

# Alcoa Fjarðaál

## Umhverfisvöktun 2010





## Samantekt

### Loftgæði

Fjallað er um niðurstöður mælinga í fjórum mælistöðvum á Reyðarfirði fyrir árið 2010.

#### *Veðurgögn*

Meðalhiti allra mælistöðva var 4,1°C og meðalvindhraði 4,0 m/s en mældust 4,5°C og 4,1 m/s árið 2008. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ráðandi.

#### *Svífryk*

Svífryk mælist mjög svipað í öllum stöðvum og árið 2009 og sveiflast á bilinu 4 til 13 µg/m<sup>3</sup>. Meðaltal ársins er 7,3 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 7,4 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Engar mælingar nálgast heilsuverndarmörk (50 µg/m<sup>3</sup>) en hæsta einstaka mæling er 12,7 µg/m<sup>3</sup>.

#### *Brennisteinstvíoxíð*

Ársmeðaltöl hafa hækkað á öllum stöðvum á bilinu 0,8 til 1,5 µg/m<sup>3</sup> og er meðaltal ársins 3,6 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 2,4 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Hæsta klukkustundar meðaltal mælist í júní í stöð 2190,5 µg/m<sup>3</sup> (heilsuverndarmörk eru 350 µg/m<sup>3</sup>). Hæstu dagsmeðaltöl eru í stöð 2 í október 59,8 µg/m<sup>3</sup> og 55,3 µg/m<sup>3</sup> í stöð 4 í sama mánuði (gróðurverndarmörk eru 50 µg/m<sup>3</sup>).

#### *Flúor*

Ársmeðaltöl hafa hækkað í stöðvum 1, 2 og 3 en ekkert í stöð 4 miðað við árið 2009. Heildarmeðaltal ársins er 0,23 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,13 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Hafa þarf í huga að bilanir í stöðvunum voru talsvert tíðar.

Flúor í ryki í lofti er mældur í svífrykssíum og eru litlar sem engar breytingar á milli árána 2009 og 2010. Heildarmeðaltal er 0,07 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,06 µg/m<sup>3</sup> árið áður.

#### *PAH – 16 í svífrykssíum.*

PAH-16 mælist nokkuð hærra en á síðasta ári ef horft er til heildarmeðaltals ársins sem er 0,17 ng/m<sup>3</sup> í stað 0,07 ng/m<sup>3</sup> árið 2009. Til samanburðar má nefna að árið 2007 er heildarmeðaltal 0,25 ng/m<sup>3</sup>. Mestu munar um há gildi í öllum stöðvum í janúar og enn hærra gildi í stöðvum 1, 3 og 4 í febrúar.

#### *Efnainnihald í úrkomu*

Sýrustig í úrkomu lækkar í öllum stöðvum og ársmeðaltöl mælast á bilinu 4,3 til 4,8. Brennisteinn í úrkomu hækkar í öllum stöðvum sem ársmeðaltal og flúor lækkar í öllum stöðvum nema stöð 2.

### Gróður

Frá árinu 2004 hefur Náttúrustofa Austurlands vaktað gróður og vatn í tengslum við starfsemi álvers Alcoa-Fjarðaáls á Reyðarfirði. Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir gagnaöflun og niðurstöðum mælinga árið 2010 og mælingar bornar saman við fyrri ár.

Sýnum var safnað af gróðri á fyrirfram skilgreindum sýnatökustöðum í Reyðarfirði, bæði innan og utan þynningarsvæðis. Grasi, rabarbarastilkum og rabarbarablöðum var safnað sex sinnum yfir sumarið. Bláberjalyngi, fléttum, mosa, kartöflum, kartöflugrösum, laufblöðum reynitrijaá, berjum, mosa, furunálum frá fyrra ári og nývöxnum furunálum var safnað einu sinni.

Flúoríð var mælt í öllum gróðursýnum. Auk þess var styrkur þungmálma mældur í barrnálum, grænmeti og laufblöðum reyniviðar og hlutfall köfnunarefnis og brennisteins mælt í grasi, grænmeti, blöðum reynitrijaá og barrnálum.

Sjónrænt mat var lagt á ástand sjaldgæfra tegunda, gróðurs í görðum og mólendi. Tilgangurinn var að meta heilbrigði gróðurs og athuga hvort plöntur bæru einhver merki sem líkst gætu flúorskemmdum. Auk þess voru fléttur á steinum ljósmyndaðar í 47 reitum.

Vatni var safnað fjórum sinnum og snjó var safnað tvisvar sinnum. Í vatni er mælt pH-gildi, flúoríð, klóríð, súlfat, þungmálmar og PAH-16. Í snjó er einungis mælt PAH-16.

Helstu niðurstöður voru:

- að styrkur flúoríðs í berjum, rabarbara og kartöflum er undir greiningarmörkum.

- að dreifingarmynstur flúoríðs er sambærilegt milli tegunda.
- að meðaltalsgildi flúoríðs í grasi utan þýnningarsvæðis er undir viðmiðum fyrir grasbíta.
- að áhrif á hreindýr eru lítil.
- að styrkur flúoríðs í gróðri hefur ýmist hækkað eða lækkað milli ára 2009 og 2010.
- að styrkur flúoríðs í gróðri var breytilegur eftir tegundum innan sömu svæða.
- að sýnileg áhrif á plöntur voru lítil.
- að áhrif álvers á styrk köfnunarefnis, brennisteins og þungmálma í plöntum er óljós.
- að styrkur og dreifing þungmálma í gróðri í Reyðarfirði virðist tilviljunarkenndur og í flestum tilvikum ekki hægt að tengja breytingarnar við rekstur álversins.
- að styrkur blýs og kadmíums í kartöflum og rabarbara í Reyðarfirði er sums staðar yfir hámarks viðmiðunargildum fyrir grænmeti. Ekki er ljóst hver er uppruni þessarar mengunar og ekki eru til bakgrunnsgildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði. Frekari athugunar er þörf.
- að flúoríð mælist ekki í ár- eða drykkjar-vatni.
- að sveiflur sem mælast í styrk PAH-efna í snjó innan og utan þýnningarsvæðis og á milli ára eru afleiðing tilviljunarkenndrar mengunar og óvissu í mælingum.

Sýnilegar skemmdir á gróðri í Reyðarfirði eru litlar. Gildi flúoríðs í gróðursýnum er í samræmi við væntingar m.v. stærð álversins. Mikil lækun í mosa, fléttum og bláberjalyngi frá 2009 til 2010 er ekki að fullu skýrð, en tengist líklegast úrkomu og magni flúoríðs í lofti í tengslum við sýnatökur.

Sýnataka ársins 2011 mun leiða í ljós hvort að sýnin árið 2010 voru óvenju lág, eða hvort sýnin 2009 voru óvenju há. Breytilegur styrkur flúoríðs í mismunandi tegundum gróðurs verður ekki skýrður öðru vísi en með samspili margra ólíkra þátta, s.s. upptöku og losun ólíkra tegunda, veðurfari og tímasetningu söfnunar.

## Efnisyfirlit

<b>Samantekt</b> .....	<b>i</b>
<b>Efnisyfirlit</b> .....	<b>iii</b>
<b>Yfirlit yfir myndir</b> .....	<b>iv</b>
<b>Yfirlit yfir töflur</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Inngangur</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Aðferðir</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Loftgæði</b> .....	<b>11</b>
3.1 Veðurgögn .....	11
3.2 Svífryk .....	13
3.3 Brennisteinstvíoxíð .....	14
3.4 Flúor í lofti .....	16
3.5 Flúor í ryki .....	17
3.6 PAH í svífrykssíum .....	18
3.7 Efnainnihald úrkomu .....	19
<b>4 Gróðursýni</b> .....	<b>23</b>
4.1 Söfnunaraðferðir og meðhöndlun sýna .....	23
4.2 Úrvinnsla og aðferðir .....	23
<b>5 Efnagreiningar á gróðri</b> .....	<b>25</b>
5.1 Gras .....	25
5.1.1 Flúoríð .....	25
5.1.2 Brennisteinn og köfnunarefni .....	29
5.2 Mosi .....	31
5.3 Fléttur .....	34
5.4 Bláberjalyng .....	37
5.5 Reyniviður .....	39
5.5.1 Flúoríð .....	39
5.5.2 Brennisteinn og köfnunarefni .....	41
5.5.3 Þungmálmar .....	43
5.6 Barrnálar .....	45
5.6.1 Flúoríð .....	45
5.6.2 Brennisteinn, köfnunarefni og þungmálmar .....	47
5.6.3 Þungmálmar .....	50
5.7 Bláber og krækiber .....	52
5.8 Rabarbari .....	53
5.8.1 Flúoríð .....	53
5.8.2 Brennisteinn og köfnunarefni .....	55
5.8.3 Þungmálmar .....	57
5.9 Kartöflur .....	59
5.9.1 Flúoríð .....	59
5.9.2 Þungmálmar .....	60
<b>6 Vetrarhey</b> .....	<b>62</b>
<b>7 Vatn og snjór</b> .....	<b>63</b>
7.1.1 Sýrustig (pH) í vatnssýnum .....	63
7.1.2 Flúor í vatnssýnum .....	64
7.1.3 PAH í vatnssýnum .....	65
7.1.4 Aðrar greiningar á vatnssýnum .....	66
7.1.5 PAH í snjósýnum .....	66
<b>8 Sjónrænt mat á heilbrigði gróðurs</b> .....	<b>68</b>

8.1	Áhrif flúoríðs á gróður .....	68
8.2	Sjaldgæfar tegundir .....	68
8.3	Garðaplöntur og tré.....	69
8.4	Villtur gróður á 30 rannsóknarstöðvum.....	71
<b>9</b>	<b>Fléttureitir á steinum og klöppum.....</b>	<b>73</b>
<b>10</b>	<b>Ályktanir .....</b>	<b>74</b>
10.1	Loftmælingar.....	74
10.2	Flúoríð í gróðri.....	74
10.2.1	Dreifingarmynstur flúoríðs er sambærilegt milli tegunda.....	74
10.2.2	Styrkur flúoríðs í gróðri hefur ýmist hækkað eða lækkað milli árunna 2009 og 2010.....	74
10.2.3	Styrkur flúoríðs í gróðri var breytilegur eftir tegundum innan sömu svæða .....	75
10.2.4	Meðaltalsgildi flúoríðs í grassýnum utan þynningarsvæðis undir viðmiðum fyrir grasbíta .....	75
10.2.5	Lítill augljós áhrif á hreindýr .....	75
10.2.6	Styrkur flúoríðs í berjum, rabarbara og kartöflum undir viðmiðunarmörkum .....	75
10.2.7	Lítill sýnileg áhrif á plöntur .....	76
10.3	Áhrif álvers á styrk köfnunarefnis, brennisteins og þungmálma í plöntum óljós .....	76
10.4	Styrkur og dreifing þungmálma .....	76
10.5	Efnamælingar á vatni og snjó .....	76
10.5.1	Styrkur PAH-efna í vatni yfir neysluvatnsviðmiðum næst álveri .....	76
10.5.2	Tilviljunarkenndur breytileiki í styrk PAH-efna í snjó .....	77
<b>11</b>	<b>Lokaorð.....</b>	<b>78</b>
<b>12</b>	<b>Heimildir .....</b>	<b>79</b>
<b>Viðaukar</b>	<b>.....</b>	<b>81</b>

## Yfirlit yfir myndir

MYND 2-1	STAÐSETNING VEÐUR- OG LOFTMÆLINGASTÖÐVA. SVARTIR ÞRÍHYRNINGAR SÝNA MÆLISTÖÐVAR FYRIR VEÐUR OG LOFTGÆÐI EN GULIR SJÁLFVIRKAR VEÐURSTÖÐVAR VEÐURSTOFU ÍSLANDS.....	10
MYND 3-1	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 1 .....	11
MYND 3-2	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 2 .....	11
MYND 3-3	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 3 .....	12
MYND 3-4	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 4 .....	12
MYND 3-5	SVIFRYK ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	13
MYND 3-6	BRENNISTEINSTVÍOXÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	14
MYND 3-7	FLÚOR Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	17
MYND 3-8	FLÚOR Í SVIFRYKSSÍUM ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	18
MYND 3-9	PAH – 16 Í SVIFRYKSÍUM ( $\text{NG}/\text{M}^3$ ).....	19
MYND 3-10	SÝRUSTIG, ÁRSMEÐALTÖL.....	20
MYND 3-11	FLÚOR Í REGNVATNI (MG/L).....	21
MYND 4-1	YFIRLITSKORT SEM SÝNIR STAÐSETNINGU ALLRA SÝNATÖKUSTAÐA Í REYÐARFIRÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009) .....	23
MYND 5-1	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASSÝNUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2010 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	25
MYND 5-2	MEÐALTALSGILDI ALLRA GRASSÝNA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) EFTIR SÝNATÖKUTÍMABILUM ÁRIN 2004-2010. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2010 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	25
MYND 5-3	SÝNATÖKUSTAÐIR GRASS Í REYÐARFIRÐI OG MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS SUMARIÐ 2010 (Á VAXTARTÍMA). (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	26
MYND 5-4	SÝNATÖKUSTÖÐUM GRASS VAR SKIPT Í FJÖGUR SVÆÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	26
MYND 5-5	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASI SUMARIÐ 2010, SKIPT UPP EFTIR SVÆÐUM. ....	27
MYND 5-6	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASI Á ÖLLUM SÝNATÖKUSTÖÐUM SUMRIN 2004-2010.....	28

MYND 5-7	MEDALTALSGILDI BRENNISTEINS (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) Í GRASSÝNUM ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2010 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	29
MYND 5-8	MEDALTALSGILDI KÖFNUNAREFNIS (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) Í GRASSÝNUM ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2010 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	29
MYND 5-9	MEDALTALSGILDI BRENNISTEINS (%) OG KÖFNUNAREFNIS (%) Í GRASI SUMRIN 2004-2010. ....	30
MYND 5-10	MEDALTALSGILDI BRENNISTEINS Í GRASI, SKIPT UPP EFTIR SVÆÐUM. ....	31
MYND 5-11	MEDALTALSGILDI KÖFNUNAREFNIS Í GRASI, SKIPT UPP EFTIR SVÆÐUM. ....	31
MYND 5-12	SÝNATÖKUSTAÐIR MOSA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	32
MYND 5-13	MEDALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í MOSA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 30 SÝNUM ÁR HVERT. ....	32
MYND 5-14	FLÚORÍÐ Í MOSA Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ....	33
MYND 5-15	SÝNATÖKUSTAÐIR FLÉTTA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009) ....	34
MYND 5-16	MEDALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í FLÉTTUSÝNUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 28-30 SÝNUM ÁR HVERT. ....	35
MYND 5-17	FLÚORÍÐ Í FLÉTTUM Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). * ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTÖÐUM L9 OG L20 ÁRIN 2009 OG 2010. ....	36
MYND 5-18	SÝNATÖKUSTAÐIR BLÁBERJALYNGS Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	37
MYND 5-19	MEDALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í BLÁBERJALYNGI (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 30 SÝNUM ÁR HVERT.....	37
MYND 5-20	FLÚORÍÐ Í BLÁBERJALYNGI Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ....	38
MYND 5-21	SÝNATÖKUSTAÐIR Á LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í ÁGÚST 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	39
MYND 5-22	ÖLL TRÉ VIÐ SÓMASTAÐI Hafa verið fjarlægð í tengslum við uppgerð á húsinu.....	39
MYND 5-23	MEDALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010. ....	40
MYND 5-24	FLÚORÍÐ Í LAUFUM REYNITRJÁA Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). * ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ BL4. ....	40
MYND 5-25	SÝNILEGAR SKEMMDIR AF VÖLDUM FLÚORÍÐS Á SÖFNUNARSTAÐ BL3 ÞAR SEM FLÚORÍÐ MÆLDIST 370 µG/G. TIL SAMANBURÐAR ER SÝND MYND FRÁ SÝNATÖKUSTAÐ BL7 ÞAR SEM EKKI VORU SJÁANLEGAR AUGLJÓSAM SKEMMDIR. ....	41
MYND 5-26	MEDALTALSGILDI BRENNISTEINS Í LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010. ....	42
MYND 5-27	MEDALTALSHLUTFALL KÖFNUNAREFNIS Í LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010. ....	42
MYND 5-28	BRENNISTEINN Í LAUFUM REYNIVÍÐAR Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ BL4 SUMARIÐ 2010. ....	43
MYND 5-29	KÖFNUNAREFNI Í BLÖÐUM REYNIVÍÐAR Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ BL4 SUMARIÐ 2010. ....	43
MYND 5-30	SÝNATÖKUSTAÐIR BARRNÁLA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Í OKTÓBER 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009) ....	45
MYND 5-31	SÝNATÖKUSTAÐIR BARRNÁLA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í BARRNÁLUM FRÁ FYRRA ÁRI (2009) Í OKTÓBER 2010 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009) ....	45
MYND 5-32	MEDALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í BARRNÁLUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010. ÁRTALIÐ Á LÁRÉTTA ÁSNUM VÍSAM Í SÖFNUNARÁR. ....	46
MYND 5-33	FLÚORÍÐ Í BARRNÁLUM FYRRA ÁRS Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ÁRTALIÐ Á LÁRÉTTA ÁSNUM VÍSAM Í SÖFNUNARÁR. ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10 SUMARIÐ 2010. ....	46

MYND 5-34	FLÚORÍÐ Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ CN10 SUMARIÐ 2010. ....	47
MYND 5-35	MEÐALTALSGILDI BRENNISTEINS (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) Í FURUNÁLUM ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2007-2009 EN 9 SÝNUM ÁRIN 2010. ÁRTALIÐ VÍSAR TIL SÖFNUNARÁRS. ....	47
MYND 5-36	MEÐALTALSGILDI KÖFNUNAREFNIS (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) Í FURUNÁLUM ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2007-2009 EN 9 SÝNUM ÁRIN 2010. ÁRTALIÐ VÍSAR TIL SÖFNUNARÁRS. ....	48
MYND 5-37	BRENNISTEINN Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1) Á TÍU STÖÐUM ÁRIN 2004-2009, EN Á NÍU STÖÐUM ÁRÍÐ 2010, ÞAR SEM ENGIN TRÉ ERU LENGUR Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10. ....	48
MYND 5-38	BRENNISTEINN Í BARRNÁLUM FYRRA ÁRS Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1) Á TÍU STÖÐUM ÁRIN 2004-2009, EN Á NÍU STÖÐUM ÁRÍÐ 2010, ÞAR SEM ENGIN TRÉ ERU LENGUR Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10. ÁRTALIÐ VÍSAR Í SÖFNUNARÁR.....	49
MYND 5-39	KÖFNUNAREFNI Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1) Á TÍU STÖÐUM ÁRIN 2004-2009, EN Á NÍU STÖÐUM ÁRÍÐ 2010, ÞAR SEM ENGIN TRÉ ERU LENGUR Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10. ....	49
MYND 5-40	KÖFNUNAREFNI Í BARRNÁLUM FYRRA ÁRS Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1) Á TÍU STÖÐUM ÁRIN 2004-2009, EN Á NÍU STÖÐUM ÁRÍÐ 2010, ÞAR SEM ENGIN TRÉ ERU LENGUR Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10. ÁRTALIÐ VÍSAR Í SÖFNUNARÁR.....	50
MYND 5-41	FLÚORÍÐ Í KRÆKIBERJUM Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2006-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ....	52
MYND 5-42	FLÚORÍÐ Í BLÁBERJUM Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2006-2010. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ....	53
MYND 5-43	SÝNATÖKUSTAÐIR RABARBARA Í REYÐARFIRÐI OG MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í RABARBARABLÖÐUM SUMARIÐ 2010. (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	53
MYND 5-44	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í RABARBARA ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 96 SÝNUM Í SEX SÝNATÖKUFERÐUM ÁRIN 2007-2010 EN 10 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	54
MYND 5-45	STYRKUR FLÚORÍÐS Í BLÖÐUM RABARBARA Á 8 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í SEX SÝNATÖKUFERÐUM SUMARIÐ 2010. ....	54
MYND 5-46	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í STILKUM OG BLÖÐUM RABARBARA Á ÁTTA Á SÖFNUNARSTÖÐUM SUMRIN 2004-2010. ....	55
MYND 5-47	MEÐALTALSGILDI BRENNISTEINS Í LAUFI OG STILKUM RABARBARA ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 96 SÝNUM Í 6 SÝNATÖKUFERÐUM ÁRIN 2007-2010 EN 10 SÝNUM Í EINNI SÝNATÖKUFERÐ ÁRIN 2004 OG 2007. ....	55
MYND 5-48	MEÐALTALSGILDI KÖFNUNAREFNIS Í LAUFI OG STILKUM RABARBARA ÁRIN 2004 TIL 2010 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 96 SÝNUM Í 6 SÝNATÖKUFERÐUM ÁRIN 2007-2010 EN 10 SÝNUM Í EINNI SÝNATÖKUFERÐ ÁRÍÐ 2004 OG FJÓRUM SÝNATÖKUFERÐUM ÁRÍÐ 2007. ....	56
MYND 5-49	HLUTFALL BRENNISTEINS Í LAUFI OG STILKUM RABARBARA Á SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004 TIL 2010. ....	56
MYND 5-50	HLUTFALL KÖFNUNAREFNIS Í LAUFI OG STILKUM RABARBARA Á SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004 TIL 2010. ....	57
MYND 5-51	STYRKUR FLÚORÍÐS Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM TVEIMUR Á SÖFNUNARSTÖÐUM SUMRIN 2004-2010. ....	59
MYND 6-1	SÝNATÖKUSTAÐIR VETRARHEYS Í REYÐARFIRÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	62
MYND 6-2	FLÚORÍÐ Í VETRARHEIY Á 4 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI 2004-2010 (N=1).....	62
MYND 7-1	SÖFNUNARSTAÐIR FYRIR VATN OG SNJÓ Á REYÐARFIRÐI OG ESKIFIRÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	63
MYND 7-2	ÁRSMÉÐALTAL SÝRUSTIGS Í VATNI (PH) Í FJÓRUM ÁM Í REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRUNUM 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL 2010. ....	64
MYND 7-3	ÁRSMÉÐALTAL SÝRUSTIGS Í DRYKKJARVATNI (PH) Í REYÐARFIRÐI OG ESKIFIRÐI FRÁ ÁRUNUM 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL 2010. ....	64
MYND 7-4	ÁRSMÉÐALTAL FLÚORS (MG/L) Í ÁRVATNI Í REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRUNUM 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL 2010. ....	65
MYND 7-5	ÁRSMÉÐALTAL FLÚORS (MG/L) Í DRYKKJARVATNI Í REYÐARFIRÐI OG ESKIFIRÐI ÁRIN 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL 2010. ....	65



MYND 7-6	ÁRSMEDALTAL PAH-16 EFNA Í SNJÓ FRÁ ÞREM STÖÐVUM UTAN ÞYNNINGARSVÆÐIS Í REYÐARFIRÐI, 2005 – 2011.....	67
MYND 7-7	ÁRSMEDALTAL PAH-16 EFNA Í SNJÓ FRÁ ÞREM STÖÐVUM INNAN ÞYNNINGARSVÆÐIS Í REYÐARFIRÐI, 2005 – 2011.....	67
MYND 8-1	SAMSETT MYND. ARONSVÖNDUR, ÞYRNIRÓS, STÓRIBURKNI OG GILJAFLÆKJA SUMARIÐ 2010. ....	69
MYND 8-2	HEILBRIGÐUR GRÓÐUR Í REYÐARFIRÐI. ....	69
MYND 8-3	MÖGULEGAR FLÚORSKEMMDIR Í GRÓÐRI VIÐ FRAMNES OG TEIGARGERÐI Í REYÐARFIRÐI. FURA (UPPI T.V.), ÖSP (UPPI T.H.), SIGURSKÚFUR (NIÐRI T.V.) OG ELRI (NIÐRI T.H.).....	70
MYND 8-4	T.V. SKEMMDIR Á REYNITRJÁM SÁUST Á NOKKRUM STÖÐUM Í REYÐARFIRÐI. T.H. UNДАРLEGA RAUÐLEITT BLÁGRENI VIÐ TEIGARGERÐI. NÆSTA TRÉ FYRIR AFTAN VAR FULLKOMLEGA HEILBRIGT AÐ SJÁ. ....	70
MYND 8-5	RANNSÓKNASTÖÐVAR Í REYÐARFIRÐI. SÝNILEGAR SKEMMDIR Á GRÓÐRI SEM LÍKTUST FLÚORSKEMMDUM SÁUST Á 15 STÖÐVUM. ....	71
MYND 8-6.	SAMSETT MYND. FLÚOR-LÍKAR SKEMMDIR Á GRÓÐRI Í RANNSÓKNARREITUM Í REYÐARFIRÐI OG NÆSTA NÁGRENNI ÞEIRRA. STINNASTÖR (T.V.), GRASVÍÐIR (UPPI T.H.) OG SORTULYNG (NIÐRI T.V.).....	72
MYND 8-7	BLEIKAR BÓLGUR Í FJALLDRAPA Í REYÐARFIRÐI 2010. ....	72
MYND 9-1	FLÉTTUREITUR Í REYÐARFIRÐI 2010. ....	73

## Yfirlit yfir töflur

TAFLA 3-1	SVIFRYK ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	13
TAFLA 3-2	BRENNISTEINSTEINVÍOXÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	14
TAFLA 3-3	BRENNISTEINSTEINVÍOXÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ), SAMANTEKT HÁGILDA. ....	15
TAFLA 3-4	FLÚOR Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	16
TAFLA 3-5	FLÚOR Í SVIFRYKSSÍUM ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ).....	17
TAFLA 3-6	PAH - 16 Í SVIFRYKSSÍUM ( $\text{NG}/\text{M}^3$ ).....	18
TAFLA 3-7	EFNAINNIHALD Í ÚRKOMU, ÁRSMEDALTÖL.....	19
TAFLA 3-8	FLÚOR Í ÚRKOMU ( $\text{MG}/\text{L}$ ).....	20
TAFLA 5-1	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í BLÖÐUM REYNIVÍÐAR ÁRIN 2009 OG 2010, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	44
TAFLA 5-2	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í BLÖÐUM REYNIVÍÐAR ÁRIN 2004, 2009 OG 2010. MEDALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	44
TAFLA 5-3	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM SEM SAFNAÐ VAR ÁRIN 2009 OG 2010, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	50
TAFLA 5-4	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í BARRNÁLUM FYRRA ÁRS SEM SAFNAÐ VAR ÁRIN 2009 OG 2010, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	51
TAFLA 5-5	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í BARRNÁLUM ÁRIN 2004, 2008, 2009 OG 2010. MEDALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	51
TAFLA 5-6	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í RABARBARABLÖÐUM ÁRIN 2009 OG 2010, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	57
TAFLA 5-7	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í RABARBARASTILKUM ÁRIN 2009 OG 2010, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	58
TAFLA 5-8	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í BARRNÁLUM ÁRIN 2004, 2008, 2009 OG 2010. MEDALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	58
TAFLA 5-9	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM ÁRIN 2009 OG 2010 OG HLUTFALLSLEG BREYTING MILLI ÁRANNA 2009 OG 2010. ....	60
TAFLA 5-10	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM ÁRIN 2004, 2009 OG 2010. MEDALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ÁRIN 2009 OG 2010 ERU SÝNIN EINUNGIS TVÖ.....	61
TAFLA 7-1	PAH-16 ( $\mu\text{G}/\text{L}$ ) Í VATNSSÝNUM FRÁ ÁRUNUM 2006 TIL 2009. ....	66



## 1 Inngangur

Áframleiðsla Alcoa Fjarðaáls hófst í apríl á árinu 2007, og voru ker ræst í áföngum, en frá og með apríl 2008 var álverið komið í fulla framleiðslu.

Í starfsleyfi Alcoa Fjarðaáls sf., kemur fram að rekstraraðili skuli standa fyrir vöktun á helstu umhverfisþáttum í nágrenni álversins. Slíkar mælingar skuli gerðar samkvæmt áætlun sem rekstraraðili leggur fram og Umhverfisstofnun samþykkir. Í vöktunaráætlun fyrir álverið er sett fram áætlun um þær athuganir sem gera á og talið upp þar sem við á, hvaða þættir verða mældir, tíðni sýnatöku og sýnastærðir, staðsetningar sýnatökustöðva og mælistöðva og hvaða aðilar framkvæma vöktunina.

Árið 2010 er fjórða árið sem mælingar fara fram frá því að álverið hóf starfsemi sína. Fyrir gangsetningu fóru fram mælingar á umhverfisþáttum sem nýtast til að lýsa grunnástandi svæðisins (Guðrún Á. Jónsdóttir o.fl., 2005) sem hægt verður að bera saman við vöktunarmælingar í framtíðinni og þannig meta umhverfisáhrif álversins.

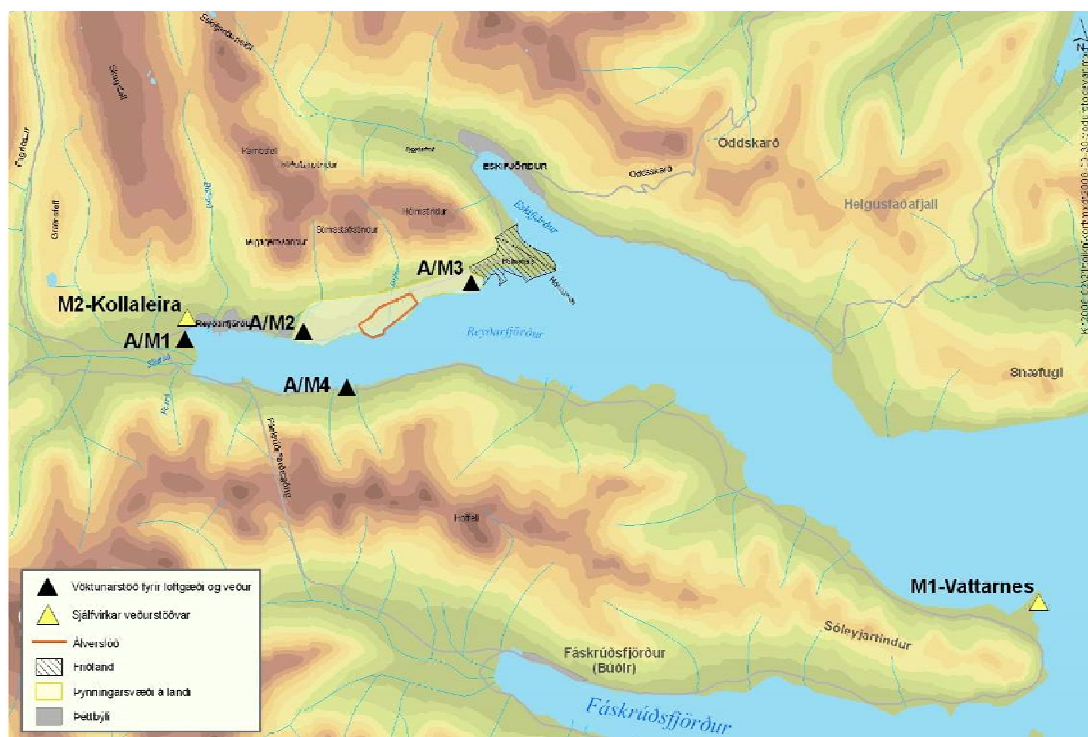
Umsjón umhverfisvöktunar er í höndum HRV ehf. en veðurmælingar og mælingar á loftgæðum voru í höndum Rannsóknarþjónustunnar Sýni og Eurofins DE auk efnamælinga á vatni og gróðri. Niðurstöður mælingar á flúoríð í lofti koma frá Nýsköpunarmiðstöð Íslands – NMÍ. Vokvetniskolefni (PAH) í snjósýnum voru greind hjá TestAmerica í Pittsburgh, Bandaríkjunum. Náttúrustofa Austurlands (NA) sér um vöktun á gróðri í samvinnu við Dr. Leonard H. Weinstein og Dr. Alan Davison auk þess að safna vatni og gróðursýnum til efnagreininga. Skýrsla þessi byggir á sérfræðiskýrslum frá Rannsóknarþjónustunni Sýni (Snorri Þórisson, 2011) og Náttúrustofu Austurlands (Alan W. Davison, Erlín Jóhannsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2011).

## 2 Aðferðir

Í töflu 1 er gefið yfirlit yfir alla mæliþætti í umhverfisvöktun.

Tafla 1 Yfirlit yfir mæliþætti í umhverfisvöktun

Veður	Loft og regn	Vatn	Gróður
Vind- og veður-gögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað á öllum stöðvum. Mælt er: vindátt, vindhraði, hitastig, rakastig úrkomumagn	Brennisteinstvíoxíð (SO <sub>2</sub> ) í lofti Loftkennt flúoríð (F) Svifryk Flúoríð í ryki Sýrustig, PAH-16 og coronen í ryki Flúoríð (F <sup>-</sup> ), klóríð (Cl <sup>-</sup> ), sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) og PAH-16 í regnvatni	Sýrustig Flúoríð (F <sup>-</sup> ) Klóríð (Cl <sup>-</sup> ) Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Leiðni Þungmálmar PAH-16 í yfirborðs-vatni PAH-16 í snjó og snjóbráð að vori	Flúoríð í mosa, fléttum og bláberjalauftum Flúoríð í rabarbara, grænmeti, reynilaufum og barnálum Flúoríð og hlutfalli brennisteins og niturs í grasi og heyi Sjónrænt mat á gróðri til að leita ummerkja um skemmdir eða aðrar vefjabreytingar, ljósmyndir teknar. Ljósmyndir teknar af fléttum á klettum og klöppum á fyrirfram völdum stöðum. Gróðurþekja mæld í gróðurreitum. Stafafurur í lundi vestan álvers skoðaðar með tilliti til ástands og vöxtur mældur. Fylgst með sjaldgæfum plöntum.



Mynd 2-1 Staðsetning veður- og loftmælingastöðva. Svartir þríhyrningar sýna mælistöðvar fyrir veður og loftgæði en gulir sjálfvirkar veðurstöðvar Veðurstofu Íslands.

Sjálfvirkar veður og loftmælingastöðvar eru á 4 stöðum í Reyðarfirði (sjá Mynd 2-1). Þær mælistöðvar sem um ræðir eru:

- Stöð 1, á Hjallaleiru sunnan og vestan við Búðareyri gegnt gámastöð.
- Stöð 2, á gamla urðunarstaðnum við Ljósá milli Búðareyrar og Sómastaða.
- Stöð 3, á Hólum um 1 km austan við bæjarhúsin.
- Stöð 4 er á Holtastaðeyri sunnan fjarðarins gegnt Sómastöðum.

Upplýsingar um sjálfvirkar mælingar á flúor og brennisteinstvíoxíð má finna í handbókum með mælitækjum. Um mælingar á svifryki má finna upplýsingar í fyrri skýrslum um sama efni. Mæliaðferð skv. skýrslum Eurofins DE eru fyrir PAH-16 í síum DIN ISO 13 887: 1995-06, flúor skv. analog DIN 38 405-D4-1: 1995-07, klór og súlfat í úrkomu skv. DIN EN ISO 10304-1 og flúor skv. DIN 38405-D4.

