



IÐNAÐARSVÆÐIÐ Á GRUNDARTANGA

NIÐURSTÖÐUR UMHVERFISVÖKTUNAR
FYRIR REKSTRARÁRIÐ 2009



Forsíðumynd: Mynd tekin frá Grundartanga inn Hvalfjörð (Gunnar Svanberg).

Formáli og samantekt á helstu niðurstöðum

Árið 2009 var framleiðsla álvers Norðuráls 277.255 t. Enginn veruleg frávik voru í rekstri álversins yfir vaxtartíma gróðurs, apríl til október, sem talin eru geta haft áhrif á niðurstöður umhverfisvöktunar¹. Í einu af fjórum þurrhreinsivirkjum var unnið við fyrirbyggjandi viðhald út árið með stuttum hléum. Af þeim sökum vorum 39 hólf af 40 í rekstri á hverjum tíma og heildarryklosun meiri en ella. Heildarlosun flúors frá virkjunum var hins vegar minni en árin á undan.

Árið 2009 var framleiðsla Elkem Íslandi á kísiljárni (FeSi) 98.030 t. Rekstur verksmiðjunnar og hreinsivirkja gekk eðlilega fyrir sig án verulegra frávika sem talin eru geta haft áhrif á niðurstöður umhverfisvöktunar².

Tveimur nýjum vöktunarstöðum fyrir gróður var bætt við árið 2009 það er í grennd við þjóðveg 1 á móts við Gröf II, við íbúðarhús á Gröf II og við Hlíð.

Meðalvindhraði á Grundartanga mældist 6,2 m/s og var meðalhiti 9,0°C. Algengasta vindáttin á Grundartanga yfir tímabilið apríl – október var austnorðaustanátt, með 23% tíðni, og reiknast austanáttir vel riflega helming tímabilsins. Loftdreifing frá iðnaðarsvæðinu er því tíðust í átt að Akrafjalli, út á Leirárvog eða suður fyrir Akrafjall og út á Hvalfjörð. Þessi dreifing endurspeglast yfirleitt í vöktun loftgæða og lífríkis.

Andrúmsloft

Árið 2009 fóru loftgæðamælingar fram á tveimur stöðum, annars vega á Stekkjarási, vestur af álverinu, og hins vegar á norðanverðu Hálsnesi, sunnan Hvalfjarðar. Samkvæmt vöktunaráætlun stóð til að mæla á þriðja staðnum þetta ár, við Smáholt, en þá mælistöð þurfti að taka niður vegna nálægðar við austasta kerskála álversins. Uppsetning nýrrar vöktunarstöðvar er á lokastigi norðaustan við iðjuverin, á mörkum þynningarvæðis.

Stekkjarás er innan þynningarvæðis fyrir flúor og brennisteinsdioxíð (SO₂) en Hálsnes er utan þess. Ársmeðalstyrkur (apr.–okt.) loftkennds flúors (HF), heildar flúors, SO₂, heildar brennisteins og magn svifryks á mælistöðunum árið 2009 var undir viðmiðunarmörkum.

Úrkoma

Ársmeðalstyrkur flúors (mælt sem flúoríð) í úrkому á vöktunarstöðunum árið 2009 var svipaður og árið 2008 sem er nokkuð góð fylgni við styrk flúors í lofti. Ársmeðalstyrkur brennisteins á Stekkjarási var hærri en árið 2008 en svipaður á milli vöktunarára á Hálsnesi. Á Stekkjarási mældist pH gildi í úrkому hærra en undanfarin þrjú ár sem getur endurspeglat minni losun efna í andrúmsloft á svæðinu. Styrkur klórs, natríum og níturs á loftgæðastöðunum var árið 2009 sveiflukenndur eins og önnur vöktunarár.

Gróður

Árið 2009 var meðalstyrkur flúors í grasi, laufi og barri frá vöktunarstöðunum innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk gróðurs gagnvart flúor í plöntuvef og innan þeirra marka í grasi sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor (30 µg/g).

Sauðfé

Lömb: Styrkur flúors í lömbum var í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum.

Kindur: Styrkur flúors í sex kindum var yfir þeim styrk sem talin eru vera þolmörk grasbítá gagnavart flúor, þ.e. í kjálkum þriggja kinda frá Litlu Fellsöxl (tilheyrðu Eystri Leirárgörðum) og

¹ Upplýsingar úr tölvupósti frá Gunnari B. Ólasyni, Norðuráli, 9/2 2010.

² Upplýsingar úr tölvupósti frá Magnúsi Frey Ólafssyni, 9/2 2010.

einnar kindar frá hverjum eftirtalinna bæja; Þaravöllum, Kirkjubóli/Innri-Hólmi og Hrafnabjörgum. Við skoðun sáust breytingar í framtönum tveggja kinda frá Litlu Fellsöxl sem hugsanlega eru af völdum flúoráhrifa. Einnig höfðu tvær aðrar kindur svipaðar en vægari breytingar í framtönum, þ.e. ein kind frá Þaravöllum og ein frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi. Flúorskaði á tönum hefur ekki verið staðfestur.

Árvatn

Styrkur flúoríðs, súlfats, klóríðs, natríums, niturs og sýrustig í árvatni var undir viðmiðunarmörkum. Leiðni í ánum var svipuð árið 2009 og frá upphafi vöktunar.

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	1
2	SKILGREININGAR OG ORÐSKÝRINGAR	2
3	VEÐURFAR Í HVALFIRÐI	2
3.1	ALMENNT UM VEÐURFAR	2
3.2	VEÐURFAR ÁRIÐ 2009	2
4	ANDRÚMSLOFT	4
4.1	NIÐURSTÖÐUR	4
4.1.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í ANDRÚMSLOFTI	4
4.1.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á SO ₂ OG HEILDAR BRENNISTEINI Í ANDRÚMSLOFTI	6
4.1.3	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á MAGNI SVIFRYKS (PM ₁₀) Í ANDRÚMSLOFTI	8
4.1.4	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á STYRK UPPLHEYSTRÁ EFNA OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU	10
5	GRÓÐUR	11
5.1	TALIN ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR	11
5.2	NIÐURSTÖÐUR	12
5.2.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í GRASI	12
5.2.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í LAUFI	16
5.2.3	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í BARRI	20
6	SAUÐFÉ	21
6.1	TALIN ÞOLMÖRK DÝRA GAGNVART FLÚOR	21
6.2	NIÐURSTÖÐUR	22
6.2.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í LÖMBUM	22
6.2.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í KINDUM	24
6.2.3	NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM	27
7	ÁRVATN	28
7.1	NIÐURSTÖÐUR	28
7.1.1	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á LEIÐNI ÁRVATNS	28
7.1.2	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORÍÐSTYRK Í ÁRVATNI	29
7.1.3	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á BRENNISTEINSSTYRK Í ÁRVATNI	31
7.1.4	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á SÝRUSTIGI ÁRVATNS	33
8	HEIMILDIR	35

1 INNGANGUR

Grunnranncóknir á loftgæðum, lífríki og fleiri umhverfisþáttum fóru fram áður en íslenska járnblendiverksmiðjan, nú Elkem Íslandi, var gangsett, árin 1975-1978 sem og fyrir tíma áversins júní 1997-júní 1998. Þeim rannsóknum var haldið áfram til júní 1999. Þá tóku við vöktunarrannsóknir í samræmi við sameiginlega vöktunaráætlun iðjuveranna á Grundartanga sem gilti út árið 2009. Vöktunaráætlunin var samþykkt af Umhverfisstofnun að undangenginni umfjöllun í ráðgjafaneftnd um umhverfisrannsóknir og vöktun í Hvalfirði. Tilgangur vöktunarinnar er að meta hvort kröfur starfsleyfis séu uppfylltar og að skoða hugsanleg áhrif iðjuveranna á umhverfið.

Í skýrslunni eru teknar saman helstu niðurstöður umhverfisvöktunar árið 2009 (**tafla 1.1**) og þær bornar saman við viðmiðunarmörk, þar sem við á, og niðurstöður fyrri ára.

Tafla 1.1 Yfirlit yfir umhverfisvöktun í Hvalfirði árið 2009.

	Loftgæði	Gróður	Sauðfé	Árvatn
Mælibáttur	Andrúmsloft: Svifryk Loftkenndur flúor (HF) og flúor í ryki Brennisteinstvíoxið Brennisteinn í ryki Úrkoma: Sýrustig Flúoríð Klóríð Súlfat Natríum Nitur	Gras, lauf, barr: Flúor	Ástand tanna og kjálka í sláturfé. Flúor í kjálkum sláturfjár.	Sýrustig Leiðni Flúoríð Súlfat Klóríð
Staðsetning	Stekkjarás Hálsnes	Norðan fjarðar: Fannahlíð Fellsaxlarkot Stekkjarás í grennd við þjóðveg 1 í landi Grafar II Við íbúðarhús í landi Grafar II í landi Hlíðar Sunnan fjarðar: Félagsgarður Fossbrekka Reynivellir	Norðan fjarðar: Eystri Leirárgarðar (Gröf II) Hrafnabjörg Hóll Kirkjuból/Innri Hólmur (Litla Fellsöxl) Skipanes Skorholt Vogatunga Þaravellir Sunnan fjarðar: Grímsstaðir Hjalli Kiðafell	Berjadalsá Fossá Kalmansá Laxá Urríðaá
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

Bakgrunngildi	Styrkur jóna/efnasambanda sem talinn er sýna náttúrulegt gildi.
Svifryk (PM_{10})	Agnir yfir $10 \mu\text{m}$ 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 þær.
Þynningarsvæði	Svæði þar sem þynning mengunar á sér stað og eftirlitsaðilar samþykka að styrkur mengunar megi vera yfir ákveðnum viðmiðunarmörkum.
μm	Míkrómetri, einn milljónasti (10^{-6}) úr metra.
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Styrkur efnis af heildarrúmmáli lofts, míkrógramm í rúmmetra.
$\mu\text{s}/\text{cm}$	Eðlisleiðni, míkrósimens á sentimetra.
mg/m^2	Ákoma efna, milligröm á fermetra.
$\mu\text{g}/\text{l}$	Styrkur efnis, míkrógrömm í lítra.
mg/l	Styrkur efnis, milligröm í lítra.
$\mu\text{g}/\text{g}$	Styrkur efnis, míkrógrömm í grammi.

3 VEÐURFAR Í HVALFIRÐI

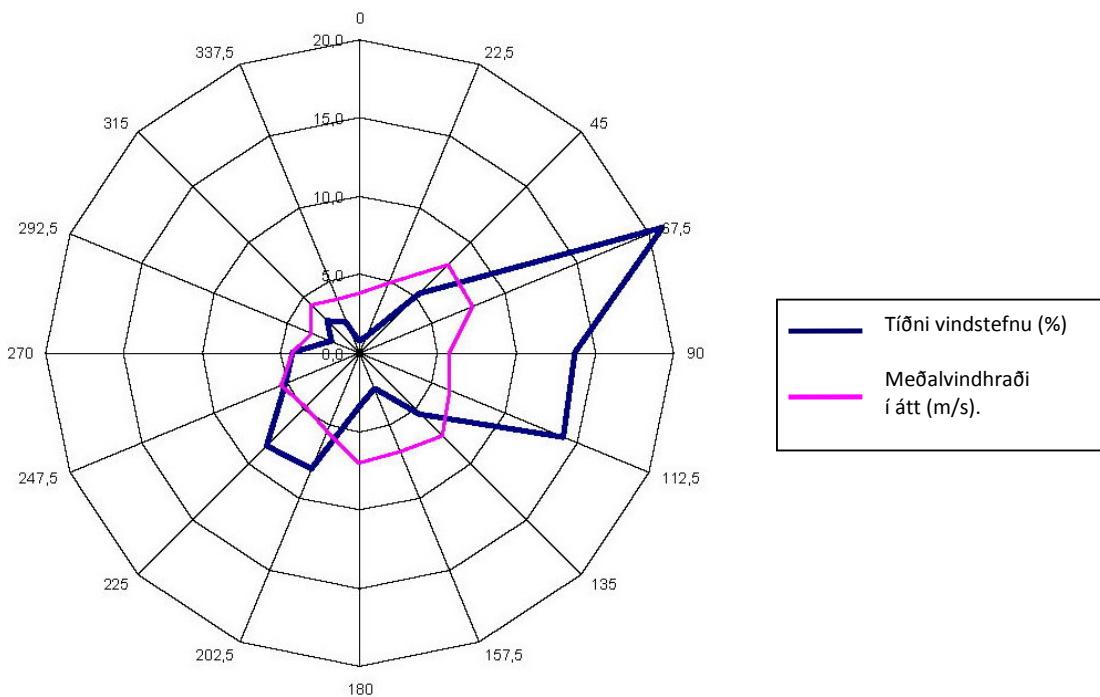
3.1 ALMENNT UM VEÐURFAR

Sjálfvirk veðurmælingastöð er við Grundartangahöfn þar sem er mæld vindátt, meðalvindhraða og hviða. Windáttir þar eru algengastar í stefnu Hvalfjarðar, þ.e. norðaustan- og austanáttir (í um 50% tilvika). Loftdreifing frá iðnaðarsvæðinu er því tíðust í átt að Akrafjalli, 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 10-30% tilvika). Norðan-, suðaustan- og vestanáttir eru sjaldgæfar norðan fjarðar. Á Hálsnesi, sunnan fjarðar, eru meginwindáttir suðausttlægar, fylgja stefnu innri hluta fjarðarins. Þetta sýnir að staðbundnar landfræðilegar aðstæður ráða mestu um stefnu ríkjandi vindátta.

3.2 VEÐURFAR ÁRIÐ 2009

Á mynd 3.1 er vindrós frá Grundartangahöfn fyrir apríl-október 2009³. Bláa línan táknaði vindstefnu í prósentum og bleika línan meðalvindhraða í vindátt (m/s). Frá apríl til október ríktu austanáttir riflega helming tímans. Austnorðaustanátt ($67,5^\circ$) var algengasta vindáttin, með 23% tíðni, og var meðalvindhraði í þeiri átt um 8 m/s.

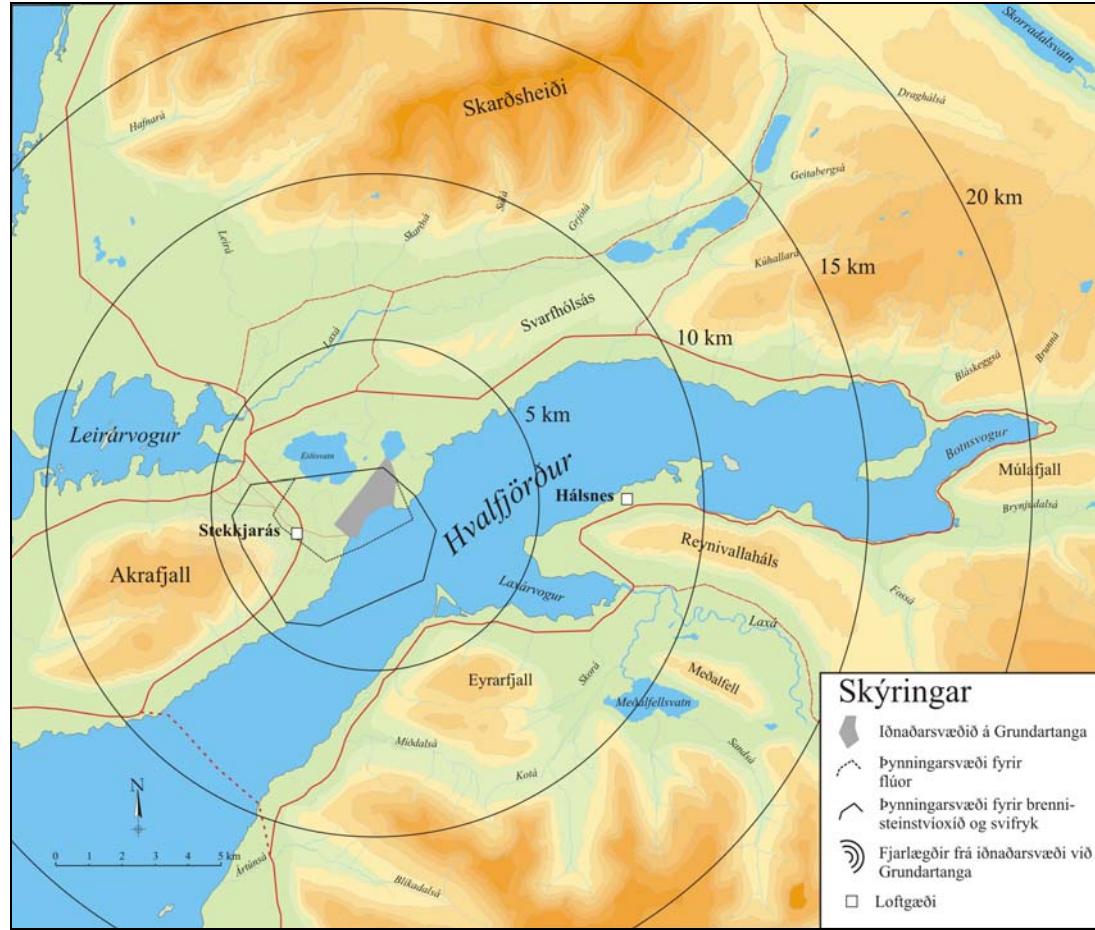
³ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a.



Mynd 3.1 Vindrós Hvalfirði, apríl-október 2009, allar mælingar (10 mín. fresti).

Á Grundartanga mældist meðalhiti tímabilið apríl-máí 9,0°C og var meðalvindhraði 6,2 m/s. Hlýtt var í apríl, mjög úrkomusamt, fremur hvassviðrasamt og slagvirðri með tíðara móti miðað við árstíma. Mikið mistur var yfir Reykjavík og nágrenni í lok apríl vegna foks lausra jarðefna af háleldinu. Maí var hlýr, nokkuð úrkomu- og vindasamur miðað við árstíma, en í heild mældust sólskinsstundir þó umfram meðallag. Í júní var hiti yfir meðallagi, úrkoma undir meðallagi og lengst af hægviðrasamt. Í júlí var tíðarfari hlýtt og þurrt. Mikið kuldakast gerði í nokkra daga seit í júlí inn til landsins og á hálendi. Ágúst var fremur hlýr, sólríkur og veður hægviðrasamt lengst af. September var fremur hlýr, úrkoma í riflegu meðallagi en sólskinsstundir með færra móti. Í október var hiti í riflegu meðallagi. Talsvert kuldakast var í upphafi mánaðarins en hlýnaði síðan.

4 ANDRÚMSLOFT



Mynd 4.1 Staðsetning loftgæðastöðva. Árið 2009 voru loftgæði vöktuð á Stekkjarási og Hálsnesi frá síðari hluta apríl til loka október. Samkvæmt vöktunaráætlun stóð til að mæla við Smáholt en loftgæðastöðina þurfti að taka niður vegna nálægðar við austasta kerskála Norðuráls. Uppsetning nýrrar stöðvar, á mörkum þynningarsvæðis norðaustan við álverið, er á lokastigi.

4.1 NIÐURSTÖÐUR

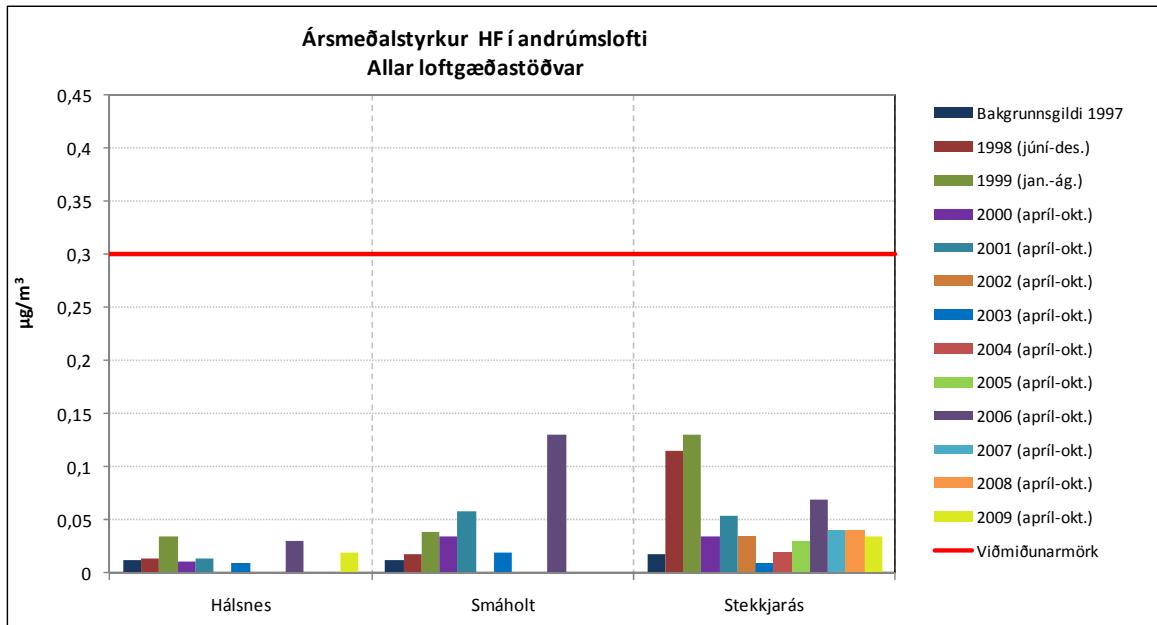
4.1.1 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í ANDRÚMSLOFTI

Ársmeðalstyrkur loftkennnds flúors (HF) á Stekkjarási árið 2009 var $0,03 \pm 0,008 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er lægra meðaltal og minni breytileiki í mæligildum en árin þrjú á undan, eða svipaður og árið 2005 áður en áver Norðuráls var stækkað. Mánaðarmeðaltöl HF styrks á Stekkjarári árið 2009 má sjá á **mynd 4.3** og er mánaðarmeðaltöl ársins 2008 sýnd til samanburðar.

