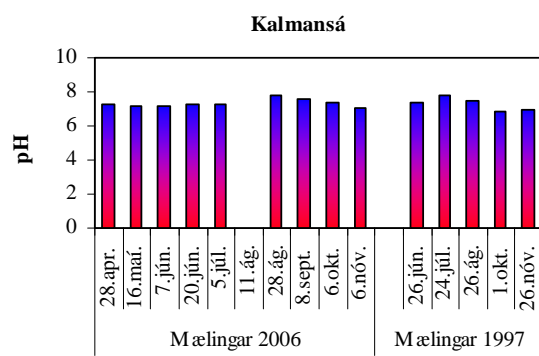
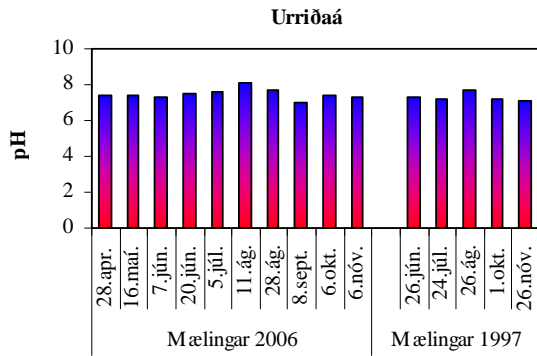
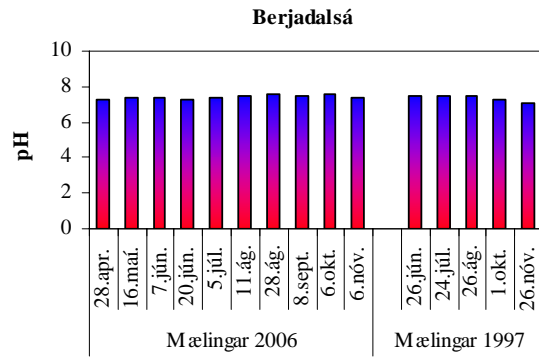
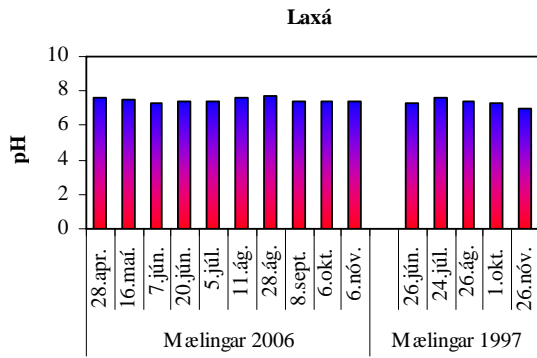
6.1.5 KLÓRÍÐ

Eins og sést á mynd 6.6 skáru Kalmansá og Urriðaá sig úr árið 2006 eins og áður með hærri og breytilegri styrk klóríðs, á bilinu 11,8-20,4 mg/l (meðaltal 17,1±2,35 mg/l) en hinar árnar (4,9-11,4 mg/l, meðaltal 8,1±1,85 mg/l)¹⁹. Árið 2006 var meðaltal klóríðs í Kalmansá og Urriðaá lægra en árið á undan. Styrkur klóríðs í ám og vötnum endurspeglar fyrst og fremst hve mikið af sjó ýrist upp í Hvalfirði. Mælingar á klóríði sýna því að uppruni brennisteins í úrkomu og straumvatni er að stórum hluta úr sjó. Klóríðstyrkur í ánum hefur frá upphafi vöktunar verið innan viðmiðunarmarka fyrir neysluvatn (200 mg/l) á öllu vöktunarsvæðinu.