Varðandi aðferðir við gróðurmælingar, söfnun og greiningar á gróðursýnum, vatnssýnum og skoðun gróðurs er vísað á Guðrún Á. Jónsdóttir o.fl. (2005).

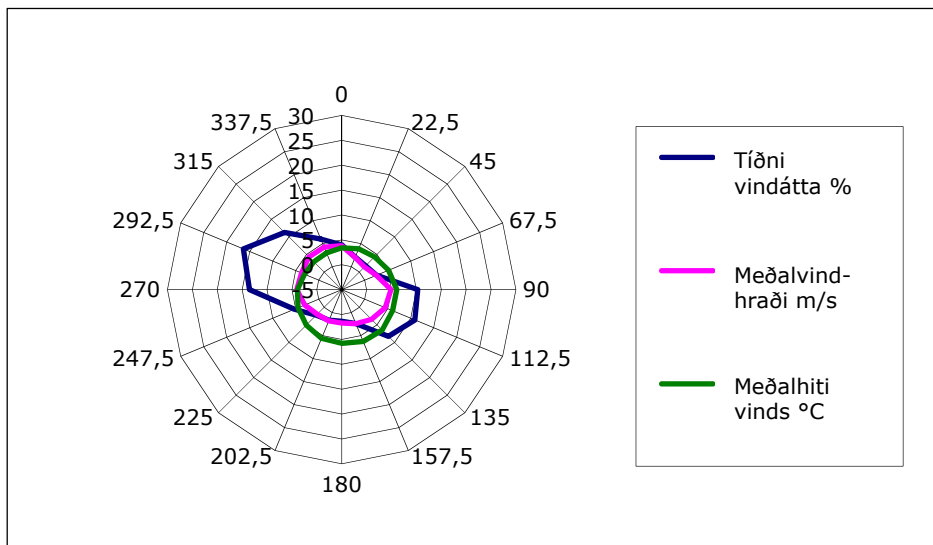
### 3 Loftgæði

Niðurstöður sjálfvirkra mælinga í stöðvum eru teknar saman í viðauka A, hluta 1 og efnagreininga í síum og úrkomu í 2. hluta. Í viðauka A, hluta 3 eru birtar mælingar fyrir PAH-16 og flúor í svifrykssíum fyrir allar stöðvarnar árið 2010.

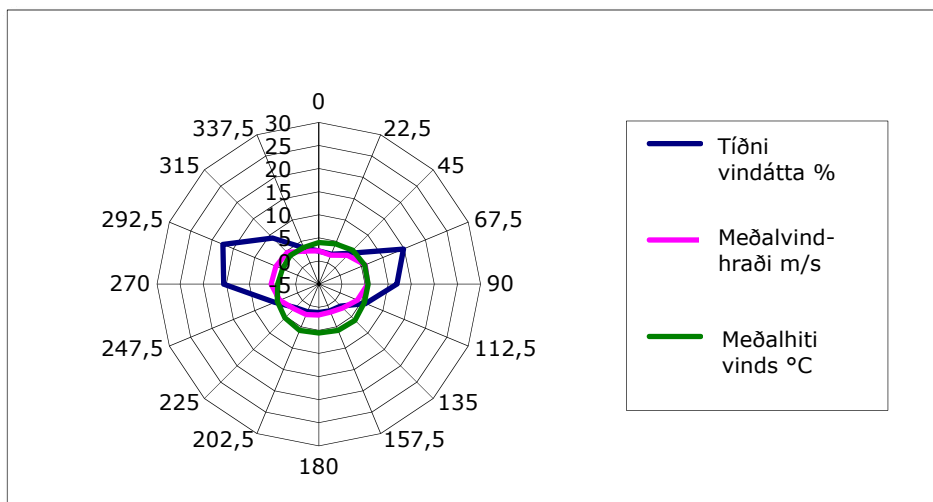
#### 3.1 Veðurgögn

Af gögnum í viðauka A, hluta 1 má greina að meðalhiti ársins er 4,1°C og meðalvindhraði 4,0 m/s en þessir veðurþættir mældust 4,5°C og 4,2 m/s árið 2009.

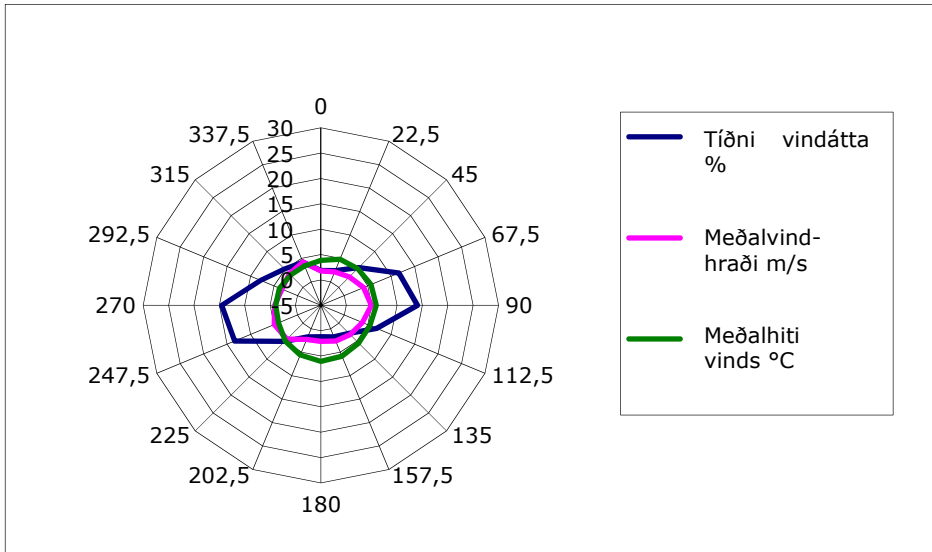
Á myndum 2-1 til 2-4 eru vindrósir fyrir allar stöðvarnar. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ráðandi og vindrósir eru í megindráttum mjög svipaðar fyrir allar stöðvarnar.



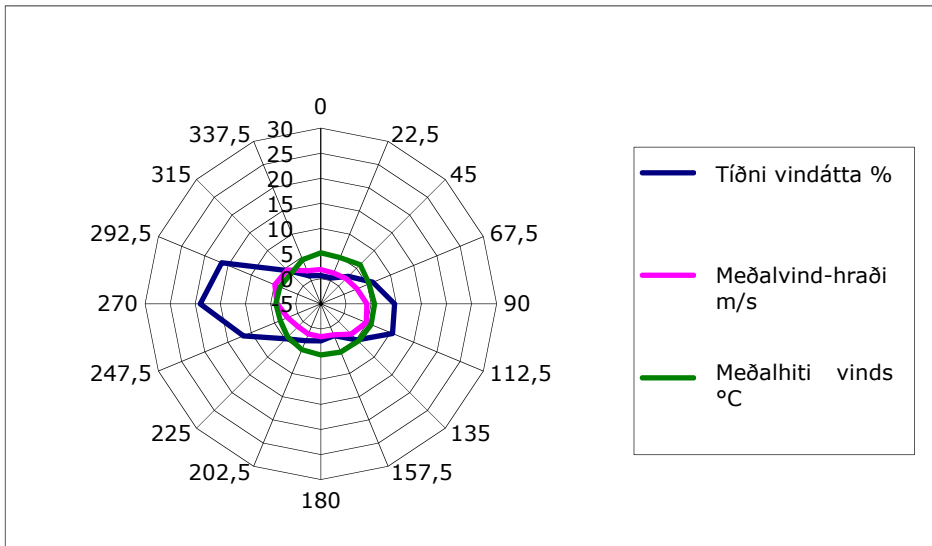
Mynd 3-1 Vindrós fyrir stöð 1



Mynd 3-2 Vindrós fyrir stöð 2



Mynd 3-3 Vindrós fyrir stöð 3



Mynd 3-4 Vindrós fyrir stöð 4

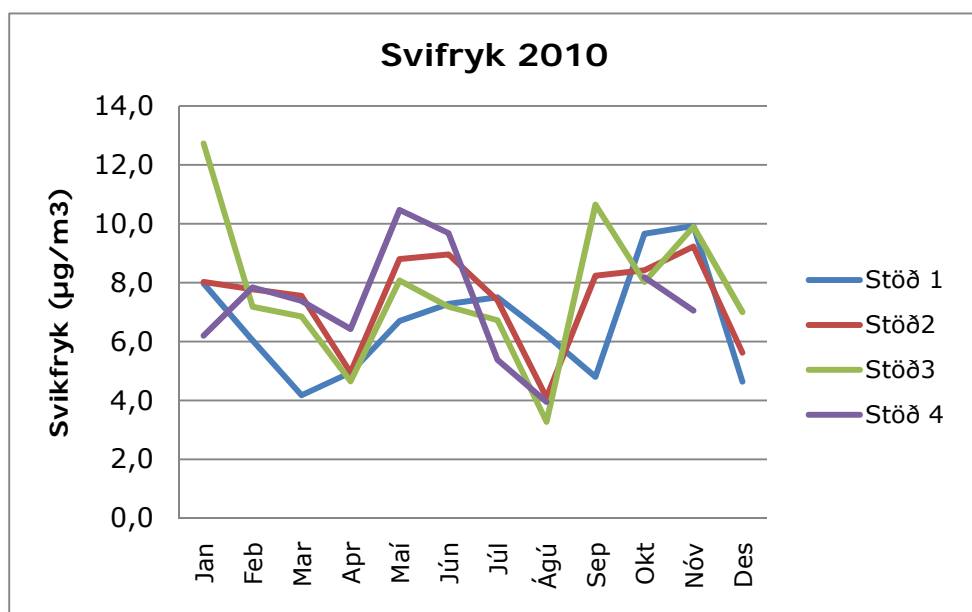
### 3.2 Svifryk

Svifryki er safnað á síur (PM10 Hi-vol) í 24 klst. á sex daga fresti. Ársmeðaltöl fyrri ára samanborið við árið 2010 og meðaltöl mánaða ársins má sjá í töflu 1. NS þýðir að engin sýni bárust.

Tafla 3-1 Svifryk ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
2005	13,3	10,5	10,5	
2006	13,7	8,6	8,0	
2007	17,8	8,2	8,3	11,8
2008	9,4	8,8	11,9	8,8
2009	7,1	7,4	8,9	6,4
2010	6,7	7,4	7,7	7,3
<b>2010</b>				
Jan	8,0	8,0	12,7	6,2
Feb	6,0	7,8	7,2	7,8
Mar	4,2	7,6	6,9	7,4
Apr	5,0	5,0	4,7	6,4
Maí	6,7	8,8	8,1	10,5
Jún	7,3	9,0	7,2	9,7
Júl	7,5	7,4	6,7	5,4
Ágú	6,2	4,1	3,3	4,0
Sep	4,8	8,2	10,7	ns
Okt	9,7	8,4	8,0	8,2
Nóv	9,9	9,2	9,9	7,1
Des	4,6	5,6	7,0	ns

Svifryk mælist mjög svipað og árið 2009 en meðaltal ársins er  $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við  $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður.

Mynd 3-5 Svifryk ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Ekki er að sjá mikinn mun á milli stöðva. Svifryk sveiflast á bilinu 4 til  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yfir árið. Þegar tekið er mið af heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) þá má sjá að engar mælingar fara nálægt þeim mörkum.

### 3.3 Brennisteinstvíoxíð

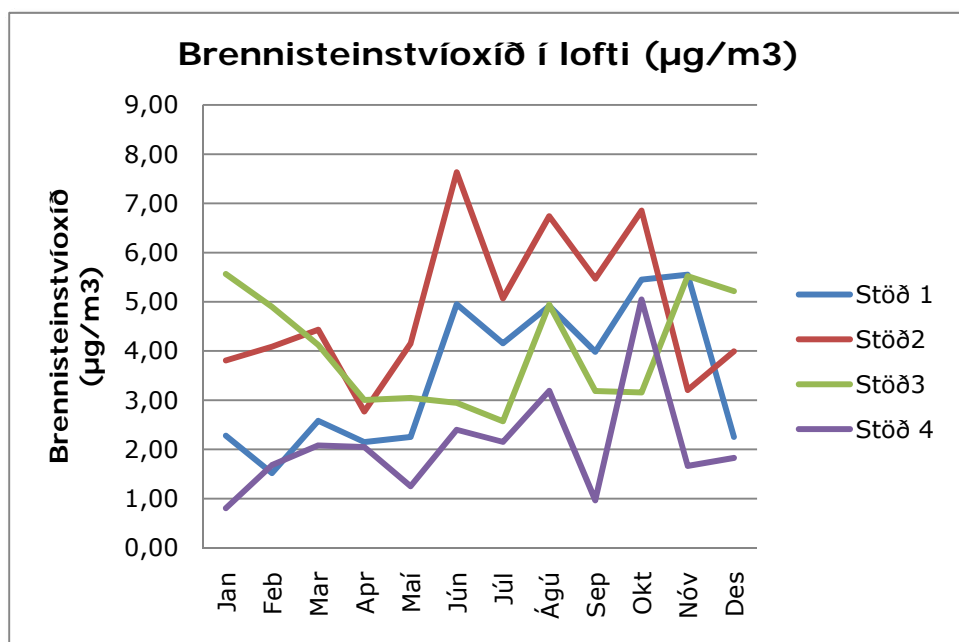
Í töflu 2 má sjá árs og mánaðarmeðaltöl brennisteinstvíoxíðs í lofti.

Tafla 3-2 Brennisteinstvíoxíð í lofti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
2005	0,32	0,23	0,33	
2006	0,55	0,29	0,21	
2007	0,89	2,49	1,32	0,31
2008	2,06	2,99	2,22	0,91
2009	2,18	3,29	2,72	1,32
2010	3,50	4,8080	4,02	2,09
<b>2010</b>				
Jan	2,28	3,81	5,57	0,81
Feb	1,52	4,09	4,90	1,68
Mar	2,58	4,43	4,12	2,08
Apr	2,15	2,77	3,00	2,05
Maí	2,25	4,15	3,05	1,25
Jún	4,95	7,63	2,95	2,40
Júl	4,15	5,07	2,57	2,15
Ágú	4,91	6,2727	4,94	3,19
Sep	3,98	5,47	3,19	0,96
Okt	5,45	6,85	3,16	5,05
Nóv	5,55	3,21	5,52	1,67
Des	2,25	3,99	5,22	1,83

Ársmeðaltöl hafa hækkað á öllum stöðvum á bilinu 0,8 til  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Á Mynd 3-6 má sjá mánaðarmeðaltöl allra stöðva. Sjá má að gildin sveiflast frá 0,8 til  $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  þar sem meðaltal allra stöðva yfir árið er  $3,6$  miðað við  $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  árið 2009.



Mynd 3-6 Brennisteinstvíoxíð í lofti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Í töflu 3-3 má sjá samantekt á hágildum allra stöðva í hverjum mánuði yfir árið 2010.



Tafla 3-3 Brennisteinstvíoxíð í lofti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), samantekt hágilda.

Stöð 1	Einstakt hágildi	Klst. Hágildi	Dags hágildi
Janúar	16.1.2010	29,5	7.1.2010 24
Febrúar	9.2.2010	28,4	9.2.2010 25
Mars	8.3.2010	63,5	8.3.2010 38,4
Apríl	8.4.2010	124,9	8.4.2010 98,3
Maí	12.5.2010	53,7	12.5.2010 48,3
Júní	13.6.2010	92,5	3.6.2010 66,7
Júlí	20.7.2010	139,9	20.7.2010 96,8
Ágúst	10.8.2010	88,4	10.8.2010 72,3
September	3.9.2010	61,1	7.9.2010 46,1
Október	12.10.2010	88,5	12.10.2010 84,1
Nóvember	16.11.2010	34,7	29.11.2010 30,4
Desember	9.12.2010	53,4	9.12.2010 47,8
13.1.2010			8,2
9.2.2010			13,1
2.3.2010			16,1
8.4.2010			15,0
12.5.2010			10,2
16.6.2010			12,9
20.7.2010			31,6
10.8.2010			19,0
9.9.2010			11,7
12.10.2010			47,5
29.11.2010			14,6
9.12.2010			15,5
Stöð 2	Einstakt hágildi	Klst. Hágildi	Dags hágildi
Janúar	3.1.2010	86,5	3.1.2010 42,6
Febrúar	9.2.2010	82,9	9.2.2010 70
Mars	2.3.2010	99,6	2.3.2010 85
Apríl	9.4.2010	96,6	8.4.2010 73,1
Maí	17.5.2010	103,3	22.5.2010 69,5
Júní	18.6.2010	871,4	18.6.2010 190,5
Júlí	22.7.2010	183,2	22.7.2010 126
Ágúst	12.8.2010	101,8	15.8.2010 73,9
September	3.9.2010	116,0	4.9.2010 60,3
Október	11.10.2010	173,7	11.10.2010 114,8
Nóvember	22.11.2010	50,9	22.11.2010 45,4
Desember	30.12.2010	124,7	30.12.2010 93,5
9.1.2010			11,2
9.2.2010			29,6
2.3.2010			25,7
9.4.2010			19,2
12.5.2010			11,9
18.6.2010			21,9
20.7.2010			38,1
15.8.2010			24,3
4.9.2010			15,8
12.10.2010			59,8
15.11.2010			15,7
9.12.2010			22,4
Stöð 3	Einstakt hágildi	Klst. Hágildi	Dags hágildi
Janúar	1.1.2010	99,9	1.1.2010 78
Febrúar	9.2.2010	96,9	9.2.2010 72
Mars	1.3.2010	89,6	1.3.2010 59
Apríl	9.4.2010	103,1	9.4.2010 65,7
Maí	12.5.2010	49,9	12.5.2010 44,5
Júní	21.6.2010	157,3	21.6.2010 41,6
Júlí	20.7.2010	72,9	22.7.2010 42
Ágúst	10.8.2010	102,6	10.8.2010 69,2
September	2.9.2010	52,1	2.9.2010 34,3
Október	8.10.2010	66,2	8.10.2010 33,9
Nóvember	6.11.2010	64,5	15.11.2010 44,7
Desember	12.12.2010	86,9	9.12.2010 64,4
1.1.2010			15,5
9.2.2010			40,1
2.3.2010			19,6
9.4.2010			14,5
12.5.2010			12,0
16.6.2010			8,6
20.7.2010			12,0
12.8.2010			19,9
24.9.2010			10,7
8.10.2010			14,0
15.11.2010			24,7
9.12.2010			20,6
Stöð 4	Einstakt hágildi	Klst. Hágildi	Dags hágildi
Janúar	11.1.2010	19,0	7.1.2010 15,4
Febrúar	9.2.2010	33,0	9.2.2010 29,5
Mars	15.3.2010	54,4	15.3.2010 44,2
Apríl	8.4.2010	124,0	8.4.2010 99,7
Maí	12.5.2010	73,9	12.5.2010 33,6
Júní	8.6.2010	112,0	13.6.2010 73,5
Júlí	20.7.2010	129,9	20.7.2010 89
Ágúst	10.8.2010	122,3	10.8.2010 110,5
September	24.9.2010	54,2	24.9.2010 40,1
Október	11.10.2010	207,2	11.10.2010 163,4
Nóvember	15.11.2010	30,7	15.11.2010 22,2
Desember	9.12.2010	69,3	9.12.2010 53,4
11.1.2010			5,1
9.2.2010			18,1
2.3.2010			10,8
8.4.2010			23,6
12.5.2010			8,3
13.6.2010			12,7
20.7.2010			31,6
10.8.2010			18,8
24.9.2010			5,1
12.10.2010			55,3
15.11.2010			9,3
9.12.2010			13,7

Hæsta einstök mæling (10 mín.meðaltal) er 871  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  í stöð 2 í júní. Hæsta klukkustundar meðaltal er sama dag í stöð 3 eða 190,5 en heilsuverndarmörk eru 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og er heimilt að fara yfir þau mörk 24 sinnum á ári á hverjum stað. Hæsta dagsmeðaltal er 59,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  í stöð 2 í

október og  $55,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  í stöð 4 í október en gróðurverndarmörk eru  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og er heimilt að fara yfir þau 7 sinnum á ári á hverjum stað.

### 3.4 Flúor í lofti

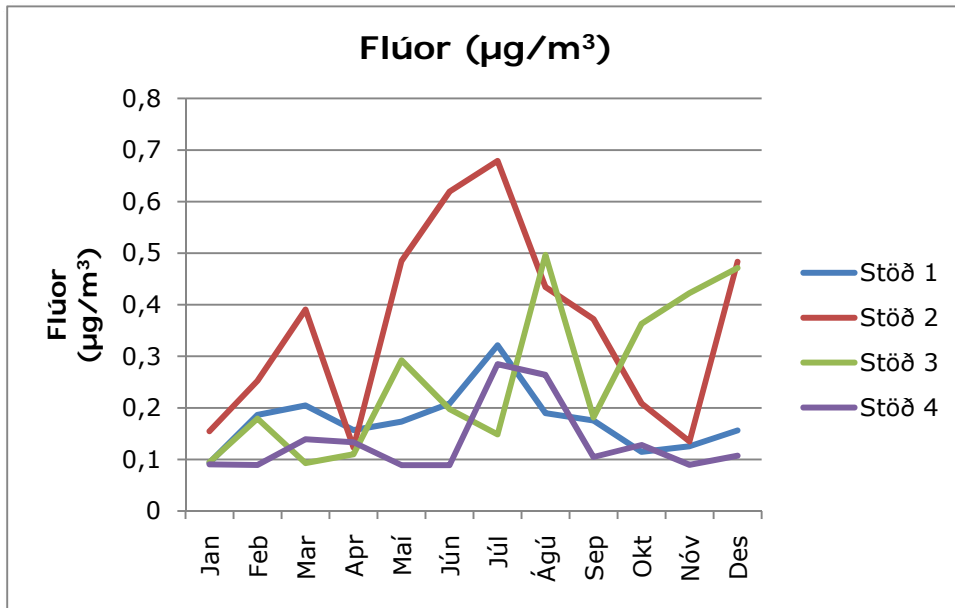
Í töflu 3-4 má sjá árs- og mánaðarmeðaltöl flúors í lofti mælt í sjálfvirkum stöðvum. Greiningarmörk mælanna eru  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Niðurstöður mælingar á flúor í lofti koma frá Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMI).

Tafla 3-4 Flúor í lofti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
2005	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	
2006	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	
2007	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$	$\leq 0,09$
2008	0,1	0,13	0,09	$\leq 0,09$
2009	$\leq 0,09$	0,16	0,11	0,13
2010	0,1818	0,3636	0,2525	0,13
<b>2010</b>				
Jan	0,0909	0,1515	0,0909	0,09
Feb	0,19	0,2525	0,18	0,0909
Mar	0,2020	0,3939	0,09	0,14
Apr	0,1616	0,1212	0,1111	0,1313
Maí	0,1717	0,4949	0,2929	0,0909
Jún	0,2121	0,6262	0,2020	0,0909
Júl	0,3232	0,6868	0,1515	0,2828
Ágú	0,1919	0,4343	0,5050	0,2626
Sep	0,1818	0,3737	0,1818	0,1010
Okt	0,1111	0,21	0,3636	0,1313
Nóv	0,13	0,13	0,4242	0,09
Des	0,1616	0,48	0,4747	0,11

Ársmeðaltöl hafa hækkað í stöðvum 1, 2 og 3 en ekkert í stöð 4 miðað við árið 2009 en heildarmeðaltal ársins er  $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við  $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður. Ástæða þessarar hækkunar flúors í lofti geta verið margþættar. Yfir sumartímann var meiri losun HF efna en árið 2009. Bilannatíðni tækjanna voru talsverð á árinu. Bilanir í þessum búnaði hafa almenn áhrif til hækkunar á niðurstöðum sem gæti að hluta til skýrt þessa hækkun.

Á Mynd 3-7 má sjá niðurstöður einstakra mánaða.

Mynd 3-7 Flúor í lofti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Sjá má að gildi sveiflast allt upp að  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en þeir mánuðir sem felldir eru út vegna bilana sýna 0. Engin sólarhringsmeðaltöl fara yfir eða nálægt viðmiðunarmörkum ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

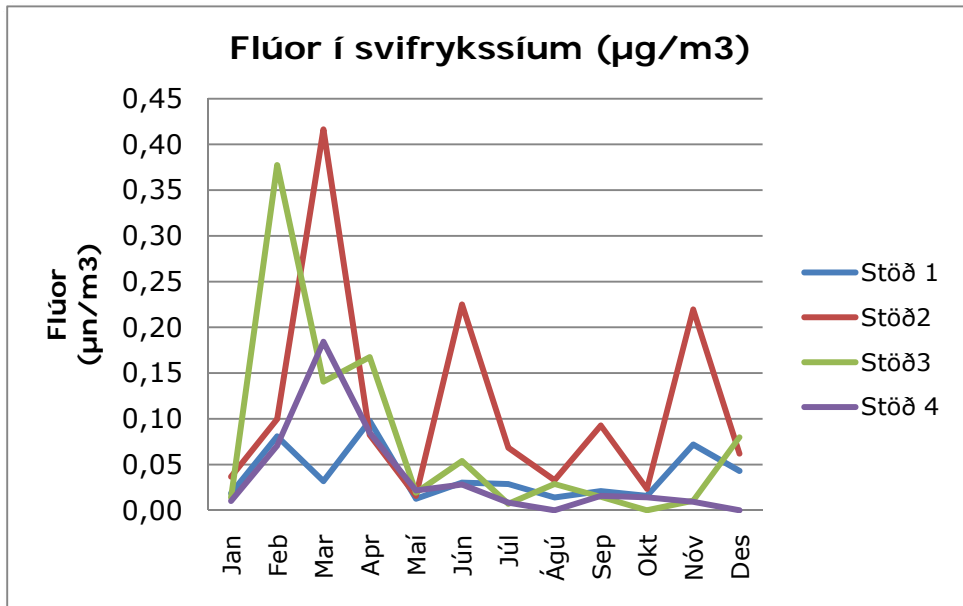
### 3.5 Flúor í ryki

Í töflu 3-5 má sjá niðurstöður mælinga á flúor í síum. Mælt er í einni síu á mánuði þar sem ryki hefur verið safnað í 6 daga.

Tafla 3-5 Flúor í svífrykssíum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
2006	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$
2007	$\leq 0,01$	0,02	0,02	$\leq 0,01$
2008	0,04	0,1	0,09	0,02
2009	0,05	0,09	0,08	0,04
2010	0,04	0,11	0,08	0,04
<b>2010</b>				
Jan	0,02	0,04	0,01	0,01
Feb	0,08	0,10	0,38	0,07
Mar	0,03	0,42	0,14	0,18
Apr	0,10	0,08	0,17	0,08
Maí	0,01	0,02	0,02	0,02
Jún	0,03	0,23	0,05	0,03
Júl	0,03	0,07	0,01	0,01
Ágú	0,01	0,03	0,03	Bilun
Sep	0,02	0,09	0,01	0,02
Okt	0,02	0,02	Bilun	0,01
Nóv	0,07	0,22	0,01	0,01
Des	0,04	0,06	0,08	Bilun

Sjá má að litlar sem engar breytingar verða á flúor í ryki milli ára.

Mynd 3-8 Flúor í svifrykssíum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Mælingar sýna hæst gildi í stöðvum 2 og 3 og er það í nokkru samhengi við niðurstöður á flúor í lofti (sjá Mynd 3-8).

### 3.6 PAH í svifrykssíum

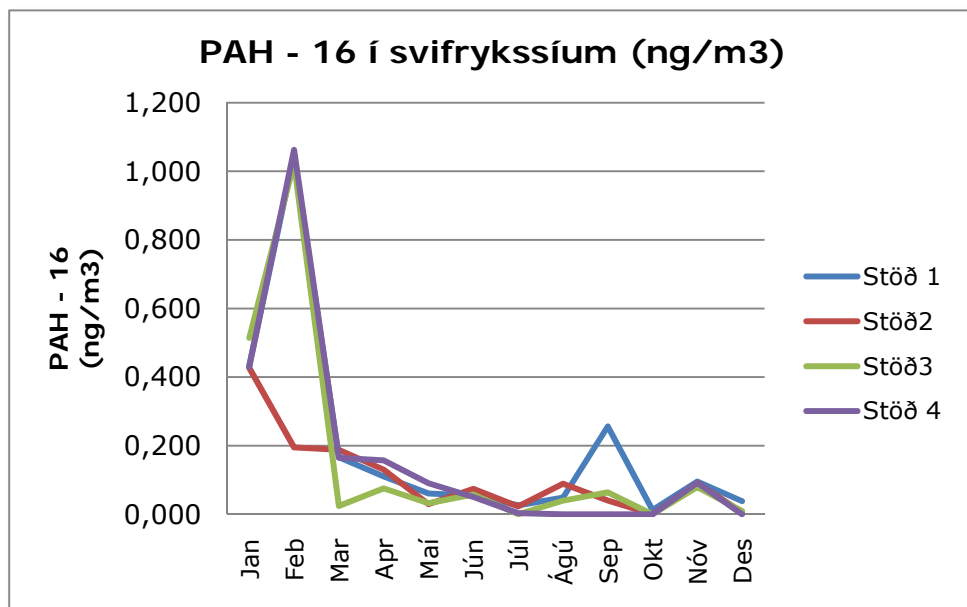
PAH (polyaromatic hydrocarbon) voru mæld mánaðarlega í ryksíum. Niðurstöður einstakra mánaða og undanfarinna ára má sjá í töflu 3-6. NS tákna að ekkert sýni barst.

Tafla 3-6 PAH - 16 í svifrykssíum ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )

Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2006	0,09	0,04	0,09	0,12
2007	0,36	0,17	0,14	0,33
2008	0,09	0,05	0,04	0,04
2009	0,06	0,09	0,07	0,07
2010	0,20	0,11	0,16	0,23
<b>2010</b>				
Jan	0,433	0,427	0,514	0,430
Feb	1,047	0,195	1,023	1,063
Mar	0,166	0,188	0,024	0,165
Apr	0,110	0,130	0,076	0,157
Maí	0,060	0,029	0,032	0,091
Jún	0,054	0,074	0,058	0,051
Júl	0,026	0,023	< 0,01*	0,003
Ágú	0,048	0,089	0,039	ns
Sep	0,256	0,040	0,064	ns
Okt	0,013	< 0,01*	< 0,01*	< 0,01*
Nóv	0,096	0,091	0,079	0,092
Des	0,038	0,006	0,010	ns

\* < 0,01 er undir greiningarmörkum. Í meðaltali sett sem 0,01

PAH-16 mælist nokkuð hærra en á síðasta ári ef horft er til heildarmeðaltals ársins sem er 0,17  $\text{ng}/\text{m}^3$  í stað 0,07  $\text{ng}/\text{m}^3$  árið 2009. Til samanburðar má nefna að árið 2007 er heildarmeðaltal 0,25  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Mestu munar um há gildi í öllum stöðvum í janúar og enn hærra gildi í stöðvum 1, 3 og 4 í febrúar.

Mynd 3-9 PAH - 16 í svifrykksíum (ng/m<sup>3</sup>).

Sjá má nokkuð miklar sveiflur í gildum þar sem há gildi greinast í öllum stöðvum í janúar og hæstu gildin greinast síðan í stöðvum 1, 3 og 4 í febrúar. Gildin lækka hins vegar töluvert aftur það sem eftir er af árinu.

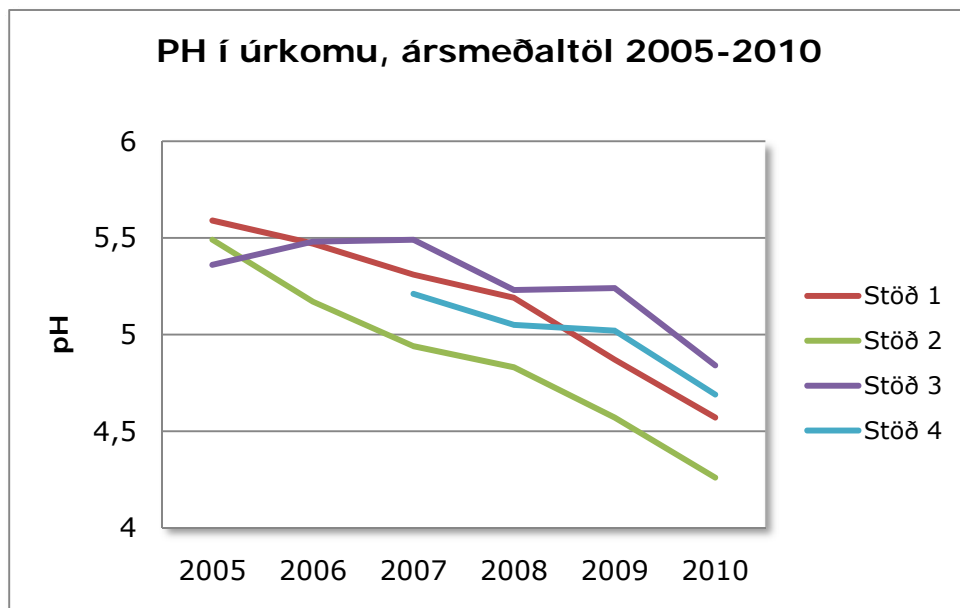
### 3.7 Efnainnihald úrkomu

Í töflu 3-7 má sjá ársmeðaltöl fyrir efnainnihald úrkomu, sýrustig, flúoríð (F<sup>-</sup>), klóríð (Cl<sup>-</sup>) og súlfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

Tafla 3-7 Efnainnihald í úrkomu, ársmeðaltöl

	Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
<b>pH</b>	2005	5,59	5,49	5,36	
	2006	5,47	5,17	5,48	
	2007	5,31	4,94	5,49	5,21
	2008	5,19	4,83	5,23	5,05
	2009	4,87	4,57	5,24	5,02
	2010	4,57	4,26	4,84	4,69
<b>Flúoríð (F) (mg/L)</b>	2006	0,01	0,07	0,01	0,00
	2007	0,03	0,07	0,17	0,02
	2008	0,12	0,32	0,11	0,10
	2009	0,40	0,53	0,26	0,10
	2010	0,23	0,65	0,20	0,10
<b>Klóríð (Cl) (mg/L)</b>	2006	4,3	4,4	5,4	7,3
	2007	4,6	3,6	11	6,5
	2008	3,8	3,7	5,9	8,0
	2009	2,9	4,6	3,7	5,1
	2010	6,1	5,6	7,1	4,1
<b>Súlfat-S (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (mg/L)</b>	2006	0,39	0,41	0,43	0,39
	2007	0,43	0,45	1,89	0,49
	2008	0,59	0,72	0,71	0,78
	2009	0,54	0,64	0,59	0,45
	2010	0,84	0,91	0,76	0,50

Á Mynd 3-10 má sjá að sýrustig hefur lækkað á milli ára í öllum stöðvum. Ekki er vitað hvað getur valdið þessari sýrustigslækkun en þörf er á að skoða það nánar.



Mynd 3-10 Sýrustig, ársmeðaltöl.