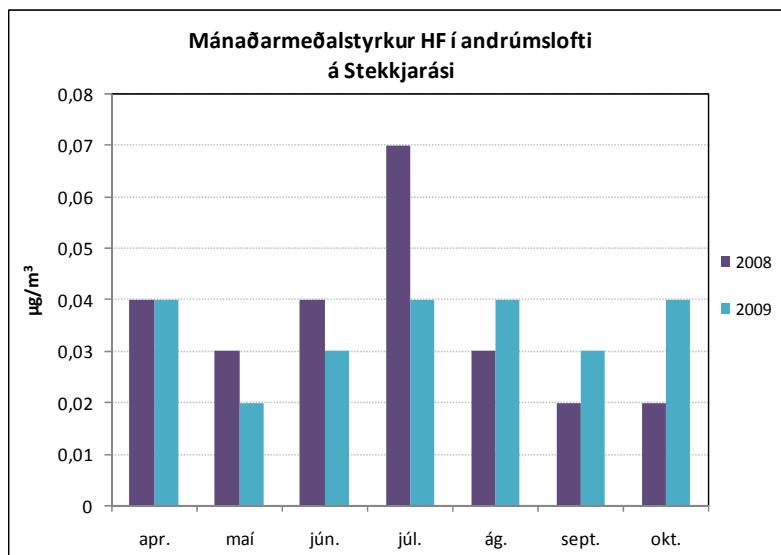
Ársmeðalstyrkur (apr.–okt.) HF á loftgæðastöðvunum árið 2009 var undir viðmiðunarmörkum (**mynd 4.2**)⁴. Mörkin miða við að styrkurinn sé undir $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis yfir vaxtartíma gróðurs. Ársmeðalstyrkur HF á Hálsnesi árið 2009 var undir greiningarmörkum, $<0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og lægri en árið 2006 þegar síðast var þar mælt. Líklegt er að meðalstyrkur árið 2009 sé svipaður og árið 2003 ($0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en þá voru greiningarmörkin lægri. Greiningarmörk mælistyrks geta hnökast til ár frá ári, en þau reiknast út frá breytileika flúors í grunnsviðmiðum („blanksíum“) yfir mælitímabilið á móti sýnatökurúmmáli á hverri síu⁵.

⁴ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a.

⁵ Hermann Þórðarson, upplýsingar í tölvupósti 27/1 2010.



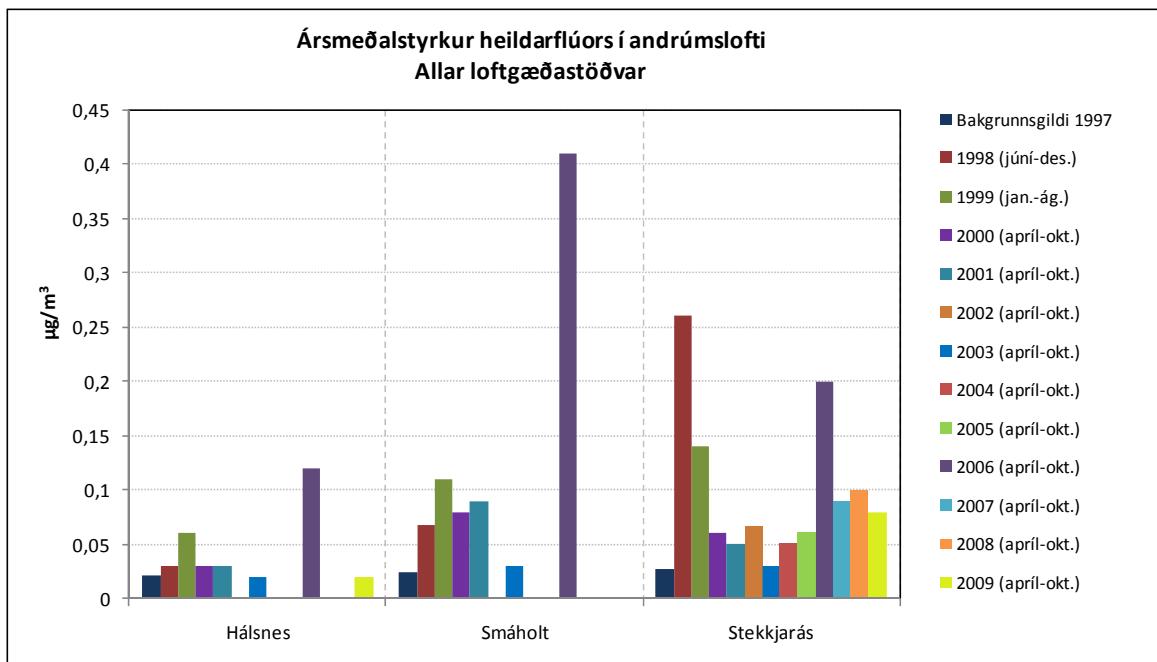
Mynd 4.2 Ársmeðalstyrkur HF á loftgæðastöðvum árin 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis. Mælistöðin við Smáholt var aflögð árið 2007.



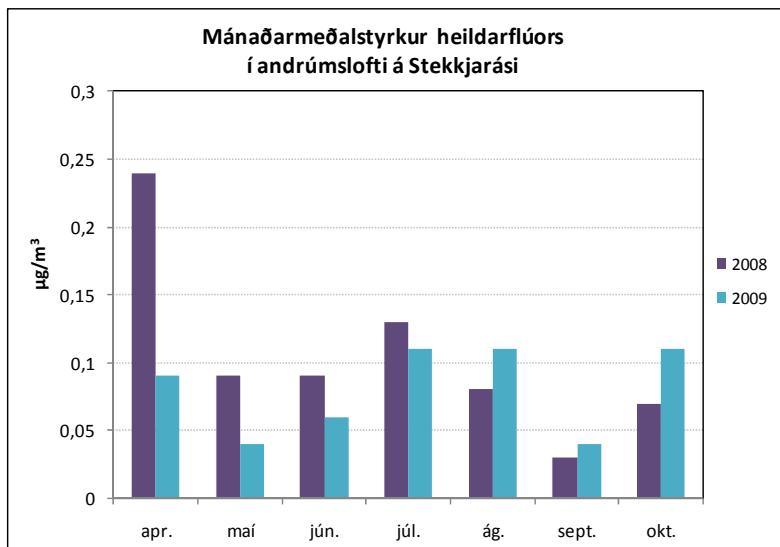
Mynd 4.3 Mánaðarmeðaltöl HF styrks á Stekkjarási apr.–okt. 2008 og 2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

Meðalstyrkur heildarflúors á Stekkjarási endurspeglast að mestu af meðalstyrk HF. Ársmeðalstyrkur heildarflúors árið 2009 á þessari loftgæðastöð var $0,08 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er lægra meðaltal og breytileiki í mælistyrk yfirleitt minni en árin þrjú á undan (**mynd 4.4**). Mánaðarmeðaltöl heildarflúorsstyrks árin 2009 og 2008 eru sýnd á **mynd 4.5**.

Ársmeðalstyrkur heildarflúors á Hálunesi árið 2009 var lægri en árið 2006, eða með því lægsta sem mælst hefur á þessari loftgæðastöð.



Mynd 4.4 Ársmeðalstyrkur heildarflúors á loftgæðastöðvum árin 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirkri 1 hjá Norðuráli 24. ágúst 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis. Mælistöðin við Smáholt var aflogð árið 2007.



Mynd 4.5 Mánaðarmeðaltöl heildarflúorstyrks á Stekkjarási apr.–okt. 2008 og 2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

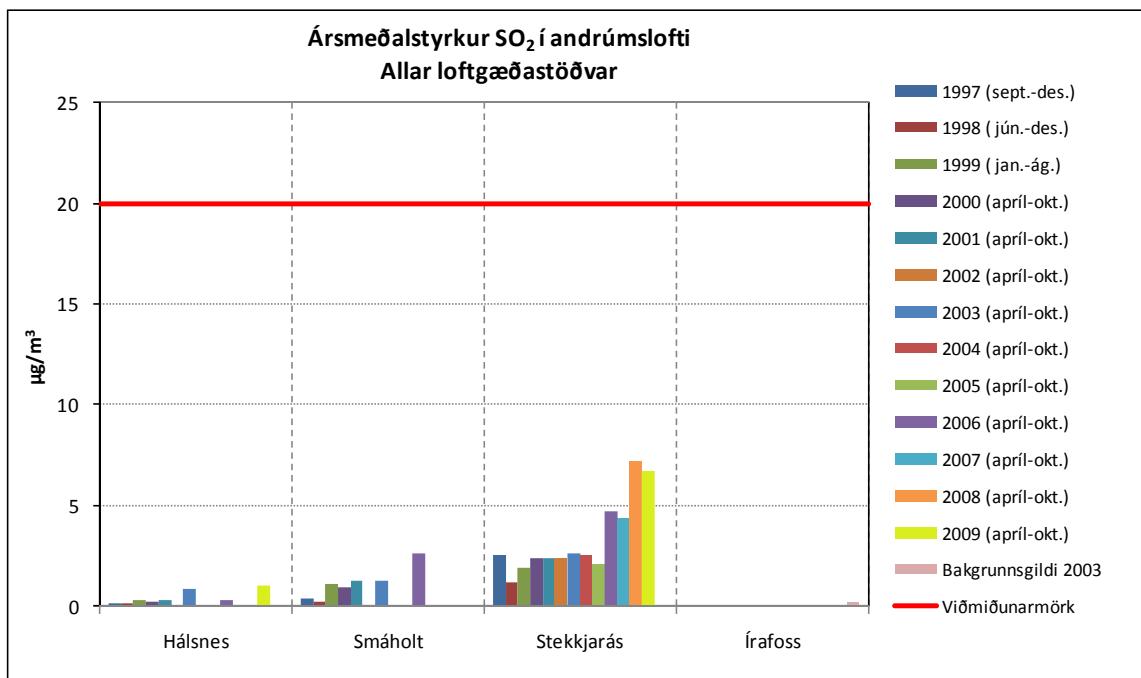
4.1.2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á SO₂ OG HEILDAR BRENNISTEINI Í ANDRÚMSLOFTI

Ársmeðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og styrkur heildarbrennisteins á Stekkjarási árið 2009 var lægri en árið 2008 (**myndir 4.6** og **4.8**)⁶ sem og minni breytileiki í mánaðarmeðaltölum (**myndir 4.7** og **4.9**). Ársmeðalstyrkur SO₂ árið 2009 var $6,7 \pm 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $7,2 \pm 5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ árið 2008.

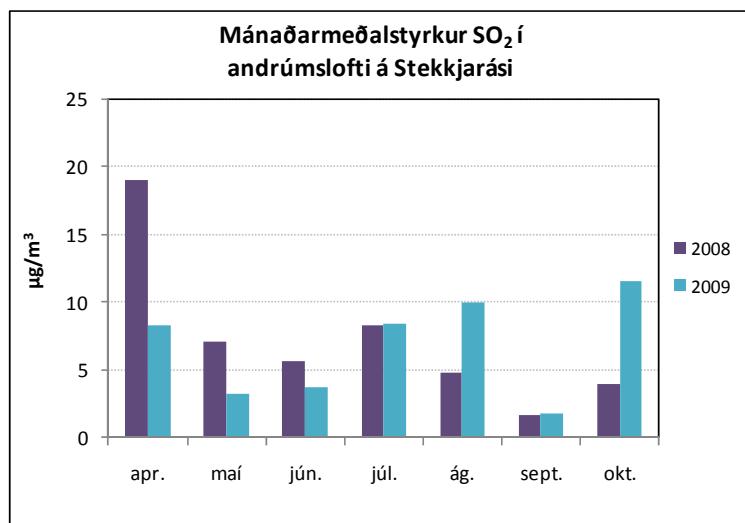
Ársmeðalstyrkur SO₂ á loftgæðastöðvunum árið 2009 var undir viðmiðunarmörkum, $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis.

⁶ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a.

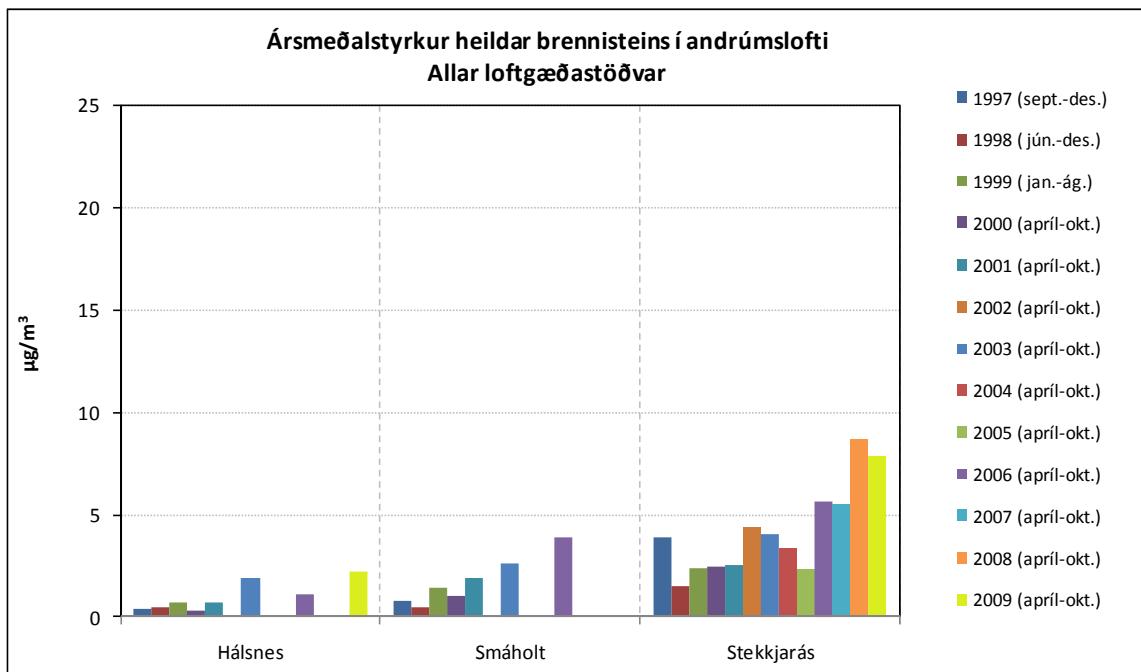
Ársmeðalstyrkur SO_2 og styrkur heildar brennisteins á Hálsnesi árið 2009 var hærri en árið 2006 þegar þar var síðast mælt (sést ekki vel á myndum 4.6 og 4.8) sem og meiri breytileiki í mánaðarmeðaltölum. Árið 2009 var ársmeðalstyrkur SO_2 $0,99 \pm 0,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $0,30 \pm 0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ árið 2006.



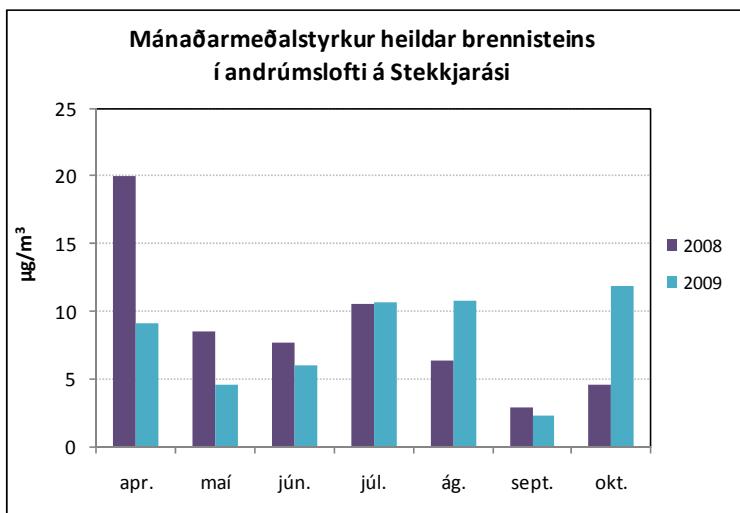
Mynd 4.6 Ársmeðalstyrkur SO_2 á loftgæðastöðvum árin 1997-2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis. Mælistöðin við Smáholt var aflögð árið 2007.



Mynd 4.7 Mánaðarmeðaltöl SO_2 styrks á Stekkjarási apr.-okt. 2008 og 2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.



Mynd 4.8 Ársmeðalstyrkur heildar brennisteins á loftgæðastöðvum árin 1997-2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis. Mælistöðin við Smáholt var aflögð árið 2007.



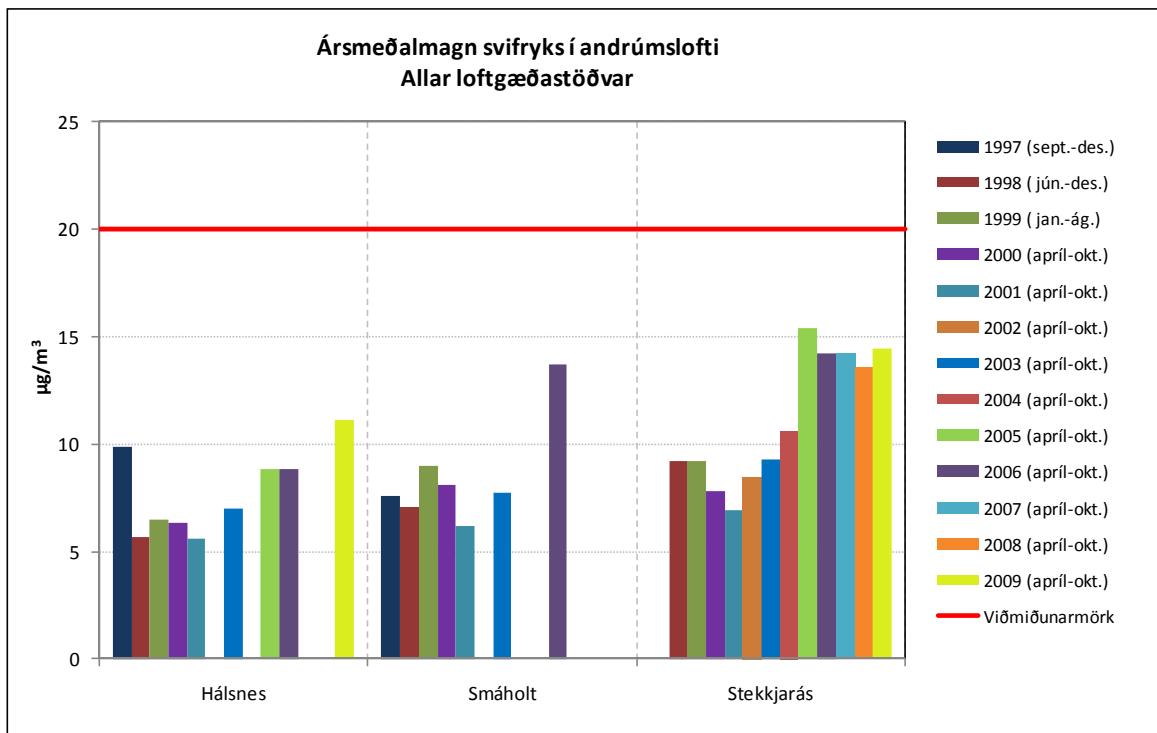
Mynd 4.9 Mánaðarmeðaltöl heildar brennisteins styrks á Stekkjarási apr.-okt. 2008 og 2009. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

4.1.3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á MAGNI SVIFRYKS (PM_{10}) Í ANDRÚMSLOFTI

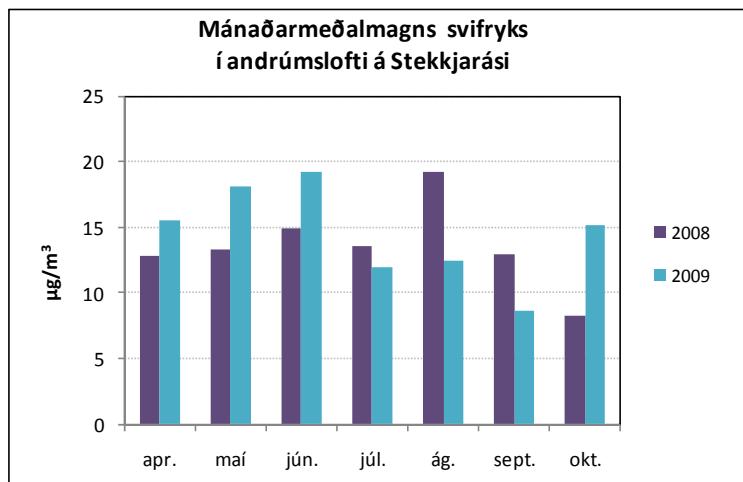
Magn svifryks mældist með hæsta móti árið 2009 á Stekkjarási og Hálsnesi miðað við fyrri mælið, sérstaklega framan af vori. Töluvert var um hvassviðri á því tímabili sem er talin líklegasta skýringin. Eins voru nokkrar framkvæmdir á iðnaðarsvæðinu, gatna- og landfrágangur á lóðum og stækkun á uppfyllingu við höfnina, sem eykur ryk á svæðinu.