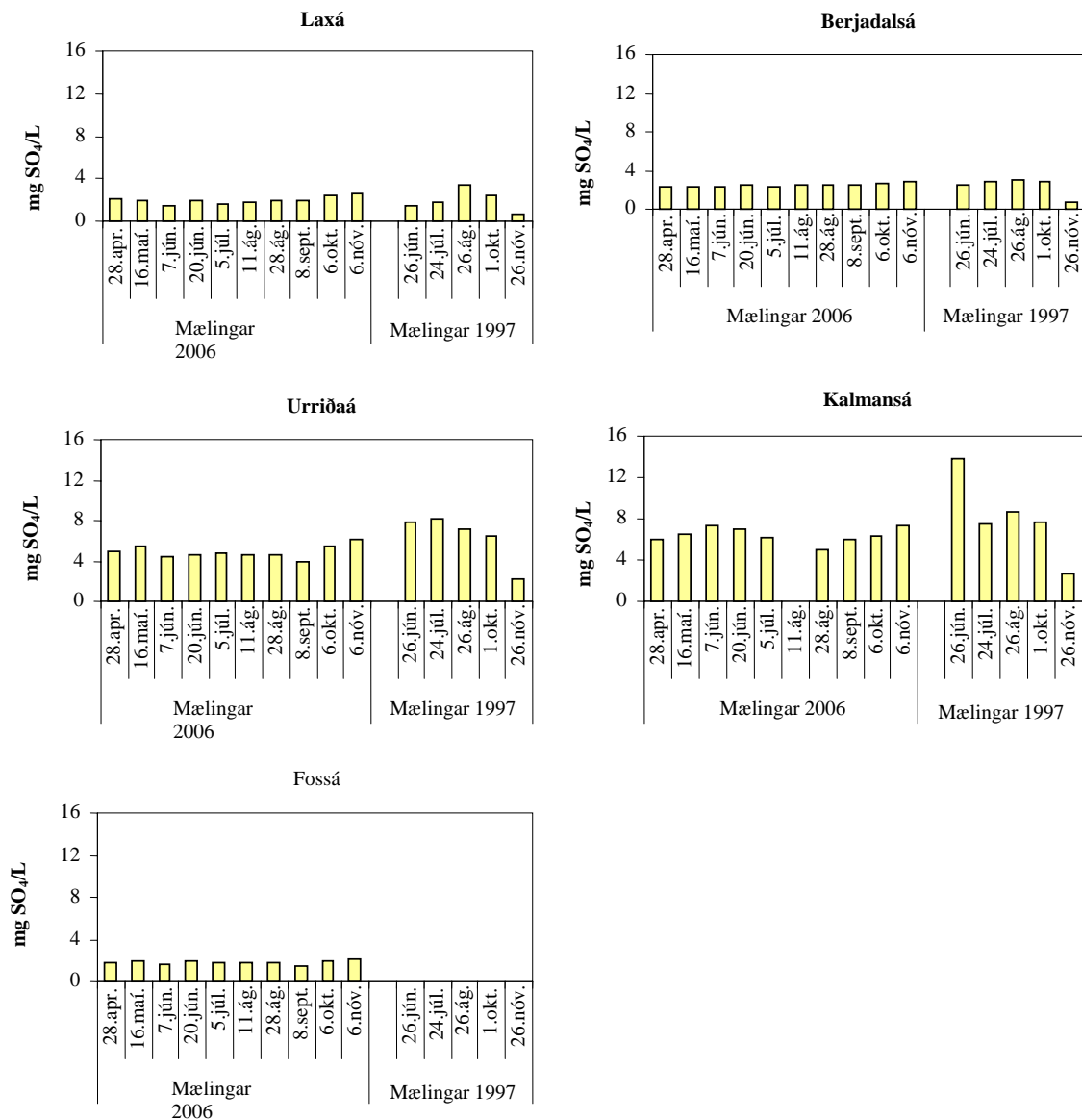


Mynd 6.2 Niðurstöður leiðnimælinga í ám árin 2006 og 1997 (bakgrunsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið er ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997).