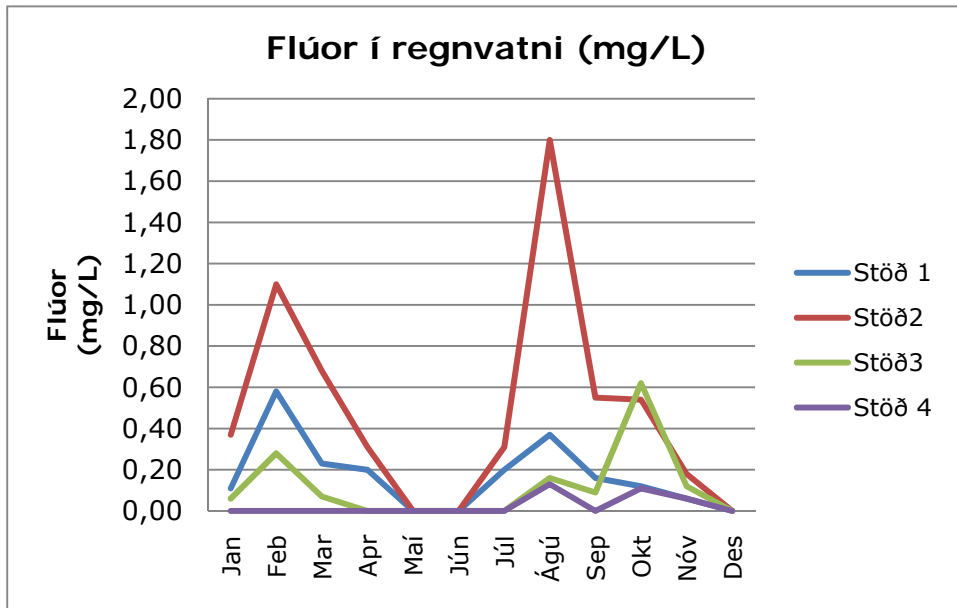
Í töflu 3-8 má sjá þróun flúors í regnvatni frá árinu 2006 og mánaðargildi fyrir árið 2010.

Tafla 3-8 Flúor í úrkomu (mg/L)

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
2006	0,01	0,07	0,009	0,004
2007	0,033	0,069	0,17	0,019
2008	0,12	0,32	0,11	0,10
2009	0,40	0,53	0,26	0,10
2010	0,23	0,65	0,18	0,07
<b>2010</b>				
Jan	0,11	0,37	0,06	< 0,05 *
Feb	0,58	1,10	0,28	< 0,05 *
Mar	0,23	0,68	0,07	< 0,05 *
Apr	0,20	0,31	< 0,05 *	< 0,05 *
Maí	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni
Jún	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni
Júl	0,20	0,31	< 0,05	< 0,05 *
Ágú	0,37	1,80	0,16	0,13
Sep	0,16	0,55	0,09	< 0,05 *
Okt	0,12	0,54	0,62	0,11
Nóv	0,06	0,18	0,12	0,06
Des	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni	Ekkert sýni

\* Undir greiningarmörkum. Sett sem 0,05 í meðaltali.

Meðaltal allra stöðva er lítið eitt lægra en árið áður en stöð 2 er eina stöðin sem sýnir hærra gildi miðað við árið 2009. Ekki bærust sýni vegna maí, júní og desember vegna bilana eða lítillar úrkomu. Á Mynd 3-11 má sjá flúor í úrkomu á árinu 2010.



Mynd 3-11 Flúor í regnvatni (mg/L).

Umtalsverð hækkun verður í stöð tvö í febrúar og ágúst. Samanborið við flúor í lofti þá má sjá samsvörun við þessa hækkun í febrúar og síðan er talsverð hækkun í júní og júlí. Ekki er hægt að skýra þessa toppa sérstaklega.

Klóríð er hærra í öllum stöðvum nema stöð 4 árið 2010 samanborið við fyrri ár og súlfat er lítið eitt hærra í öllum stöðvum.



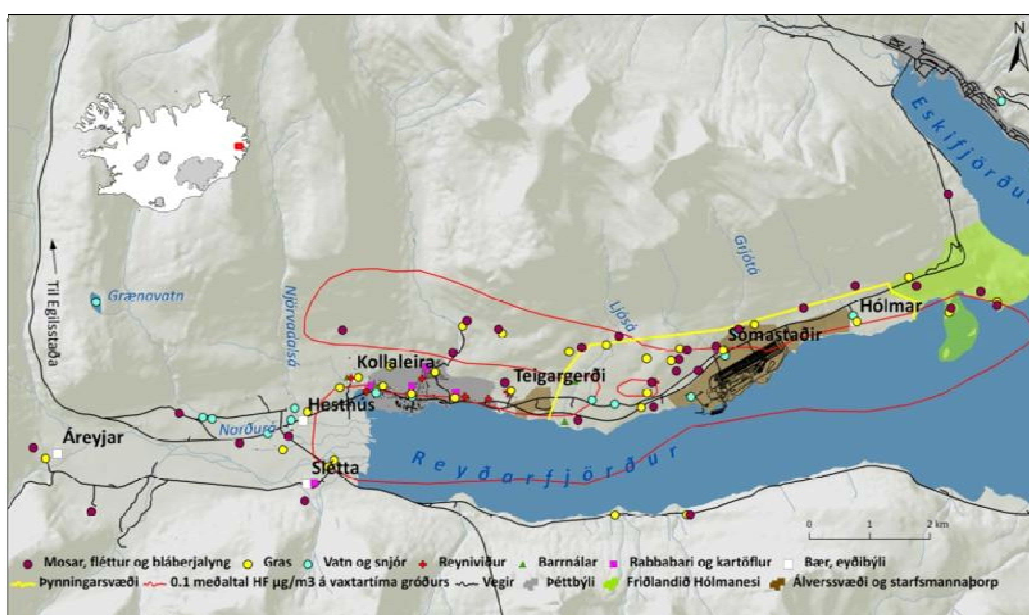


## 4 Gróðursýni

Við vöktun gróðurs eru reglulega tekin sýni af ólíkum tegundum gróðurs, grasi, háplöntum, mosa og fléttum, lauftrjám og barrnálum, auk berja og grænmetis til neyslu. Í öllum sýnum er mældur styrkur flúors en í sumum tegundum er einnig mældur styrkur brennisteins, niturs, þungmálma, o.fl. Niðurstöður efnagreininga fyrir öll árin sem vöktun hefur farið fram hafa verið borin saman og greind hvort um sé að ræða marktækar breytingar eftir að álverið tók til starfa.

### 4.1 Söfnunaraðferðir og meðhöndlun sýna

Sýnataka ársins og fjöldi sýna var með sama hætti og fyrri ár (Mynd 4-1) (Náttúrustofa Austurlands 2010). Gerð var grein fyrir sýnatökuaðferðum og meðferð sýna í skýrslu Náttúrustofu Austurlands frá 2005 þar sem fjallað var um grunnvöktun í Reyðarfirði (Náttúrustofa Austurlands 2005).



Mynd 4-1 Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu allra sýnatökustaða í Reyðarfirði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009)

### 4.2 Úrvinnsla og aðferðir

Lögð var áhersla á að bera saman niðurstöður mælinga ársins 2010 við niðurstöður ársins 2009. Ítarlegan tölfræðilegan samanburð á gildum flúoríðs í gróðri í Reyðarfirði frá grunnrannsóknnum árið 2004 fram til ársins 2009 er að finna í skýrslu Alcoa Fjarðaáls (2010), en þar sem tillit er tekið til fjarlægðar frá álveri og staðsetninga sýnatökustaða.

Parað t-próf (Paired t-test) var notað til þess að greina hvort tölfræðilega marktækur munur væri á styrk flúoríðs og köfnunarefnis í gróðri milli árána 2009 og 2010. Parað t-próf er háð því að gögn séu normaldreifð og því var gögnum sem ekki höfðu normaldreifingu breytt í lógarípmísk gögn.

Styrkur brennisteins í grasi sýndi ekki normaldreifingu og því var Wilcoxon signed rank próf, sem er óháð dreifingu, notað til að kanna hvort marktækur munur væri milli ára.

Meðaltalsstyrkur flúoríðs í grasi á vaxtartíma er notaður sem vísir fyrir búfé, því það verður fyrir áhrifum af langvarandi neyslu flúoríðs.

Við kortlagningu á dreifingu styrks flúoríðs í grasi var meðaltalsgildum skipt í fjóra flokka til að gera betur grein fyrir mögulegum áhrifum á grasbíta. Flokkunin byggir á bandarískum viðmiðum fyrir mörk á styrk flúoríðs í fóðri (Weinstein og Davison, 2004):

- <20 µg/g flúoríð. Bakgrunnsgildi. Engin áhætta fyrir grasbíta.
- 20-40 µg/g flúoríð. Hækkuð gildi. Engin áhætta fyrir grasbíta.

- 40-60 µg/g flúoríð. Aukin áhætta fyrir unga grasbíta með tennur í örum vexti ef þessi gildi eru meðaltalsgildi fyrir vetrarfóður líka.
- >60 µg/g. flúoríð. Áhætta fyrir bæði unga grasbíta og eldri ef sömu gildi mælast í vetrarfóðri líka.

Þessi flokkun var einnig notuð við kortlagningu dreifingu á styrk flúoríðs í öðrum gróðri (sjá Mynd 5-3, bls. 26, Mynd 5-12, bls. 32, Mynd 5-15, bls. 34, Mynd 5-18, bls. 37, Mynd 5-21, bls. 39, Mynd 5-30, bls. 45, Mynd 5-31, bls. 45 og Mynd 5-43, bls. 53).

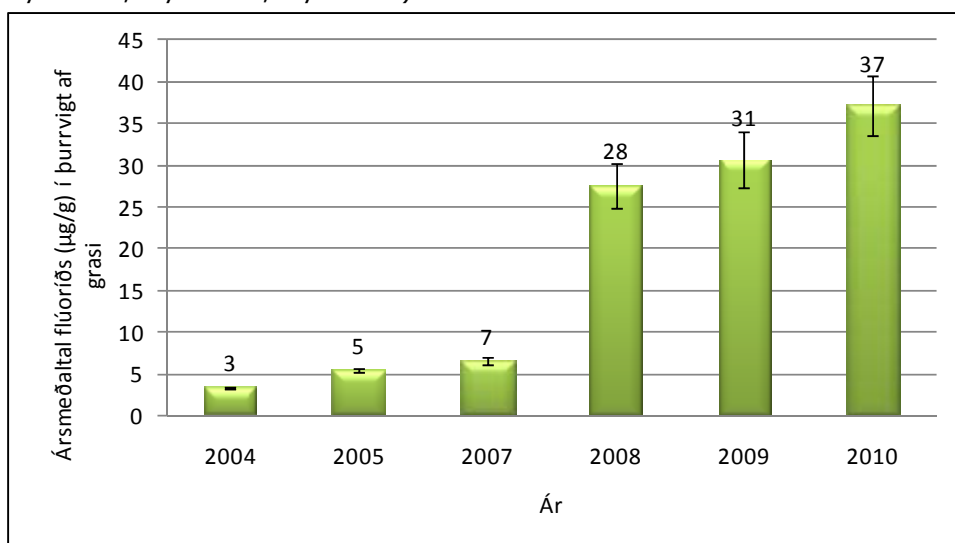
## 5 Efnagreiningar á gróðri

### 5.1 Gras

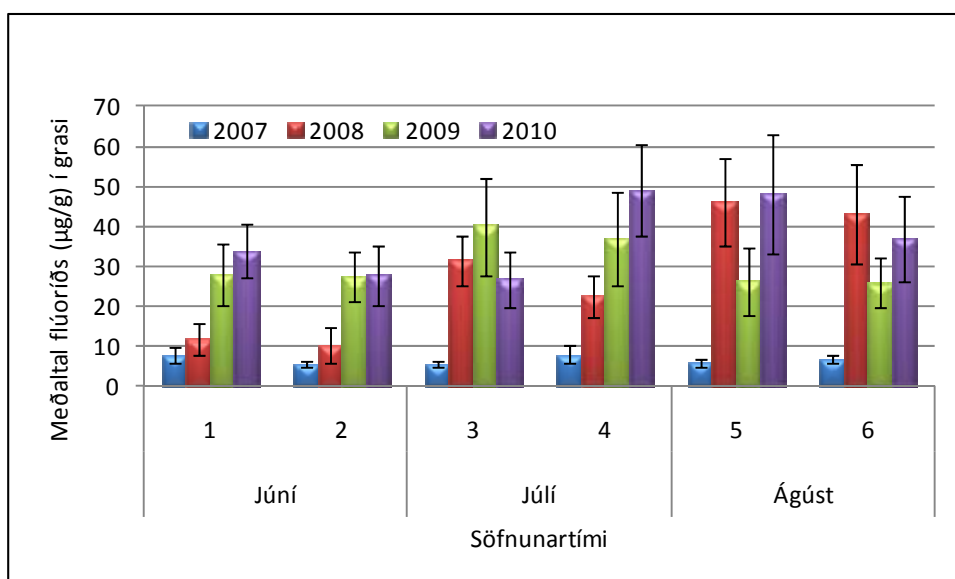
Grasi var safnað á 30 sýnatökustöðum, hálfsmánaðarlega frá júní til ágúst (Mynd 5-3). Alls var 180 sýnum safnað í sex söfnunarferðum<sup>1</sup>. Flúoríð var mælt í öllum sýnum og köfnunarefni og brennisteinn voru mæld í fimm sýnahópum af sex. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í grasi árið 2010 er að finna í viðauka B, hluta 1.

#### 5.1.1 Flúoríð

Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi á vaxtartíma voru hærri árið 2010 en árið 2009. Tölfræðilegur samanburður leiddi í ljós að styrkur flúoríðs í grasi var marktækt hærri árið 2010 ( $P < 0,001$ ) (sjá Mynd 5-1, Mynd 5-2, Mynd 5-6).



Mynd 5-1 Meðaltalsgildi flúoríðs í grassýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2010 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.



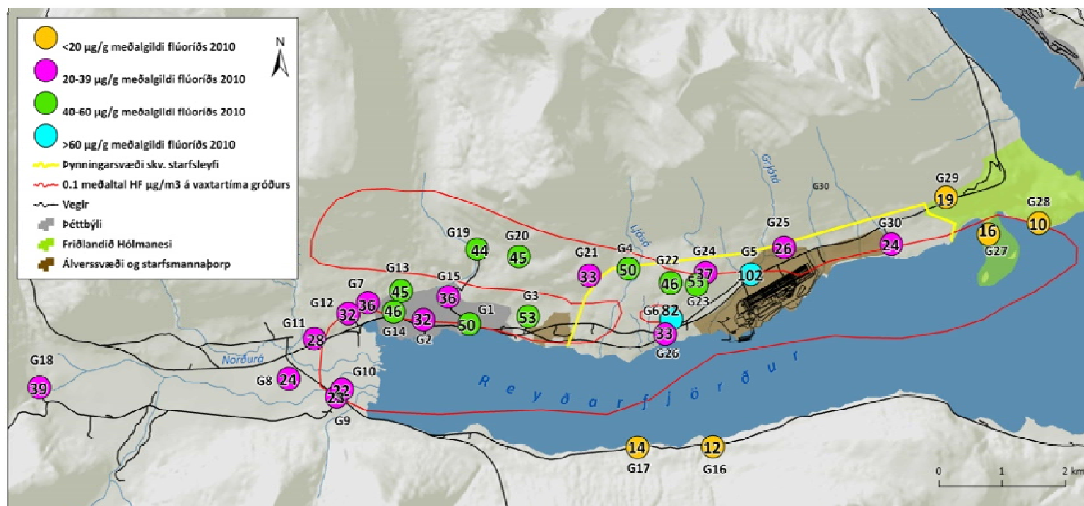
Mynd 5-2 Meðaltalsgildi allra grassýna (ásamt staðalskekkju) eftir sýnatökutímabilum árin 2004-2010. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2010 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.

<sup>1</sup> dagana 14., 15., 28., og 29. júní, 12., 13., 14., 26., og 27. júlí og 9., 10., 23., og 24. ágúst.

Eins og vænta mátti var styrkur flúoríðs breytilegur eftir söfnunartíma. Flest hæstu gildin mældust seinni hluta júlí og fyrri hluta ágúst (Mynd 5-2).

Hæstu gildin voru innan þýnningarsvæðis eins og það er skilgreint í starfsleyfi Alcoa Fjarðaáls (Umhverfistofnun 2010). Lægstu gildin mældust í Hólmanesfriðlandi og sunnan fjarðar.

Langhæstu gildi sumarsins mældust fyrri hluta ágúst á tveimur sýnatökustöðum rétt við álverið. Annars vegar 170  $\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað G6. Hins vegar 150  $\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað G5. Lægstu gildi sumarsins reyndust undir greiningarviðmiðum, eða minna en 5  $\mu\text{g/g}$  fyrri hluta júní og seinni hluta ágúst á sýnatökustöðum G11 við afleggjarann að golfvelli Reyðfirðinga, G16 sunnan fjarðar, G27 og G28 í Hólmanesfriðlandi (Mynd 5-3 og Mynd 5-6, bls. 28).

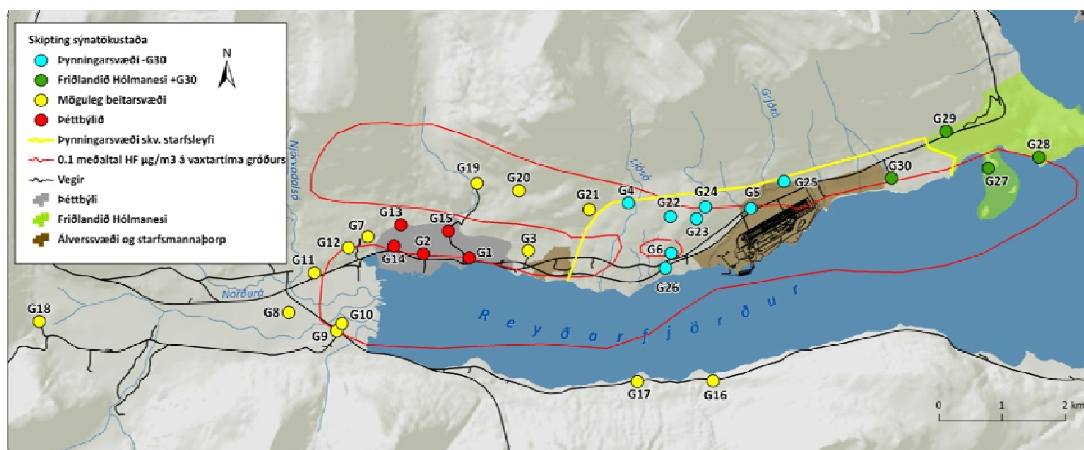


Mynd 5-3 Sýnatökustaðir grass í Reyðarfirði og meðaltalsgildi flúoríðs sumarið 2010 (á vaxtartíma).  
(©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Sé nánar rýnt í landfræðilega dreifingu á meðaltalsstyrk flúoríðs í grassýnum í Reyðarfirði sumarið 2010 kemur berlega í ljós að mesti styrkurinn, þ.e. gildi sem eru hærra en 40  $\mu\text{g/g}$  mælist nálægt álverinu og vestan við álverið, undir Teigargerðistindi og í þéttbýlinu á Reyðarfirði (Mynd 5-3).

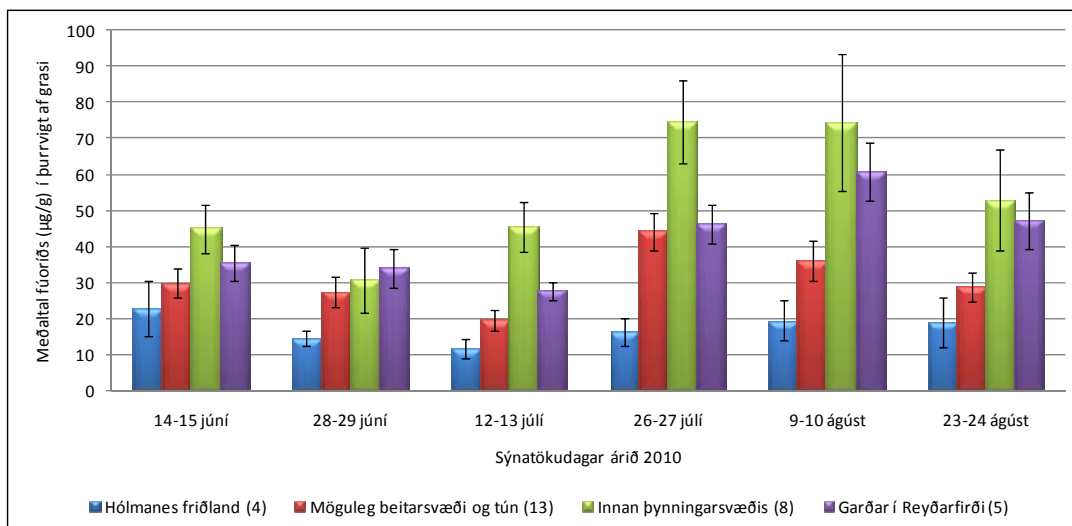
Sýnatökustöðum var skipt í fjögur svæði til að fá betri mynd af ólíkum styrk flúoríðs eftir svæðum (Mynd 5-4 og Mynd 5-5, bls. 27):

1. Innan opinbers þýnningarsvæðis skv. starfsleyfi að undanskildum sýnatökustað G30
2. Friðlandið og fólkvangurinn í Hólmanesi auk sýnatökustaðs G30
3. Bærinn
4. Möguleg beitarsvæði



Mynd 5-4 Sýnatökustöðum grass var skipt í fjögur svæði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Skiptingin leiðir í ljós að hæsti styrkurinn hverju sinni mælist innan þýnningarsvæðis og svo í görðum á Reyðarfirði. Lægsti styrkurinn mælist í Hólmanesi og svo á mögulegum beitarsvæðum og túnum. Í einni söfnunarferð, seinni hluta júlí, reyndust meðaltalsgildi á mögulegum beitarsvæðum og túnum yfir 40 µg/g. Meðaltalsgildi fyrir sumarið á túnum og mögulegum beitarsvæðum var 31 µg/g, 59 µg/g innan þýnningarsvæðis, 42 µg/g í görðum á Reyðarfirði og 17 µg/g í Hólmanesfriðlandi.

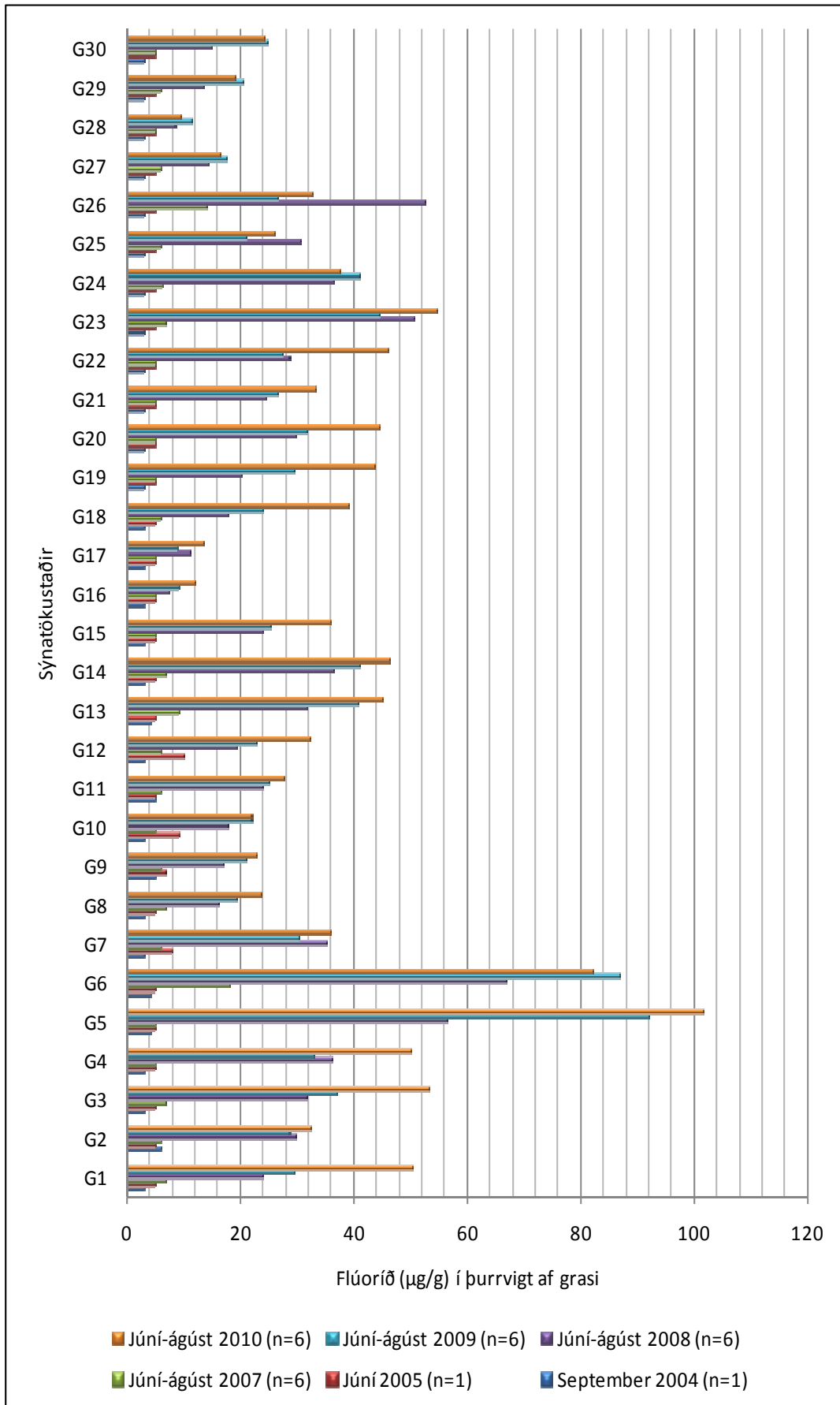


Mynd 5-5 Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi sumarið 2010, skipt upp eftir svæðum.

Styrkur flúoríðs í grasi getur breyst nokkuð hratt samhliða breytingum á veðurfari og magni flúoríðs í lofti. Flúoríð binst fljótt við önnur efnasambönd í grassverðinum þannig að það safnast ekki upp í blöðum. Almennt séð má segja að magn flúoríðs í grasi endurspeglar veðurfar og magn flúoríðs í lofti dagana á undan. Þess vegna er mikilvægt að safna grassýnum oftast en t.d. furunálum og öðrum gróðursýnum (Weinstein og Davison, 2004, Franzaring, Klumpp og Fangmeier, 2007).

Breytileiki í styrk flúoríðs í grasi í Reyðarfirði eftir söfnunartímum og söfnunarstöðum endurspeglar breytileika í útstreymi og losun flúoríðs í næsta umhverfi álversins. Styrkur flúoríðs í grasi hækkar seinni hluta júlí og fyrri hluta ágúst sem að öllum líkindum skýrist af veðurfarslegum þáttum, s.s úrkomu og af styrk flúoríðs í lofti. Vegna bilunar í loftgæðastöðum eru ekki upplýsingar um styrk flúoríðs í lofti í júlí og ágúst 2010 (Sýni, 2011). Mesta úrkoma sumarsins í Reyðarfirði mældist dagana fyrir 3. sýnatökuferðina, en þá mældist lægsta meðaltalsgildi sumarsins í grassýnum, 27 µg/g. Erlendis hefur komið í ljós að rigning getur skolað burt allt að 60% af flúoríðinnihaldi í gróðri næst uppruna mengunar (Vike og Håbjorg, 1995). Í viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumrin 2009 og 2010 borin saman.

Á sýnatökustöðum austan og sunnan álversins mældist styrkur flúoríðs í grasi lágur. Næst álverinu, vestan við það, var styrkurinn hæstur og fór svo lækkandi til vesturs. Þó mældust há meðaltalsgildi grass í botni fjarðarins eða 39 µg/g við Áreyjar sem er um 12 kílómetra frá álverinu. Það gæti skýrst af landslagi þar sem söfnunarstaðurinn er undir háum tindum. Vindurinn blæs úr austri inn fjörðinn en kemur að fyrirstöðu við Áreyjatind.

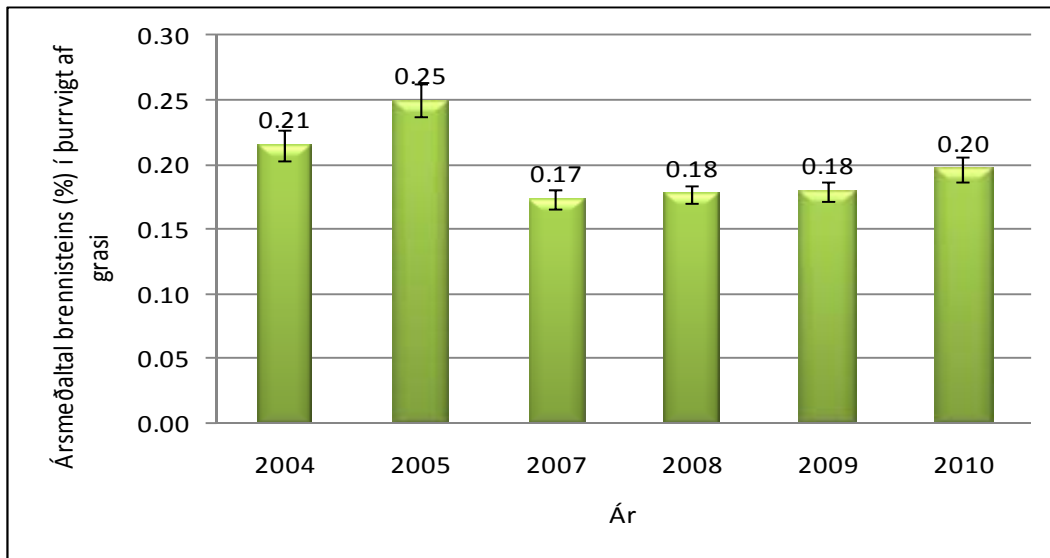


Mynd 5-6 Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi á öllum sýnatökustöðum sumrin 2004-2010.

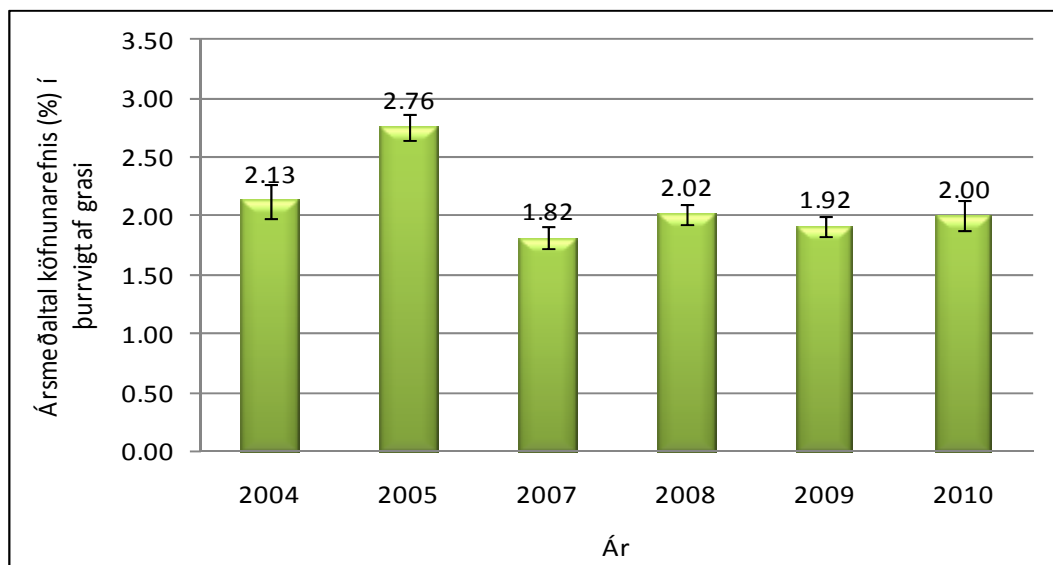
### 5.1.2 Brennisteinn og köfnunarefni

Styrkur brennisteins og köfnunarefnis í grasi var svipaður og undanfarin ár, þó ívið hærri árið 2010 en 2009. Tölfræðilegur samanburður árána sýnir að meðaltals styrkur brennisteins var marktækt hærri árið 2010 ( $P=0,005$ ). Ekki var tölfræðilegur munur á styrk köfnunarefnis milli ára ( $P=0,096$ ). Styrkur brennisteins og köfnunarefnis árið 2010 hefur þó ekki náð þeim styrk sem mældist árið 2005 áður en álverið tók til starfa (Mynd 5-7, Mynd 5-8, Mynd 5-9).

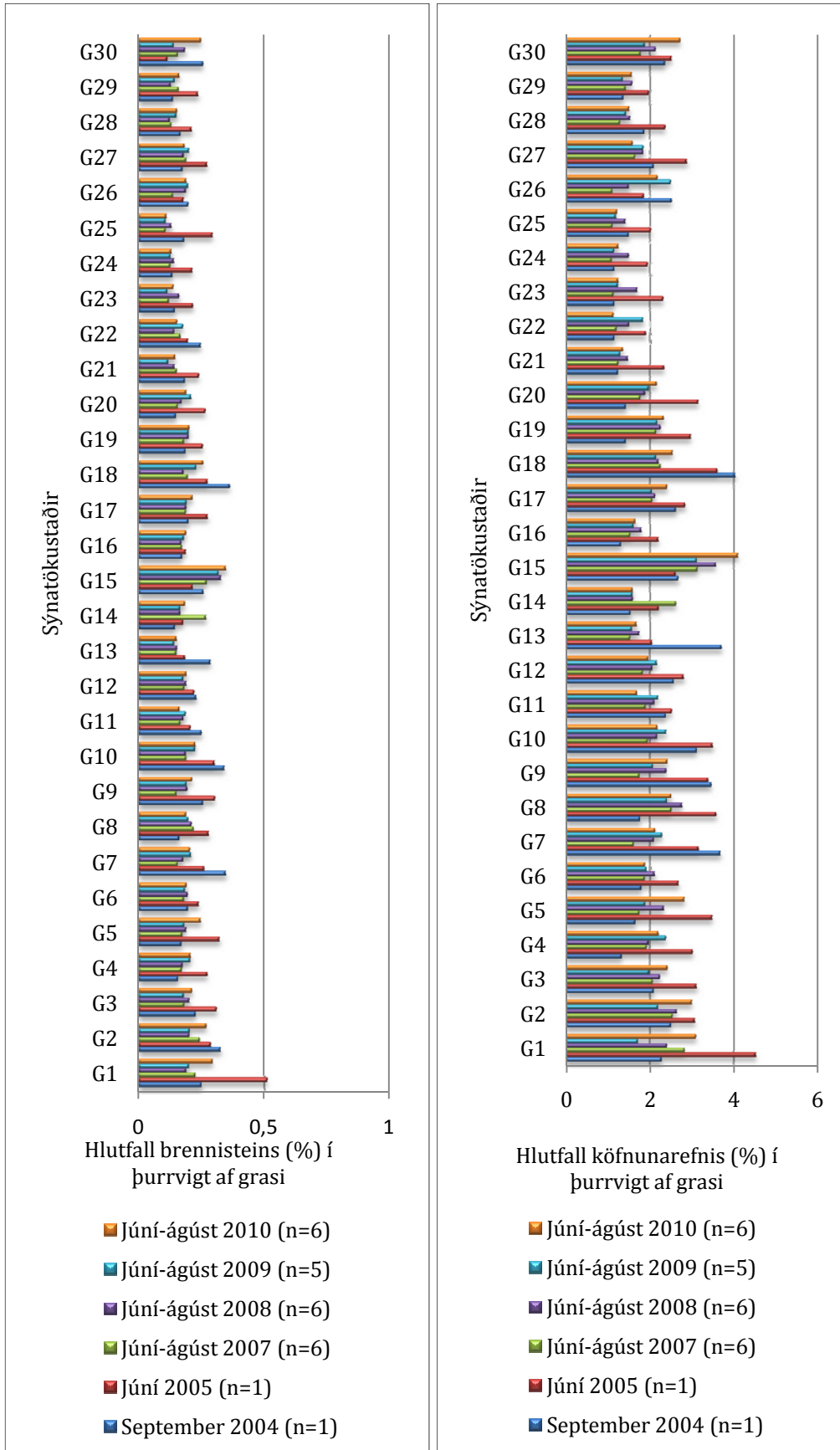
Hlutfall brennisteins í þurrvigt sýna mældist frá 0,04 % á sýnatökustað G11, við afleggjarann að golfvellinum til 0,4 % á sýnatökustað G15 í garði á Reyðarfirði. Að sama skapi mældist minnsta hlutfalls köfnunarefnis í þurrvigt sýna 0,45% á sýnatökustað G11 og mesta hlutfall 4.62% á sýnatökustað G15 (Mynd 5-9, bls. 30).