Ársmeðaltal svifryks árið 2009 á loftgæðastöðvunum var undir viðmiðunarmörkum, sem eru $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynningarsvæðis.

Ársmeðaltal svifryks magns árið 2009 á Stekkjarási var $14,5 \pm 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $13,6 \pm 3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ árið 2008 (mynd 4.10)⁷. Svipaður breytileiki var í mánaðarmeðaltölum svifryks á Stekkjarási þessi ár (mynd 4.11). Ársmeðaltal svifryks árið 2009 á Hálsnesi var $11,1 \pm 4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er hærra en árið 2006 þegar síðast var þar mælt ($8,8 \pm 3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Mynd 4.10 Ársmeðaltöl svifryks (PM_{10}) í lofti árin 1997-2008 safnað á loftgæðastöðvum. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis Mælistöðin við Smáholt var aflögð árið 2007.



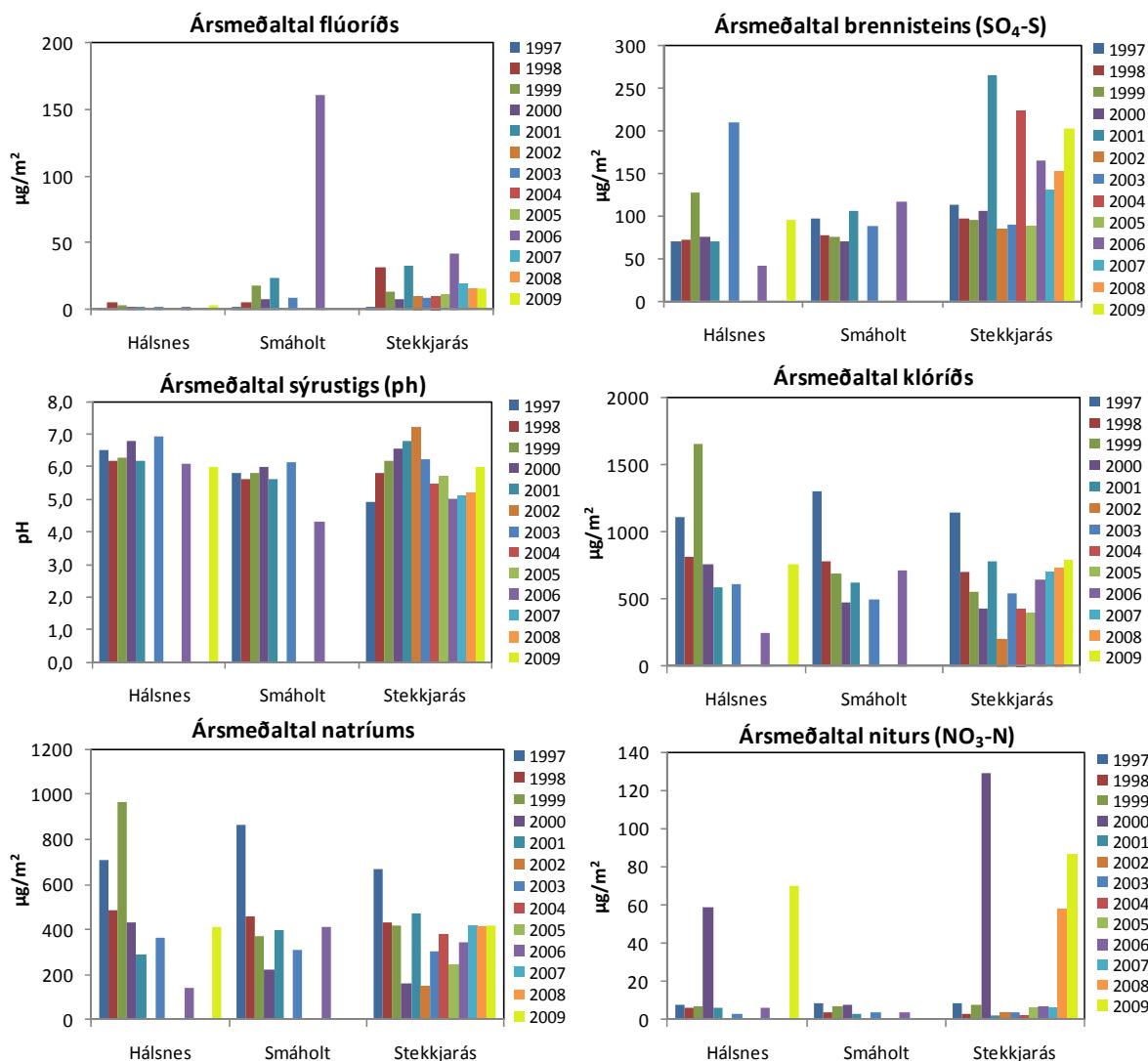
Mynd 4.11 Mánaðarmeðaltöl svifryks (PM_{10}) í lofti á Stekkjarási árin 2007 og 2008. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

⁷ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a.

4.1.4 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á STYRK UPPLYEYTRA EFNA OG SÝRUSTIGI Í ÚRKOMU

EKKI ER VITAÐ UM VIÐMIÐUNARMÖRK FYRIR STYRK EFNA Í ÚRKOMU. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á ÞÁTTUM Í ÚRKOMU HAFNA FRÁ UPPHAFI VÖKTUNAR VERIÐ SVEIFLUKENNDAR (mynd 4.10)⁸. ÁRSMEÐALSTYRKUR FLÚORS (MÆLT SEM FLÚORÍÐ) Í ÚRKOMU Á STEKKJARÁSI OG HÁLSNESI ÁRIÐ 2009 VAR SVIPAÐUR OG 2008 SEM ER NOKKUÐ GÓÐ FYLGNI VIÐ STYRK FLÚORS Í LOFTI. FYLGNI STYRKS BRENNISTEINS (MÆLT SEM SÚLFAT, SO_4^{2-}) Í ÚRKOMU OG STYRKS SO_2 ER HINS VEGAR MUN MINNI. ÁSTAEÐAN ER LÍKLEGA NÁTTÚRULEGAR UPPSPRETTUR SÚLFATS, MEST SÆROK, ENDA VAR ÁRSMEÐALSTYRKUR KLÓRÍÐS ÁRIÐ 2009 HÆRRI EN 2008. ÞANNIG VAR ÁRSMEÐALSTYRKUR BRENNISTEINS Í ÚRKOMU Á MÆLISTÖÐUNUM HÆRRI ÁRIÐ 2009 EN 2008/2006.

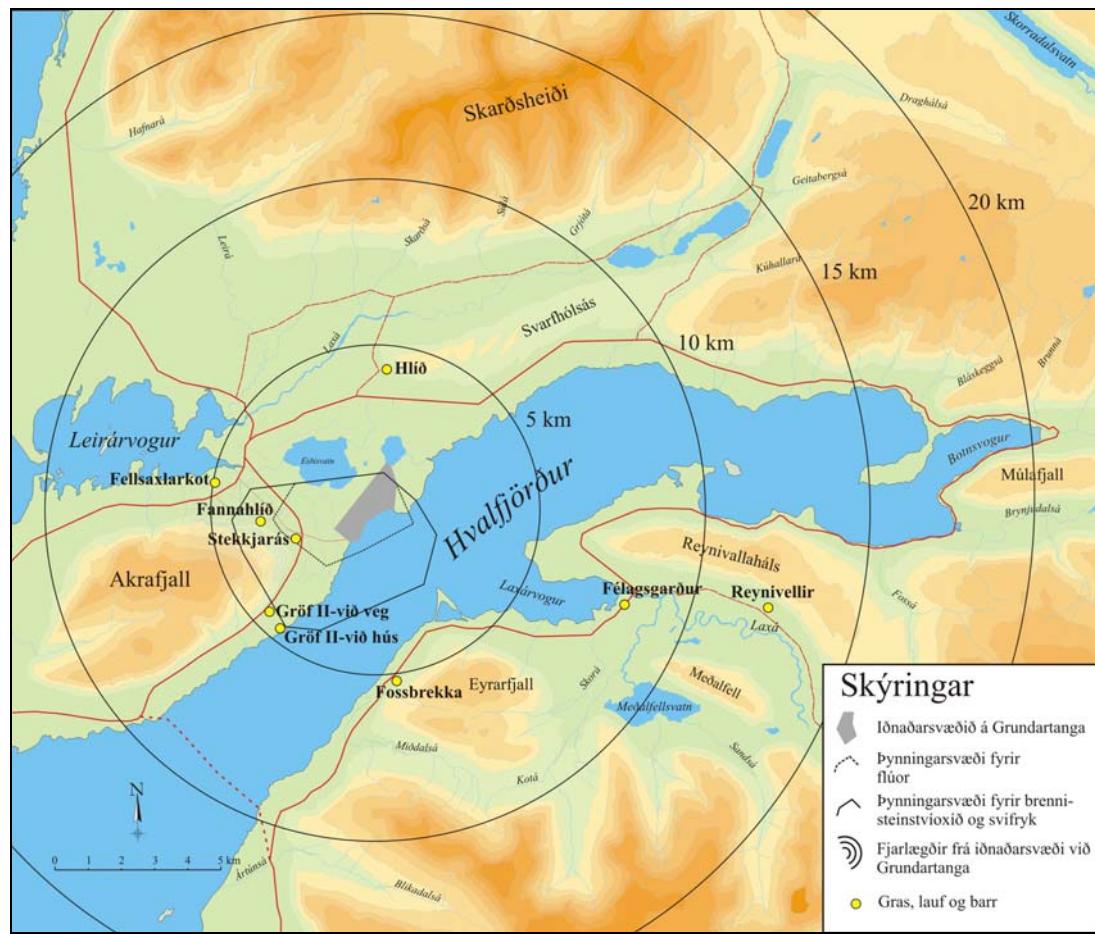
Á STEKKJARÁSI MÆLDIST SÝRUSTIG Í ÚRKOMU Á BILINU 4,2-6,7 ÁRIÐ 2009. MEÐALGILDI, pH 5,5, ER HÆRRA EN UNDANFARIN ÞRJÚ ÁR SEM GETUR ENDURSPEGLAÐ MINNI LOSUN EFNA Í ANDRÚMSLOFT Á SVÆÐINU. Á HÁLSNESI VAR MEÐALGILDI SÝRUSTIGS Í ÚRKOMU SVIPAÐ OG ÁRIÐ 2006. ÁRSMEÐALSTYRKUR NATRÍUMS Á STEKKJARÁSI VAR SVIPAÐUR OG 2008 EN Á HÁLSNESI HÆRRI ÁRIÐ 2009 EN 2006. ÁRSMEÐALSTYRKUR NITURS VAR HÆRRI Á BÁÐUM LOFTGÆÐASTÖÐVUM ÁRIÐ 2009 EN ÁRIN Á UNDAN.



Mynd 4.10 ÁRSMEÐALSTYRKUR YMISSA EFNA OG ÁRMEÐALTAL SÝRUSTIGS Í ÚRKOMU ÁRIN 1997-2009 Á LOFTGÆÐASTÖÐVUM. STEKKJARÁS ER INNAN ÞYNNINGARSVÆÐIS. MÆLISTÖÐIN VIÐ SMÁHOLT VAR AFLÖGÐ ÁRIÐ 2007.

⁸ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a.

5 GRÓÐUR



Mynd 5.1 Vöktunarstaðir fyrir gróður árið 2009. Grasi og laufi var safnað júní og sept. og barri í des. Tveimur nýjum vöktunarstöðum fyrir gras og barr og þremur fyrir lauf var bætt við þetta ár.

5.1 TALIN ÞOLMÖRK GRÓÐURS GAGNVART FLÚOR

Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart HF eru talin vera $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yfir 5-6 mánuði og getur leitt til uppsöfnunar á um $30 \mu\text{g}/\text{g}$ af flúor í plöntuvef. Krækilyng og birki eru dæmi um þolnar tegundir og grös eru dæmi um miðlungþolnar gagnvart HF í andrúmslofti. Í **töflu 5.1** má sjá hver þolmörk gróðurs gagnvart flúor eru talin vera⁹.

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

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

⁹ Friðrik Pálason og Skye, 1999; Horntvedt og Øyen, 1994; Ongstad o.fl., 1994; Davison og Weinstein, 1999.

5.2 NIÐURSTÖÐUR

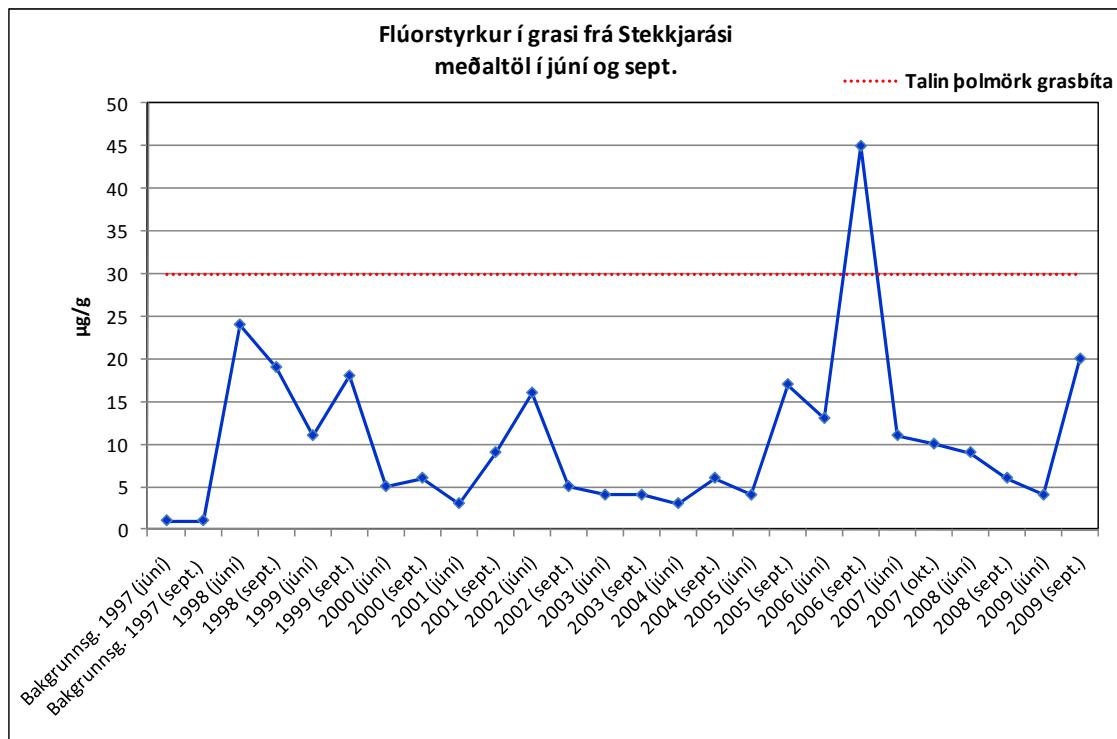
5.2.1 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í GRASI

Nýir vöktunarstaðir fyrir gras eru staðsettir í grennd við þjóðveg 1 í landi Grafar II og í landi Hlíðar.

Meðalstyrkur flúors í grasi frá þremur vöktunarstöðum vestur og norðvestur af iðjuverunum, Stekkjarási, Fannahlíð og Fellsaxlarkoti, var hærri haustið 2009 en 2008. Á öðrum vöktunarstöðum var meðalstyrkur flúors í grasi lægri eða svipaður en haustið á undan (**myndir 5.2-5.8**)¹⁰.

Meðalstyrkur flúors í grasi frá nýjum vöktunarstöðum vor og haust 2009 er sýndur á **mynd 5.8** ásamt meðalstyrk flúors í grasi frá öðrum vöktunarstöðum. Á þeiri mynd sést að breytingar á styrk flúors í grasi fylgjast að á vöktunarstöðum sem eru á sömu slóðum. Meðaltalstyrk flúors í grasi af stað við þjóðveg 1 í landi Grafar II var í takt við niðurstöður flúormælinga í grasi frá Stekkjarási en þó lægra. Meðalstyrkur flúors í grasi í landi Hlíðar var svipaður og frá Fellsaxlarkoti.

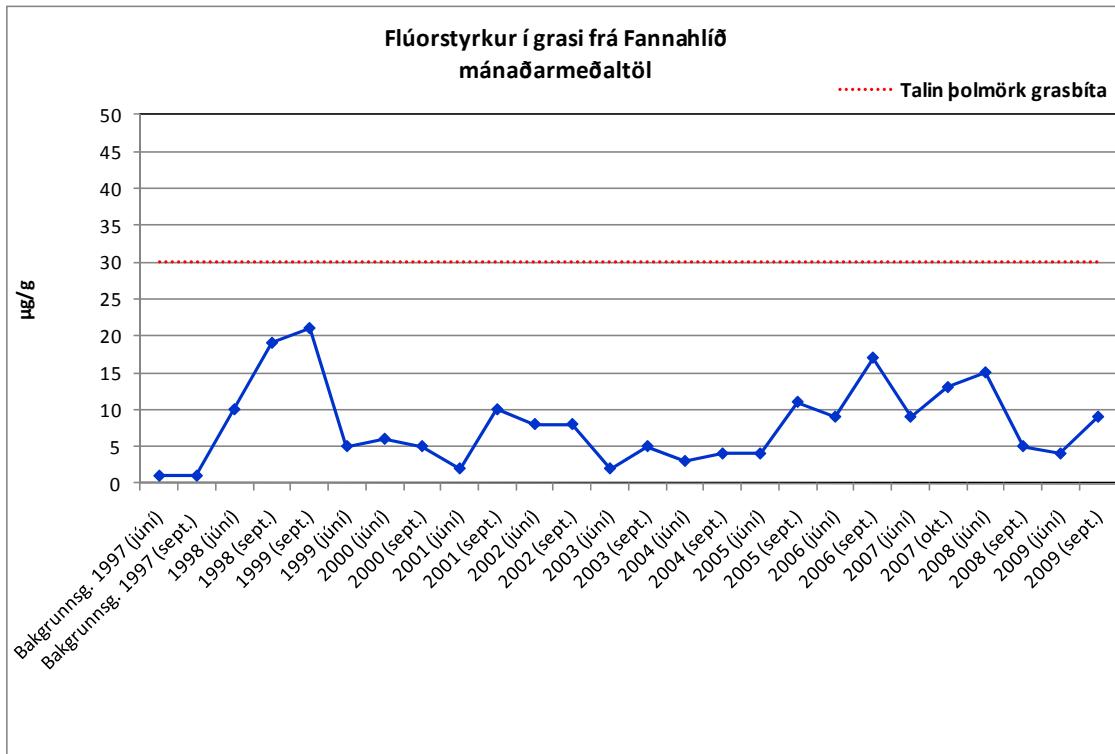
Árið 2009 var meðalstyrkur flúors í grasi frá vöktunarstöðunum innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk grasa gagnvart flúor í vef (**tafla 5.1**) og innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk sauðfjár gagnvart flúor í fóðri (30 µg/g¹¹). Hæsti meðalstyrkur flúors var í grassýnum frá Stekkjarási í september 20 µg/g (samanlagt í þurrefni og skoli).