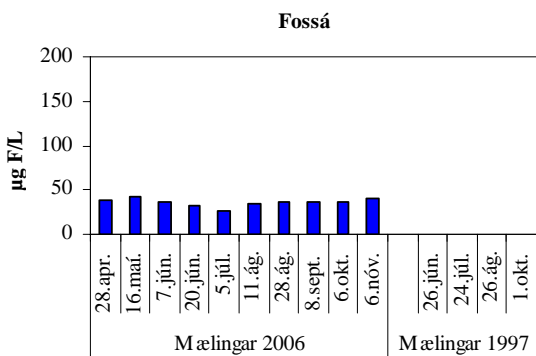
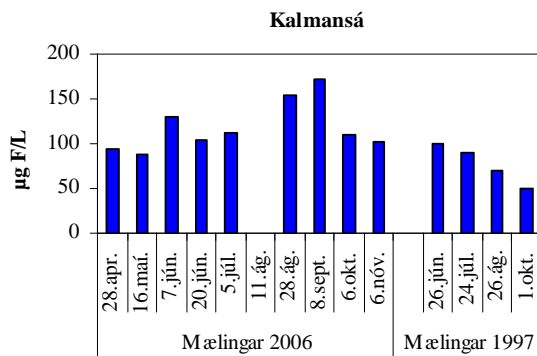
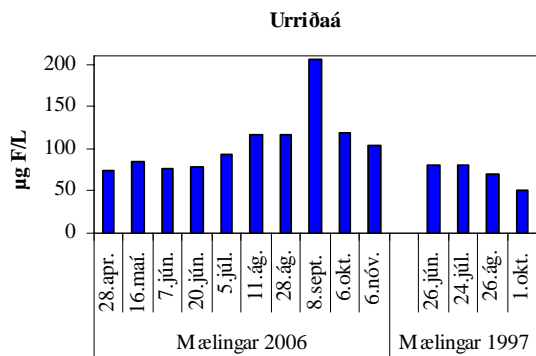
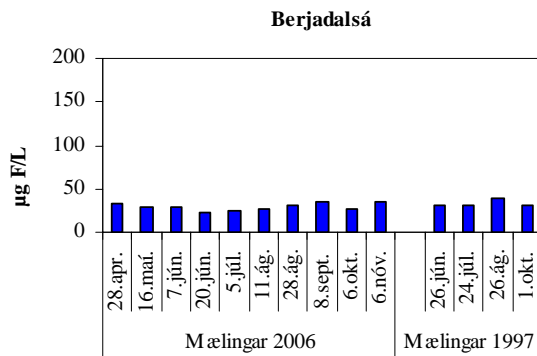
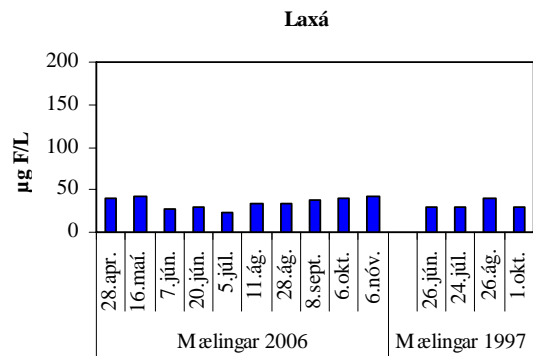
¹⁹ Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2006.