Mynd 5-7 Meðaltalsgildi brennisteins (ásamt staðalskekkju) í grassýnum árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2010 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.



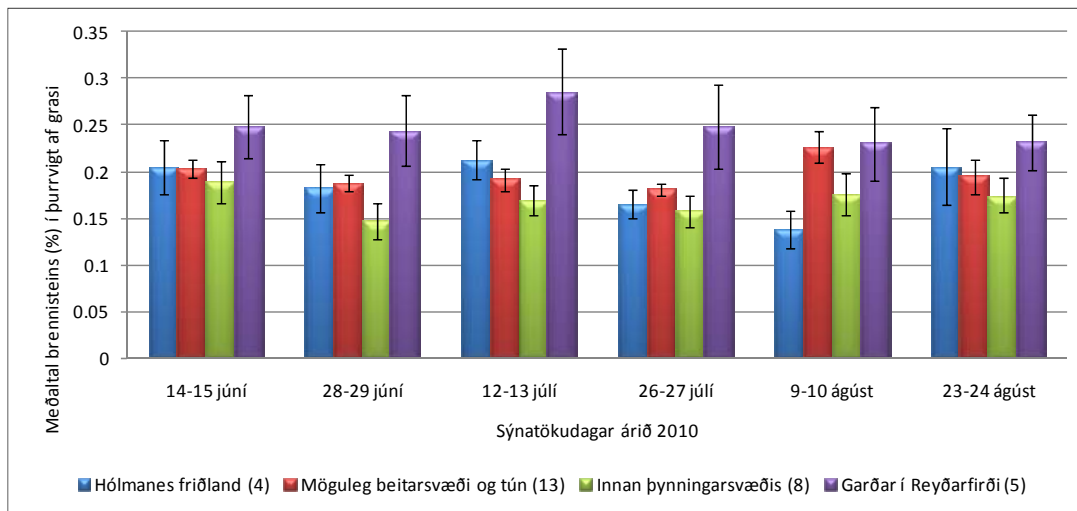
Mynd 5-8 Meðaltalsgildi köfnunarefnis (ásamt staðalskekkju) í grassýnum árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2010 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.



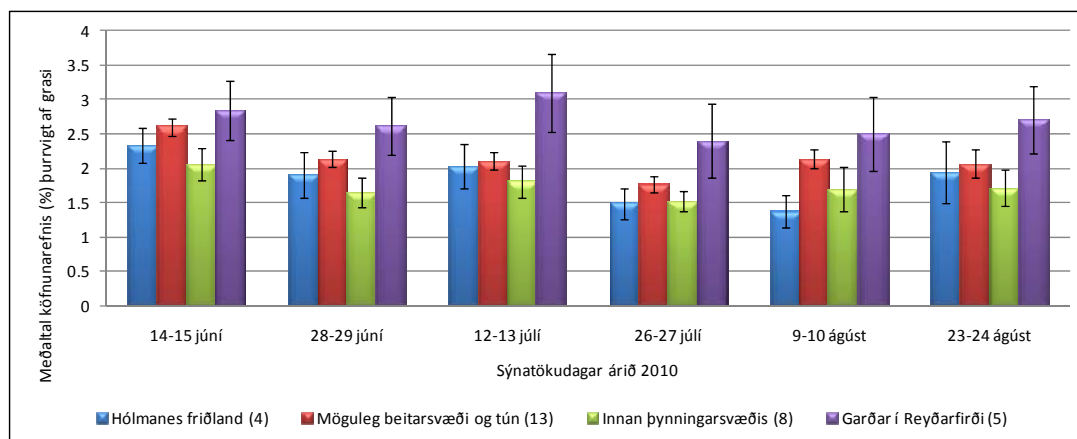
Mynd 5-9 Meðaltalsgildi brennisteins (%) og köfnunarefnis (%) í grasi sumrin 2004-2010.



Skipting sýnatökustaða í fjögur ólík svæði leiðir í ljós að hæsti styrkur köfnunarefnis og brennisteins mælast í görðum og næsthæstu gildin mældust á túnum og mögulegum beitarsvæðum. Lægstu gildin mældust innan þýningarsvæðisins og í Hólmanesfriðlandi.



Mynd 5-10 Meðaltalsgildi brennisteins í grasi, skipt upp eftir svæðum.

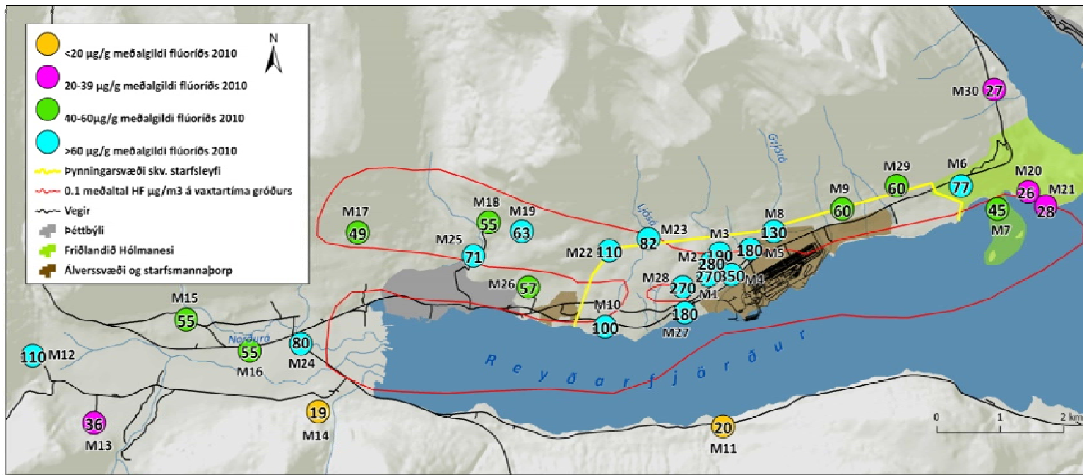


Mynd 5-11 Meðaltalsgildi köfnunarefnis í grasi, skipt upp eftir svæðum.

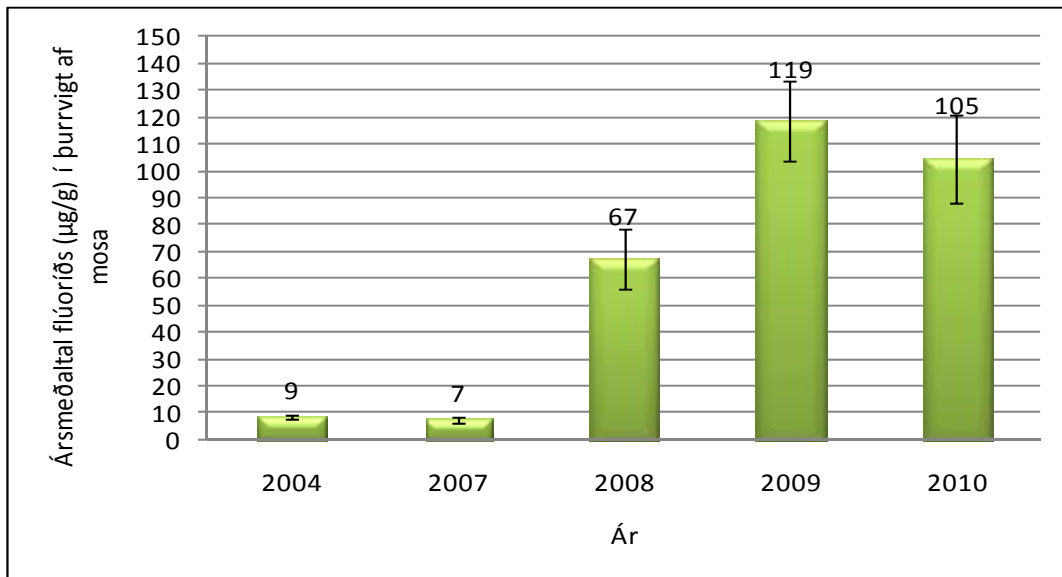
## 5.2 Mosi

Mosa (*Racomitrium spp.*) var safnað einu sinni dagana 12. -14. júlí 2010, á sama tíma og fléttum og bláberjalyngi á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 5-12). Flúoríð var mælt í öllum 30 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í mosa árið 2010 er að finna í viðauka B, hluta 3.

Meðaltalsgildi allra sýna árið 2010 var töluvert lægra en árið 2009 (sjá Mynd 5-13 og Mynd 5-14 bls. 33). Tölfræðilegur samanburður árána 2009 og 2010 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs var marktækt lægri árið 2010 ( $P=0,002$ ).

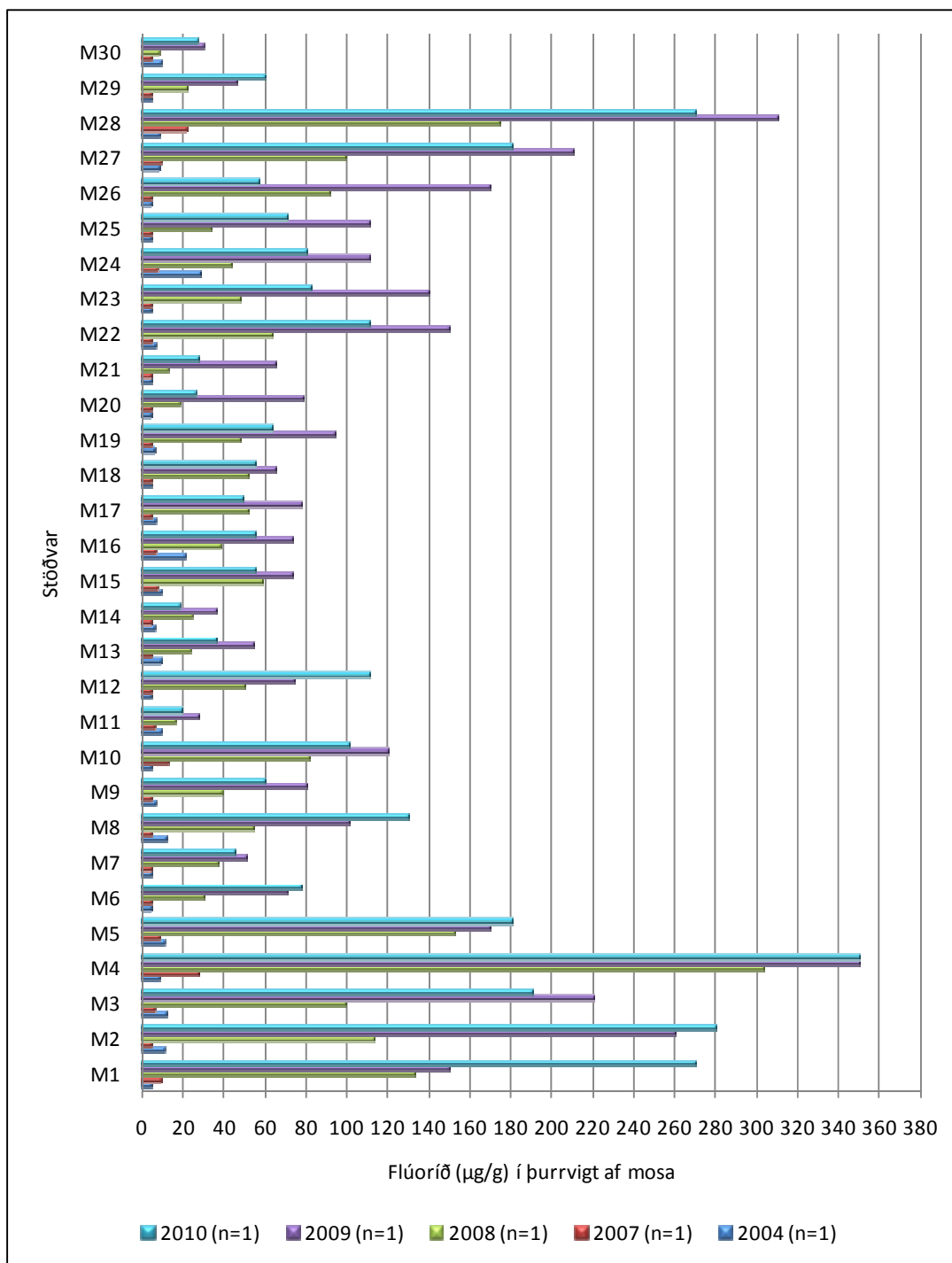


Mynd 5-12 Sýnatökustaðir mosa í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



Mynd 5-13 Meðaltalsgildi flúoríðs í mosa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í mosa árið 2010 var frá 19 µg/g á sýnatökustað M14 við Sléttu til 350 µg/g á sýnatökustað M4, rétt vestan álvers. En hæsti styrkur flúoríðs árið 2009 mældist einnig 350 µg/g á sama sýnatökustað (M4) (Mynd 5-12). Eins og við var að búast mældust hæstu gildin í sýnum sem tekin voru innan þynningarsvæðis, en einnig mældust há gildi undir Teigargerðistindi og á hjalla ofan Áreyja. Lægstu gildin mældust í sýnum sunnan fjarðar (Mynd 5-12).



Mynd 5-14 Flúoríð í mosa á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

Styrkur flúoríðs í mosa var hærri en í flestum öðrum gróðri. Mosar eru frábrugðnir háplöntum á þann hátt að þeir hafa mun lægra hlutfall yfirborðs og þyngdar sem skýrir hærri styrk flúoríðs í sömu þyngd af mosa en t.d. grasi. Þá skortir mosa loftgöt og aðra eiginleika til að stýra upptöku og losun.

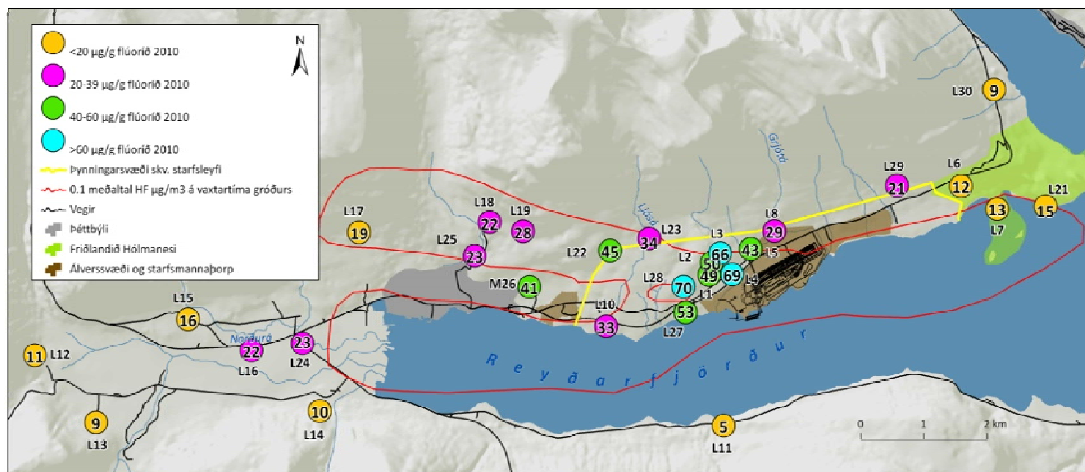
Lækkun gildi flúoríðs í mosa milli árána 2009 og 2010 eru athyglisverð og benda til þess að mosi safni ekki í sig flúoríði. Lítið er vitað um tap og uppsöfnun flúoríðs í mosa, en rannsóknir við Anglesey Aluminium og Háskólann í Newcastle, Englandi benda til að styrkur flúoríðs í mosa falli hratt þegar styrkur flúoríðs í andrúmslofti fellur (Brougham 2011). Gögn frá Fjarðaáli 2008 til 2010 styðja þessa hugmynd (Náttúrustofa Austurlands 2010, 2009, 2008). Styrkur flúoríðs í lofti í júlí og ágúst 2010 var hærri en árið á undan. En ef rýnt er í gögn um úrkomu sumarið 2010 kemur í ljós að mikil úrkoma var dagana á undan sýnatöku á mosa, mun meiri en árið á

undan (Sýni 2011). Eins og áður kom fram getur rigning skolað burtu hluta flúoríðs sem mælist í gróðri (Vike og Håbjorg 1995). Í viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumrin 2009 og 2010 borin saman.

Dreifingarmynstur styrks flúoríðs í mosa var nokkuð sambærilegt við dreifingarmynstur annarra tegunda. Þó var greinilegt að styrkurinn féll ekki í samræmi við aukna fjarlægð frá álverinu. Athyglisvert var hversu hár styrkur flúoríðs mælist í mosa við Áreyjar um 12 km innan við álverið. Þar mældist meiri styrkur (110 µg/g) en á sýnatökustað rétt vestan álversins, innan þynningarsvæðisins (100 µg/g). Líkt og með grasið gæti það skýrst af landslagi þar sem söfnunarstaðurinn er undir háum tindi. Vindurinn blæs inn botn fjarðarins en kemur að fyrirstöðu við Áreyjatind.

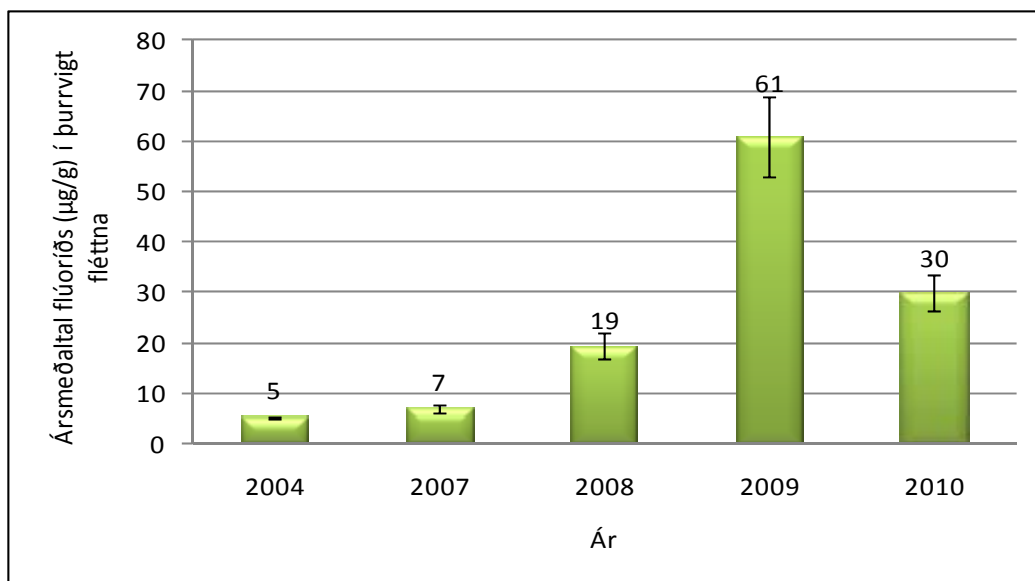
### 5.3 Fléttur

Fléttum (*Cladonia arbuscula*) var safnað einu sinni dagana 12. -14. júlí 2010, á sama tíma og fléttum og mosa á 28 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 5-15). Eins og í fyrra var ekki hægt að safna sýnum á sýntökustöðvum L9 og L20 þar sem þar var engar fléttur að finna. Flúoríð var mælt í öllum 28 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í fléttum árið 2010 er að finna í viðauka 4.



Mynd 5-15 Sýnatökustaðir flétta í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009)

Meðaltalsgildi allra sýna árið 2010 var töluvert lægra en árið 2009 (sjá Mynd 5-16 og Mynd 5-17). Tölfræðilegur samanburður árána 2009 og 2010 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs var marktækt lægri árið 2010 ( $P < 0,001$ ).

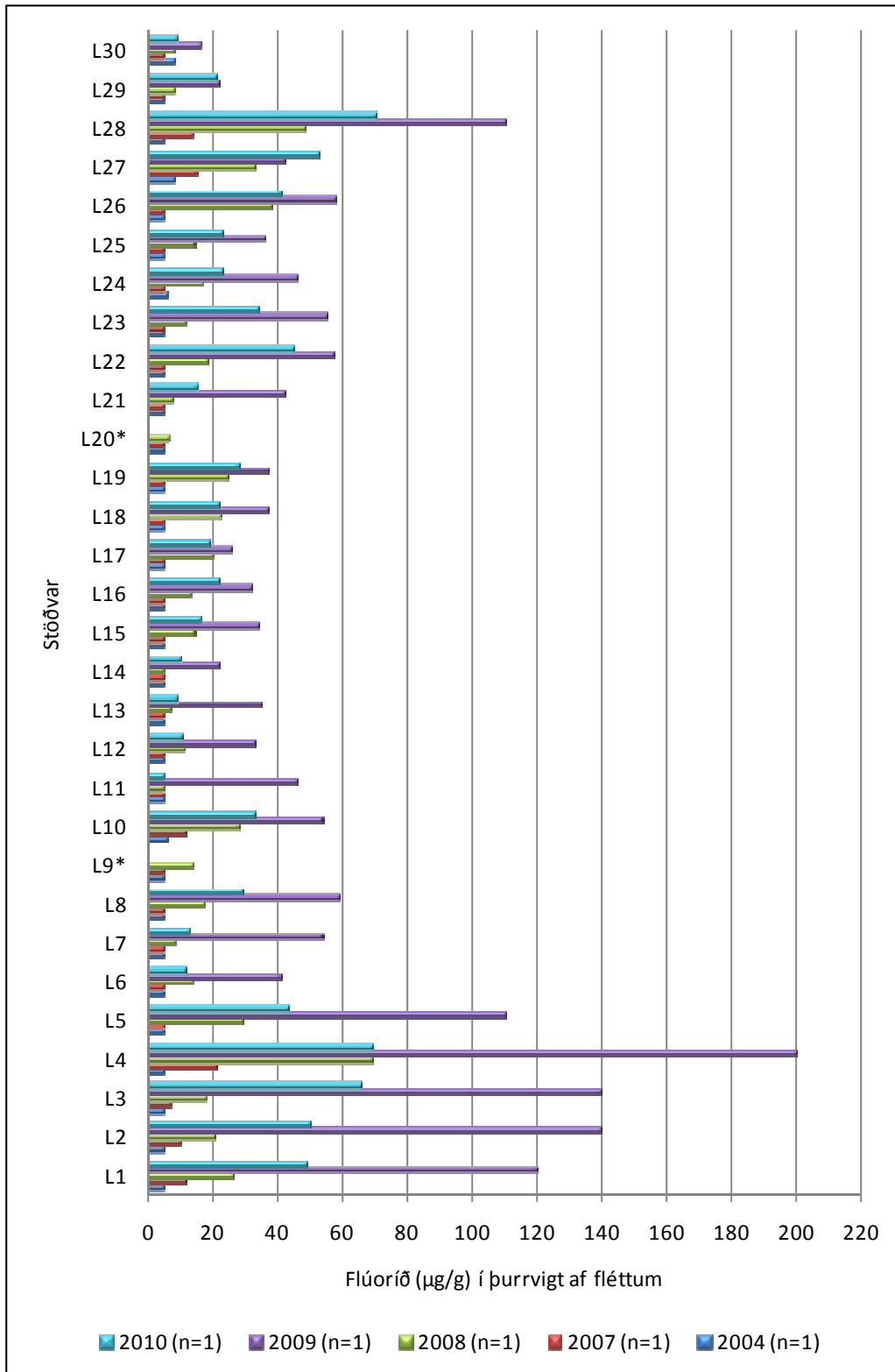


Mynd 5-16 Meðaltalsgildi flúoríðs í fléttusýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 28-30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í fléttum árið 2010 var undir mælivíðmiðum, eða minna en 5 µg/g á sýnatökustað L11 ofan við Áreyjar og mestur 70 µg/g á sýnatökustað L28, á hjalla vestan við álveríð. Þar var grunnt á klöpp og mögulegt að sýni hafi verið jarðvegssmituð (Mynd 5-15). Eins og við er að búast mældust hæstu gildi flúoríðs í fléttusýnum innan þynningarsvæðis, en lægstu gildin inni í dalbotni, sunnan fjarðar og í Hólmanesfriðlandi (Mynd 5-15).

Mikil lækkun í árgildum fléttna milli árána 2009 og 2010 er óútskýrð. Líkt og með mosa er lítið vitað um upptöku og tap í blöðum fléttna. Hlutfall milli yfirborðs og þyngdar er hærra en hjá mosum svo búast má við að styrkur flúoríðs sé lægri hjá fléttunum en í mosa frá sama svæði. Þetta var raunin í Reyðarfirði sumarið 2010. Hugsanleg skýring á lækkuðum gildum í fléttum milli ára er líkt og í mosanum mikil rigning dagana á undan sýnatöku með tilheyrandi áhrifum.

Dreifingarmynstrið var sambærilegt við önnur sýni. Hæstu gildin mældust áfram innan þynningarsvæðis næst álverinu og féllu hratt til vesturs.

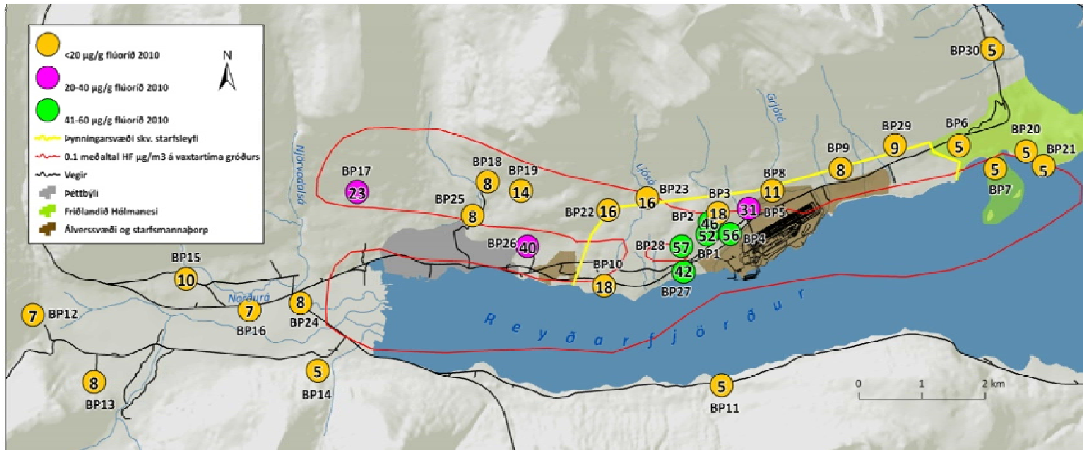


Mynd 5-17 Flúoríð í fléttum á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).\* Engin sýni voru tekin á sýnatökustöðum L9 og L20 árin 2009 og 2010.

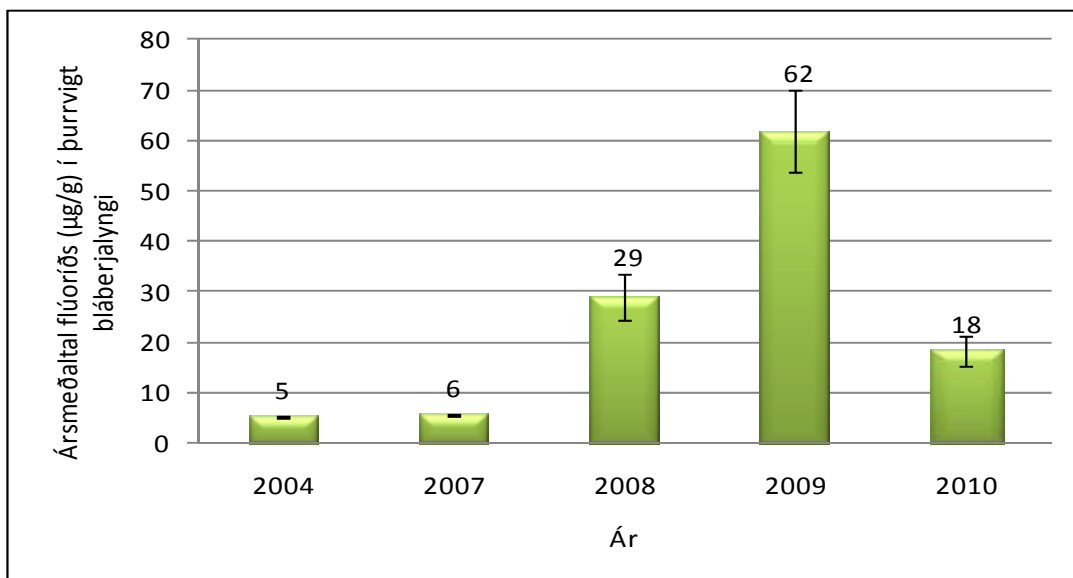
## 5.4 Bláberjalyng

Blöðum bláberjalyngs (*Vaccinium uliginosum*) var safnað einu sinni dagana 12. -14. júlí 2010, á sama tíma og fléttum og mosa á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 5-18). Flúoríð var mælt í öllum 30 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í bláberjalyngi árið 2010 er að finna í viðauka B, hluta 5.

Meðaltalsgildi ársins 2010 var töluvert lægra en árið 2009 (Mynd 5-19, Mynd 5-20). Tölfræðilegur samanburður árána 2009 og 2010 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs var marktækt lægri árið 2010 ( $P < 0,001$ ).

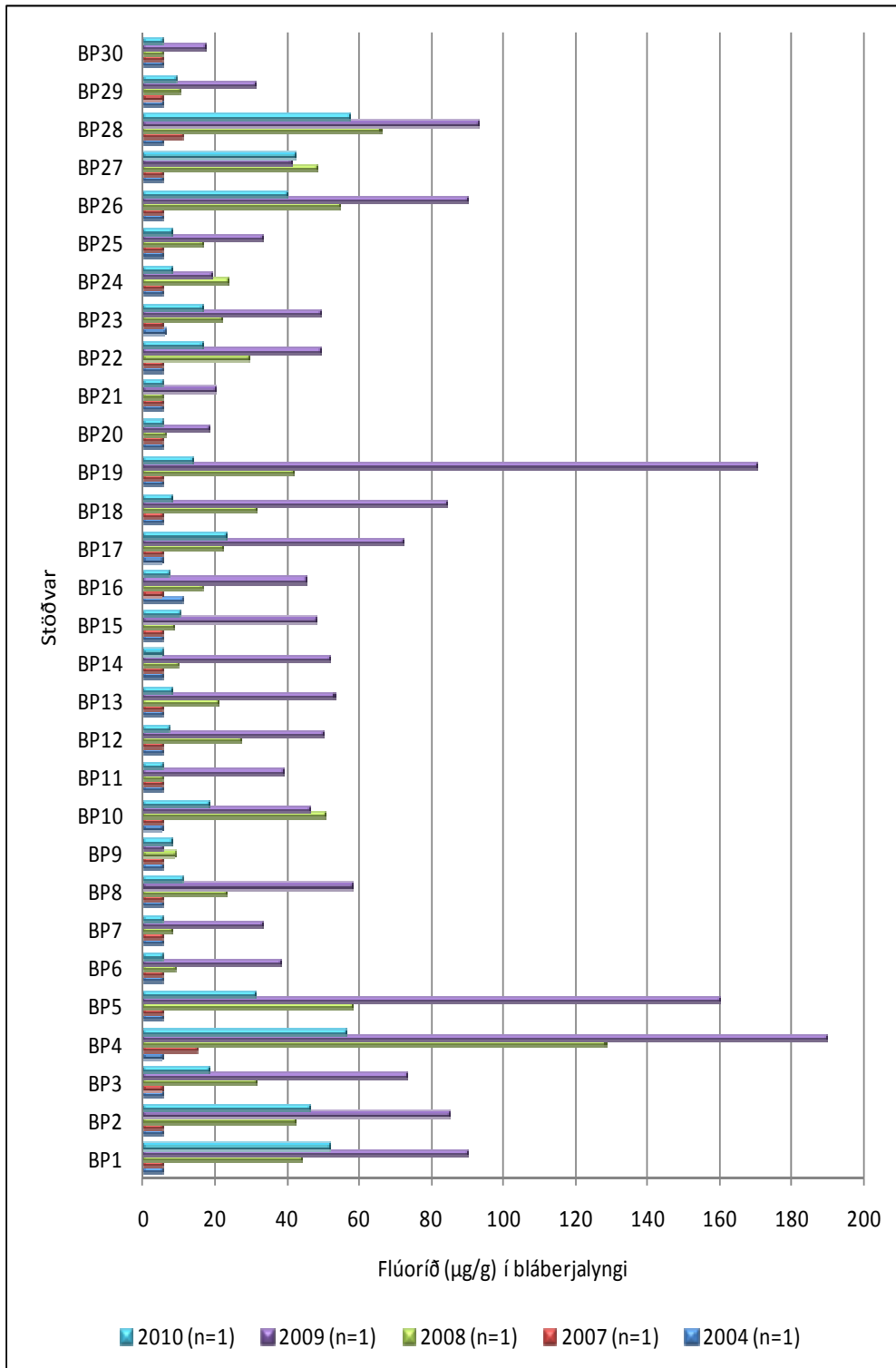


Mynd 5-18 Sýnatökustaðir bláberjalyngs í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



Mynd 5-19 Meðaltalsgildi flúoríðs í bláberjalyngi (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í bláberjalyngi var undir greiningarviðmiðum, eða minni en 5 µg/g á nokkrum sýnatökustöðum í Hólmanesfriðlandi og sunnan fjarðar. Hæstur var styrkurinn 57 µg/g á sýnatökustað BP28, á hjöllum vestan álversins. Hæstu gildin mældust öll rétt vestan álversins (Mynd 5-18, Mynd 5-20).