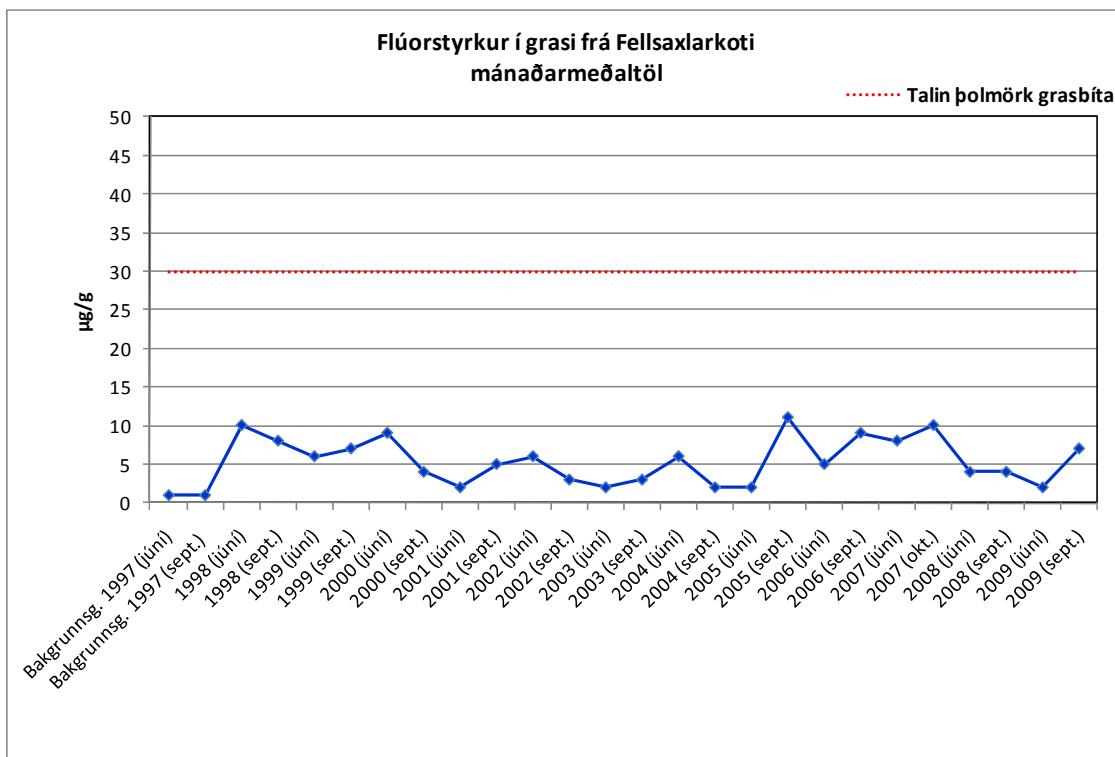
Mynd 5.2 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) á Stekkjarási vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 Norðuráls 24/8 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.

¹⁰ Malin Sundberg, 2010.

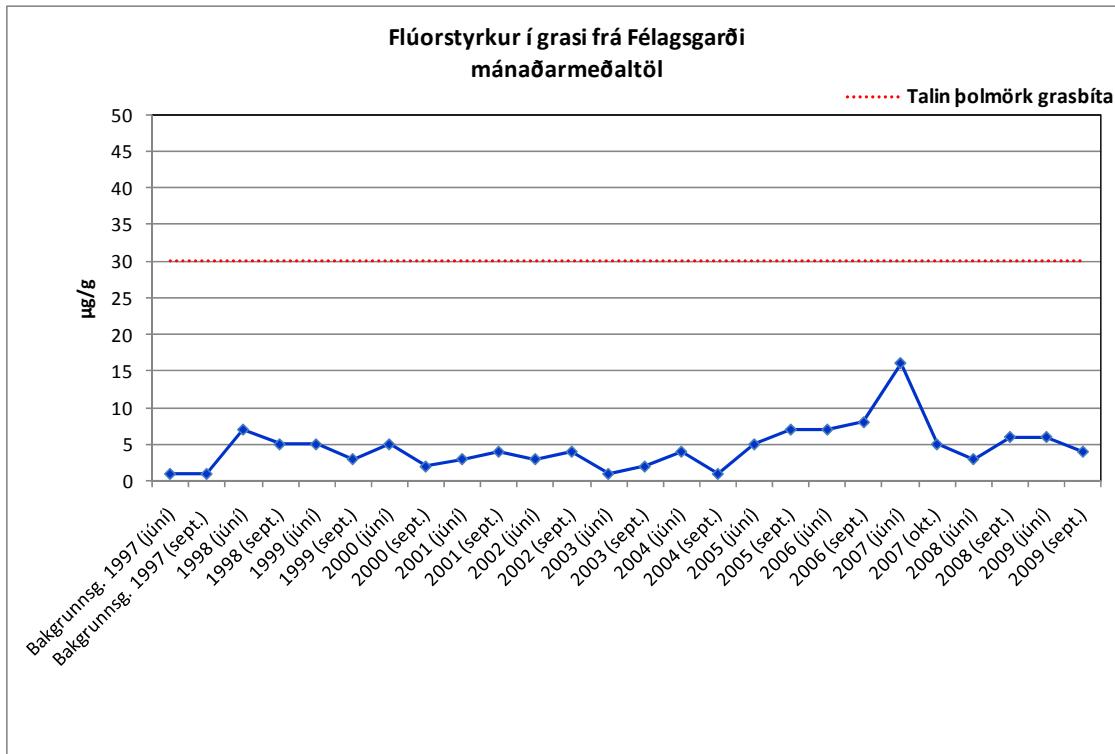
¹¹ Friðrik Pálason, 1999.



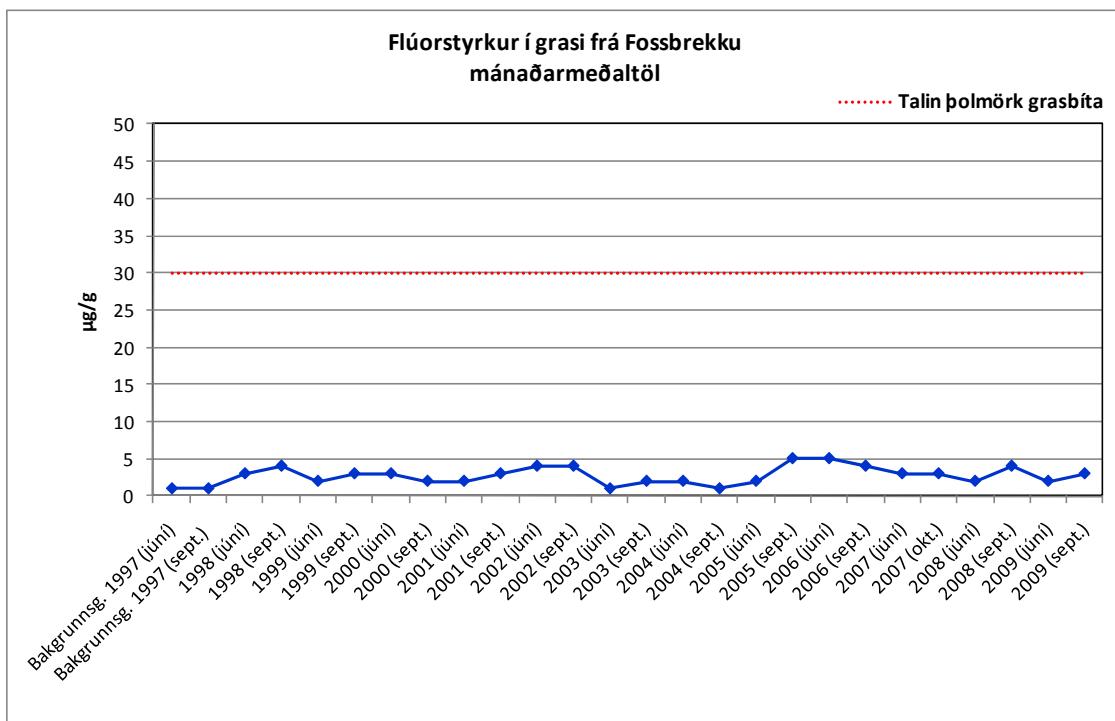
Mynd 5.3 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) í Fannahlíð vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 Norðuráls 24/8 2006.



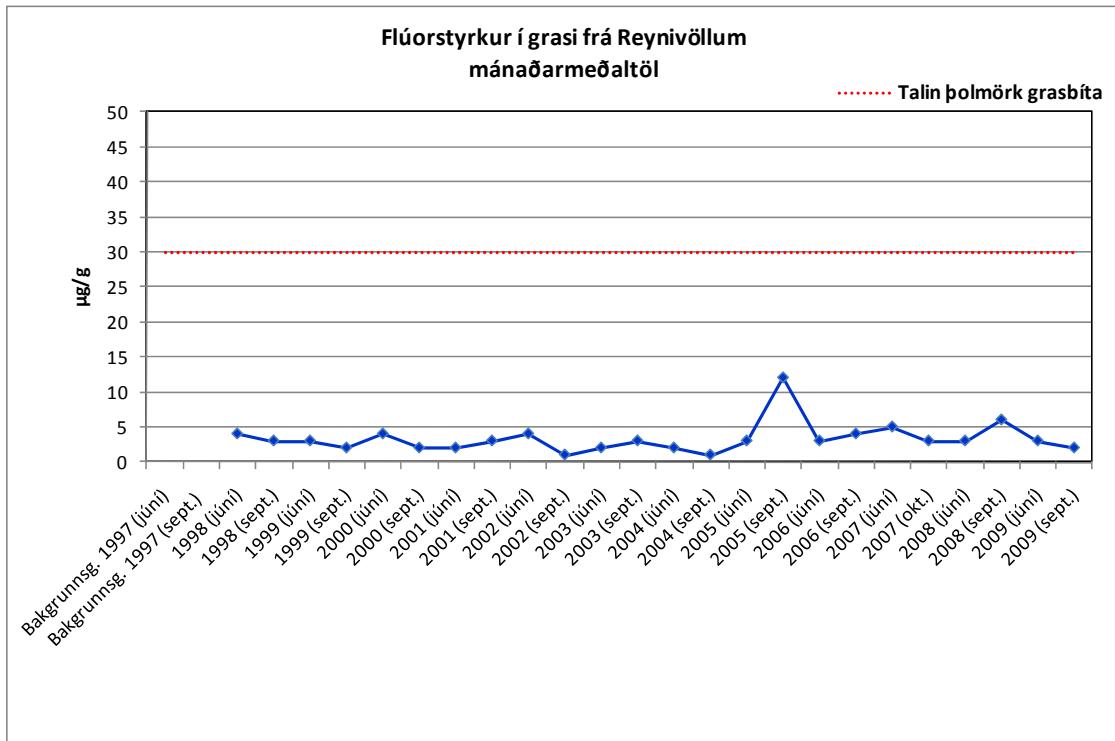
Mynd 5.4 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) í Fellsaxlarkoti vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 Norðuráls 24/8 2006.



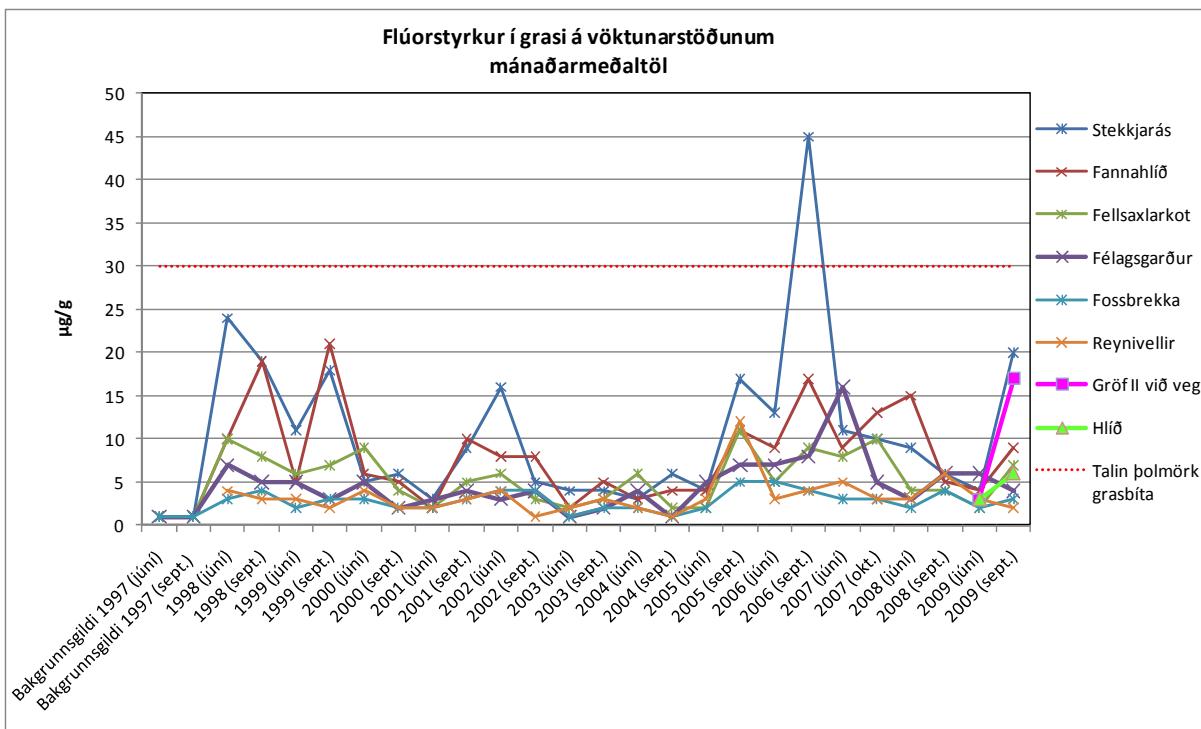
Mynd 5.5 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) í Félagsgarði vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 Norðuráls 24/8 2006.



Mynd 5.6 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) á Fossbrekku vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 Norðuráls 24/8 2006.



Mynd 5.7 Meðalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) á Reynivöllum vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 Norðuráls 24/8 2006.



Mynd 5.8 Meðaltalstyrkur flúors í grasi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá öllum vöktunarstöðunum vor og haust 1997-2009. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis. Vöktunarstaðir á Gröf II við þjóðveg 1 og Hlíð eru nýir (2009).

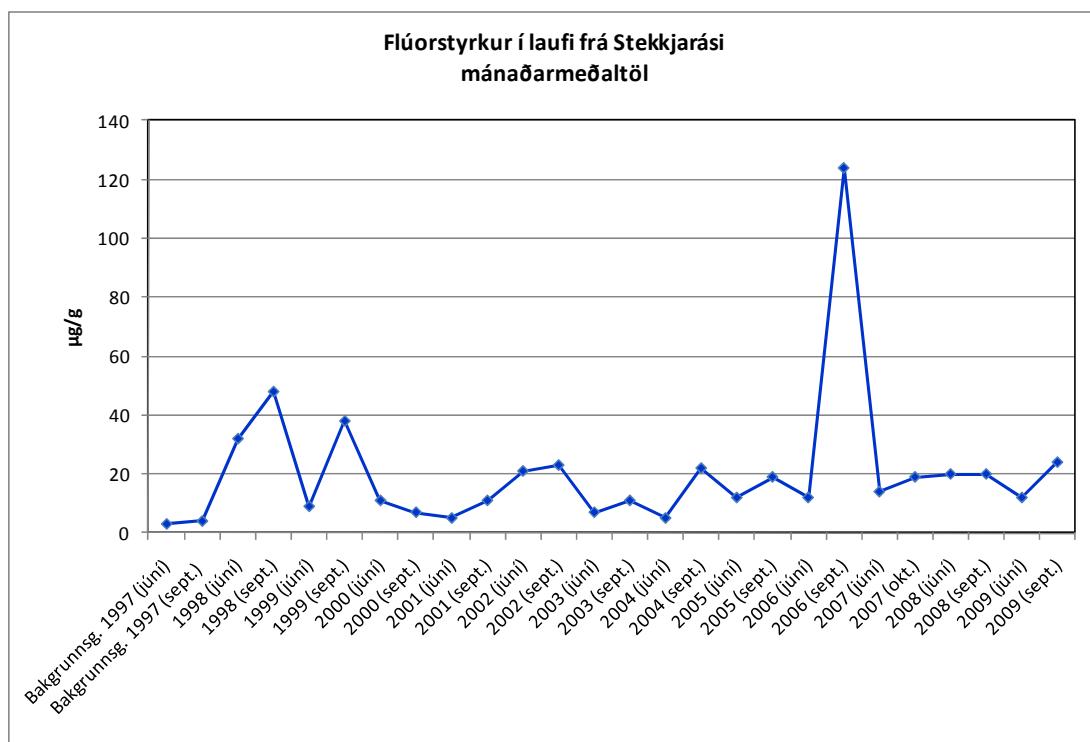
5.2.2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í LAUFI

Nýir vöktunarstaðir fyrir lauf eru staðsettir í grennd við þjóðveg 1 í landi Grafar II, við íbúðarhús í landi Grafar II og í landi Hlíðar.

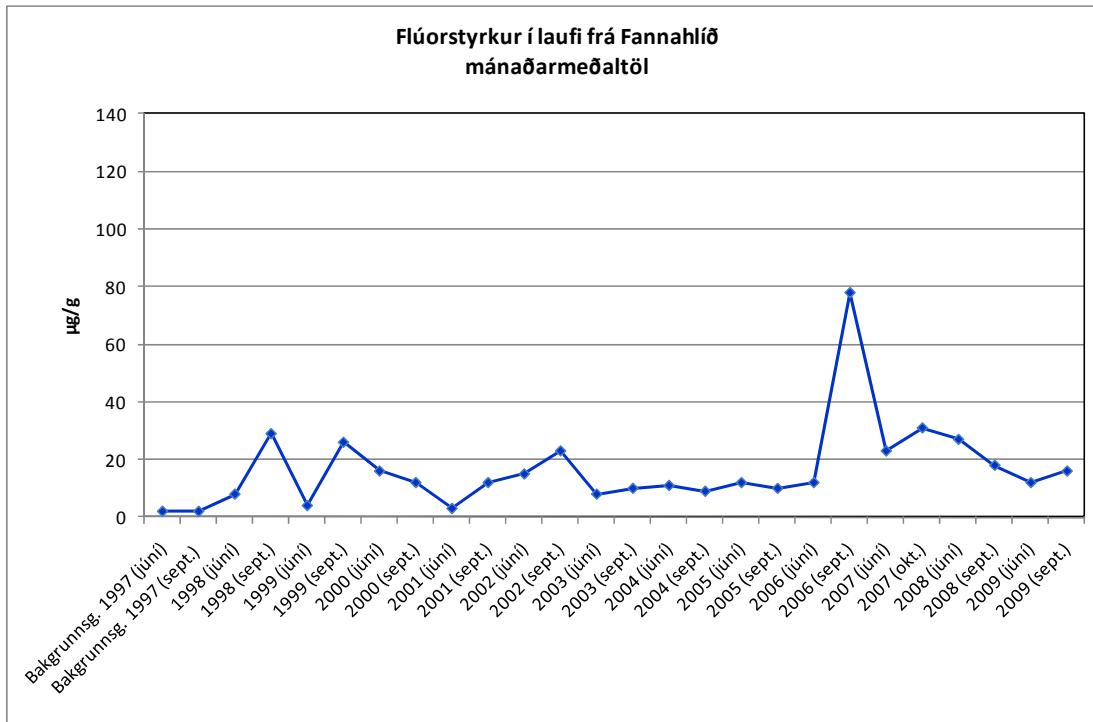
Meðalstyrkur flúors í laufi frá tveimur vöktunarstöðum vestur og norðvestur af iðjuverunum, Stekkjarási, Fellsaxlarkoti og Félagsgarði, var hærri haustið 2009 en haustið 2008. Í laufi frá öðrum vöktunarstöðum var meðalstyrkur flúors minni eða svipaður og haustið 2008 (**mynd 5.9-5.15¹⁰**).

Meðalstyrkur flúors í laufi frá nýjum vöktunarstöðum vor og haust 2009 er sýndur á **mynd 5.15** ásamt meðalstyrk flúors í laufi frá öðrum vöktunarstöðum. Á þeiri mynd sést að breytingar á styrk flúors í laufi fylgjast að á vöktunarstöðum sem eru á sömu slóðum. Meðalstyrkur flúors í laufi af vöktunarstað við þjóðveg 1 á móts við Gröf II var svipaður og í laufi frá Stekkjarási þar sem styrkur flúors var mjög svipaður. Meðalstyrkur flúors í laufi við hús á Gröf II var lægri. Meðalstyrkur flúors í laufi frá Hlíð var svipaður og frá Reynivöllum.