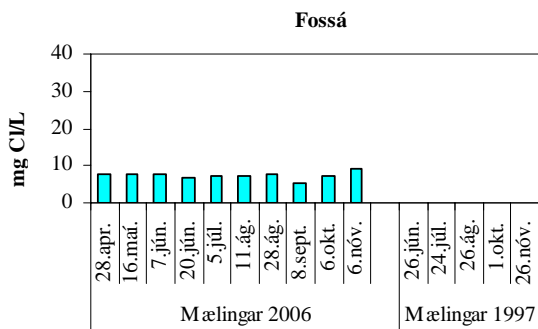
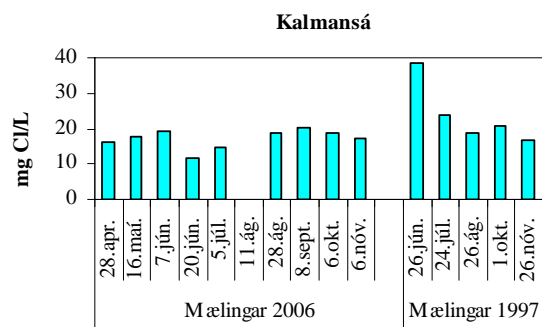
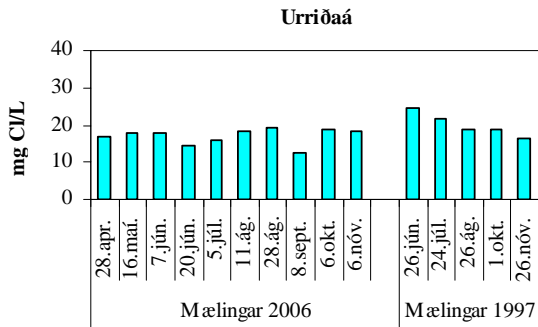
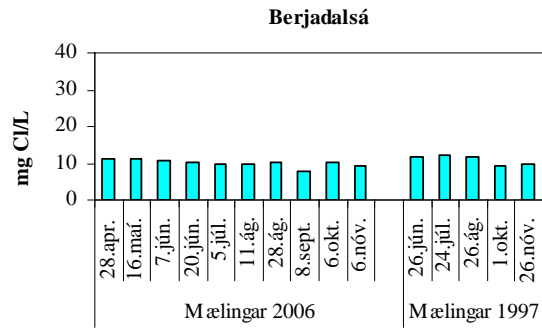
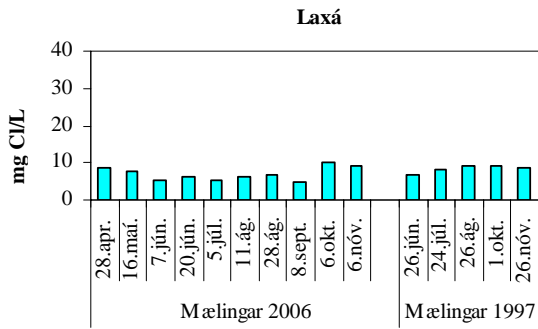
Mynd 6.3 Niðurstöður mælinga á sýrustigi í ám árin 2006 og 1997 (bakgrunsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997).



Mynd 6.4 Niðurstöður mælinga á sulfati í ám árin 2006 og 1997 (bakgrunnsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997).



Mynd 6.5 Niðurstöður mælinga á flúor í ám árin 2006 og 1997 (bakgrunns mælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997).



Mynd 6.6 Niðurstöður mælinga á klór í ám árin 2006 og 1997 (bakgrunsmælingar frá 1997). Vöktunartímabilið var ekki það sama bæði árin (leiðnimælingar fóru ekki fram í Fossá árið 1997).

7 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, 2007. *Rannsóknir á efnamagni í gróðri og heyjum og sýrustig jarðvegs í nágrenni Grundartanga 2006.* Landbúnaðarháskóli Íslands.

Helgi F. Magnússon, 2007. *Flúor í beinum 2006.* Niðurstöður mælinga til Jóhönnu B. Weissshappel, VGK-Hönnun hf., 4. apríl 2007.

Hermann Þórðarson, Malin Sundberg, Helgi F. Magnússon, 2006. *Umhverfissvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Síðari hluti apríl – fyrri hluti október 2006.* Iðntæknistofnun.

Hornvedt 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.

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, 2006. *Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2006.* Niðurstöður mælinga sendar til Jóhönnu B. Weissshappel, VGK-Hönnun hf., desember 2006.

Malin Sundberg og Helgi F. Magnússon, 2006. *Umhverfissvöktun í Hvalfirði, ferskvatnsmælingar 2006.* Iðntæknistofnun.

Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson, 2007. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð frá 1997 til 2006.* Framvinduskýrsla fyrir árið 2006. Náttúrufræðistofnun Íslands.