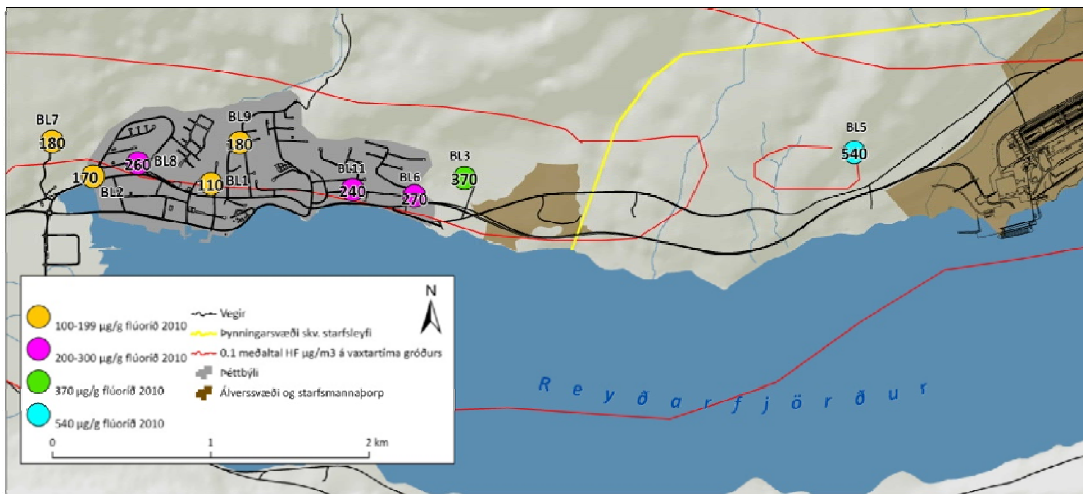
Mynd 5-20 Flúoríð í bláberjalyngi á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

Mikil lækkun á styrk flúoríðs í bláberjalyngi milli ára var eftirtektarverð. Í meiri hluta sýna var styrkurinn sambærilegur eða nálægt bakgrunnsgildum. Á milli ára var lækkunin mest á stöð G19, undir Teigargerðistindi, úr 170 µg/g í 14 µg/g. Laufum bláberjalyngs var safnað á sama tíma og mosa, fléttum og grassýnum með lægstu meðaltalsgildi sumarsins. Á sama hátt og með lægri gildi í mosa og fléttum árið 2010 en 2009 má hugsanlega skýra með mikilli úrkomu dagana áður en bláberjalyngi var safnað. Í viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumrin 2009 og 2010 borin saman.

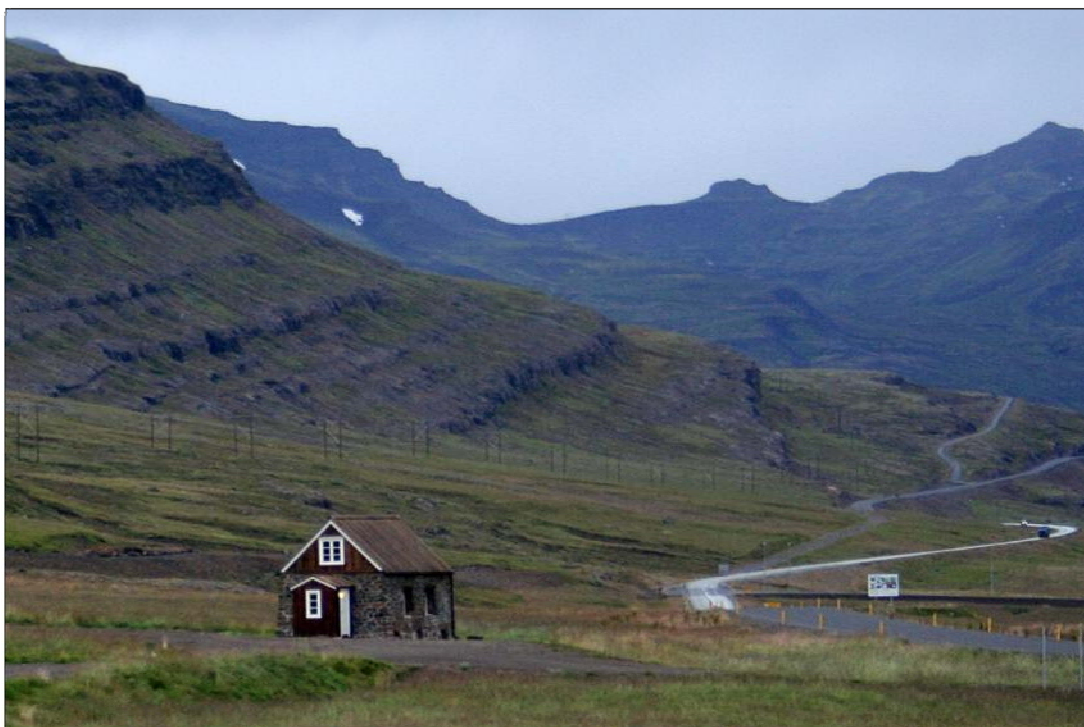


## 5.5 Reyniviður

Blöðum reynitrjáa (*Sorbus sp.*) var safnað einu sinni á níu söfnunarstöðum 24. ágúst 2010 (Mynd 5-21). Einn sýnatökustaður, BL4 við Sómastaði hefur verið eyðilagður þar sem öll tré hafa verið fjarlægð í tengslum við uppgerð á húsinu (Mynd 5-22). Flúoríð, köfnunarefni, brennisteinn og þungmálmar var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga má sjá í viðauka B, hluta 6.



Mynd 5-21 Sýnatökustaðir á laufblöðum reynitrjáa í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í ágúst 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

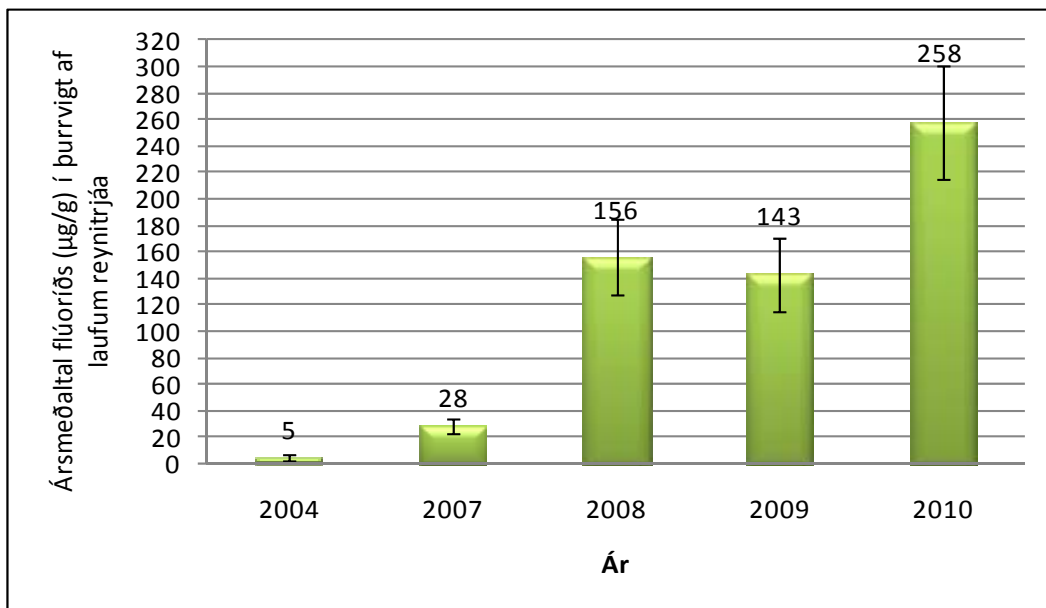


Mynd 5-22 Öll tré við Sómastaði hafa verið fjarlægð í tengslum við uppgerð á húsinu.

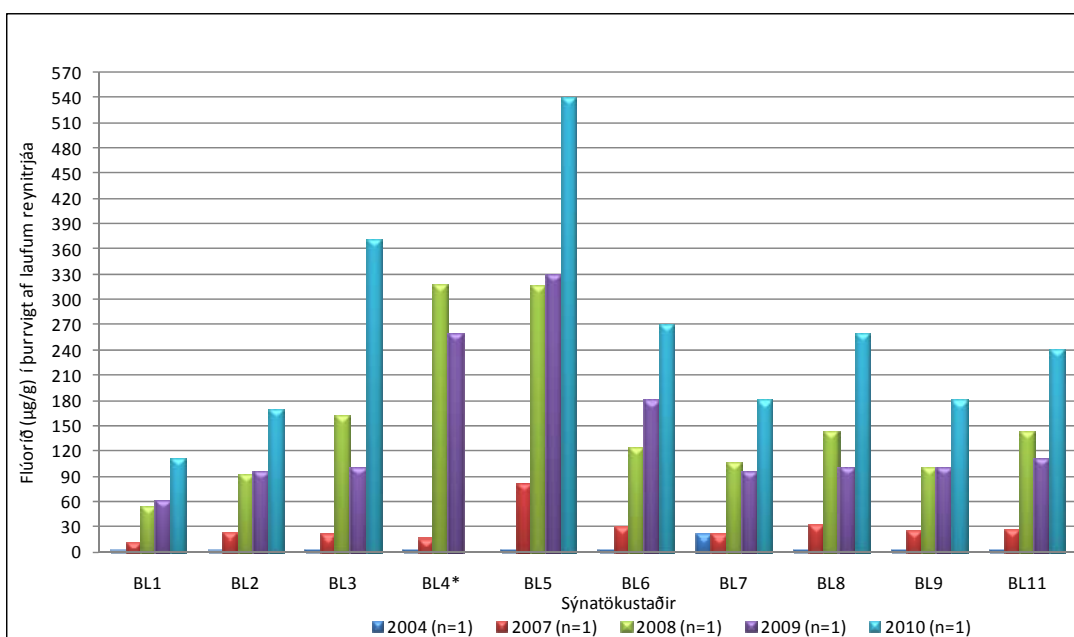
### 5.5.1 Flúoríð

Styrkur flúoríðs í öllum sýnum af blöðum reynitrjáa reyndist hærri en í öðrum gróðursýnum árið 2010 (Mynd 5-23 og Mynd 5-24). Ólíkt t.d. styrk flúoríðs í mosa, fléttum og bláberjalyngi þar sem styrkurinn lækkaði milli árána 2009 og 2010 varð hækkun á öllum gildum flúoríðs í blöðum reynitrjáa.

Þar af leiðandi eru meðaltalsgildi ársins hærra 2010 en árin á undan (Mynd 5-23). Tölfræðilegur samanburður á magni flúoríðs í blöðum reynitryjáa sýna að styrkur flúoríðs var marktækt hærri árið 2010 en 2009 ( $P < 0,001$ ).



Mynd 5-23 Meðaltalsgildi flúoríðs í laufblöðum reynitryjáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010.



Mynd 5-24 Flúoríð í laufum reynitryjáa á 9-10 sýnatökustaðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári ( $n=1$ ). \* Engin sýni voru tekin á sýnatökustað BL4.

Lægsta gildið, 110 µg/g mældist í sýni BL1 sem er í þéttbýlinu á Reyðarfirði og hæsta gildið, 540 µg/g mældist innan þynningarsvæðis, í sýni BL5, vestan við álverið, líkt og undanfarin ár (Mynd 5-24). Tvö hæstu gildin mældust í sýnum sem voru næst álverinu.

Mesta hækkun í styrk flúoríðs í gróðri í Reyðarfirði milli árunna 2009 og 2010 var í blöðum reyniviðar og hefur styrkur flúoríðs aldrei mælst svo hár í Reyðarfirði. Þrátt fyrir háan styrk voru engin sýnileg einkenni flúorskemmda á þeim trjám sem sýnum var safnað af, nema á sýnatökustað BL3 (Mynd 5-25) og hugsanlega á sýnatökustað BL5. Sýnt hefur verið fram á að styrkur flúoríðs í reynivið í Noregi jókst mikið á vaxtartíma. Jafnframt kom í ljós að styrkur

flúoríðs í ilmreyni (*Sorbus acuparia*) var allt að þrisvar sinnum hærra en t.d. í skógarfuru (*Pinus Sylvestris*). Þá urðu sýnilegar skemmdir af völdum flúoríðs greinanlegar við 250 µg/g styrk (Vike og Håbjorg 1995).



Mynd 5-25 Sýnilegar skemmdir af völdum flúoríðs á söfnunarstað BL3 þar sem flúoríð mældist 370 µg/g. Til samanburðar er sýnd mynd frá sýnatökustað BL7 þar sem ekki voru sjáanlegar augljósar skemmdir..

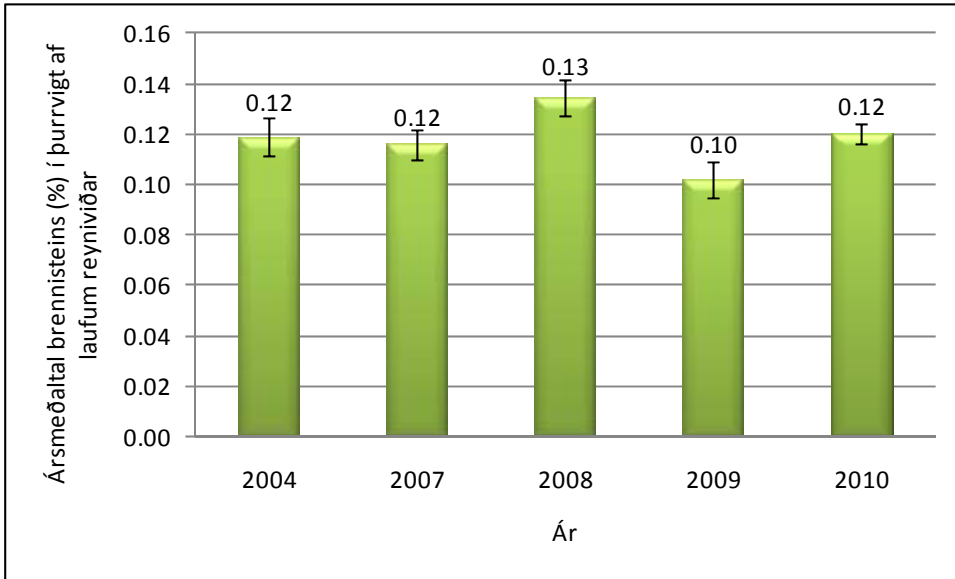
Ekki eru augljósar ástæður þessara hækkuðu gilda í reyniviði í Reyðarfirði, en áframhaldandi vöktun mun varpa ljósi á málið. Skortur er á vísindalegri þekkingu á eiginleikum og hegðun reyniviðar við íslenskar aðstæður. Mögulegar skýringar eru nokkrar. T.d. var sýnum af blöðum reynitrjáa safnað í lok sumars, eða tæpum sex vikum síðar en sýnum af t.d. blöðum bláberjalyngs. Það gæti skýrt að einhverju leyti hærra styrk en í öðrum gróðri. Þá var sýnum af reyniviði alla jafnan safnað af hávöxnum trjám í 1,5 – 3 m hæð á meðan flestur annar gróður er lágvaxnari og er safnað undir eins metra hæð. Hugsanlega heldur reyniviður loftopum sínum opnum allan sólarhringinn þegar bjart er. Auk þess hafa veðurfarslegar ástæður áhrif á það hvernig plantan tekur upp flúoríð.

Styrkur flúoríðs í lofti í júlí og ágúst var hærra en árin 2008 og 2009 (Sýni, 2011), en úrkomumælingar sýna að lítil úrkoma var í Reyðarfirði seinni hluta júlí og ágúst 2010 samanborið við sama tímabil árið 2009. Í viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumrin 2009 og 2010 borin saman.

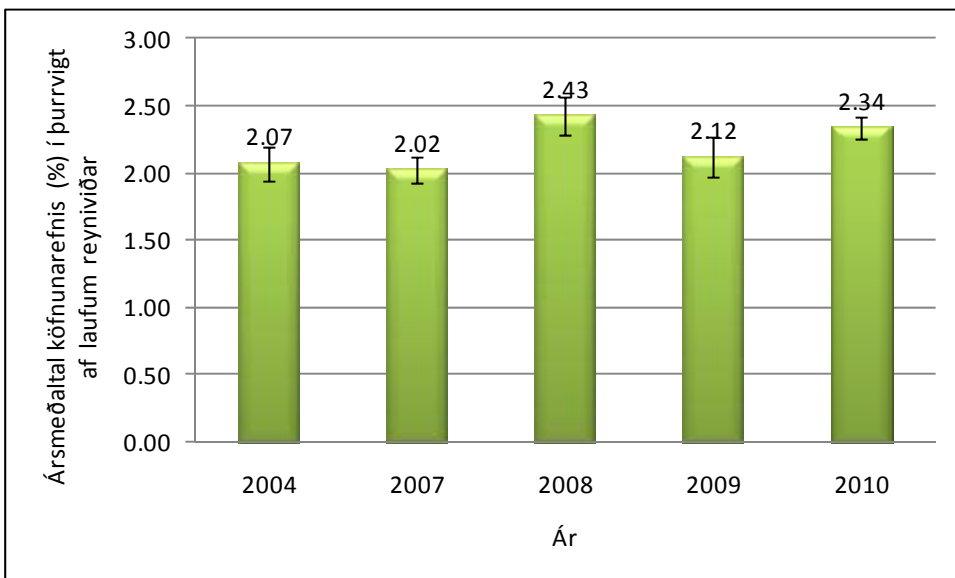
### 5.5.2 Brennisteinn og köfnunarefni

Meðaltalsstyrkur brennisteins og köfnunarefnis í laufum reynitrjáa hækkaði frá 2009 til 2010 (Mynd 5-26 og Mynd 5-27).

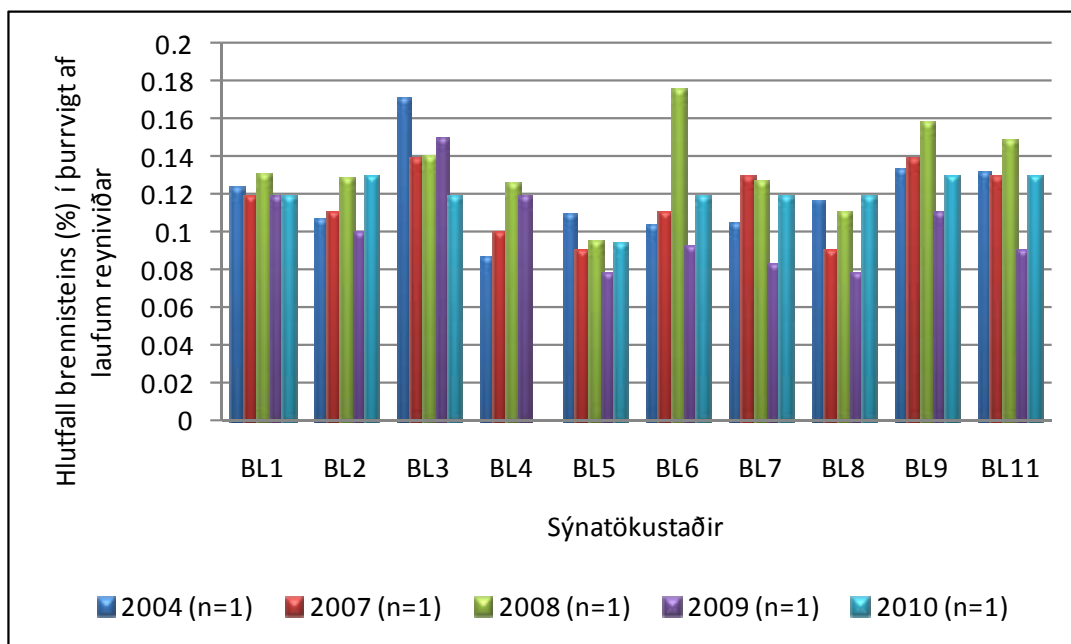
Hlutfall brennisteins var mjög svipað á milli stöðva, minnst mældist það 0,09% í sýni BL5 næst álverinu, en var annars á bilinu 0,12-0,13% í öðrum sýnum. Hlutfall köfnunarefnis var líka mjög svipað. Minnst mældist það 2,26% á sýnatökustað BL3 og mest 2,72% á sýnatökustað BL9 (Mynd 5-28 og Mynd 5-29).



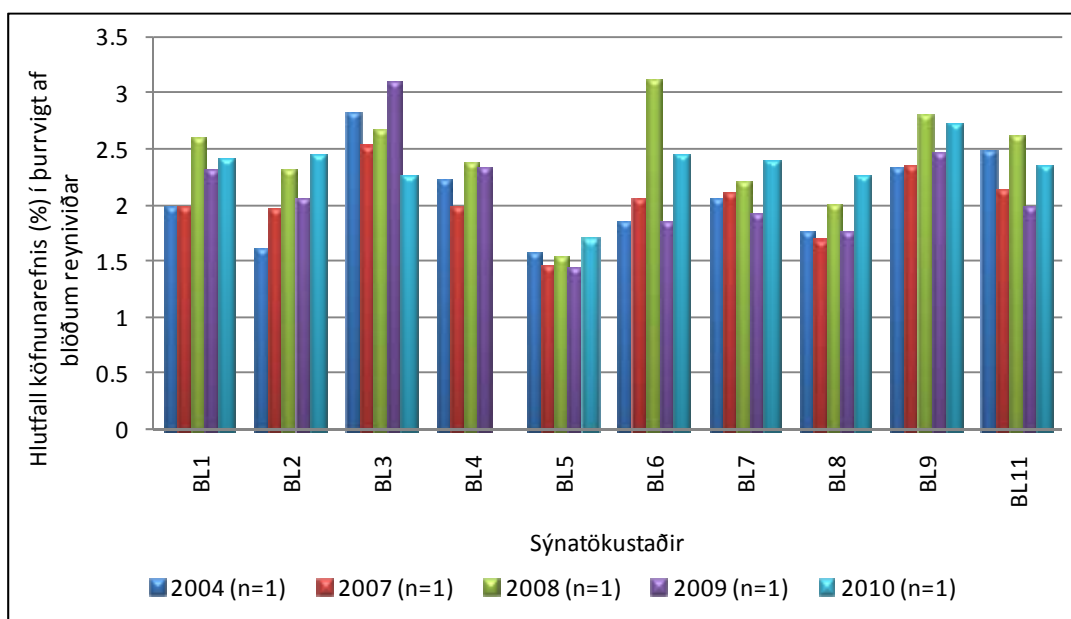
Mynd 5-26 Meðaltalsgildi brennisteins í laufblöðum reynitrjáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010.



Mynd 5-27 Meðaltalshlutfall köfnunarefnis í laufblöðum reynitrjáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010.



Mynd 5-28 Brennisteinn í laufum reyniviðar á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Engin sýni voru tekin á sýnatökustað BL4 sumarið 2010.



Mynd 5-29 Köfnunarefni í blöðum reyniviðar á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Engin sýni voru tekin á sýnatökustað BL4 sumarið 2010.

### 5.5.3 Þungmálmar

Eftirfarandi þungmálmar voru mældir í laufblöðum reyniviðar: Kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg).

Líkt og fyrri ár var króm og kvikasilfur undir greiningamörkum (Cr <1,0 µg/g og Hg <0,010 µg/g).

Tafla 5-1 sýnir styrk þungmálma árin 2009 og 2010 og hlutfallslega breytingu á styrk þeirra milli ára. Meðaltalsgildi kopars, arsens, kadmíums og nikkels hækkðu milli ára, en gildi sinks og blýs lækkðu. Mesta aukningin, hlutfallslega, í þungmálmum á milli áruna 2009 og 2010 var í styrk arsens í sýni BL3, sem fór úr 0,055 µg/g í 0,015 µg/g. Mesta lækkunin, hlutfallslega, var á styrk blýs í sýni BL3, sem fór úr 37 µg/g í 19 µg/g.

Tafla 5-1 Styrkur þungmálma í blöðum reyniviðar árin 2009 og 2010, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli áruna 2009 og 2010. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Blöð reyniviðar	Cu (µg/g)			Zn (µg/g)			As (µg/g)			Cd (µg/g)			Pb (µg/g)			Ni (µg/g)		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%
BL1	7.6	6.0	27%	21	21	0%	0.056	0.040	40%	0.048	0.041	17%	0.059	0.075	-21%	5.3	3.4	56%
BL2	8.4	5.7	47%	19	20	-5%	0.093	0.056	66%	0.054	0.026	108%	0.15	0.14	7%	6.0	2.7	122%
BL3	6.1	8.1	-25%	19	37	-49%	0.15	0.055	173%	0.030	0.027	11%	0.19	0.11	73%	7.2	3.7	95%
BL4*		6.0			30			0.15			0.021			0.080			3.2	
BL5	5.2	4.4	18%	25	18	39%	0.17	0.094	81%	0.021	0.024	-13%	0.10	0.15	-33%	6.6	4.2	57%
BL6	7.3	7.1	3%	17	12	42%	0.11	0.11	0%	0.011	0.020	-45%	0.11	0.18	-39%	5.8	4.9	18%
BL7	7.8	6.3	24%	21	28	-25%	0.092	0.050	84%	0.017	0.015	13%	0.051	0.067	-24%	4.5	3.6	25%
BL8	7.4	5.8	28%	24	18	33%	0.14	0.053	164%	0.029	0.021	38%	0.075	0.073	3%	5.0	3.4	47%
BL9	9.3	8.5	9%	15	12	25%	0.082	0.044	86%	0.038	0.031	23%	0.094	0.13	-28%	5.7	4.0	43%
BL11	7.5	5.5	36%	29	28	4%	0.088	0.050	76%	0.039	0.027	44%	0.088	0.065	35%	6.2	3.9	59%
Ársmeðaltal*	7.4	6.4	16%	21.1	21.6	-2%	0.109	0.061	78%	0.032	0.026	24%	0.102	0.110	-7%	5.8	3.8	55%
Parað t-próf	(P = 0,053)			(P = 0,869)			(P = 0,002)			(P = 0,114)			(P = 0,597)			(P = <0,001)		
	Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Marktækur munur		

\* Öll reynitré voru fjarlægð á sýnatökustað BL4 og því er ársmeðaltal 2009 og 2010 m.v. 9 sýni.

Styrkur nikkels ( $p < 0,001$ ) og arsens ( $p = 0,002$ ) hækkaði marktækt frá 2009 til 2010. Ekki reyndist marktækur munur á styrk kopars, kadmíums, sinks og blýs (Tafla 5-1).

Samanborið við grunnmælingar frá árinu 2004 hefur meðaltalsstyrkur kopars og nikkels lækkað frá 2004 til 2010, en greiningamörk blýs árið 2004 voru  $< 16 \mu\text{g/g}$  og því ekki samanburðarhæf við síðari mælingar (Tafla 5-2).

Tafla 5-2 Ársmeðaltal þungmálma í blöðum reyniviðar árin 2004, 2009 og 2010. Meðaltalsgildi byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

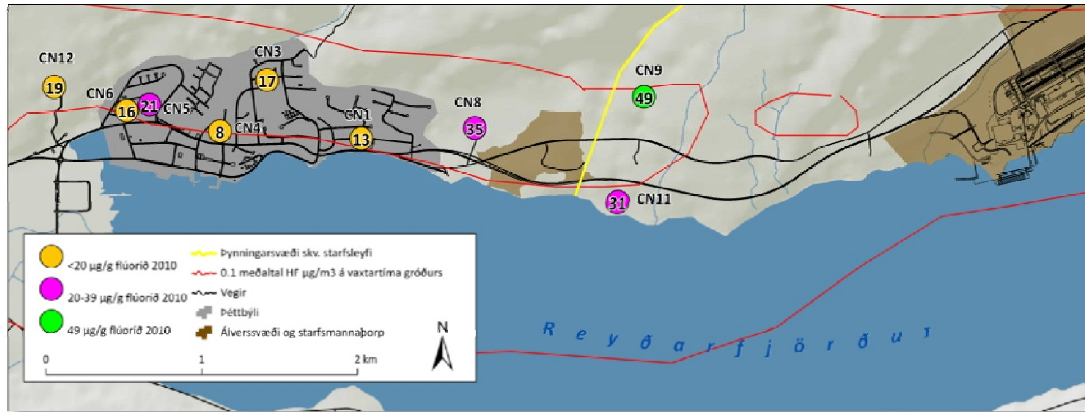
	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Cd (µg/g)	Pb (µg/g)	Cr (µg/g)	Ni (µg/g)
2004		7.84	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt
2009		6.34	22.40	0.07	0.03	0.11	<1,0
2010		7.40	21.11	0.11	0.03	0.10	<1,0

Á kortum í viðauka B, hluta 14 má sjá dreifingu mismunandi þungmálma eftir styrk í blöðum reyniviðar í Reyðarfirði árin 2009 og 2010. Dreifingarmynstur flestra þungmálma er nokkuð sambærilegt. Hæstu gildin mælast alla jafna í þéttbýli eða við Teigargerði og lægri gildi mælast nær álveri. Eini þungmálmurinn sem sker sig úr hvað varðar dreifingarmynstur er arsen sem mælist með hæstu gildin næst álveri.

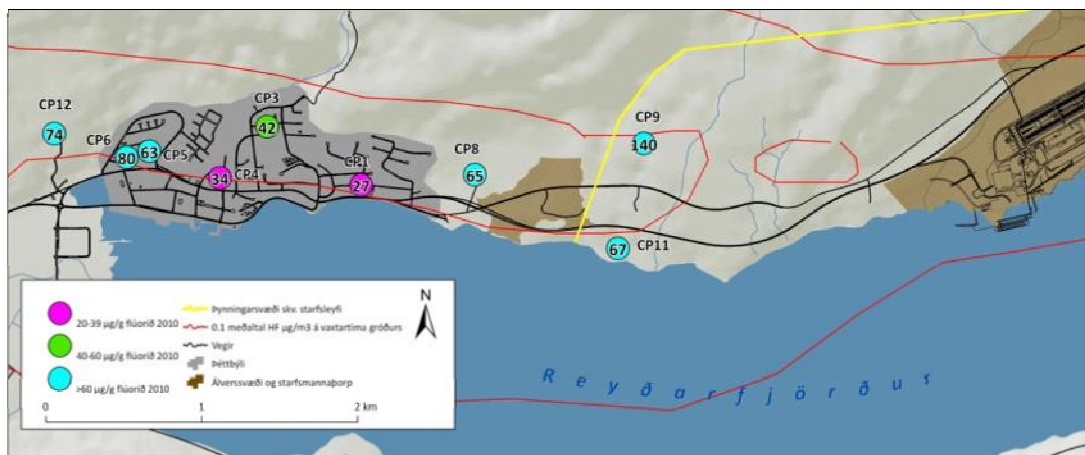
Lítið bendir til þess að breytingar á styrk þungmálma í blöðum reyniviðar í Reyðarfirði megi rekja til álversins. Í rannsóknum á þungmálmum í mosa í nágrenni álversins í Straumsvík var dregin sú ályktun út frá útbreiðslumynstri þungmálma þar að arsen og nikkell kæmu greinilega frá álverinu og að þungmálmarnir kadmíum og kvikasilfur kæmu að hluta frá álverinu. Aðrir þungmálmur voru taldir eiga uppruna sinn frá annarri iðnaðarstarfsemi (Sigurður Magnússon og Björn Thomas, 2007b). Nikkell hækkaði milli 2009 og 2010 en er lægra en það var viðmiðunarárið 2004. Arsen var ekki mælt árið 2004 og því ekki til viðmiðunargildi og því lítið hægt að túlka þá hækkan sem varð milli 2009 og 2010. Eftir því sem vöktunarárum fjölga verður betur hægt að álykta um hvor marktækar breytingar verði á styrk þungmálma og hvort rekja megi þær breytingar til starfsemi álversins.

## 5.6 Barrnálar

Barrnálum var safnað einu sinni á níu söfnunarstöðum þann 18. október 2010. Einn sýnatökustaður, CN10 við Sómastaði, dettur út þar sem öll tré voru fjarlægð í tengslum við uppgerð á húsinu. Bæði var safnað nývöxnum nálum (vexti ársins 2010, táknað CN) og nálum sem uxu árið á undan (vexti ársins 2009, táknað CP) (sjá Mynd 5-30 og Mynd 5-31). Flúoríð, köfnunarefni, brennisteinn og þungmálmur var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga má sjá í viðauka B, hluta 7.



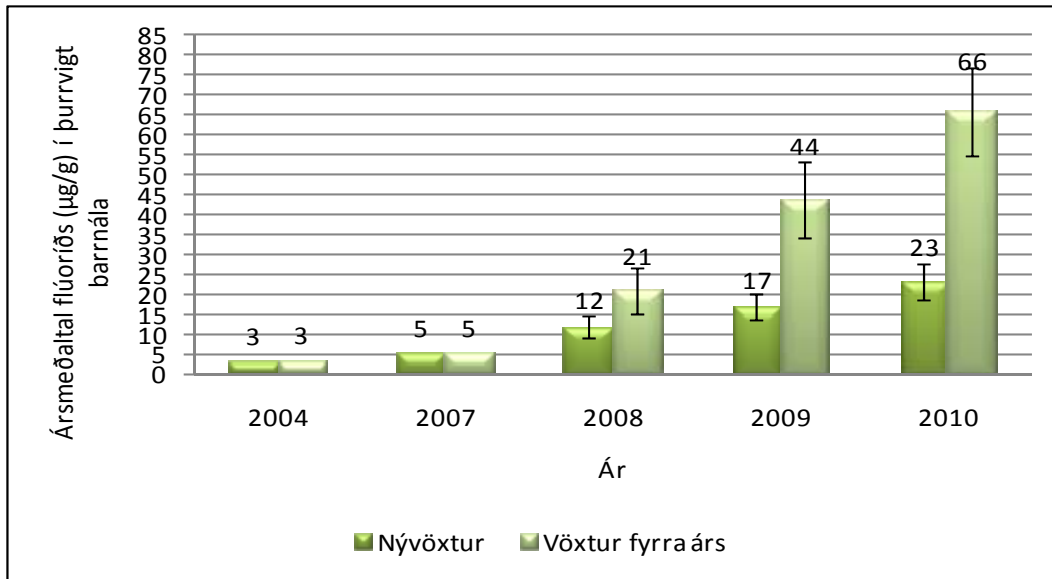
Mynd 5-30 Sýnatökustaðir barrnála í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í nývöxnum barrnálum í október 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009)



Mynd 5-31 Sýnatökustaðir barrnála í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í barrnálum frá fyrra ári (2009) í október 2010 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009)

### 5.6.1 Flúoríð

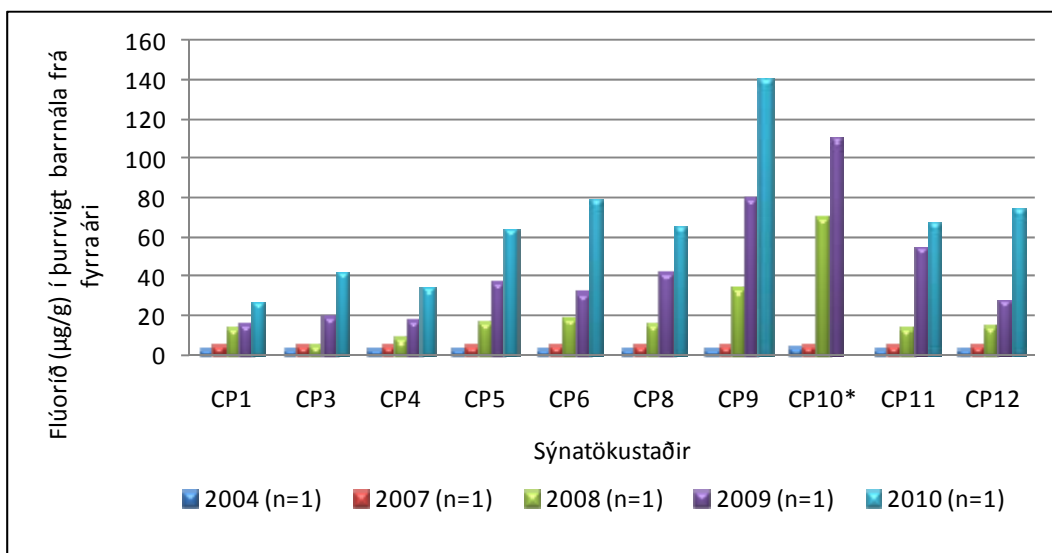
Meðaltals gildi flúoríðs í öllum sýnum barrnála árið 2010 var hærra en árið 2009 (Mynd 5-32). Tölfræðilegur samanburður árána 2009 og 2010 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs í barrnálum var marktækt hærri árið 2010 ( $P < 0,001$  fyrir nálar fyrra árs og  $P = 0,003$  fyrir nývaxnar nálar).