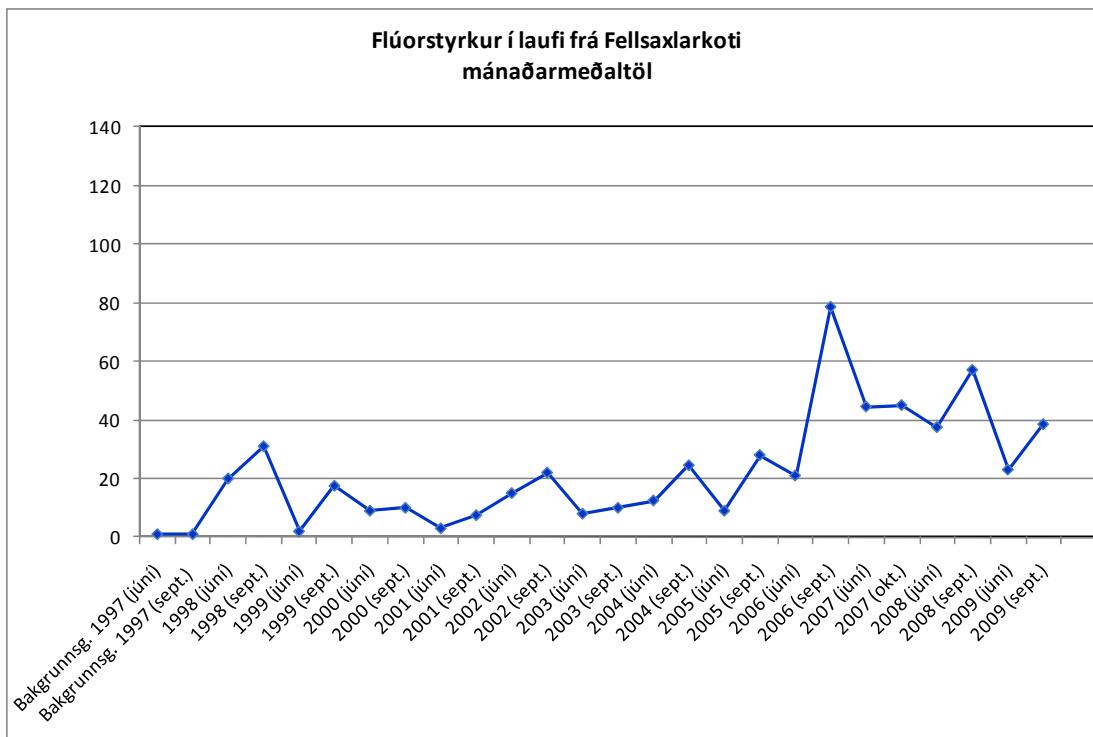
Árið 2009 var meðalstyrkur flúors í laufi birkis og reynis frá vöktunarstöðunum innan þeirra marka sem talin eru vera þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef (**tafla 5.1**). Hæsti meðalstyrkur flúors í laufsýnum frá Fellsaxlarkoti í september eða 39 µg/g (samanlagt í þurrefni og skoli).



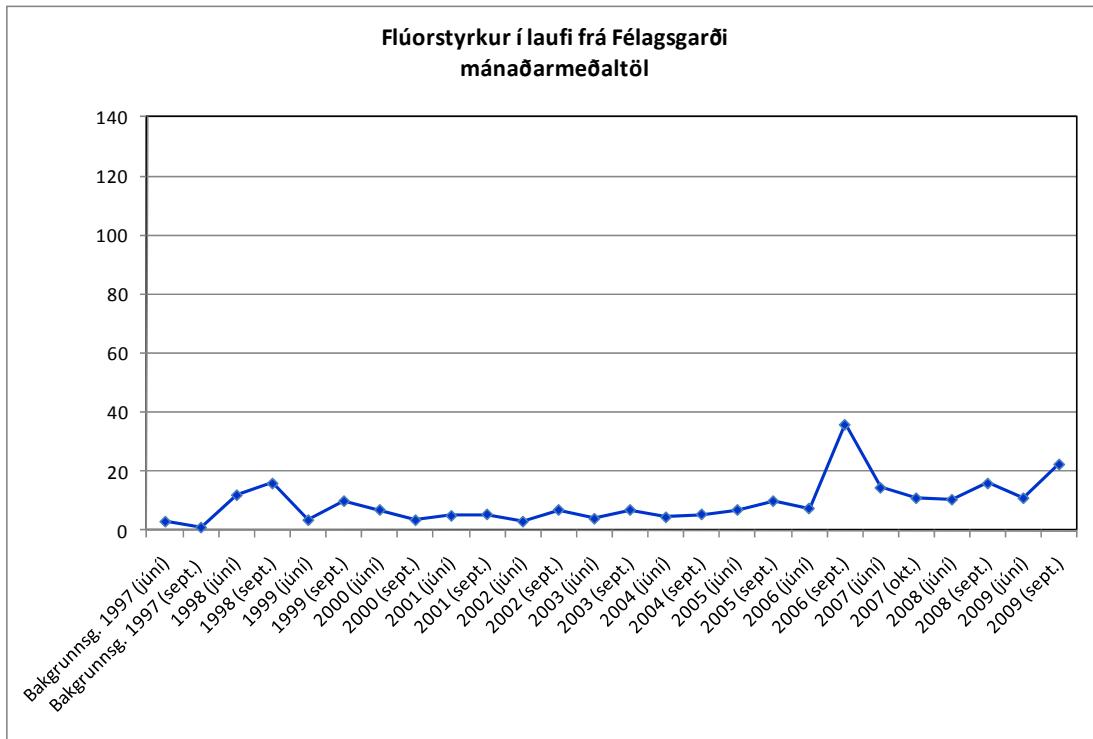
Mynd 5.9 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Stekkjarási vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera 200 µg/g. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis.



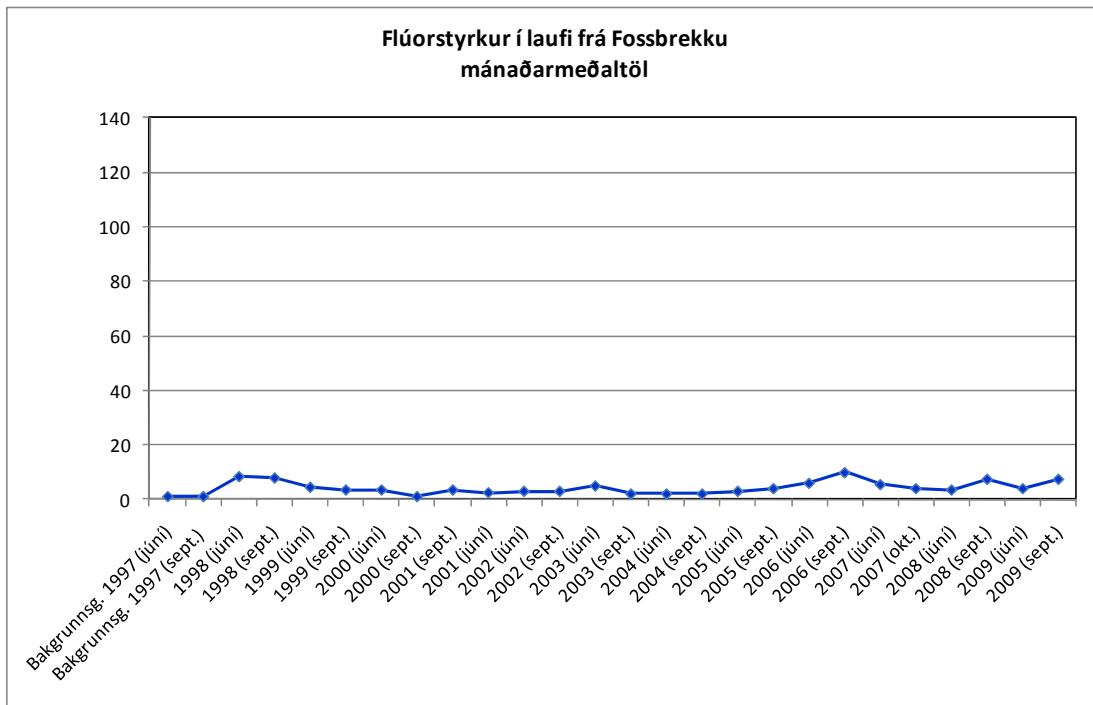
Mynd 5.10 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Fannahlíð vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirkri 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



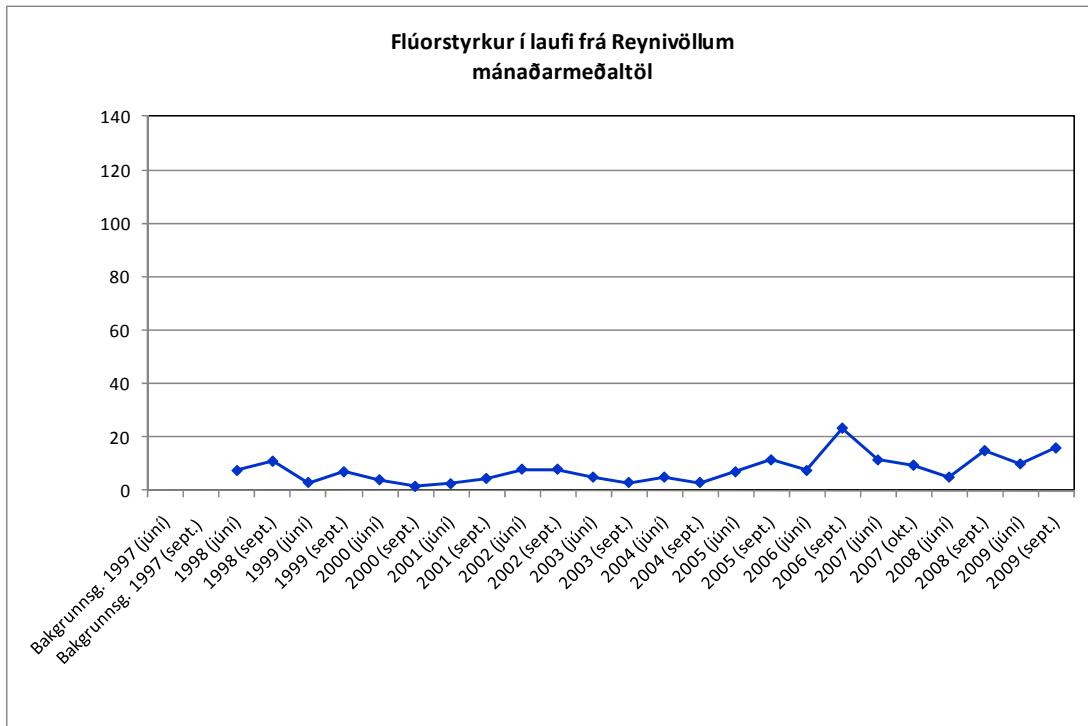
Mynd 5.11 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Fellsaxlarkoti vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirkri 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



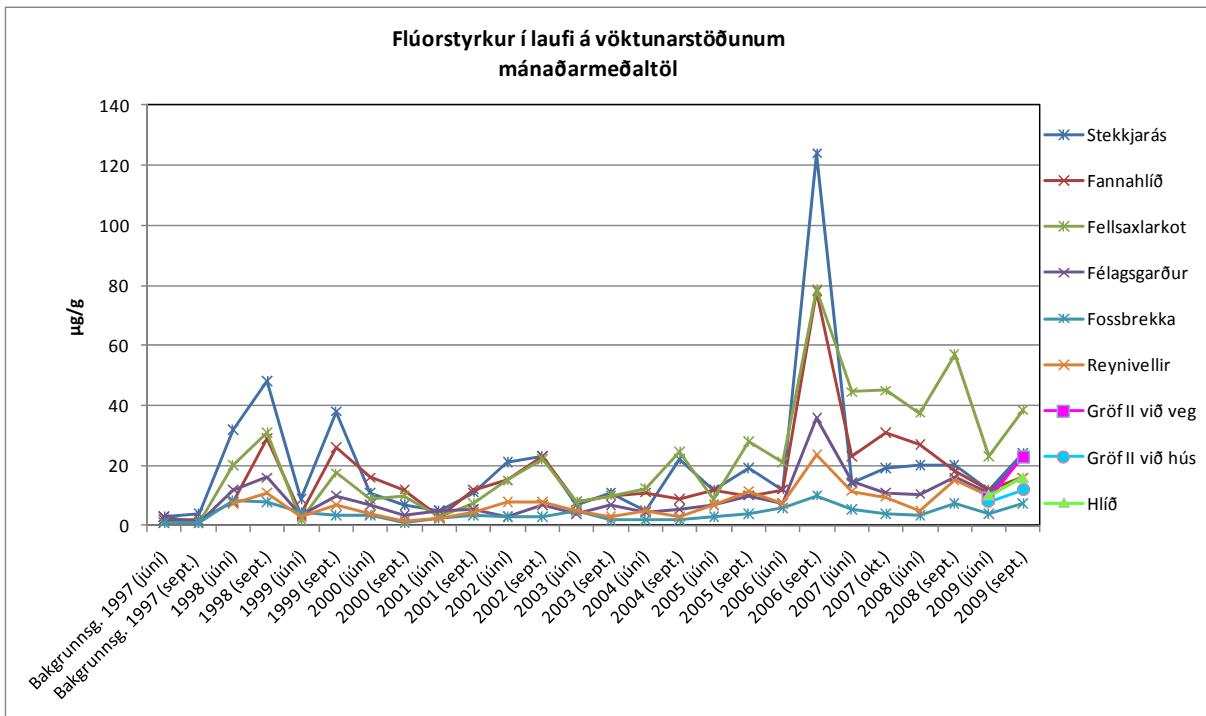
Mynd 5.12 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Félagsgarði vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 5.13 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Fossbrekku vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



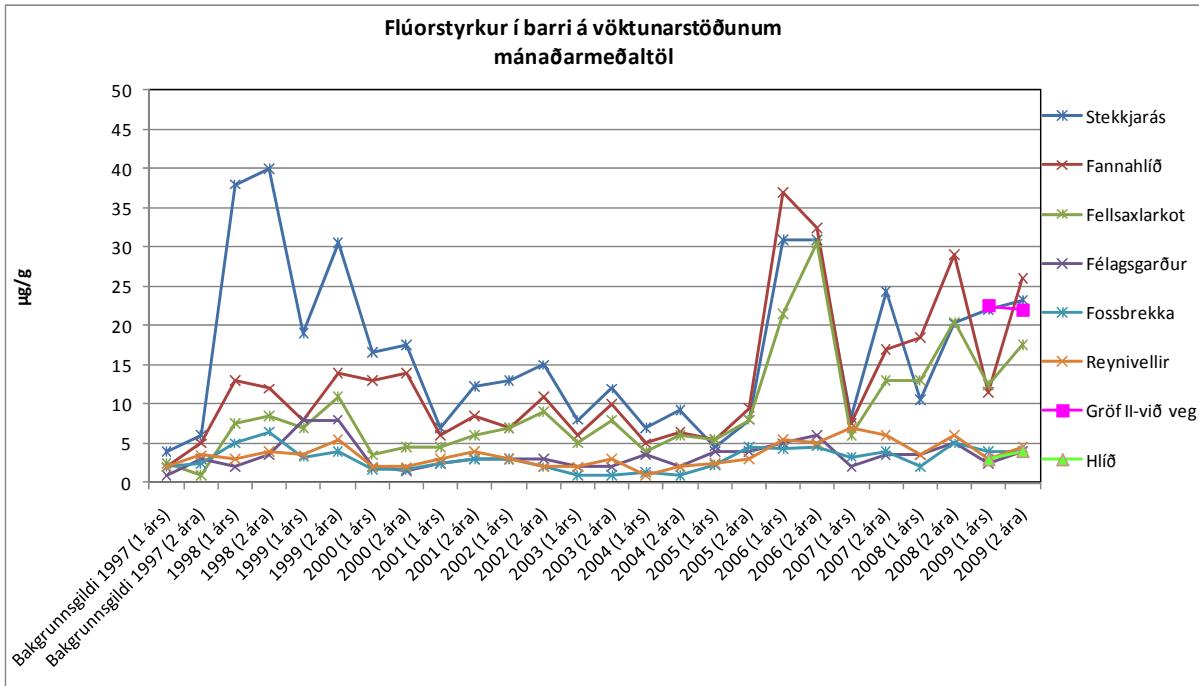
Mynd 5.14 Meðalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá Reynivöllum vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 5.15 Meðaltalstyrkur flúors í laufi (samanlagt í þurrefni og skoli) frá öllum vöktunarstöðum fyrir lauf vor og haust 1997-2009. Þolmörk lauftrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera $200 \mu\text{g/g}$. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006. Stekkjarás er innan þynningarsvæðis fyrir flúor í lofti. Vöktunarstaðir á Gröf II og Hlíð eru nýir (2009).

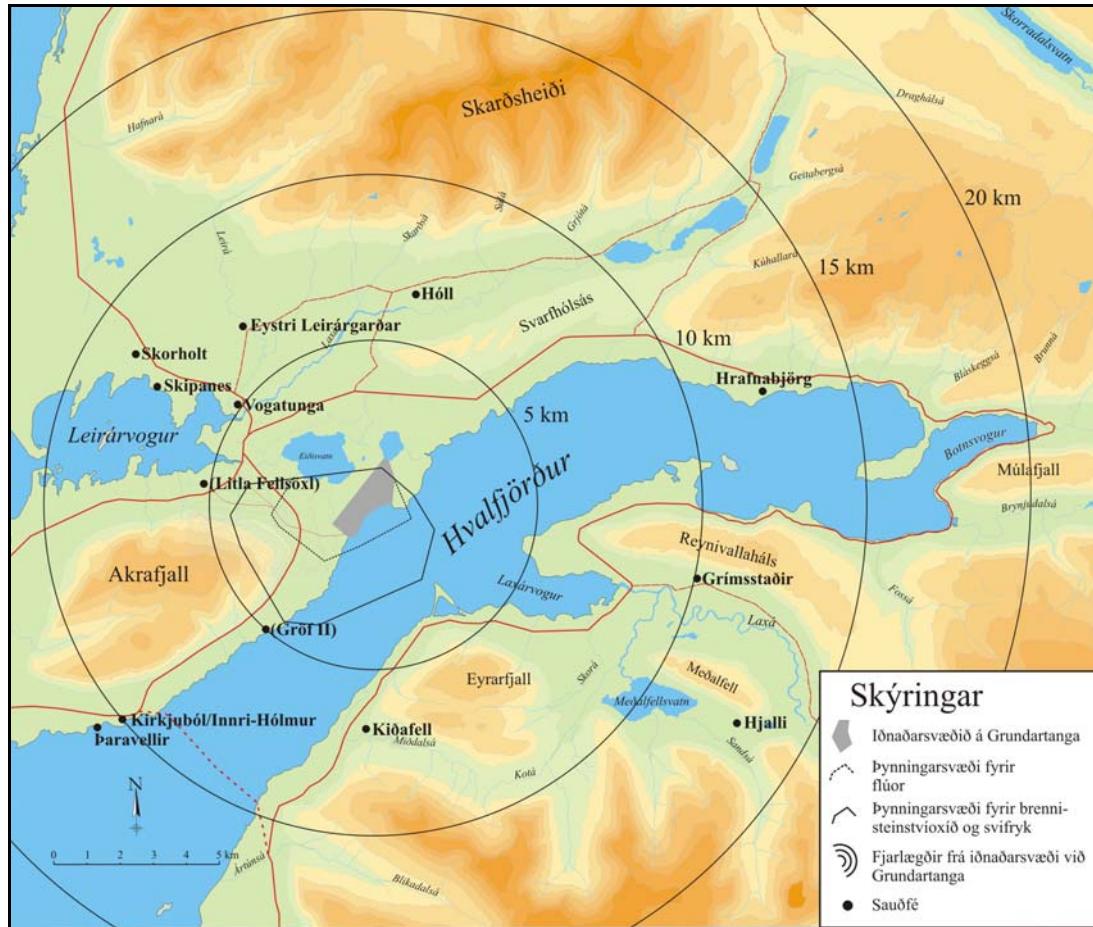
5.2.3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í BARRI

Nýir vöktunarstaðir fyrir barr eru staðsettir í grennd við þjóðveg 1 í landi Grafar II og í landi Hlíðar. Árið 2009 var meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri yfirleitt lægri en árið á undan (**mynd 5.14**) sem endurspeglar losun flúors frá álverinu árið 2009 en árið á undan. Undantekning er bó Stekkjarás þar sem meðalstyrkur flúors í barri var hærri en árið 2008.



Mynd 5.14 Meðalstyrkur flúors í eins og tveggja ára barri (samanlagt í þurrefni og skoli) frá öllum vöktunarstöðunum árin 2002-2009 (bakgrunnsgildi er frá 1997). Þolmörk barrtrjáa gagnvart flúor í vef eru talin vera á bilinu 30-100 µg/g. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 hjá Norðuráli 24/8 2006. Stekkjarás er innan þynningar væðis. Vöktnarstaðir á Gröf II og Hlíð eru nýir (2009).

6 SAUÐFÉ



Mynd 6.1 Vöktunarstaðir fyrir sauðfé árið 2009. Búskap var hætt á Litlu Fellsöxl árið 2008 og fé þaðan keypt til Eystri-Leirárgarða. Hausar af fé frá Litlu Fellsöxl og lömbum þeirra voru auðkennd frá sláturmáli til mælinga hjá NMÍ svo að hægt væri að fylgjast með flúorstyrk í þeim.

6.1 TALIN ÞOLMÖRK DÝRA GAGNVART FLÚOR

Í töflu 6.1 er sýndur háttur styrkur flúors í kjálka grasbíta sem talin er geta skapað hættu á tannskemmdum sem og talin þolmörk grasbíta gagnavart flúorstyrk í kjálka¹². Hætta á skaðlegri uppsöfnun flúors í kjálka sauðfjár, sem og nautgripa, er talin geta átt sér stað ef styrkur flúors í grasi yfir vaxtartíma gróðurs fer yfir 30 µg/g¹³.

Tafla 6.1 Áhrif uppsafnaðs flúorsstyrks í kjálkum grasbíta (byggt á niðurstöðum norska rannsóknna á ungum dáfýrum, 1,5 ára).

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

¹² Ongstad o.fl., 1994.

¹³ Friðrik Pálason, 1999.

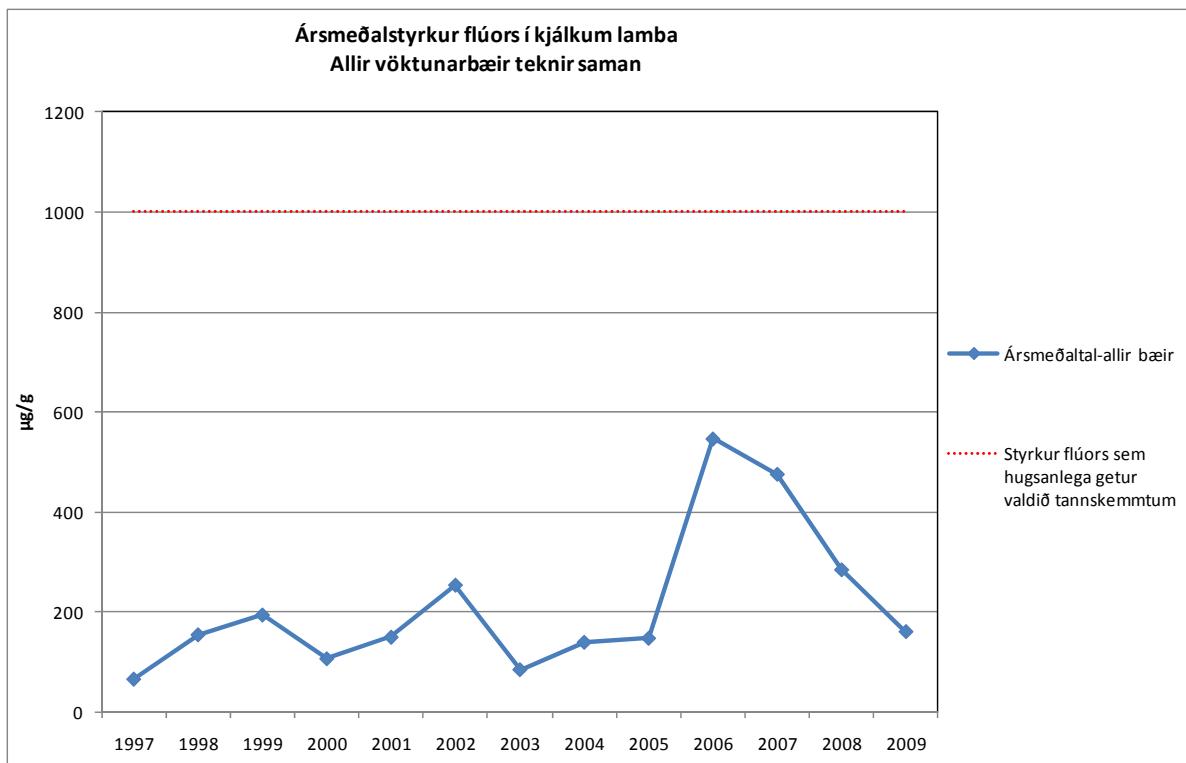
6.2 NIÐURSTÖÐUR

6.2.1 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í LÖMBUM

Styrkur flúors í kjálkum lamba var í öllum tilfellum undir þeim mörkum þar sem hætta er talin vera á tannskemmdum (1000 µg/g, sjá í **töflu 6.1**).

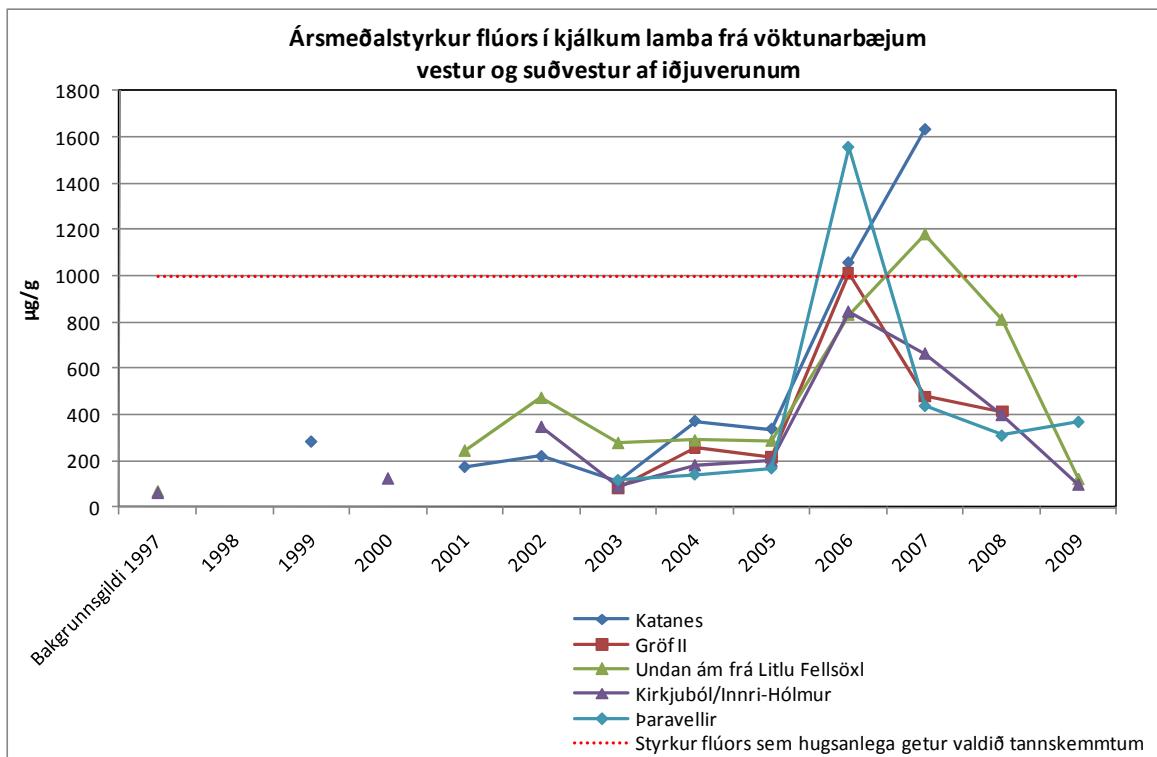
Meðalstyrkur flúors í lömbum frá öllum vöktunarbæjunum var lægri haustið 2009 en haustið 2008 og minni breytileiki í mæligildum (**mynd 6.2**)¹⁴. Þar vegur mest að styrkur flúors var lægri í kjálkum lamba frá bæjum vestur og suðvestur af álverinu (Kirkjubóli/Innri-Hólmi, Þaravöllum og undan ám frá Litlu Fellsöxl) en haustið 2008 (**mynd 6.3**). Bóndinn á Eystri Leirárgörðum keypti fé frá Litlu Fellsöxl síðla árs 2008 og því mælist svo lágor styrkur flúors í lömbum undan þeim ám, eða lítið hærri en í heimalömbum. Munur á styrk flúors í lömbum undan ám frá Litlu Fellsöxl og heimalömbum á Eystri Leirárgörðum gæti stafað af flutningi á flúors með mjólk frá ám til lamba.

Í kjálkum lamba frá hinum vöktunarbæjunum var styrkur flúors svipaður á milli 2009 og 2008 (**myndir 6.4 og 6.5**).

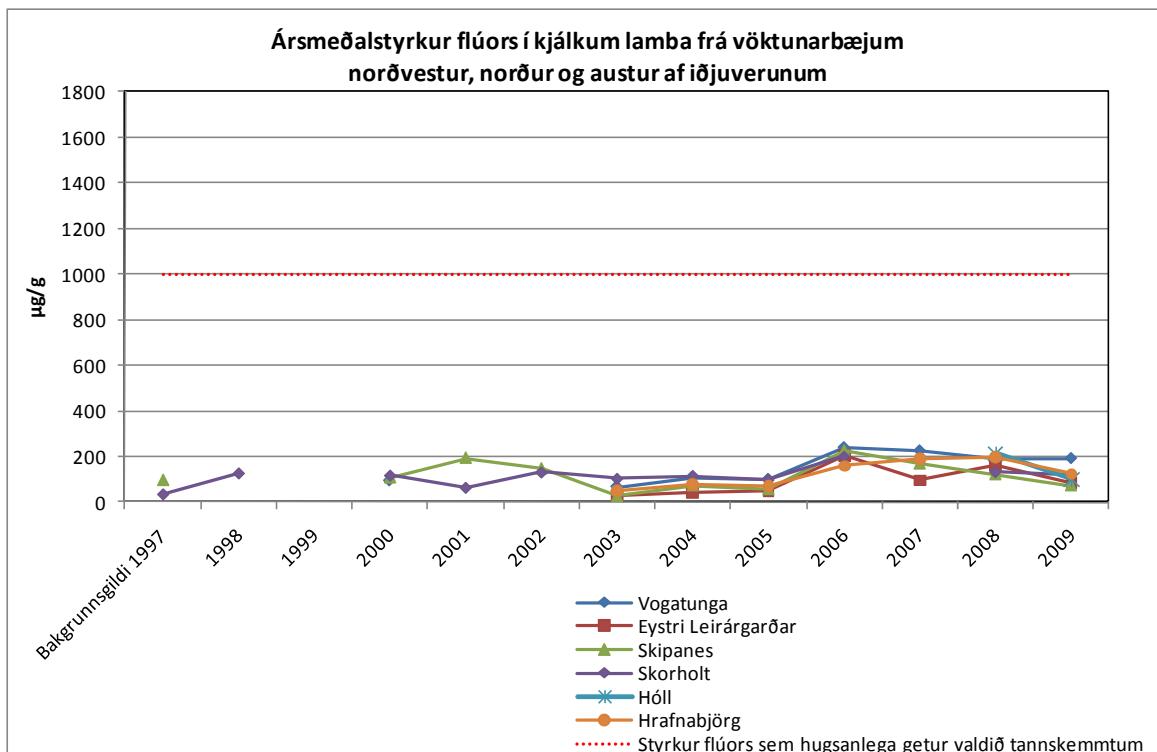


Mynd 6.2 Ársmeðalstyrkur flúors í kjálkum lamba 1997-2009, allir vöktunarbæir í Hvalfirði teknir saman. Bilun varð í þurrhreinsivirkni 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

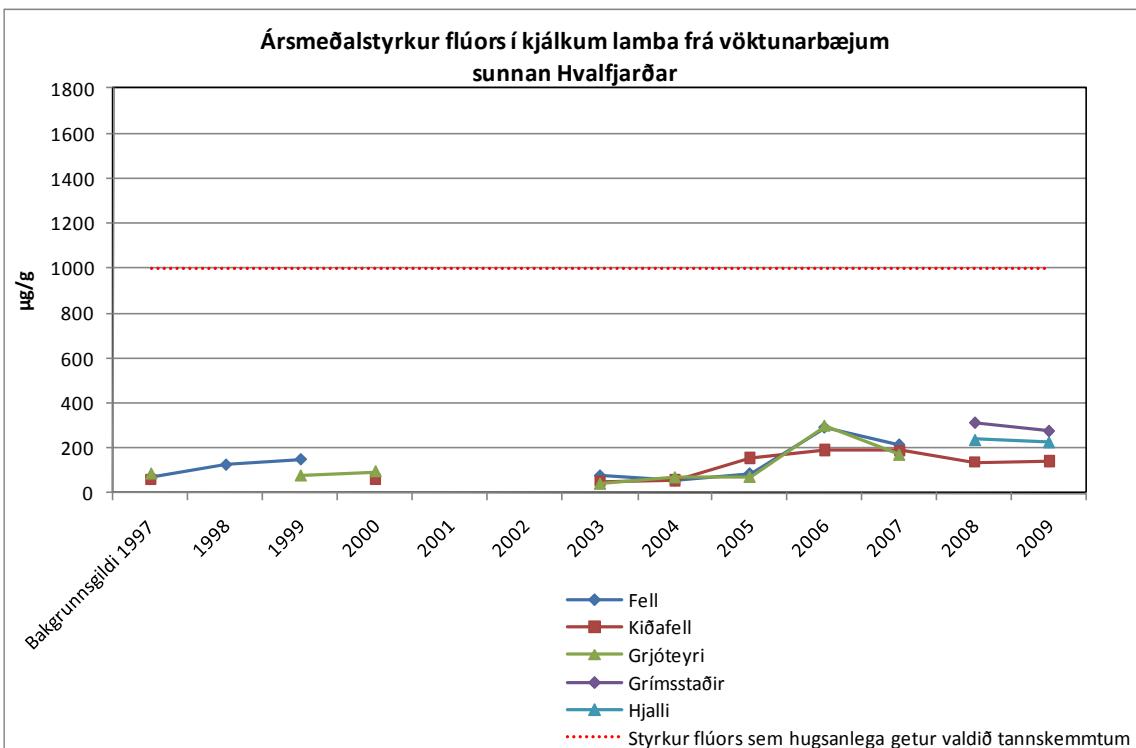
¹⁴ Malin Sundberg, 2009.



Mynd 6.3 Meðalstyrkur flúors í kjálkum lamba 1997-2009 frá bæjum vestur og suðvestur af iðjuverunum. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.4 Meðalstyrkur flúors í kjálkum lamba 1997-2009 frá bæjum norðvestur, norður og austur af iðjuverunum. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.5 Meðalstyrkur flúors í kjálkum lamba 1997-2009 frá bæjum sunnan Hvalfjarðar. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

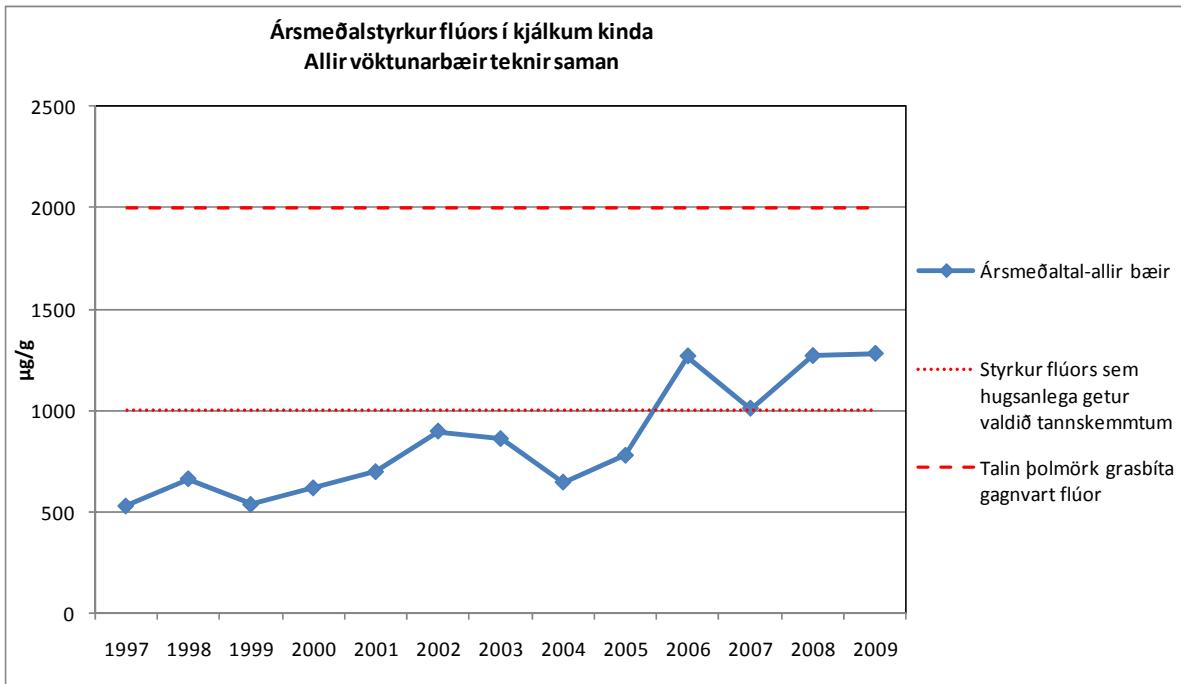
6.2.2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORSTYRK Í KINDUM

Hvað kindur varðar er samanburður á styrk flúors og meðaltalsstyrk á milli ára erfiður því aldur sláturdýra er misjafn (erfitt hefur verið að fá dýr á sama aldrí í flúormælingar), æviskeið ekki alltaf ljóst, ekki berast hausar af kindum frá öllum bæjum öll ár. Ekki bárust hausar af kindum úr heimaslátrun á Vogatungu og Gröf II á Keldur.

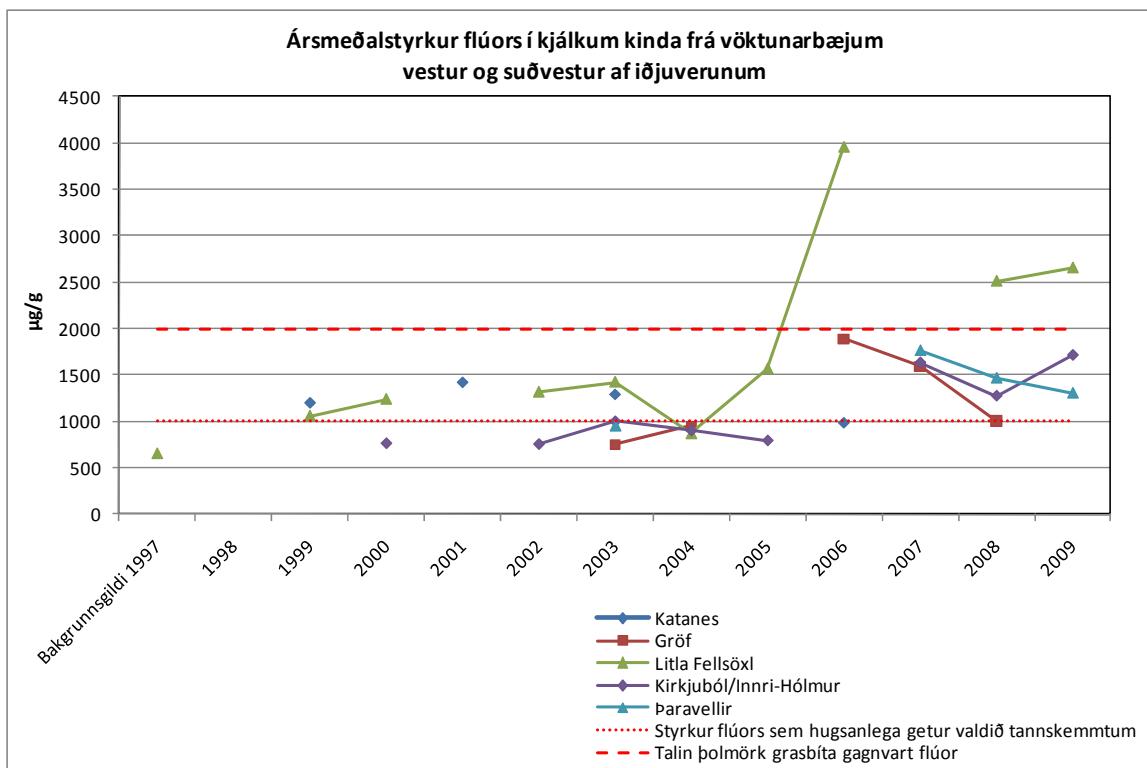
Meðalstyrkur flúors í kjálkum kinda haustið 2009 var svipaður og haustið 2008 (**mynd 6.6**) en breytileiki í styrk var þó meiri haustið 2009. Meðalstyrkur flúors í kindum frá einstaka vöktunarbæjum var yfirleitt svipaður eða minnkaði á milli ára (**myndir 6.7-6.9**). Undantekning eru þó kindur frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi norðan fjarðar (**mynd 6.7**) og Hjalla sunnan fjarðar (**mynd 6.9**) þar sem meðalstyrkur flúors jókst.