Mynd 5-32 Meðaltalsgildi flúoríðs í barnálum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010. Ártalið á lárétta ásnum vísar í söfnunarár.

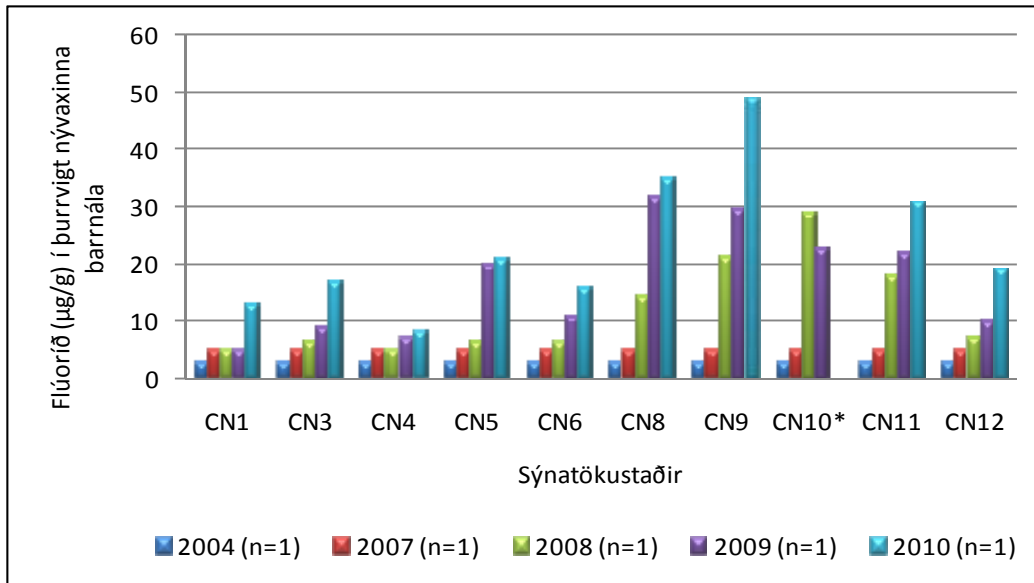
Lægsta gildi flúoríðs sem mældist í barnálum frá fyrra ári (2009) var 27 µg/g í sýni CP1, inni í þéttbýlinu. Hæsta gildið, 140µg/g, mældist í sýni CP9 á sýnatökustaðnum næst álveri (Mynd 5-31 og Mynd 5-33).

Lægsta gildið sem mældist í nývöxnum barnálum (2010) var 8 µg/g í sýni CN4 inni í þéttbýlinu. Líkt og í sýnum af barnálum frá fyrra ári mældist hæsta gildi nývaxinna nála í sýni CN9 á sýnatökustaðnum næst álveri (Mynd 5-31, Mynd 5-34).



Mynd 5-33 Flúoríð í barnálum fyrra árs á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Ártalið á lárétta ásnum vísar í söfnunarár. Engin sýni voru tekin á sýnatökustað CP10 sumarið 2010.





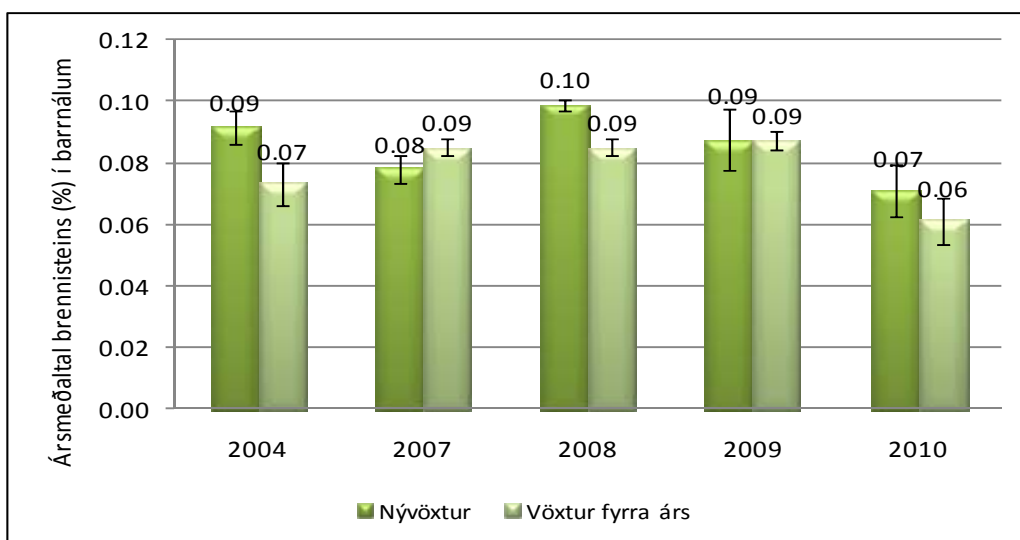
Mynd 5-34 Flúoríð í nývöxnum barnnálum á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Engin sýni voru tekin á sýnatökustað CN10 sumarið 2010.

Sígræn tré fella ekki laufin á haustin og taka því upp flúoríð allan ársins hring. Mest er upptakan frá því nýjar nalar fara að myndast að vori og fram á veturinn. Flúoríð safnast fyrir í nálum og styrkurinn eykst milli ára þannig að eldri nalar mælast alltaf með meiri styrk en yngri nalar.

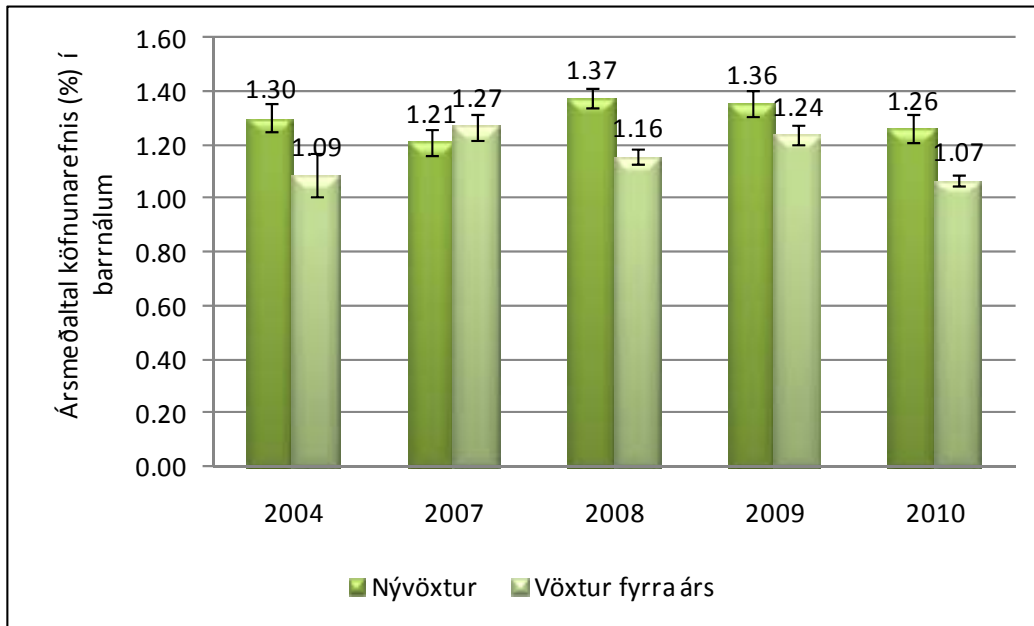
Dreifing á styrk flúoríðs í barnnálum sumarið 2010 er eftirtektarverð. Sem fyrr mælast hæstu gildin rétt vestan álvers og fara svo lækkandi þegar komið er inn í þéttbýlið en hækka svo aftur í vestasta hluta þéttbýlisins og við Kollaleiru. Ekki eru augljósar skýringar á þessari dreifingu.

### 5.6.2 Brennisteinn, köfnunarefni og þungmálmur

Meðaltalsstyrkur brennisteins og köfnunarefnis í barnnálum var lægri árið 2010 en 2009 og lægri eða svipaður og bakgrunnsgildi frá árinu 2004 (Mynd 5-35, Mynd 5-36, Mynd 5-38, Mynd 5-37, Mynd 5-39 og Mynd 5-40).



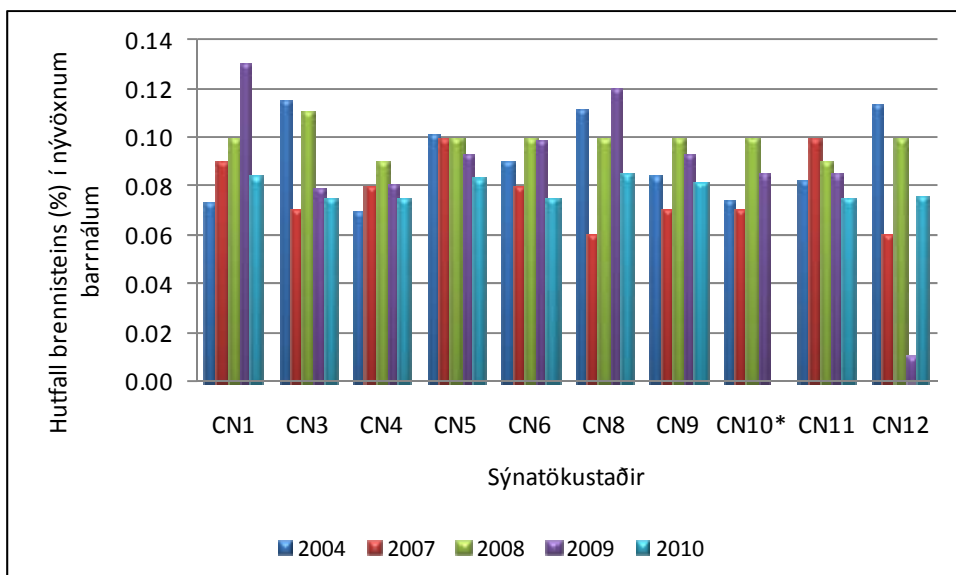
Mynd 5-35 Meðaltalsgildi brennisteins (ásamt staðalskekkju) í furunálum árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 10 sýnum árin 2007-2009 en 9 sýnum árin 2010. Ártalið vísar til söfnunarárs.



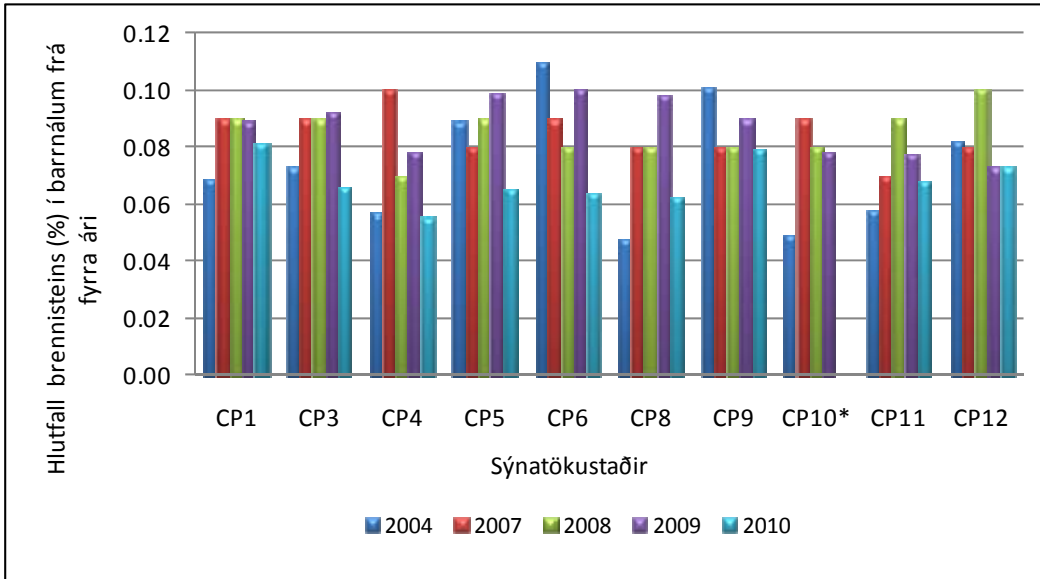
Mynd 5-36 Meðaltalsgildi köfnunarefnis (ásamt staðalskekkju) í furunálum árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 10 sýnum árin 2007-2009 en 9 sýnum árin 2010. Ártalið vísar til söfnunarárs.

Lítill munur var á hæsta og lægsta styrk brennisteins í nývöxnum barrnálum. Minnsta hlutfallið mældist 0,075% á þremur sýnatökustöðum og hæsta hlutfallið mældist á sýnatökustað CN8, 0,085%. Það er lægsta háa gildið sem mælst hefur síðan 2004 (Mynd 5-37). Í barrnálum frá fyrra ári (vexti ársins 2009) var lægsta gildið 0,055% á sýnatökustað CP4 og hæsta gildið 0,081% á sýnatökustað CP1 (Mynd 5-38).

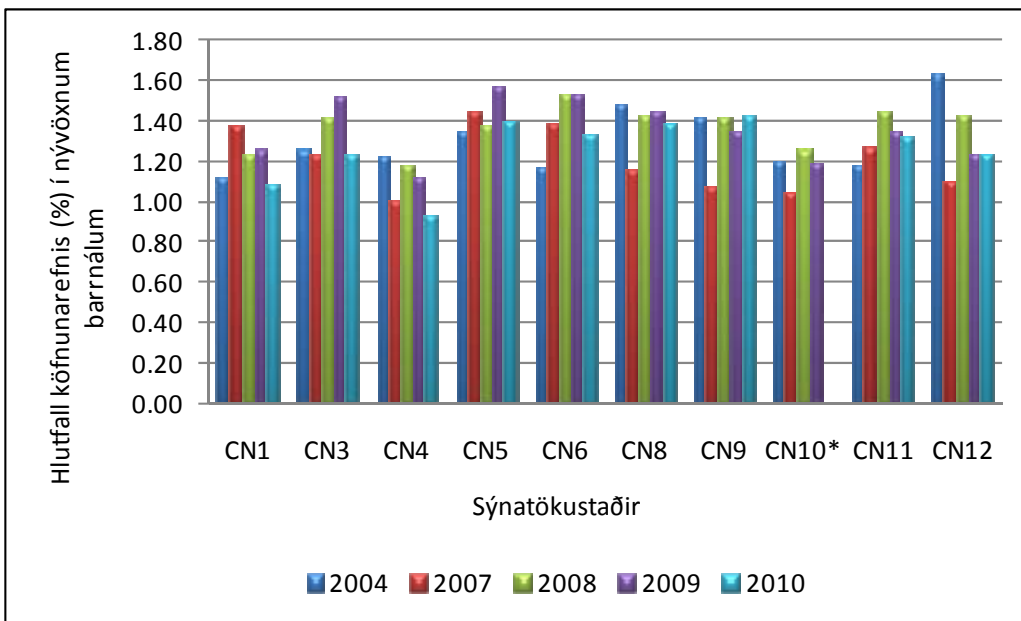
Lægsta hlutfall köfnunarefnis í nývöxnum barrnálum og nálum frá fyrra ári var það sama, 0,9% á sýnatökustað CN4/CP4. Hæsta hlutfallið í bæði nývöxnum barrnálum og nálum frá fyrra ári mældist á sýnatökustað CN9/CP9, 1,4% og 1,2% (Mynd 5-39 og Mynd 5-40).



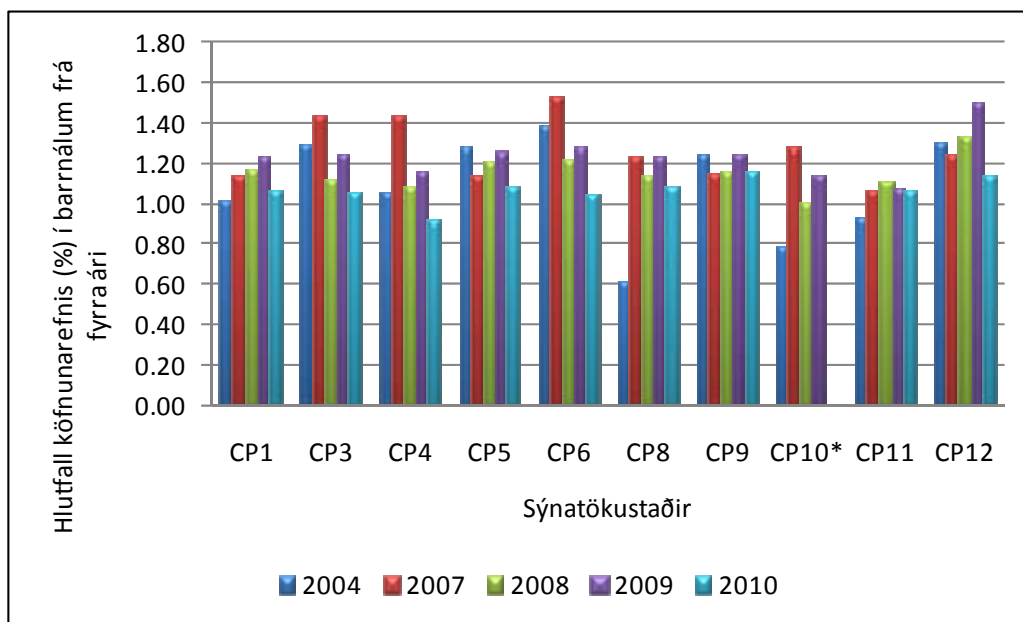
Mynd 5-37 Brennisteinn í nývöxnum barrnálum á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1) á tíu stöðum árin 2004-2009, en á níu stöðum árið 2010, þar sem engin tré eru lengur á sýnatökustað CP10.



Mynd 5-38 Brennisteinn í barrnállum frá fyrra árs á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1) á tíu stöðum árin 2004-2009, en á níu stöðum árið 2010, þar sem engin tré eru lengur á sýnatökustað CP10. Ártalið vísar í söfnunarár.



Mynd 5-39 Köfnunarefni í nývöxnum barrnállum á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1) á tíu stöðum árin 2004-2009, en á níu stöðum árið 2010, þar sem engin tré eru lengur á sýnatökustað CP10.



Mynd 5-40 Köfnunarefni í barnnállum fyrra árs á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1) á tíu stöðum árin 2004-2009, en á níu stöðum árið 2010, þar sem engin tré eru lengur á sýnatökustað CP10. Ártalið vísar í söfnunarár.

### 5.6.3 Þungmálmar

Sömu þungmálmar voru mældir í barnnállum og reynivið: Kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg).

Líkt og fyrri ár var króm og kvikasilfur undir greiningamörkum (Cr <1,0 µg/g og Hg <0,010 µg/g) í öllum sýnum barnnála nema í einu sýni úr barnnállum fyrra árs, sýni CP9 þar sem króm mældist 1,9 µg/g.

Tafla 5-3 Styrkur þungmálma í nývöxnum barnnállum sem safnað var árin 2009 og 2010, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árunna 2009 og 2010. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Nýjar barnnálar	Cu (µg/g)			Zn (µg/g)			As (µg/g)			Cd (µg/g)			Pb (µg/g)			Ni (µg/g)		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%
CN1	3.6	4.3	-16%	29	24	21%	<0,030	<0,03	-	0.010	0.016	-38%	<0,030	0.062	-	3.5	3.4	3%
CN3	3.8	3.6	6%	56	46	22%	<0,030	<0,03	-	0.19	0.16	19%	<0,030	0.058	-	7.9	5.6	41%
CN4	2.6	2.5	4%	26	21	24%	<0,030	<0,03	-	0.040	0.036	11%	0.035	<0,03	-	4.7	3.4	38%
CN5	6.1	2.8	118%	44	35	26%	<0,030	<0,03	-	0.060	0.037	62%	<0,030	<0,03	-	4.5	2.6	73%
CN6	4.4	3.4	29%	42	41	2%	0.074	<0,03	-	0.084	0.099	-15%	0.27	<0,03	-	5.4	4.4	23%
CN8	3.1	3.0	3%	58	66	#####	0.035	0.28	-88%	0.080	0.058	38%	0.061	0.069	-12%	4.3	3.9	10%
CN9	2.1	2.7	-22%	42	32	31%	<0,030	<0,03	-	0.034	0.032	6%	0.099	0.20	-51%	3.2	1.5	113%
CN10*	-	2.2	-	-	40	-	<0,03	<0,03	-	-	0.082	-	<0,03	<0,03	-	-	3.0	-
CN11	2.6	4.2	-38%	51	44	16%	<0,030	0.054	-	0.034	0.016	113%	0.073	0.16	-54%	2.1	1.3	62%
CN12	3.2	<0,30	-	60	<0,15	-	<0,030	<0,03	-	0.11	<0,0050	-	0.051	<0,030	-	4.3	<1,0	-
Ársmeðaltal*	3.5	3.3	6%	45.3	38.6	17%	0.05	0.17	-67%	0.07	0.06	26%	0.10	0.11	-11%	4.4	3.3	36%
Parað t-próf	(P = 0,819)			(P = 0,018)			(P = 0,750)			(P = 0,074)			(P = 0,461)			(P = 0,003)		
Wilcoxon SR-próf**	Ekki marktækur			Marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Marktækur munur		

\*Öll tré voru fjarlægð á sýnatökustað CN10 og því er ársmeðaltal 2009 og 2010 m.v. 9 sýni, eða færri eftir því hversu mörg sýni eru yfir greiningarviðmiðum

\*\*Wilcoxon signed rank próf var notað á gögn sem ekki sýndu normaldreifingu

Tafla 5-3 sýnir styrk þungmálma í nývöxnum barnnállum (CN) sem safnað var 2009 og 2010 og hlutfallslega breytingu á styrk milli ára. Meðaltalsgildi kopars, sinks, kadmíums og nikkels hækkðu milli ára en meðaltalsgildi arsens og blýs lækkuðu á milli ára. Hlutfallslega mesta aukningin í þungmálmum í nýjum barnnállum á milli árunna 2009 og 2010 var á styrk kopars í sýni CN5, sem fór úr 2,8 µg/g í 6,1 µg/g. Mesta lækkunin, hlutfallslega, var á styrk arsens í sýni CN8, sem fór úr 0,28 µg/g í 0,035 µg/g. Styrkur sinks og nikkels reyndist marktækt

hærrí árið 2010 en 2009. Ekki var marktæk breyting á styrk annarra þungmálma milli árunna 2009 og 2010.

Tafla 5-4 Styrkur þungmálma í barnálum fyrra árs sem safnað var árin 2009 og 2010, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árunna 2009 og 2010. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Barnálar fyrra árs	Cu (µg/g)			Zn (µg/g)			As (µg/g)			Cd (µg/g)			Pb (µg/g)			Ni (µg/g)		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%
CP1	2.2	2.7	-19%	18	18	0%	0.043	0.041	5%	0.016	0.015	7%	0.12	0.12	0%	2.0	<1	-
CP3	1.8	2.8	-36%	43	31	39%	0.039	<0,03	-	0.21	0.15	40%	0.076	0.087	-13%	4.9	3.3	48%
CP4	1.4	2.2	-36%	29	15	93%	0.12	<0,03	-	0.028	0.037	-24%	0.13	0.051	155%	<1,0	<1	-
CP5	1.7	2.2	-23%	35	29	21%	0.049	<0,03	-	0.076	0.028	171%	0.097	0.073	33%	2.3	<1	-
CP6	1.1	2.5	-56%	20	22	-9%	<0,030	<0,03	-	0.088	0.096	-8%	0.17	0.084	102%	2.5	2.2	14%
CP8	1.1	2.5	-56%	120	76	58%	0.068	0.050	36%	0.10	0.045	122%	0.44	0.091	384%	2.9	2.2	32%
CP9	1.3	2.0	-35%	39	29	34%	0.17	0.046	270%	0.044	0.033	33%	0.21	0.26	-19%	5.8	<1	-
CP10*		1.4	-		43	-		<0,03	-		0.057	-		0.055	-		1.5	-
CP11	1.3	2.6	-50%	39	35	11%	0.046	0.072	-36%	0.028	0.033	-15%	0.093	0.075	24%	1.4	<1	-
CP12	1.3	2.6	-50%	53	46	15%	0.051	<0,03	-	0.070	0.15	-53%	0.092	<0,03	-	1.9	1.4	36%
Ársmeðaltal*	1.5	2.5	-40%	44.0	37.6	17%	0.07	0.05	40%	0.07	0.07	0%	0.16	0.11	34%	3.0	2.1	40%
Parað t-próf	(P = <0,001)			(P = 0,016)			(P = 0,156)			(P = 0,590)			(P = 0,078)			(P = 0,064)		
Wilcoxon SR-próf**	Ekki marktækur			Marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur		

\*Öll tré voru fjarlægð á sýnatökustað CN10 og því er ársmeðaltal 2009 og 2010 m.v. 9 sýni, eða færri eftir því hversu mörg sýni eru yfir greiningarviðmiðum

\*\*Wilcoxon signed rank próf var notað á gögn sem ekki sýndu normaldreifingu

Tafla 5-4 sýnir styrk þungmálma í barnálum fyrra árs (CP) sem safnað var 2009 og 2010 og breytingar á styrk milli ára. Meðaltalsgildi sinks, arsens, blýs og nikkels hækkuðu milli ára. Meðaltalsgildi kadmíums var óbreytt og meðaltalsgildi kopars lækkaði. Hlutfallslega mesta aukningin í þungmálmum í barnálum fyrra árs á milli árunna 2009 og 2010 var á styrk blýs í sýni CP8, sem fór úr 0,091 µg/g í 0,44 µg/g. Hlutfallslega mesta lækkingin var á styrk kopars í sýnum CP6 og CP8, sem bæði fóru úr 2,2 µg/g í 1,1 µg/g. Líkt og í nývöxnum barnálum reyndist styrkur sinks marktækt hærrí árið 2010 en 2009 (P = 0,016). Ekki var marktækur munur á styrk annarra þungmálma milli árunna 2009 og 2010.

Samanburður á meðaltali árunna 2010 og 2004 sýnir að styrkur nikkels hefur lækkað bæði í nývöxnum barnálum og barnálum fyrra árs og að styrkur kopars hefur hækkað í barnálum fyrra árs, en lækkað í nývöxnum barnálum (Tafla 5-5).

Tafla 5-5 Ársmeðaltal þungmálma í barnálum árin 2004, 2008, 2009 og 2010. Meðaltalsgildi byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Cd (µg/g)	Pb (µg/g)	Ni (µg/g)
Barnálar fyrra árs (CP) 2004	4,8	Ekki mælt	Ekki mælt	Ekki mælt	<16	7,1
Barnálar fyrra árs (CP) 2008	4	Ekki mælt	Ekki mælt	Ekki mælt	<25	1,8
Barnálar fyrra árs (CP) 2009	2,5	37,6	0,05	0,07	0,11	2,1
Barnálar fyrra árs (CP) 2010	1,5	44	0,07	0,07	0,16	3
Nývaxnar barnálar (CN) 2004	5,2	Ekki mælt	Ekki mælt	Ekki mælt	<16	6,2
Nývaxnar barnálar (CN) 2008	4,5	Ekki mælt	Ekki mælt	Ekki mælt	<25	3,9
Nývaxnar barnálar (CN) 2009	3,3	38,6	0,17	0,06	0,11	3,3
Nývaxnar barnálar (CN) 2010	3,5	45,3	0,05	0,07	0,10	4,4

Kort sem sýna dreifingu mismunandi þungmálma eftir styrk í barnálum í Reyðarfirði árin 2009 og 2010 má sjá í viðauka B, hluta 14. Dreifingarmynstur flestra þungmálma er nokkuð sambærilegt. Hæsti styrkurinn mælist alla jafna í þéttbýlinu eða við Teigargerði og lægri gildi mælast nær álverinu. Dreifing á styrk er óregluleg og virðist ekki lækka eindregið til vesturs. Nokkrar undantekningar eru þó þar á. Styrkur arsens í barnálum fyrra árs, sem safnað var bæði árin 2009 og 2010 er hæstur í sýnum næst álveri, og fer lækandi til vesturs. Sýnatökustaðurinn

næst álveri, CP10, var samt sem áður undir greiningamörkum árið 2009. Eins og áður hefur komið fram voru tré á sýnatökustað CP10/CN10, við Sómastaði, fjarlægð og því ekki til gildi fyrir árið 2010. Styrkur nikkels í barnálum fyrra árs sem safnað var árið 2010 var líka hæstur næst álveri og fer lækkandi til vesturs, en þó finnst næst hæsta gildið inni í þéttbýlinu. Þá var styrkur blýs í barnálum fyrra árs, sem safnað var 2009 og nývöxnum barnálum sem safnað var 2009 hæstur næst álverinu og fer svo nokkuð lækkandi til vesturs. Engu að síður mælist styrkur blýs í sýni CN10 við Sómastaði það sama ár undir greiningamörkum.

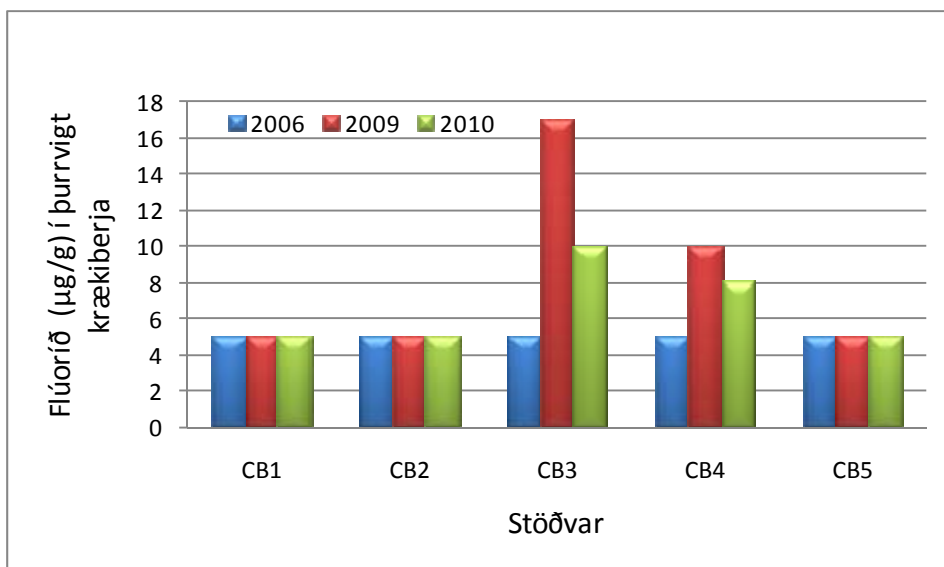
Líkt og með blöð reyniviðar bendir lítið til að rekja megi þungmálma í barnálum í Reyðarfirði til álversins., Fylgjast þarf betur með styrk þungmálma næstu ár til að hægt sé að álykta um breytingar og uppruna þessarar þungmálmamengunar.

Svo virðist sem breytingar á styrk þungmálma séu tilviljunarkenndar og ýmist hækka eða lækka milli ára.

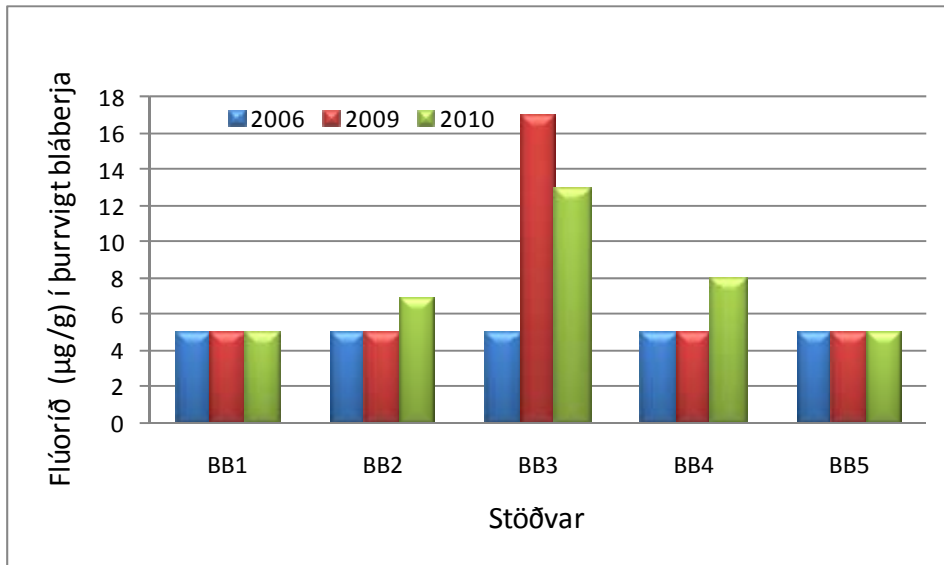
## 5.7 Bláber og krækiber

Bláberjum og krækiberjum var safnað einu sinni á 5 stöðum í næsta nágrenni álversins þann 24. ágúst 2010. Flúoríð var mælt í öllum 10 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í berjum árið 2010 er að finna í viðauka B, hluta 8.

Styrkur flúoríðs í krækiberjum og bláberjum var lítill eins og við var að búast og var lægri eða jafn styrk flúoríðs frá árinu 2009. Hæstu gildi í bláberjum, 13  $\mu\text{g/g}$  og í krækiberjum, 10  $\mu\text{g/g}$  mældust á sýnatökustað CB3/BB3 sem er rétt vestan álversins (Mynd 5-41 og Mynd 5-42).