Meðaltstyrkur flúors var yfir þeim styrk sem talinn er vera þolmörk gagnvart flúor í þremur kindum frá Litlu Fellsöxl (2119 µg/g, 3238 µg/g, 3373 µg/g), einni kind frá Þaravöllum (2435 µg/g), einni kind frá Kirkjubóli/Innri Hólmi (2102 µg/g) og einni kind frá Hrafnabjörgum (2004 µg/g)¹⁵. Kindurnar frá Litlu Fellsöxl voru 4 vетra. Kindin frá Þaravöllum var eldri en 4 vетra (nákvæmur aldur ekki vitaður), kindin frá Kirkjubóli/Innri Hólmi u.p.b. 3 vетra og kindin frá Hrafnabjörgum 8 vетra. Ljóst er að styrkur flúor eykst í beinum dýranna eftir því sem þau eldast.

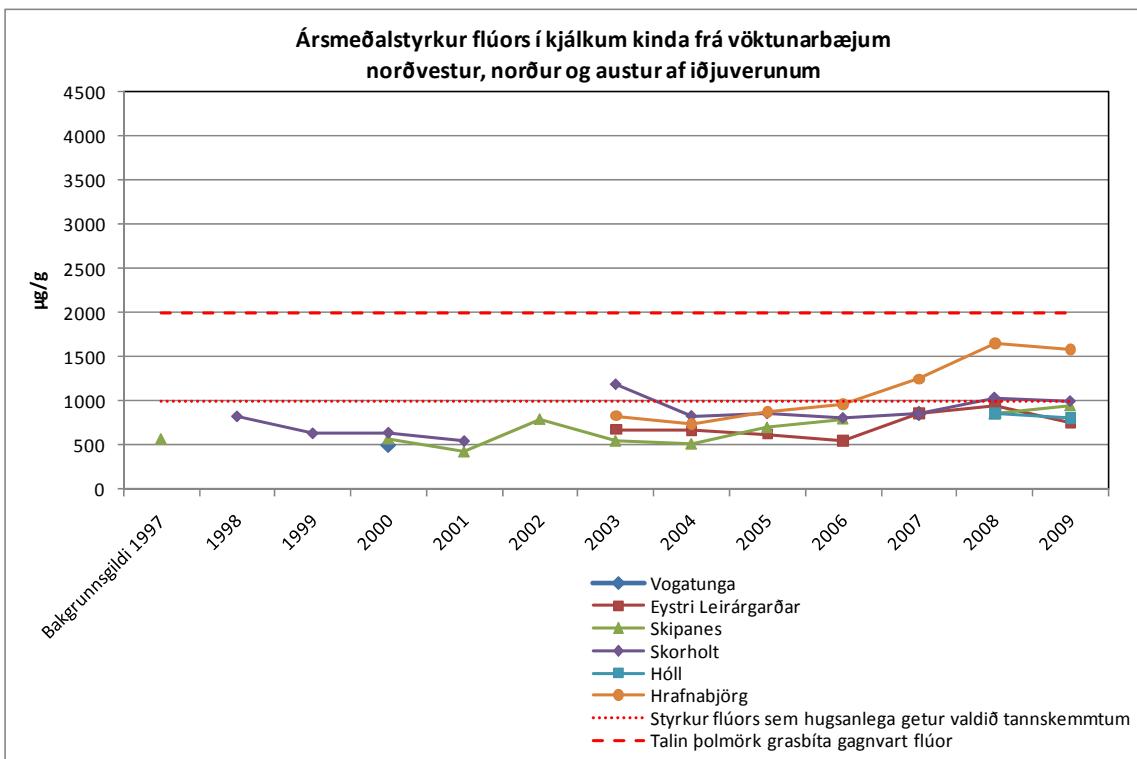
¹⁵ Malin Sundberg, 2009.



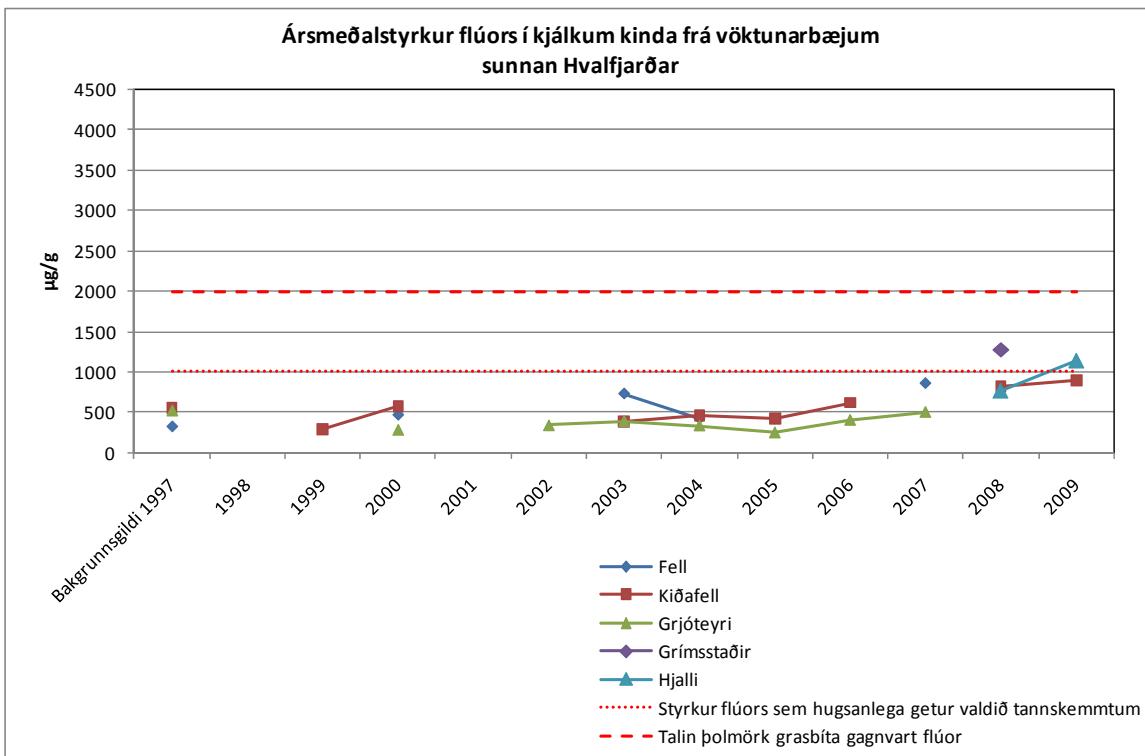
Mynd 6.6 Meðalstyrkur flúors í kjálkum kinda árin 1997-2009, allir vöktunarbær í Hvalfirði teknir saman. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.7 Meðalstyrkur flúors í kjálkum kinda árin 1997-2009 frá vöktunarbæjum vestur og suðvestur af iðjuverunum. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.8 Meðalstyrkur flúors í kjálkum kinda árin 1997-2009 frá vöktunarbæjum norðvestur, norður og austur af iðjuverunum. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.



Mynd 6.9 Meðalstyrkur flúors í kjálkum kinda árin 1997-2009 frá vöktunarbæjum sunnan Hvalfjarðar. Bilun varð í þurrhreinsivirk 1 hjá Norðuráli 24/8 2006.

6.2.3 NIÐURSTAÐA SKOÐUNAR DÝRALÆKNIS Á KJÁLKUM

Dýralæknir skoðaði kjálka lamba og kinda frá vöktunarbæjunum áður en hausarnir fóru í flúormælingar. Dýralæknir tók síðan mið af mæligildum flúors við túlkun skoðunar¹⁶.

Nokkuð var um slit á tönnum, upplitun og tannlos hjá fullorðnu fé sem takmarkaði sjónrænt mat m.t.t. flúoráhrifa. Einnig var nokkuð um beinrýrnun sökum tannholds- og tannslíðursbólgu, og þykknun í kjálkabeini.

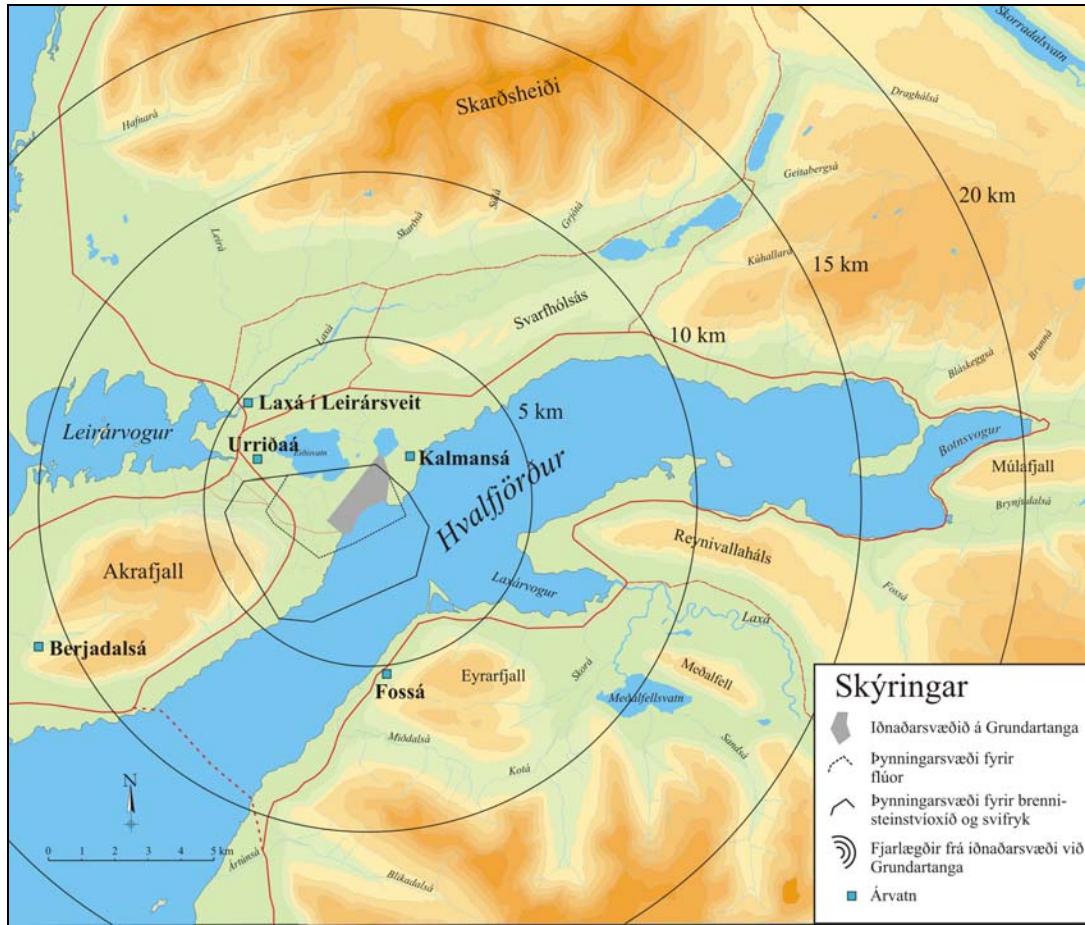
Við skoðun sáust breytingar í framtönum tveggja kinda frá Litlu Fellsöxl (tilheyrðu Eystri Leirárgörðum) sem hugsanlega eru af völdum flúoráhrifa. Sá grunur hefur ekki verið staðfestur. Glerungurinn framan á tönnum var eyddur og/eða yfirborð brúnleitt, hrjúft og stundum með litlar dældir (þvermál undir 1 mm). Einnig höfðu tvær aðrar kindur svipaðar en vægari breytingar í framtönum, þ.e. ein kind frá Þaravöllum og ein frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi.

Kindurnar tvær frá Litlu-Fellsöxl voru báðar 4 vетra og var flúorstyrkur í tönnum og kjálkum þeirra 2119 µg/g og 3373 µg/g. Hinar kindurnar tvær voru 2-3 vетra og var flúorstyrkur í tönnum og kjálkum þeirra 725 µg/g (frá Þaravöllum) og 2102 µg/g (frá Kirkjubóli/Innri-Hólmi).

Flúorskaði á tönnum (gaddur) sauðfjár á vöktunarsvæðinu hefur aldrei verið staðfestur frá upphafi vöktunar. Samkvæmt upplýsingum frá ábúanda á Litlu Fellsöxl var fé frá bænum yfirleitt á beit austan megin í Akrafjalli allt austur að Mörk og því að hluta innan þynningarsvæðis. Búast má við því að neikvæð áhrif flúors frá álveri Norðuráls geti komið fram á sauðfé sem beitt er langtínum saman innan þynningarsvæðisins. Hugsanlega má útskýra grunsamlegar breytingar á tönnum kinda frá hinum bæjunum með sömu ástæðu.

¹⁶ Ólöf G. Sigurðardóttir, 2010.

7 ÁRVATN



Mynd 7.1 Vöktunarstaðir fyrir ferskvatn í Hvalfirði árið 2009. Vatnssýnum var safnað einu sinni til tvisvar í mánuði frá apríl til október.

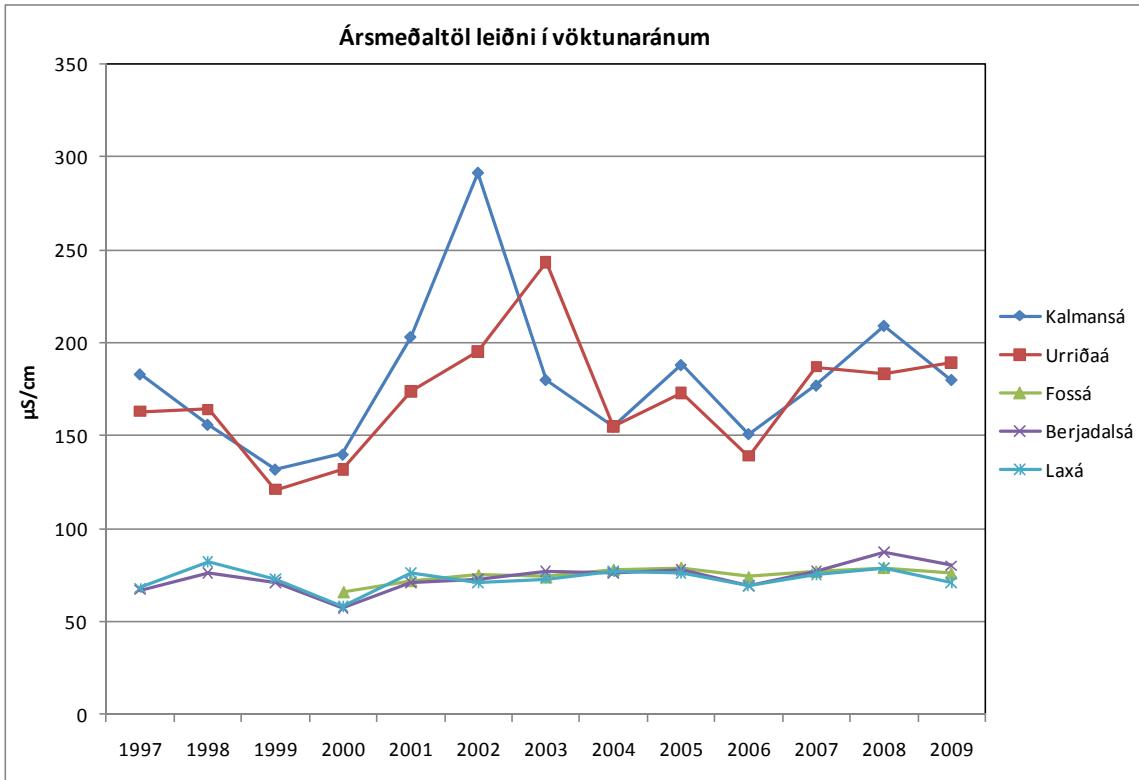
7.1 NIÐURSTÖÐUR

7.1.1 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á LEIÐNI ÁRVATNS

Leiðnimælingar gefa vísbendingu um heildarstyrk jóna í vatnslausn. Leiðni í ánum hefur verið svipuð frá upphafi vöktunar (**mynd 7.2**)¹⁷. Árið 2009 var leiðni Kalmansár og Urriðaár líkt og áður hærri og breytilegri en hinna ánna eða á bilinu $130\text{--}287 \mu\text{S}/\text{cm}$ og var heildarmeðaltal í þeim $185\pm49 \mu\text{S}/\text{cm}$. Afbrigðilega há leiðni mældist í vatnssýnum úr þessum ám í ágúst 2009 og er þeim mæligildum sleppt í meðaltali og á **mynd 7.2**. Kalmansá og Urriðaá eru viðkvæmar fyrir þurrum á sumrin og hárri sjávarstöðu. Þær geta þornað upp og mikilla áhrifa frá stórstraumsflóðum gætt á sýnatökustöðum í ánum (eru nærrí sjó). Mælingar á klóríðstyrk staðfesta þetta (kafli 7.1.2).

Í bergvatnsánum var leiðni árið 2009 á bilinu $58\text{--}90 \mu\text{S}/\text{cm}$ og var meðaltal í þeim öllum $75\pm9 \mu\text{S}/\text{cm}$. Meðaltal leiðni allra ánna, að meðtöldum Kalmansá og Urriðaá, er $119 \mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og undanfarin ár.

¹⁷ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009b.



Mynd 7.2 Ársmeðaltöl leiðni í ám árin 1997-2009. Í Fossá hófust mælingar árið 1999.

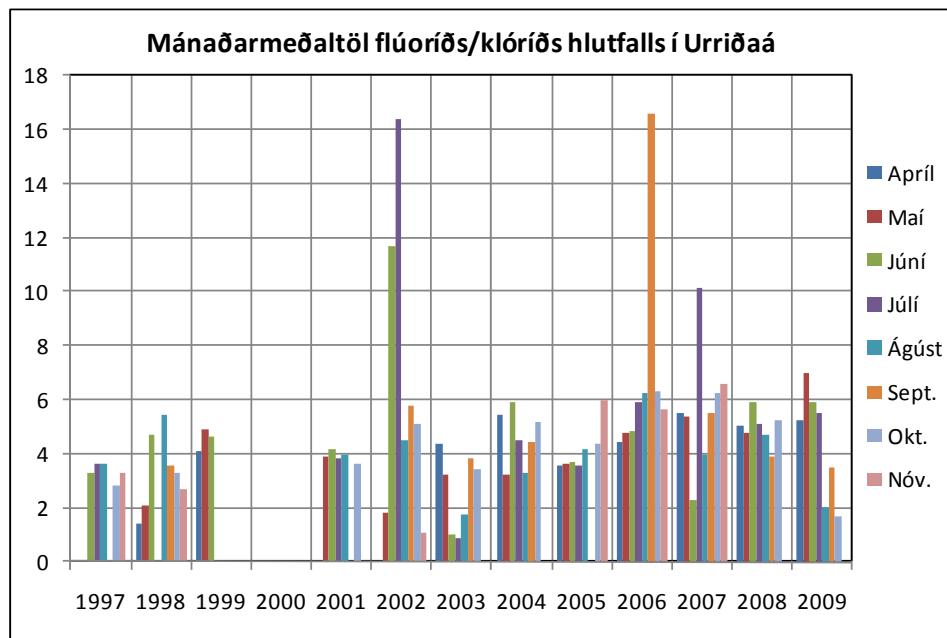
7.1.2 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á FLÚORÍÐSTYRK Í ÁRVATNI

Niðurstöður rannsóknna á áhrifum flúormengunar frá álverum sýna að styrkur flúoríðs í vatni yfir 0,2 mg/l er talinn geta skaðað laxfiska¹⁸. Ekki hafa verið sett skaðsemismörk fyrir ferskvatnsfisk gagnvart flúoríði hér á landi. Þessi styrkur er vel yfir því sem mælst hefur í ám í grennd við Norðurál, frá því mælingar hófust. Styrkur flúoríðs í bergvatnsánum (Fossá, Laxá og Berjadalsá) hefur verið nær óbreyttur í gegnum árin. Styrkurinn hefur hins vegar verið breytilegri í Kalmansá og Urriðaá¹⁹. Meðalstyrkur flúoríðs í Kalmansá og Urriðaá var lægri árið 2009 en árið 2008. Þessi niðurstaða getur endurspeglad styrk flúors í lofti á svæðinu vegna þess að þessar ár eru næmar fyrir breytingum á losun frá álverinu. Uppsprettu Kalmansár og Urriðaár er í grunnum vötnum í grennd við iðjuverin og takmarkast rennsli í ánum við langvarandi þurrka.