Mynd 5-41 Flúoríð í krækiberjum á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2006-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

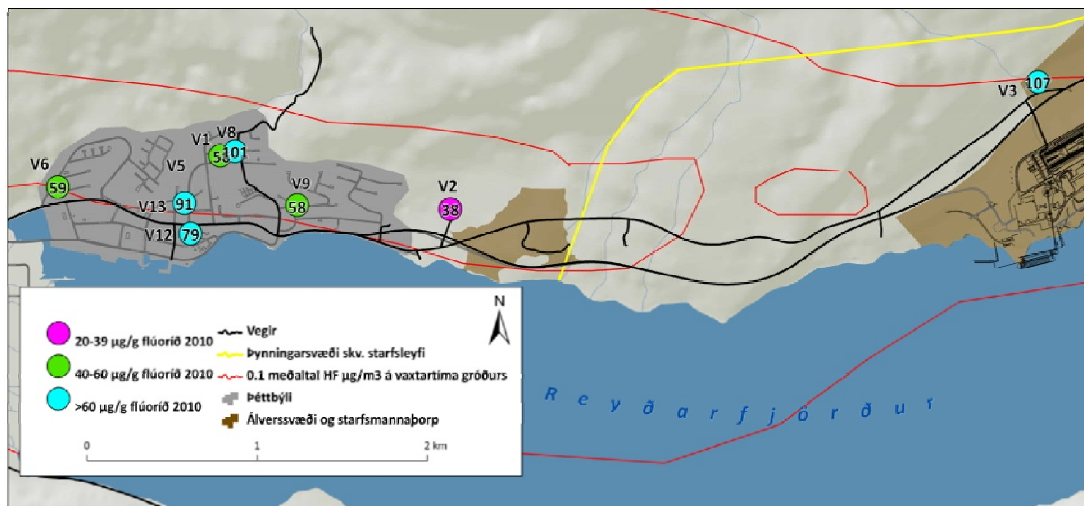


Mynd 5-42 Flúoríð í bláberjum á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2006-2010. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

Styrkur flúoríðs í blöðum bláberjalýngs reyndist töluvert hærrí en gildin í bláberjum á sömu stöðum. Ein hæstu gildi ársins í bláberjalýngi mældust á sömu stöðum og berjasýnin BB1, BB2 og BB4<sup>2</sup> (Mynd 5-20). Þessar niðurstöður endurspeglar þá staðreynd að þó að styrkur flúoríðs í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hár þá innihalda ávextir, fræ og rætur mjög lág gildi flúoríðs (Weinstein og Davison, 2004).

## 5.8 Rabarbari

Rabarbara, bæði stilkum og blöðum, var safnað á 8 sýnatökustöðum, hálfsmánaðarlega frá júní til ágúst. Alls var 96 sýnum safnað í sex söfnunarferðum<sup>3</sup>. Flúoríð var mælt í öllum sýnum og köfnunarefni og brennisteinn í fimm sýnahópum af sex. Þungmálmur voru mældir einu sinni. Niðurstöður efnagreininga allra sýna árið 2010 má sjá í viðauka B, hluta 9.



Mynd 5-43 Sýnatökustaðir rabarbara í Reyðarfirði og meðaltalsgildi flúoríðs í rabarbarablöðum sumarið 2010. (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009)

### 5.8.1 Flúoríð

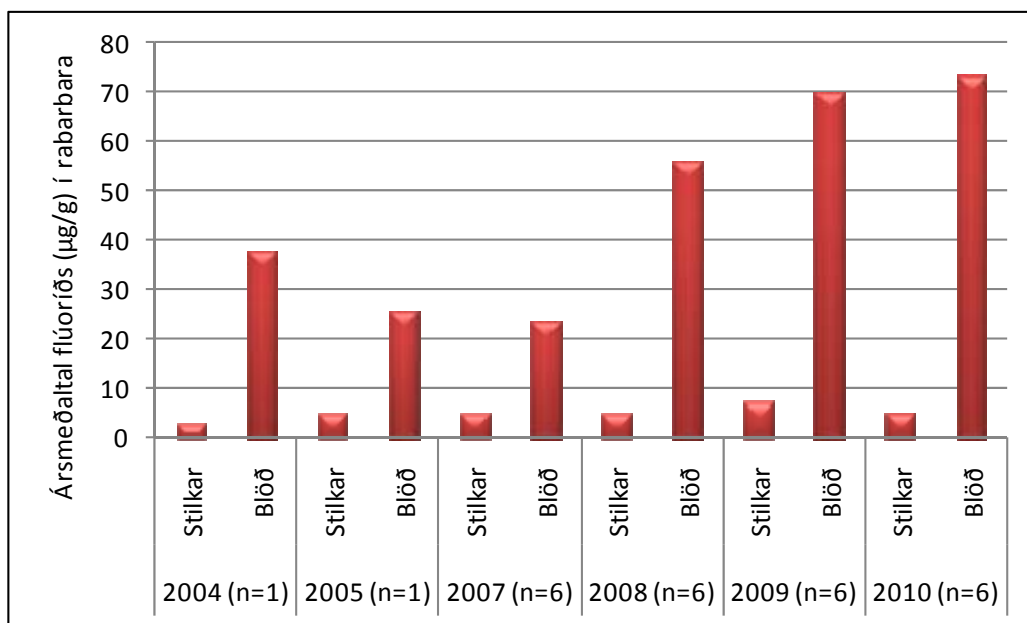
Meðaltalsgildi flúoríðs í blöðum rabarbara hækkaði lítillega milli árána 2009 og 2010 en var undir greiningarviðmiðum í stilkum (Mynd 5-44 og Mynd 5-45, bls. 54). Mesti styrkur flúoríðs í

<sup>2</sup> Sömu sýnatökustaðir og BP1, BP2 og BP4 fyrir bláberjalýng.

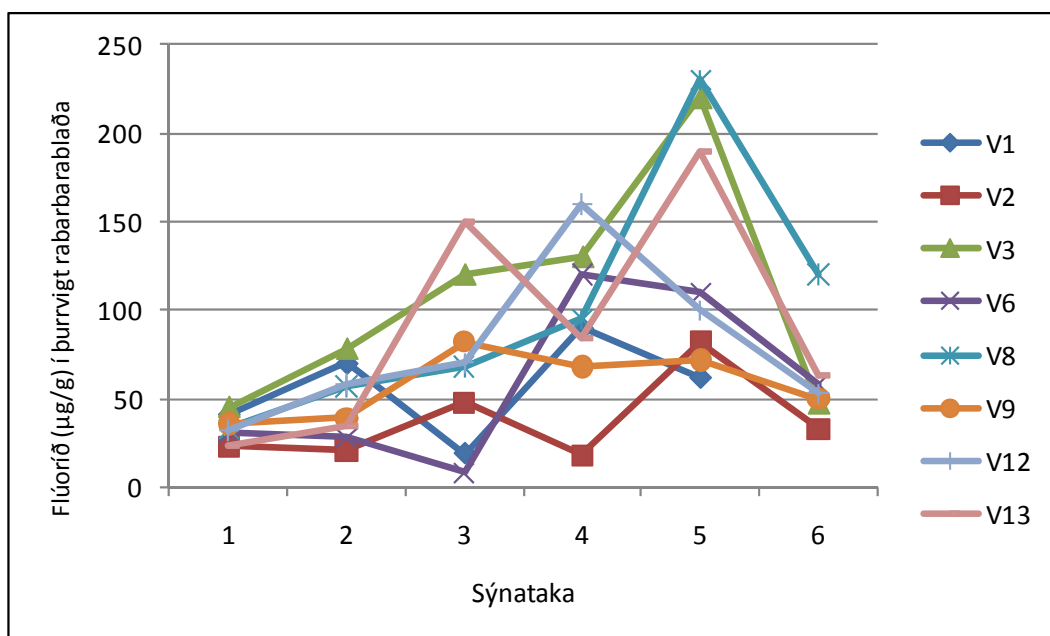
<sup>3</sup> dagana 14., 15., 28., og 29. júní, 12., 13., 14., 26., og 27. júlí og 9., 10., 23., og 24. ágúst.

rabarbarablöðum mældist 230 µg/g fyrri hluta ágúst á sýnatökustað V8 í bænum, en minnsti styrkur mældist 8 µg/g á sýnatökustað V6 utarlega í bænum í fyrri hluta júní.

Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara hækkar jafnt og þétt yfir sumarið, en minnkar svo í síðustu sýnatöku þegar gróður er farinn að sölna (Mynd 5-45 og Mynd 5-46). Þessi tilhneiging er í samræmi við niðurstöður athugana á rabarbara sem gerðar voru í Reyðarfirði áður en álverið var ræst. Þar kom í ljós að blöð rabarbara safna í sig flúoríði yfir vaxtartímann (Davison & Weinstein, 2006).



Mynd 5-44 Meðaltalsgildi flúoríðs í rabarbara árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 96 sýnum í sex sýnatökuferðum árin 2007-2010 en 10 sýnum árin 2004 og 2005.

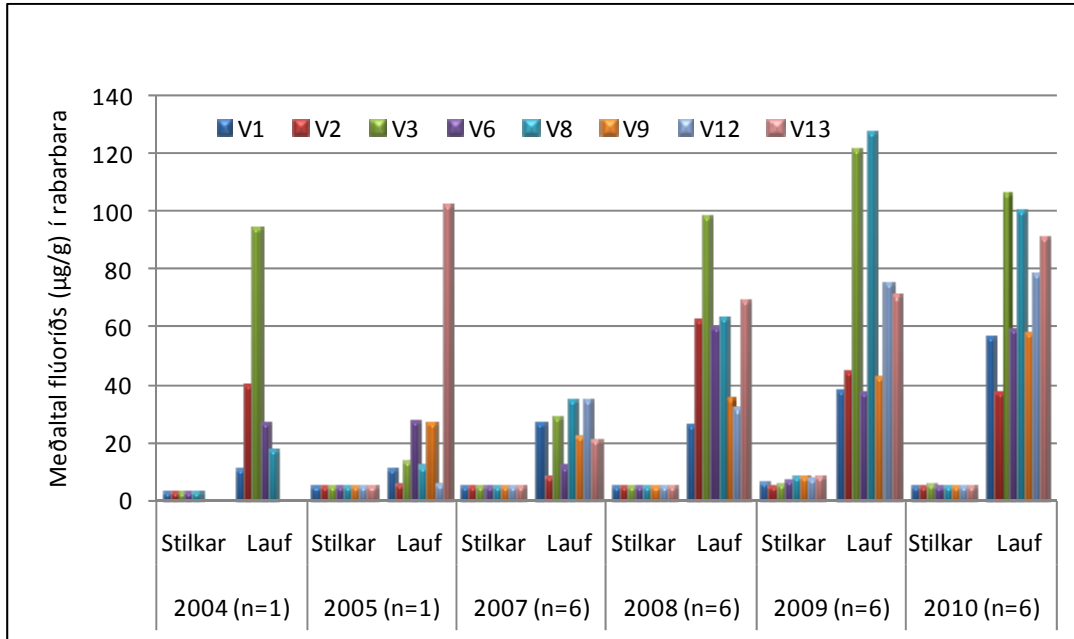


Mynd 5-45 Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara á 8 sýnatökustöðum í sex sýnatökuferðum sumarið 2010.

Flúoríð í rabarbarastilkum var vart mælanlegt. Í öllum sýnum sumarsins fyrir utan eitt reyndist styrkur flúoríðs vera undir greiningarviðmiðum, eða minna en 5 µg/g. Á sýnatökustað V3 mældist styrkur flúoríðs í stilkum 7 µg/g seinni hluta júlí. Þessi niðurstaða undirstrikar þá



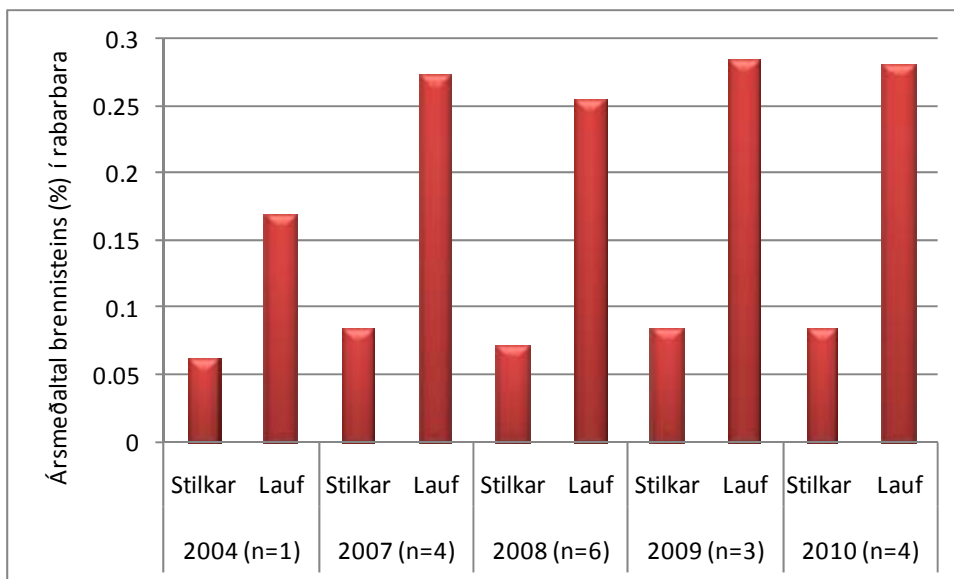
staðreynd sem áður hefur komið fram að þó að það mælist há gildi í blöðum er styrkur flúoríða lágur í stilki rabarbara.



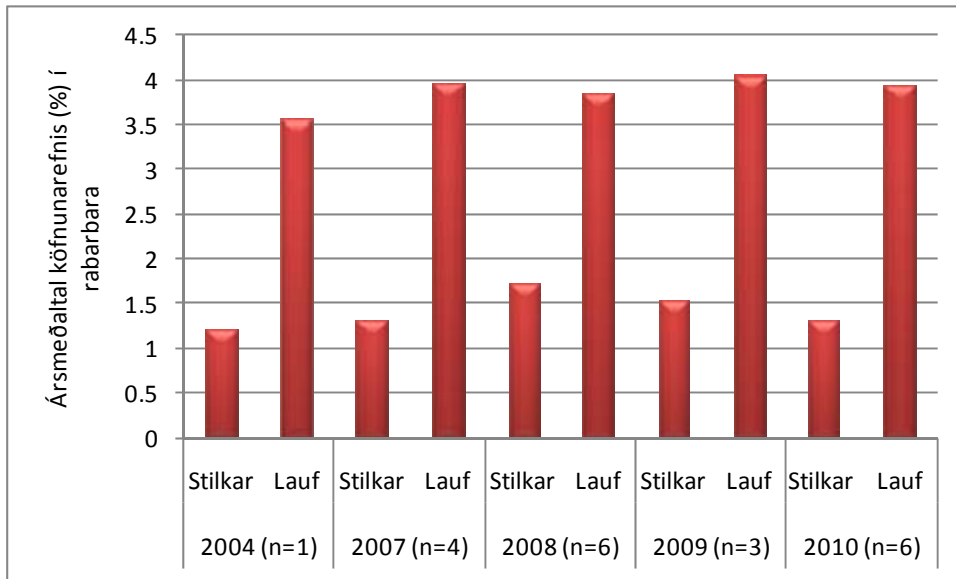
Mynd 5-46 Meðaltalsgildi flúoríðs í stilkum og blöðum rabarbara á átta á söfnunarstöðum sumrin 2004-2010.

### 5.8.2 Brennisteinn og köfnunarefni

Meðaltalsstyrkur brennisteins og köfnunarefnis í blöðum rabarbara var örlítið lægri árið 2010 en 2009 (Mynd 5-47, Mynd 5-48, Mynd 5-49 og Mynd 5-50).



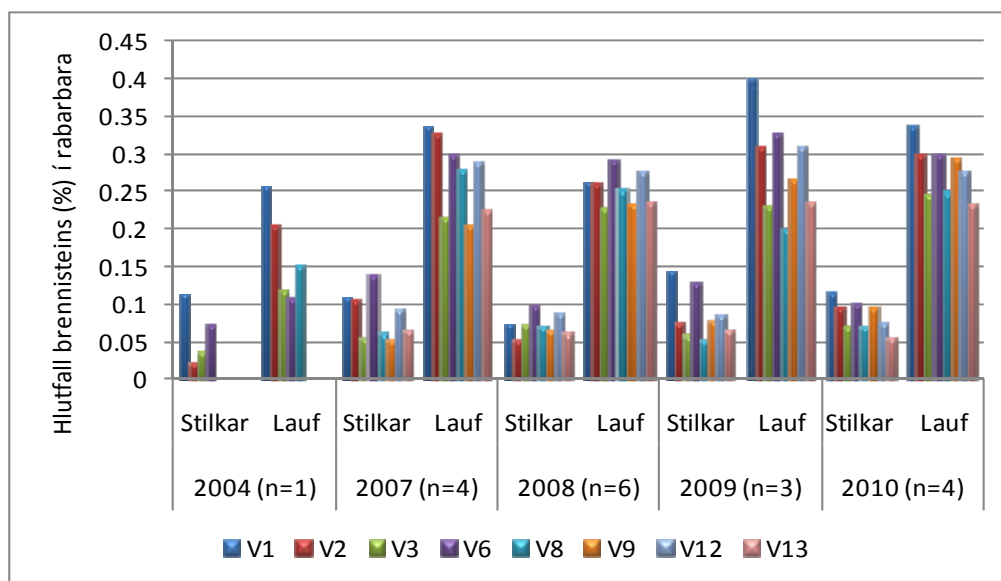
Mynd 5-47 Meðaltalsgildi brennisteins í laufi og stilkum rabarbara árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 96 sýnum í 6 sýnatökukerfum árin 2007-2010 en 10 sýnum í einni sýnatökukerfu árin 2004 og 2007.



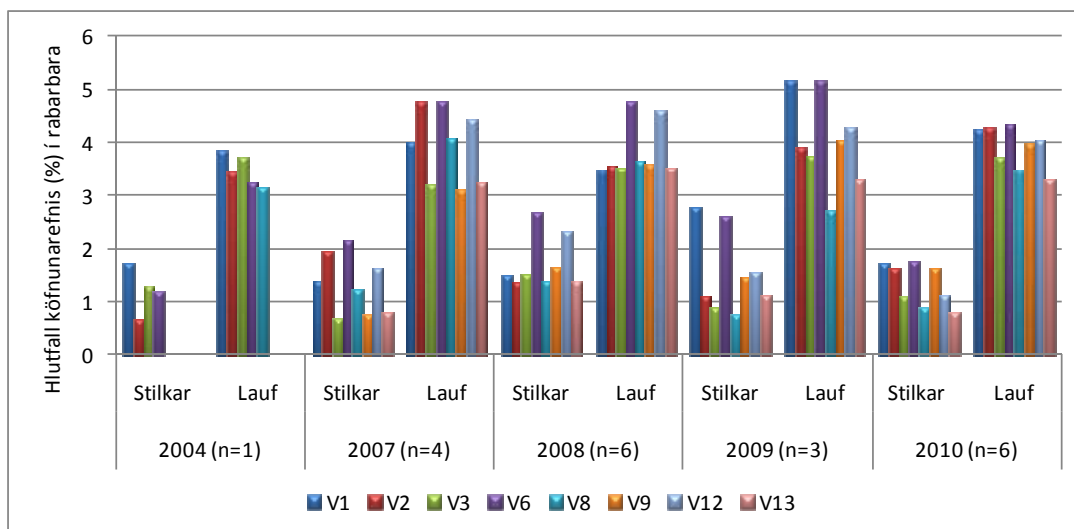
Mynd 5-48 Meðaltalsgildi köfnunarefnis í laufi og stilkum rabarbara árin 2004 til 2010 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 96 sýnum í 6 sýnatökuferðum árin 2007-2010 en 10 sýnum í einni sýnatökuferð árið 2004 og fjórum sýnatökuferðum árið 2007.

Lægsta meðaltalshlutfall brennisteins í blöðum rabarbara sumarið 2010 mældist 0,2% á sýnatökustað V13 og hæsta meðaltalshlutfall mældist 0,3% á sýnatökustað V1 (Mynd 5-49).

Lægsta meðaltalshlutfall köfnunarefnis í blöðum rabarbara sumarið 2010 mældist 3,3% á sýnatökustað V13 og hæsta meðaltalshlutfall mældist 4,3% á sýnatökustað V6 (Mynd 5-50).



Mynd 5-49 Hlutfall brennisteins í laufi og stilkum rabarbara á sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004 til 2010.



Mynd 5-50 Hlutfall köfnunarefnis í laufi og stilkum rabarbara á sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004 til 2010.

### 5.8.3 Þungmálmar

Sömu þungmálmar voru mældir í rabarbara og í barnnálum og reynivið, þ.e. kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg).

Líkt og fyrri ár var króm og kvikasilfur undir greiningamörkum ( $Cr < 1,0 \mu\text{g/g}$  og  $Hg < 0,010 \mu\text{g/g}$ ) í öllum sýnum af blöðum rabarbara og öllum sýnum nema einu í rabarbarastiklum. Í sýni V1 reyndist magn króms vera  $1,6 \mu\text{g/g}$ .

Tafla 5-6 Styrkur þungmálma í rabarbarablöðum árin 2009 og 2010, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árána 2009 og 2010. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Blöð rabarbara	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )			Zn ( $\mu\text{g/g}$ )			As ( $\mu\text{g/g}$ )			Cd ( $\mu\text{g/g}$ )			Pb ( $\mu\text{g/g}$ )			Ni ( $\mu\text{g/g}$ )		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%
V1-blöð rabarbara	9.6	11	-13%	78	85	-8%	0.070	< 0.03	-	0.60	0.68	-12%	0.087	0.060	45%	11	10	10%
V2-blöð rabarbara	9.1	8.8	3%	170	310	-45%	< 0.030	< 0.03	-	0.28	1.0	-72%	0.044	0.10	-56%	4.4	3.3	33%
V3-blöð rabarbara	8.5	6.4	33%	120	180	-33%	0.058	0.061	-5%	0.42	0.73	-42%	0.077	0.097	-21%	4.7	4.2	12%
V6-blöð rabarbara	8.2	7.9	4%	48	50	-4%	0.044	< 0.03	-	0.19	0.074	157%	0.082	0.058	41%	3.8	2.2	73%
V8-blöð rabarbara	7.2	7.8	-8%	31	46	-33%	0.050	0.061	-18%	0.33	0.19	74%	0.062	0.12	-48%	9.0	4.9	84%
V9-blöð rabarbara	7.2	8.8	-18%	39	56	-30%	0.11	< 0.03	-	0.36	0.34	6%	0.55	0.082	571%	3.4	2.8	21%
V12-blöð rabarbara	13	9.1	43%	260	110	136%	0.051	< 0.03	-	0.66	0.25	164%	2.0	0.12	1567%	4.6	2.3	100%
V13-blöð rabarbara	8.5	7.5	13%	170	210	-19%	0.046	< 0.03	-	0.54	0.49	10%	0.072	0.082	-12%	3.6	2.1	71%
<b>Ársmeðaltal</b>	<b>8.9</b>	<b>8.4</b>	<b>6%</b>	<b>114.5</b>	<b>130.9</b>	<b>-13%</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>0%</b>	<b>0.42</b>	<b>0.47</b>	<b>-10%</b>	<b>0.372</b>	<b>0.090</b>	<b>314%</b>	<b>5.6</b>	<b>4.0</b>	<b>40%</b>
Parað t-próf	(P = 0,467)						(P = 0,098)			(P = 0,709)						(P = 0,006)		
Wilcoxon SR-próf*	Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Marktækur munur		

\*Wilcoxon signed rank próf var notað á gögn sem ekki sýndu normaldreifingu

Tafla 5-6 sýnir styrk þungmálma í rabarbarablöðum árin 2009 og 2010 og breytingar á styrk milli ára. Meðaltalsgildi kopars, blýs og nikkels hækkðu milli ára í rabarbarablöðum. Meðaltalsgildi arsens stóð í stað og styrkur sinks og kadmíums lækkaði á milli ára. Mesta aukningin, hlutfallslega, í styrk þungmálmum í blöðum rabarbara á milli árána 2009 og 2010 var á styrk blýs í V12, sem fór úr  $0,12 \mu\text{g/g}$  í  $2,0 \mu\text{g/g}$ . Hlutfallslega mesta lækkunin var á styrk kadmíums í V2, sem fór úr  $1,0 \mu\text{g/g}$  í  $0,28 \mu\text{g/g}$ . Styrkur nikkels reyndist marktækt hærri árið 2010 en 2009. Ekki var marktæk breyting á styrk annarra þungmálma milli árána 2009 og 2010.

Tafla 5-7 Styrkur þungmálma í rabarbarastilkum árin 2009 og 2010, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árunna 2009 og 2010. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Rabarbarastilkar	Cu (µg/g)			Zn (µg/g)			As (µg/g)			Cd (µg/g)			Pb (µg/g)			Ni (µg/g)		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%	
V1-rabarbarastilkar	4.6	5.9	-22%	36	32	13%	< 0,030	< 0,03	-	0.22	0.30	-27%	< 0,030	0.039	-	4.3	4.3	0%
V2-rabarbarastilkar	5.2	3.8	37%	72	69	4%	0.056	< 0,03	-	0.27	0.25	8%	0.11	0.080	27%	2.8	1.3	115%
V3-rabarbarastilkar	4.1	2.3	78%	47	45	4%	< 0,030	< 0,03	-	0.14	0.11	27%	0.10	0.073	27%	2.4	1.5	60%
V6-rabarbarastilkar	2.4	19	-87%	20	47	-57%	< 0,030	0.73	-	0.062	0.041	51%	< 0,030	0.043	-	2.1	< 1	-
V8-rabarbarastilkar	3.5	4.3	-19%	19	20	-5%	< 0,030	< 0,03	-	0.091	0.043	112%	0.045	0.085	-89%	5.3	2.1	152%
V9-rabarbarastilkar	2.6	3.3	-21%	20	31	-35%	< 0,030	< 0,03	-	0.11	0.11	0%	< 0,030	0.043	-	1.6	1.5	7%
V12-rabarbarastilkar	5.9	6.9	-14%	55	53	4%	< 0,030	< 0,03	-	0.11	0.085	29%	1.0	0.23	77%	1.4	1.7	-18%
V13-rabarbarastilkar	3.7	2.7	37%	59	48	23%	< 0,030	< 0,03	-	0.15	0.094	60%	0.089	0.097	-9%	1.7	< 1	-
<b>Ársmeðaltal</b>	<b>4.0</b>	<b>6.0</b>	<b>-34%</b>	<b>41.0</b>	<b>43.1</b>	<b>-5%</b>	<b>0.06</b>	<b>0.73</b>	<b>-92%</b>	<b>0.14</b>	<b>0.13</b>	<b>12%</b>	<b>0.27</b>	<b>0.09</b>	<b>212%</b>	<b>2.7</b>	<b>2.1</b>	<b>31%</b>
Parað t-próf							Ekki gert próf									(P = 0,055)		
Wilcoxon SR-próf*	(P = 0,844)			(P = 0,742)						(P = 0,297)			(P = 0,945)					
	Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur						Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur			Ekki marktækur munur		

\*Wilcoxon signed rank próf var notað á gögn sem ekki sýndu normaldreifingu

Tafla 5-7 sýnir styrk þungmálma í rabarbarastilkum árin 2009 og 2010 og breytingar á styrk milli ára. Meðaltalsgildi kadmíums, nikkels og blýs í rabarbarastilkum hækkuðu milli ára. En styrkur kopars, sinks og arsens lækkaði milli árunna 2009 og 2010. Öll sýni nema eitt voru undir greiningamörkum arsens bæði árin. Árið 2010 mældist styrkur arsens 0,056 µg/g í sýni V2, en árið 2009 mældist styrkurinn 0,73 µg/g í sýni V6. Hlutfallslega mesta aukningin í þungmálmum á milli árunna 2009 og 2010 var á styrk blýs í sýni V12, sem fór úr 0,23 µg/g í 1 µg/g. Hlutfallslega mesta lækkunin var á styrk arsens í sýni V6, sem var undir greiningamörkum árið 2010, en mældist 0,73 µg/g árið 2009. Ekki var marktæk breyting á styrk þungmálma í rabarbarastilkum milli árunna 2009 og 2010.

Séu meðaltöl ársins 2010 borin saman við grunngildin frá árinu 2004 sést að styrkur kopars hefur lækkað í rabarbarastilkum og styrkur kopars og nikkels hefur hækkað í rabarbarablöðum (Tafla 5-8).

Tafla 5-8 Ársmeðaltal þungmálma í barnálum árin 2004, 2008, 2009 og 2010. Meðaltalsgildi byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)
2004 - rabarbarastilkar	5.0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt	<4
2009 - rabarbarastilkar	6.0	43.1	0.70	0.13	0.09	<1,0	2.1
2010 - rabarbarastilkar	4.0	41.0	0.06	0.14	0.27	<1,0	2.7
2004 - rabarbarablöð	6.0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt	<4
2009 - rabarbarablöð	8.4	130.9	0.06	0.47	0.09	<1,0	4.0
2010 - rabarbarablöð	8.9	114.5	0.06	0.42	0.37	<1,0	5.6

Kort sem sýna dreifingu mismunandi þungmálma eftir styrk í rabarbara í Reyðarfirði árin 2009 og 2010 má sjá í viðauka B, hluta 14. Dreifingarmynstur flestra þungmálma er nokkuð sambærilegt. Hæsti styrkurinn mældist alla jafna í þéttbýlinu eða við Teigargærði og lægri gildi mælast nær álveri. Dreifing á styrk er óregluleg og virðist ekki lækka eindregið til vesturs. Í einu tilviki var hæsta gildi þungmálma í sýni næst álveri. Arsen reynist í tveimur sýnum yfir greiningamörkum, eða 0,061 µg/g. Annað sýnið var tekið við Sómastaði og hitt í þéttbýlinu á Reyðarfirði.

Breyting á styrk þungmálma í blöðum og stikum rabarbara sem og uppruni þessarar mengunar er óljós. En vert er að fylgjast áfram með breytingum á styrk þungmálma.

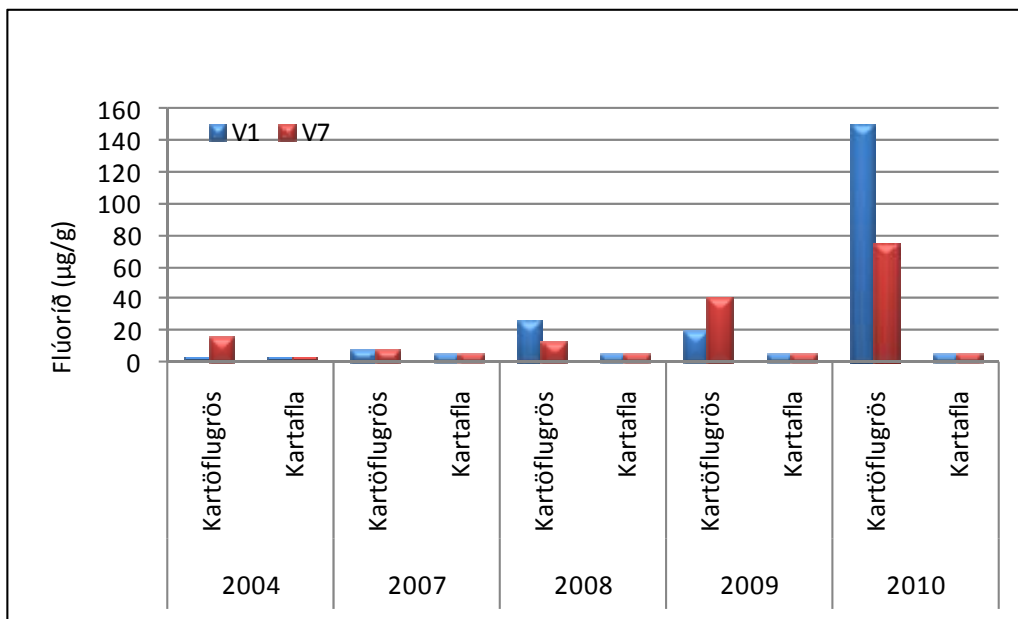
Reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum skilgreinir hámarksgildi blýs og kadmíums í grænmeti. Hámarksgildi fyrir bæði kadmíum og blý í stöngul- og rötargrænmeti er 0,1 mg/kg (µg/g). Styrkur blýs í þremur (V2, V3 og V12) af átta sýnum rabarbarastilka árið 2010 var á eða rétt yfir þessum mörkum. Styrkur kadmíums var yfir þessum mörkum í sex (V1, V2, V3, V9, V12 og V13) af átta sýnum. Því miður eru ekki til bakgrunnsgildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði og ekki vitað hver er uppruni þessarar mengunar.

## 5.9 Kartöflur

### 5.9.1 Flúoríð

Kartöflugrösum og kartöflum var safnað einu sinni á tveimur sýnatökustöðum, V1 og V7 þann 25. ágúst 2010. Í grunnrannsóknunum var kartöflum safnað á fimm stöðum í Reyðarfirði, en síðan þá hefur kartöflurækt verið hætt á þremur þessara staða. Flúoríð, köfnunarefni, brennisteinn og þungmálmur var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga kartöflusýna árið 2010 má sjá í viðauka B, hluta 9.

Meiri styrkur flúoríðs mældist í kartöflugrösum á báðum sýnatökustöðum árið 2010 en 2009 (Mynd 5-51). Á sýnatökustað V1 var styrkurinn 150  $\mu\text{g/g}$  og 75  $\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað V7 (Mynd 5-51). Eins og fyrr var styrkur flúoríðs í kartöflum  $<5 \mu\text{g/g}$ .



Mynd 5-51 Styrkur flúoríðs í kartöflum og kartöflugrösum tveimur á söfnunarstöðum sumrin 2004-2010.

### 5.9.2 Þungmálmar

Sömu þungmálmar voru mældir í kartöflum og rabarbara, barrálum og reynivið. Þ.e. kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg).

Tafla 5-9 sýnir styrk þungmálma í kartöflum og kartöflugrösom sem safnað var 2009 og 2010 og breytingar á styrk milli ára. Allir þungmálmarnir voru mælanlegir í kartöflugrösom. Styrkur kvikasilfurs og króms var þó undir greiningamörkum í sýni V7. Styrkur flestra þungmálma í kartöflugrösom hækkaði á milli árunna 2009 og 2010. Mesta hlutfallslega hækkun þungmálma

Tafla 5-9 Styrkur þungmálma í kartöflum og kartöflugrösom árin 2009 og 2010 og hlutfallsleg breyting milli árunna

		V1-Kartöflugrös	V7-Kartöflugrös	V7-Kartöflur	V1-Kartöflur
<b>Cu</b>	2010	18	14	11	21
	µg/g 2009	11	8.3	5.5	8.1
	breyting	64%	69%	100%	159%
<b>Zn</b>	2010	91	26	28	57
	µg/g 2009	21	13	10	13
	breyting	333%	100%	180%	338%
<b>As</b>	2010	0.67	0.064	0.041	<0,030
	µg/g 2009	0.040	0.066	<0,03	<0,03
	breyting	1575%	-3%		
<b>Cd</b>	2010	0.44	0.47	0.058	0.25
	µg/g 2009	0.66	0.30	0.039	0.041
	breyting	-33%	57%	49%	510%
<b>Pb</b>	2010	0.22	0.079	<0,030	<0,030
	µg/g 2009	0.18	0.085	<0,03	<0,03
	breyting	22%	-7%		
<b>Cr</b>	2010	2.5	<1,0	2.9	<1,0
	µg/g 2009	<1	<1	<1	<1
<b>Ni</b>	2010	3.1	5.6	5.3	8.2
	µg/g 2009	3.6	2.3	<1	1.4
	breyting	-14%	143%		486%
<b>Hg</b>	2010	0.024	<0,010	<0,010	<0,010
	µg/g 2009	0.014	0.013	<0,01	<0,01
	breyting	71%			

var á styrk arsens í sýni V1, úr 0,040 µg/g árið 2009 í 0,67 µg/g árið 2010. Mesta hlutfallslega lækkunin var í styrk kadmíums í sýni V1, úr 0,66 µg/g árið 2009 í 0,44 µg/g árið 2010. Ef tekið er meðaltal beggja sýna ársins er kadmíum eini þungmálmurinn sem lækkar á milli árunna í kartöflugrösom.