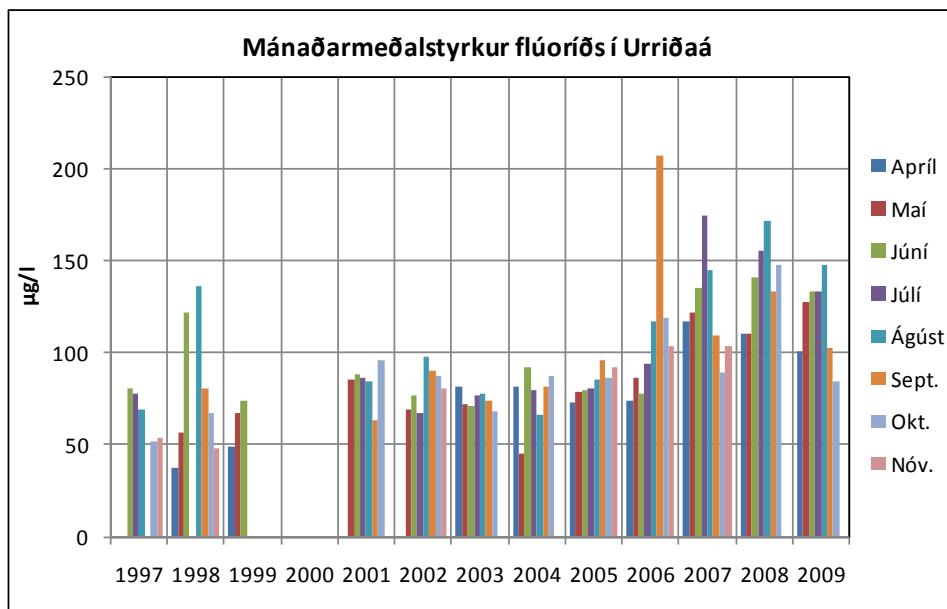
Klóríð er mælt í ánum til að sýna áhrif frá sjó. Klóríðstyrkur í þeim hefur frá upphafi vöktunar verið innan viðmiðunarmarka fyrir neysluvatn (200 mg/l í reglugerð nr. 319/1995). Reiknað var flúoríð/klóríð hlutfall í Urriðaá til að taka út áhrif sjávar. Á mynd 7.3 eru mánaðarmeðaltöl hlutfallsins sýnd fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009. Á mynd 7.5 eru sýnd ársmeðaltöl flúoríðs/klóríðs hlutfalls sömu ár. Til samanburðar eru meðaltöl flúoríðstyrks í Urriðaá sýnd á myndum 7.4 og 7.6. Flúoríð/klóríð hlutfallið sýnir að styrkur flúors á vöktunarsvæðinu var minni árið 2009 en 2008 (mynd 7.5) og að meiri áhrifa frá sjó gætti í ágúst 2009 en aðra mælimánuði (mynd 7.4). Kalmansá og Urriðaá eru á köflum afar vatnslitlar seinnihluta sumars, sem getur haft áhrif á efnainnihald þeirra, og þá koma yfirleitt fram meiri áhrif frá sjó en aðra mælimánuði.

¹⁸ Foulkens og Anderson, 1994, yfirlitsgrein.

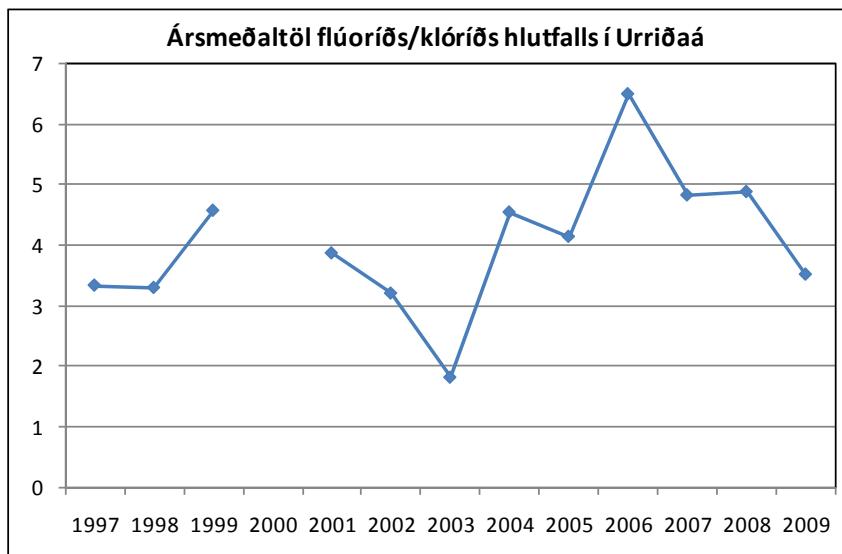
¹⁹ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009b.



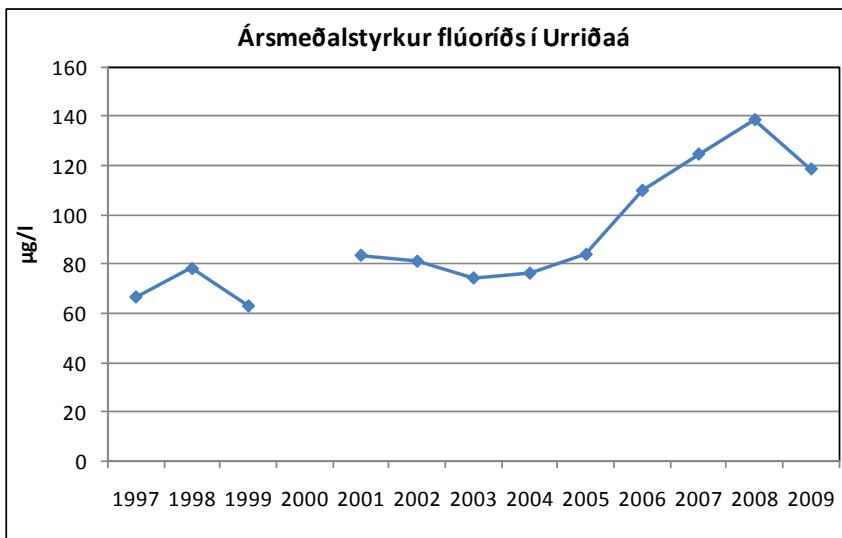
Mynd 7.3 Mánaðarmeðaltöl flúoríðs/klóríðs hlutfalls í Urriðaá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.4 Mánaðarmeðalstyrkur flúoríðs í Urriðaá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.5 Ársmeðaltöl flúoríðs/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



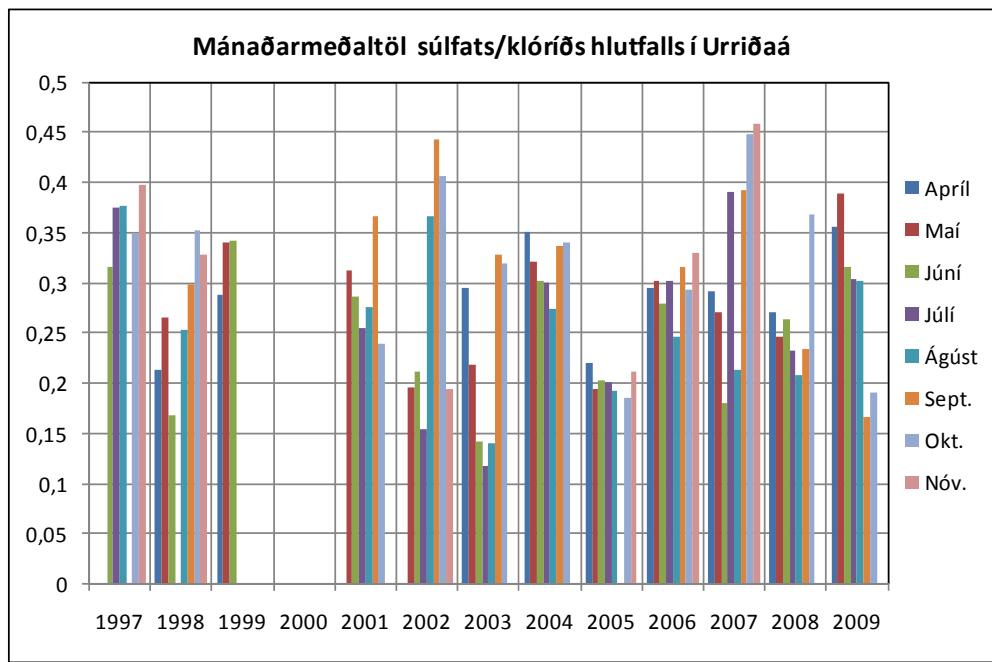
Mynd 7.6 Ársmeðalstyrkur flúoríðs í Urriðaá árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

7.1.3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á BRENNISTEINSSTYRK Í ÁRVATNI

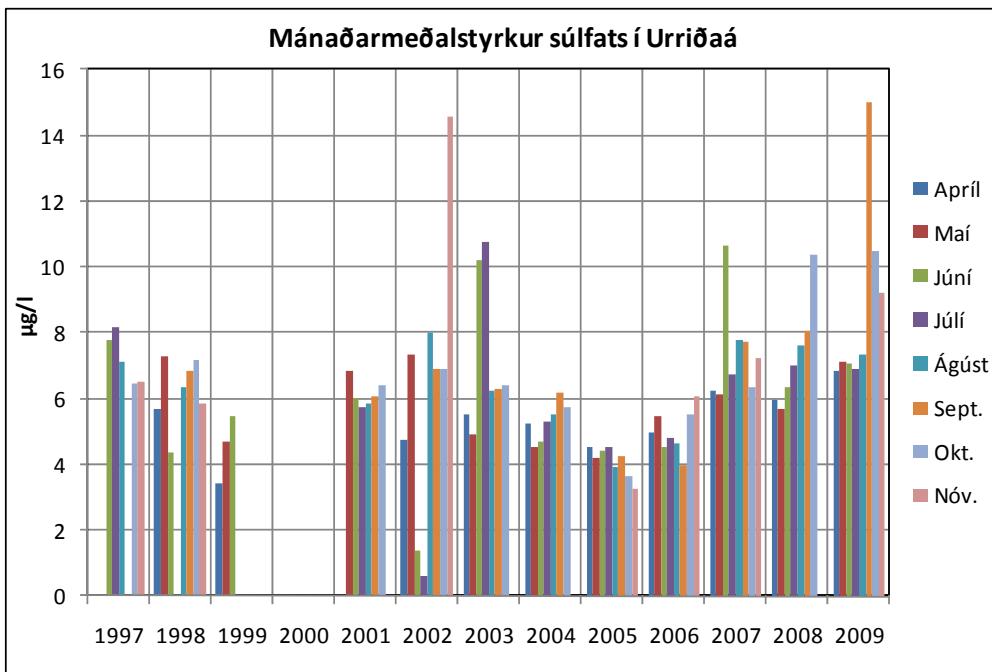
Styrkur brennisteins (S , mælt sem súlfat, SO_4^{2-}) í vöktunaránum hefur frá upphafi vöktunar verið innan viðmiðunarmarka fyrir leyfilegan hámarksstyrk, 200 mg/l, skv. reglugerð nr. 319/1995. Meðalstyrkur brennisteins í bergvatnsánum hafa verið stöðugur í gegnum árin en breytilegri í Kalmansá og Urriðaá²⁰.

Reiknað hefur verið súlfat/klóríð hlutfall í Urriðaá (sjá mánaðarmeðaltöl hlutfallsins fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009 á **mynd 7.7**). Á **mynd 7.9** er sýndur ársmeðalstyrkur súlfats/klóríðs hlutfalls hvers árs. Til samanburðar eru meðaltöl súlfatstyrks í ánni sýnd á **myndum 7.8 og 7.10**. Hlutfallið sýnir að styrkur brennisteins á vöktunarsvæðinu hefur sveiflast á milli ára og ekki er sjáanleg aukning á undanförnum árum.

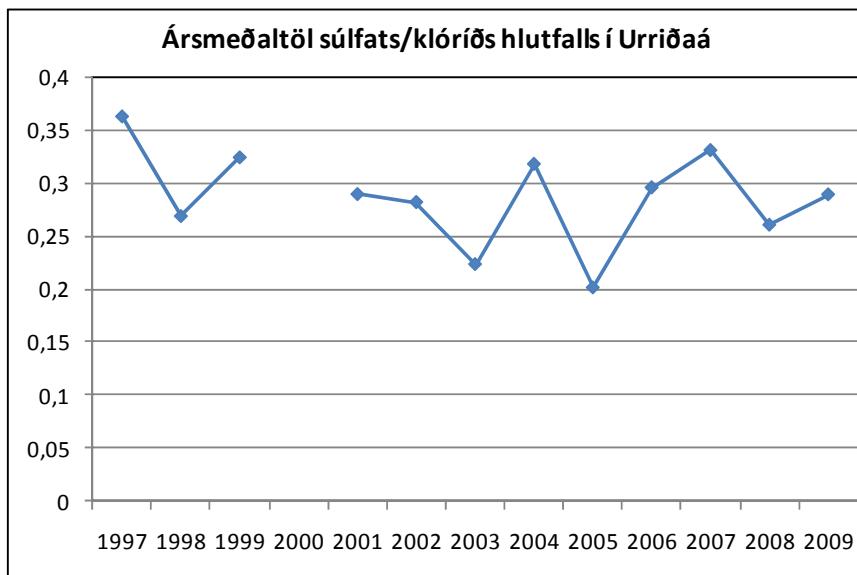
²⁰ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009b.



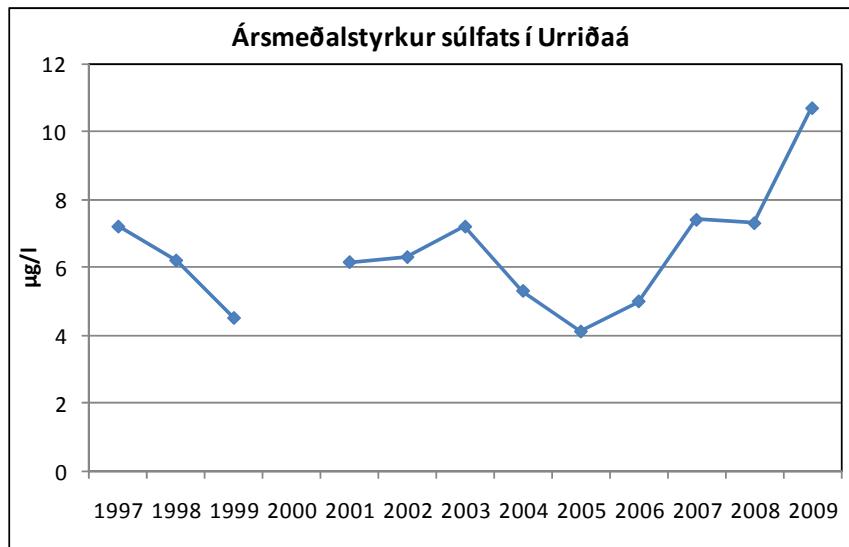
Mynd 7.7 Mánaðarmeðaltöl súlfats/klóríðs hlutfalls í Urriðaá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.8 Mánaðarmeðalstyrkur súlfats í Urriðaá fyrir hvern mælimánuð árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



Mynd 7.9 Ársmeðaltöl súlfats/klóríðs hlutfalls í Urriðaá árin 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.



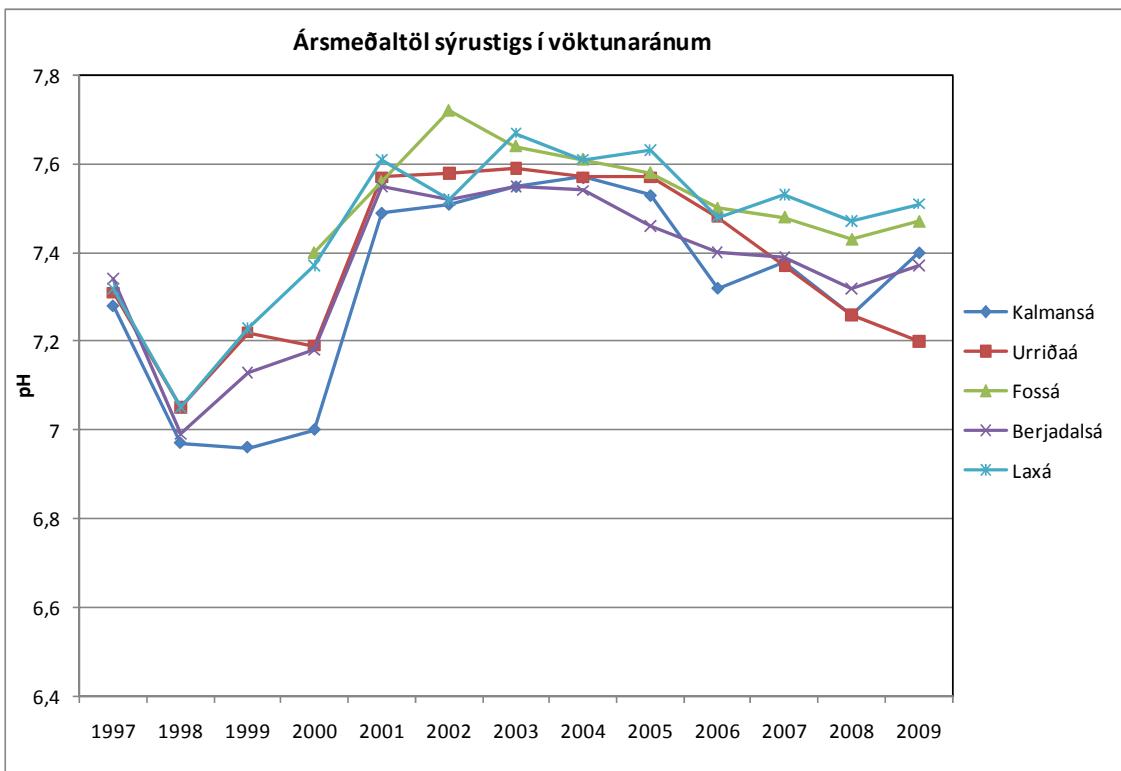
Mynd 7.10 Ársmeðalstyrkur súlfats í Urriðaá 1997-2009. Mælingar fóru ekki fram árið 2000.

7.1.4 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á SÝRUSTIGI ÁRVATNS

Sýrustig í ánum hefur frá upphafi vöktunar verið innan marka þeirra sem sett eru í reglugerð um neysluvatns (nr. 319/1995), pH 6,5-9,5 (**mynd 7.11**)²¹. Breytileiki er meiri í pH gildi í Kalmansá og Urriðaá en í bergvatnsánum. Árið 2009 var sýrustig í Kalmansá og Urriðaá á bilinu 6,9-8,0 og meðaltalið í þeim $7,3 \pm 0,3$. Í bergvatnsánum var sýrustigið á bilinu 7,2-7,7 og meðaltalið í þeim öllum $7,4 \pm 0,2$.

Tímaröð mælinga er ekki nógú löng til að hægt sé að segja til um hvort breytingar umfram náttúrulegar sveiflur hafi orðið á sýrustigi ánna frá árinu 1997.

²¹ Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009b.



Mynd 7.11 Niðurstöður mælinga á sýrustigi í ám árin 1997-2009.

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.
- Foulkens og Anderson, 1994. *Impact of artificial fluoridation on Salmon species in the Northwest USA and British Columbia, Canada*. Fluoride 27: 220-226.
- 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, 2010. *Flúor í beinum 2009*. Efnagreiningardeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 5. mars 2009.
- Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009a. *Umhverfisvöktun á Grundartanga og í Hvalfirði. Síðari hluti apríl–október 2009*. Efnagreiningardeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands.
- Hermann Þórðarson og Helgi F. Magnússon, 2009b. *Umhverfisvöktun í Hvalfirði, ferskvatnsmælingar 2009*. 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.
- Malin Sundberg, 2010. *Flúor í gróðri við Hvalfjörð 2008*. Niðurstöður mælinga sendar til Jóhönnu B. Weisshappel, Mannvit hf., í janúar 2010.
- 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.
- Ólöf G. Sigurðardóttir, 2010. *Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir iðnaðarsvæðið á Grundartanga*. Keldur, 2008/12/0012.