Í kartöflum var kvikasilfur og blý undir greiningamörkum árið 2010. Einnig var króm og arsen undir greiningamörkum í sýni V1. Öll gildi þungmálma í kartöflusýnunum tveimur hækkuðu á milli árunna 2009 og 2010. Mesta hlutfallslega hækkun þungmálma var á styrk kadmíums í sýni V1, úr úr 0,041 µg/g í 0,25 µg/g.

Skv. reglugerð nr. 265/2010 er hámarksgildi blýs og kadmíums í afhýddum kartöflum 0,1 mg/kg (µg/g). M.v. það er styrkur kadmíums í kartöflusýni V1 yfir viðmiðunarmörkum árið 2010, en hann var undir mörkum árið 2009. Þess ber að geta að kartöflur í sýnum voru ekki afhýddar. Athyglisvert er að á sama sýnatökustað lækkaði styrkur kadmíums í rabarbarastilkum, kartöflugrasi og rabarbarablöðum árið 2010.

Séu meðaltöl árunna 2009 og 2010 borin saman við grunngildin frá árinu 2004 sést að styrkur kopars og nikkels hefur hækkað í kartöflum og kartöflugrösom (tafla 5-9).

Tafla 5-10 Ársmeðaltal þungmálma í kartöflum og kartöflugrösum árin 2004, 2009 og 2010. Meðaltalsgildi byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum. Árin 2009 og 2010 eru sýnin einungis tvö.

	Cu (µg/g)	Zn (µg/g)	As (µg/g)	Cd (µg/g)	Pb (µg/g)	Cr (µg/g)	Ni (µg/g)
2004 - kartöflur	5,8	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt	<4
2009 - kartöflur	6.8	11.5	<0,03	0.04	<0,030	<1	1.4
2010 - kartöflur	16.0	42.5	0.04	0.15	<0,030	2.9	6.8
2004 - kartöflugrös	13.0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt	<4
2009 - kartöflugrös	9.7	17.0	0.05	0.48	0.13	<1	3.0
2010 - kartöflugrös	16.0	58.5	0.37	0.46	0.15	2.5	4.4

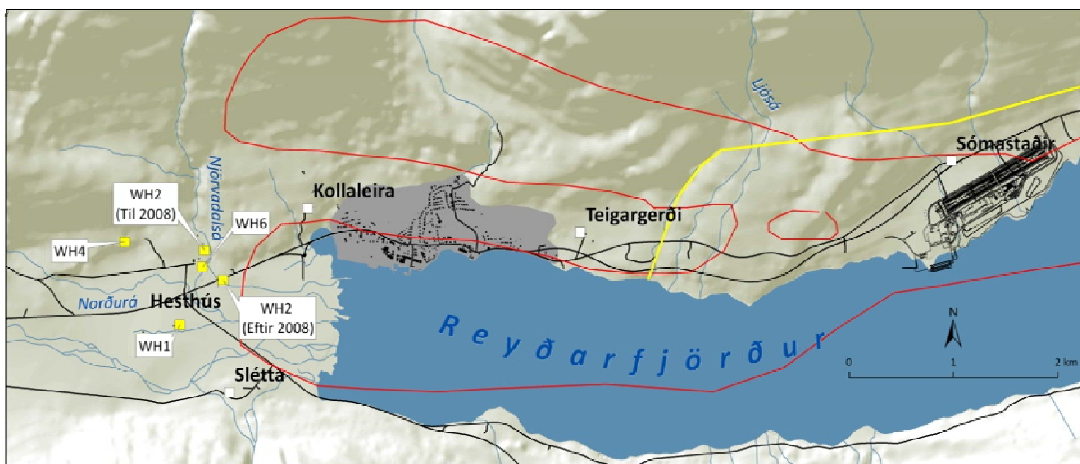
Orsakir breytinga á styrk þungmálma í kartöflum eru óútskýrðar og óljósar vegna fárra sýna, en ekki verður litið fram hjá þeirri miklu hækkun sem orðið hefur á styrk kopars í kartöflum frá árinu 2004. Ekki er þekkt hver er uppruni þess kopars sem greinist í kartöflum.

## 6 Vetrarhey

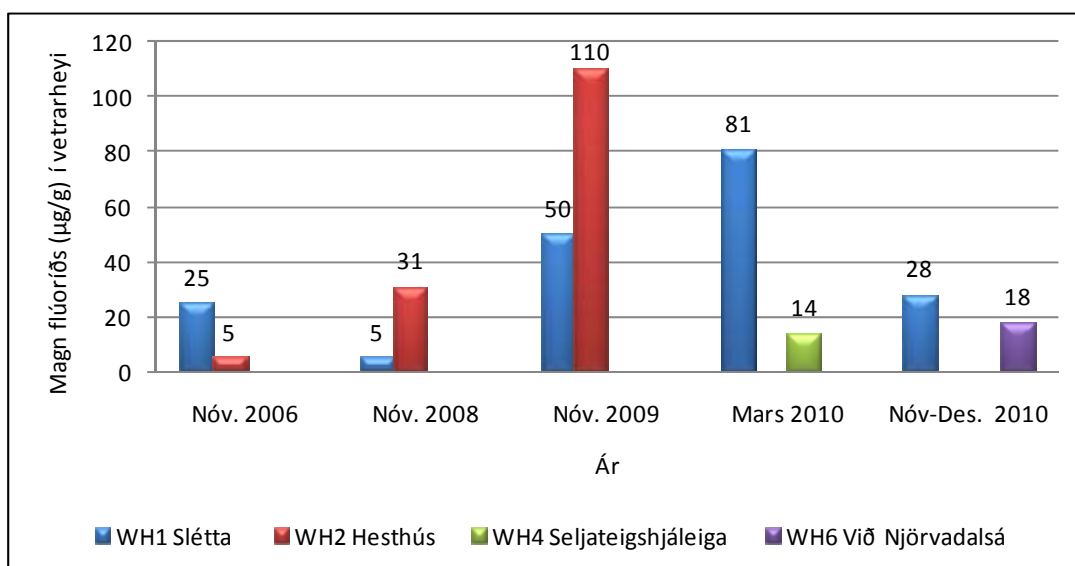
Vetrarhey<sup>4</sup> hefur verið safnað á 2-4 sýnatökustöðum einu sinni að vetri (Mynd 6-1 ). Breytilegur fjöldi og staðsetning sýna orsakast af því að hey er ekki sett út fyrir hesta á nákvæmlega sömu stöðum. Í nóvember og desember 2010 var sýnum safnað á tveimur stöðum í tveimur söfnunarferðum og flúoríð mælt í sýnunum.

Styrkur flúoríðs var mun lægri í sýnum sem tekin voru í nóvember og desember 2010 en í sýnum sem tekin voru í nóvember 2009 og mars 2010 (Mynd 6-2). Styrkur flúoríðs í sýnum frá Sléttu, WH1 í nóvember og desember 2010 var 28  $\mu\text{g/g}$ , sem er sambærilegt við styrkinn árið 2006, eða 26  $\mu\text{g/g}$ .

Undarlega hár styrkur flúoríðs í desember 2009 og mars 2010 hefur ekki verið skýrður en frekari rannsóknir með tíðari sýnatökum eru nú í gangi. Gerð verður grein fyrir þeim niðurstöðum í lok vetrar.



Mynd 6-1 Sýnatökustaðir vetrarheys í Reyðarfirði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



Mynd 6-2 Flúoríð í vetrarheyi á 4 sýnatökustöðum í Reyðarfirði 2004-2010 (n=1).

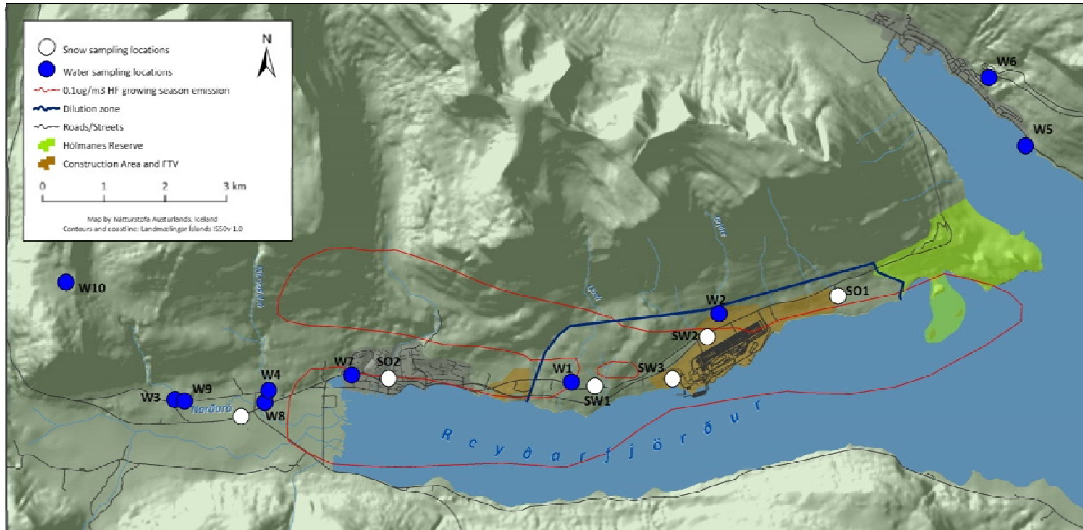
<sup>4</sup> Hey sem sett er út fyrir hesta yfir vetrarmánuðina.



## 7 Vatn og snjór<sup>5</sup>

Vatnssýnum var safnað fjórum sinnum árið 2010 á 10 stöðvum (Mynd 7-1 ). Sýni voru tekin á stöðvum W1-W9 þann 5. mars og 15. apríl en 6. júlí og 18. október var einnig tekið sýni á stöð W10 (Grænavatn).

Snjó var safnað í nóvember 2010 á 6 stöðvum (Mynd 7-1 ) og aftur í janúar 2011, bæði innan (SW1-SW3) og utan (SO1-SO3) þynningarsvæðis.



Mynd 7-1 Söfnunarstaðir fyrir vatn og snjó á Reyðarfirði og Eskifirði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

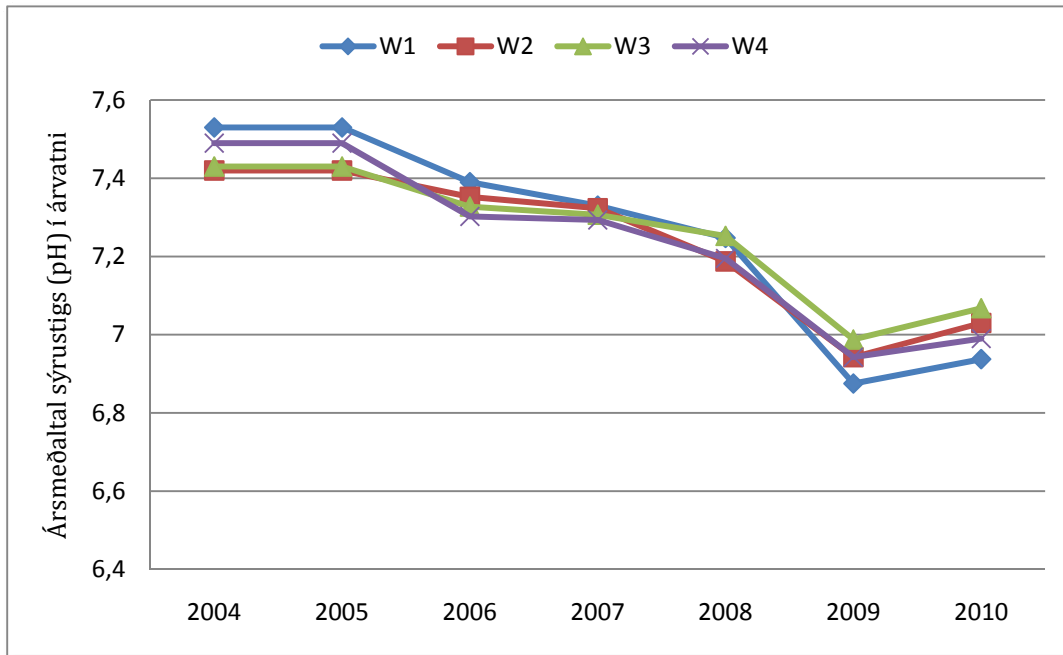
Í öllum fjórum sýnafylkjum vatns var mældur styrkur flúoríðs, súlfats, klórs og alkalíða hjá Eurofins-AUA GmbH og sýrustig hjá Rannsóknarþjónustunni Sýni. Í einu sýnafylki, sem safnað var í mars 2010, var einnig mældur styrkur þungmálma hjá Eurofins-AUA GmbH. Eitt sýnafylki vatns, sem safnað var í nóvember 2010 var sent til TestAmerica í Pittsburgh, Bandaríkjunum, þar sem mældur var styrkur vokvetniskolefna (PAH-16). PAH-16 var einnig mælt í snjósýnum. Niðurstöður mælinga má sjá í viðauka B, hluta 10.

### 7.1.1 Sýrustig (pH) í vatnssýnum

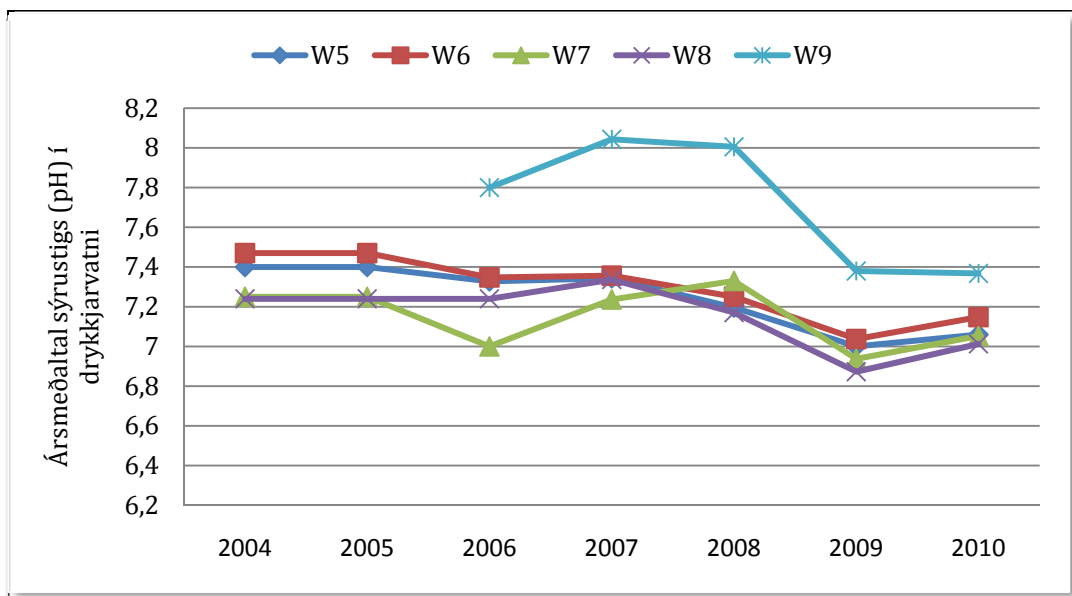
Meðalgildi sýrustigs (pH) í vatnssýnum úr ám (W1-W4) árið 2010 var 7,01 miðað við 6,94 árið 2009 (Mynd 7-2 ) sem er ekki marktæk breyting (99%). Meðalsýrustig (pH) í drykkjarvatni (W5-W8) var 7,06 miðað við 6,96 árið áður sem eru ekki marktækar breytingar (99%) frá fyrra ári (Mynd 7-3).

Meðalgildi sýrustigs úr vatnssýni frá nýja dæluhúsinu á Reyðarfirði (W9) er því sem næst óbreytt eða 7,39 árið 2010 miðað við 7,38 árið 2009. Meðalgildi tveggja sýna úr Grænavatni (W10) var 7,08 samanborið við 7,03 árið áður.

<sup>5</sup> Rannsóknarþjónustan Sýni ehf vann kaflann um vatns- og snjósýni.



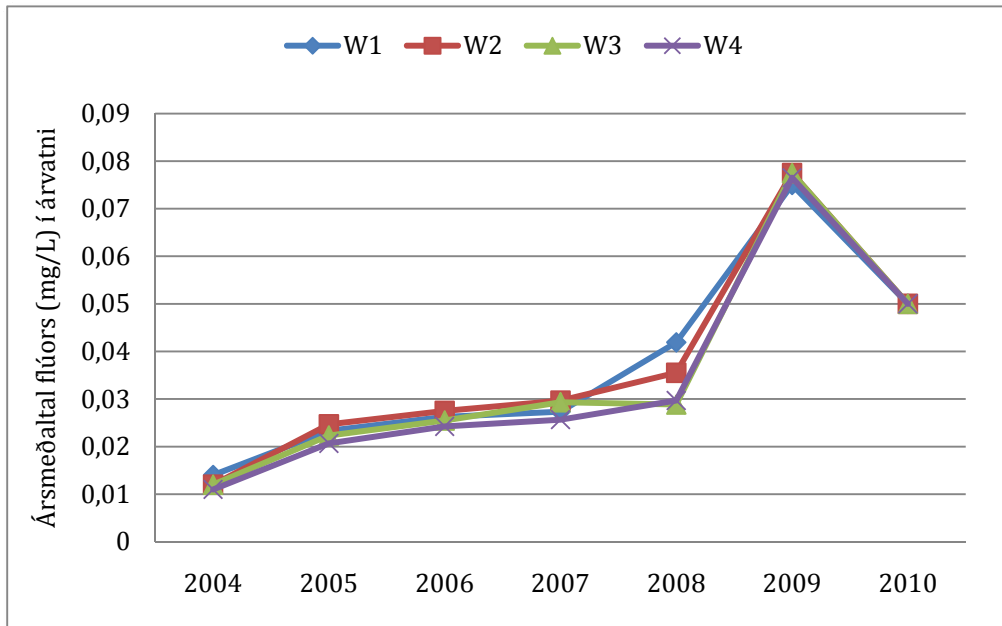
Mynd 7-2 Ársméðaltal sýrustigs í vatni (pH) í fjórum ám í Reyðarfirði frá árunum 2004 (bakgrunnsgildi) til 2010.



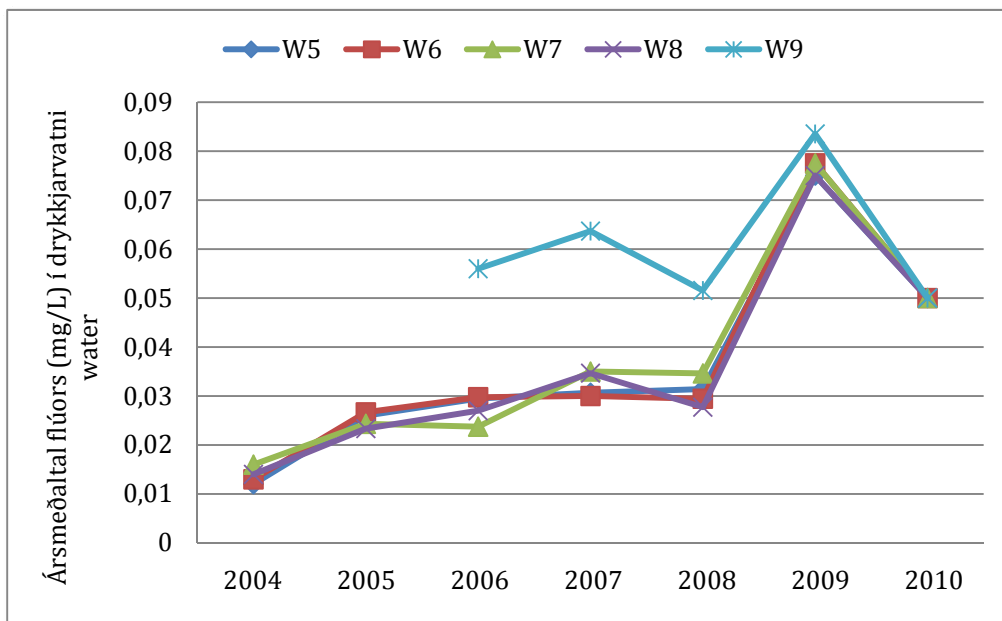
Mynd 7-3 Ársméðaltal sýrustigs í drykkjarvatni (pH) í Reyðarfirði og Eskifirði frá árunum 2004 (bakgrunnsgildi) til 2010.

### 7.1.2 Flúor í vatnssýnum

Meðalgildi flúors í öllum fylkjum af vatnssýnum úr ám (W1-W4) frá árinu 2010 var undir greiningarmörkum (0,05 mg F/L miðað við 0,09 mg F/L árið 2009). Á mynd 7-4 er gildið 0,05 mg F/L notað fyrir árið 2010. Sambærilegar niðurstöður fengust úr sýnum af drykkjarvatni (W5-W8) þar sem meðalstyrkur var < 0,05 mg F/L samanborið við 0,09 mg F/L í fyrstu 3 fylkjunum og < 0,05 mg F/L í því síðasta árið 2009. Á mynd 7-5 er gildið 0,05 mg F/L notað fyrir árið 2010.



Mynd 7-4 Ársmeðaltal flúors (mg/L) í árvatni í Reyðarfirði frá árunum 2004 (bakgrunnsgildi) til 2010.



Mynd 7-5 Ársmeðaltal flúors (mg/L) í drykkjarvatni í Reyðarfirði og Eskifirði árin 2004 (bakgrunnsgildi) til 2010.

### 7.1.3 PAH í vatnssýnum

Líkt og fyrri ár er styrkur PAH lágur í flestum vatnssýnum (Tafla 7-1). Í tveimur sýnum, W2 frá Grjótá og W4 frá Njörvadalsá, var styrkurinn mun hærri en í öðrum sýnum. Styrkur PAH í sýni frá Grjótá (W2) var einnig nokkuð hár árið 2009 samanborið við önnur sýni.

Tafla 7-1 PAH-16 ( $\mu\text{g/L}$ ) í vatnssýnum frá árunum 2006 til 2009.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
PAH 2006	0,1	0,26	0,25	0,53	0,09	0,13	0,11	0,24	0,69	
PAH 2007	1,19	0	0,14	0	0,11	0,12	0,11	0,17	0,15	0,63
PAH 2008	0,46	0,08	7,88	0,09	0,08	0,08	0,14	0,09	0,07	8,83
PAH 2009	0	2,37	0,05	0	0	0	0	0	0	0
PAH 2010	0,16	4,61	0,07	1,53	0,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12

Frekari niðurstöður greininga á PAH efnum má sjá í viðauka B, hluta 11. Nokkuð tilviljunarkennt er hvar hæstu gildin mælast hverju sinni sem getur skýrst af tilviljunarkenndri mengun og/eða skekkju í mælingum.

#### 7.1.4 Aðrar greiningar á vatnssýnum

Styrkur  $\text{SO}_4\text{-S}$  breyttist ekki marktækt milli árana 2009 og 2010, hvorki í árvatni þar sem það mælist nú 0,35 mg/l (0,37 mg/l, 2009) né drykkjarvatni þar sem það mælist nú 0,43 mg/l (0,38 mg/l, 2009)

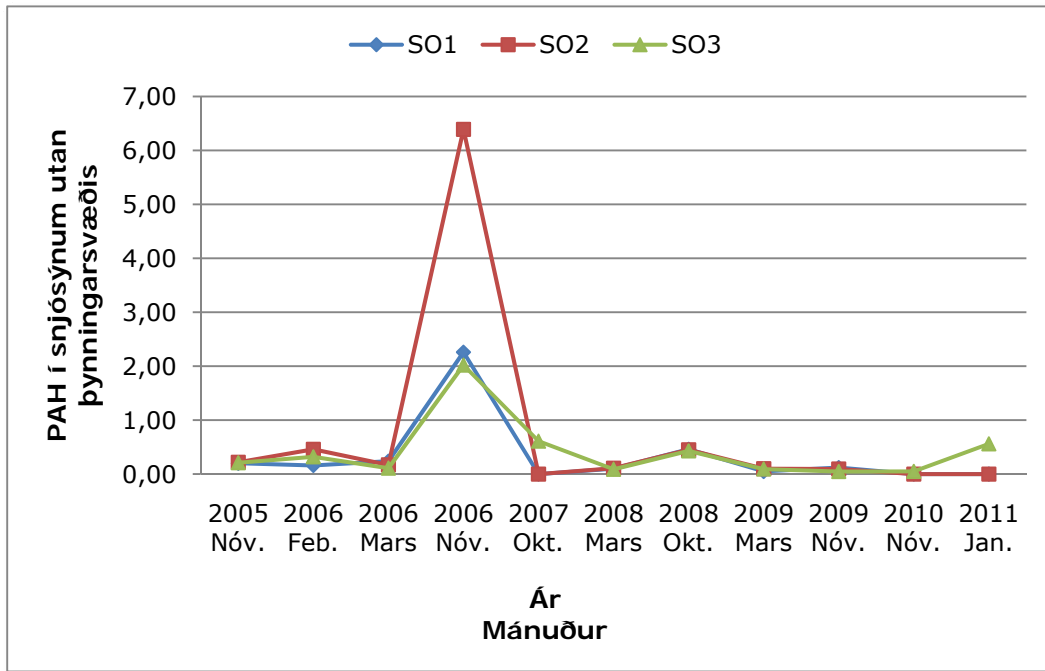
Klór í árvatni breyttist ekki marktækt milli ára, en hann mælist nú 4,4 mg/l samanborið við 4,3 mg/l árið 2009. Engar marktækar breytingar var að finna á magni klórs í drykkjarvatni sem mældist nú 4,3 mg/l samanborið við 4,1 mg/L árið 2009.

Engar marktækar breytingar mældust á styrk alkalíða hvorki í drykkjarvatni né árvatni.

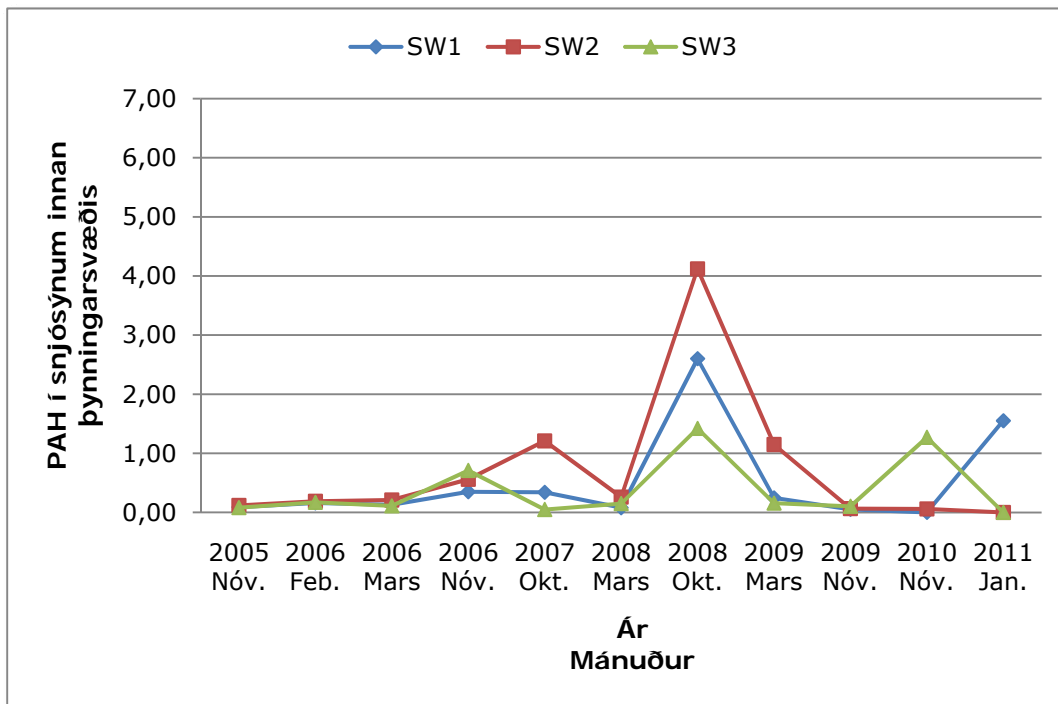
#### 7.1.5 PAH í snjósýnum

Meðaltal allra snjósýna árið 2009 var 0,19  $\mu\text{g/L}$  PAH en mælist 0,29  $\mu\text{g/L}$  PAH í sýnum frá nóvember 2010 og janúar 2011 sem er ekki marktækur munur (95%). Breytingar á milli ára eru ekki marktækar hvort sem sýni eru tekin innan svæðis eða utan. Samanburður á sýnum innan þynningarsvæðis og utan á tímabilinu 2009 til 2010 sýnir ekki marktækan mun.

Niðurstöður greininga má sjá í viðauka B, hluta 12.



Mynd 7-6 Ársmeðaltal PAH-16 efna í snjó frá þrem stöðvum utan þynningarsvæðis í Reyðarfirði, 2005 – 2011.



Mynd 7-7 Ársmeðaltal PAH-16 efna í snjó frá þrem stöðvum innan þynningarsvæðis í Reyðarfirði, 2005 – 2011.

## 8 Sjónrænt mat á heilbrigði gróðurs

### 8.1 Áhrif flúoríðs á gróður

Flúoríð berst inn í laufblöð um loftop á yfirborði laufblaða. Inni í laufblaðinu leysist flúoríð upp í vatni og berst með því til jaðra blaðsins þar sem það safnast fyrir og ferðast ekki frekar um laufblað plöntunnar (Weinstein og Davison, 2004).

Ef styrkur flúoríðs verður nægjanlega mikill veldur það skemmdum á frumhimnu plöntunnar. Hún fer að leka, vefurinn deyr og breytir um lit. Verður ljósbrúnn, brúnn eða svartur (e. necrosis). Þetta gerist vanalega í útjaðri laufblaðsins eða á milli æða. Þegar laufblað verður endurtekið fyrir háum styrk flúoríðs yfir vaxtartímann getur það valdið röð dökkra strika í laufblaðinu. Svo getur farið að dauði vefurinn þorni og detti af laufblaðinu sem veldur því að lögun blaðsins verður einkennileg, einkum fremst. Almennu eru ung blöð í þroska mun viðkvæmari fyrir flúoríði en eldri fullþroskuð blöð. Þannig getur sama plantan sýnt mjög ólík einkenni, háð því á hvaða þroskastigi blöðin eru þegar þau verða fyrir flúoríðmengun (Weinstein og Davison, 2004).

Önnur áhrif eru þau að uppsöfnun flúoríðs í fremst í laufblaðinu dregur úr vexti frumna þar. Miðhluti laufsins heldur hins vegar áfram að vaxa og veldur því að blöðin verða kúpt þegar þau stækka (Weinstein og Davison, 2004).

Flúoríð getur valdið fölnun eða gulnun (e. chlorosis) í laufblöðum. Slík einkenni eru oftast talin vera vegna ónógrar birtu, skorts á járnri eða magnesíum í jarðvegi. Ástæður þess að flúoríð veldur gulnun er binding þess við magnesíum í plöntunni (Weinstein og Davison, 2004).

Dreifingarmynstur skemmda ákvarðast einkum af ríkjandi vindátt og að hluta til af landslagi. Í rannsóknum sem gerðar voru í Noregi á skemmdum á plöntuvef af völdum flúoríðmengunar kom í ljós að skemmdir takmörkuðust við svæði innan tveggja km frá uppruna mengunar. Tengsl voru á milli skemmda í laufblaði og styrk flúoríðs. Það var hins vegar mjög breytilegt eftir stöðum í Noregi hversu mikinn styrk flúoríðs sömu tegundir þoldu áður en bera fór á skemmdum. Hafði veðurfar og lega svæðis sitt að segja (Vike, 1999).

Hafa bera í huga að mörg önnur atriði í umhverfinu geta valdið stressi í plöntum sem eru mjög líkar flúorskemmdum, t.d. salt, þurrkur, frost og vatnsskortur.

Hér er gerð grein fyrir mögulegum einkennum flúorskemmda á plöntum í Reyðarfirði sumarið 2010.

### 8.2 Sjaldgæfar tegundir

Sjónrænt mat á heilbrigði fimm sjaldgæfra plöntutegunda sem vaxa í Reyðarfirði var gert 6. júlí 2010. Þær sjaldgæfu tegundir sem fundist hafa í Reyðarfirði eru:

- Aronsvöndur (*Erysimum hieraciifolium*) í friðlandinu í Hólmanesi
- Stóriburkni (*Dryopteris filix-mas*) í friðlandinu í Hólmanesi
- Þyrnirós (*Rosa pimpinellifolia*) á nokkrum stöðum við Kollaleiru
- Giljaflækja (*Vicia sepium*) vex í gili í þéttbýlinu á Reyðarfirði
- Fuglaertur (*Lathyrus pratensis*) vaxa einnig í þéttbýlinu á Reyðarfirði

Tvær þessara tegunda eru á válista, giljaflækja og þyrnirós (Náttúrufræðistofnun 1996).

Plönturnar voru ljósmyndaðar og kannað hvort þær sýndu mögulega einkenni flúorskemmda eða hvort vaxtarstöðum þeirra væri á einhvern hátt ógnað.

Skemmst er frá því að segja að allar fimm tegundirnar voru heilbrigðar og ekki hægt að sjá að þeim stafi sérstök hætta af starfssemi álvers eða framkvæmdum því tengdu, né heldur sýndu þær einkenni flúorskemmda (Mynd 8-1). Líkt og fyrri ár er vaxtarstað giljaflækju ógnað af ágengum tegundum, kerfli (*Myrrhis odorata*) og njóla (*Rumex longifolius*).



Mynd 8-1 Samsett mynd. Aronsvöndur, þyrnirós, stóriburkni og giljaflækja sumarið 2010.

### 8.3 Garðaplöntur og tré

Undanfarin ár hefur helst mátt greina skemmdir sem eru líkleg til að vera af völdum flúoríðs á garðagróðri í næsta nágrenni við álverið, einkum í trjám við Sómastaði og Teigagerði (Náttúrustofa Austurlands 2010, Náttúrustofa Austurlands 2009). Öll tré hafa nú verið fjarlægð við Sómastaði í tengslum við uppgerð Fornleifaverndar ríkisins á húsinu (Mynd 5-22, bls. 39).

Garðagróður í þéttbýlinu á Reyðarfirði og á trjáræktarsvæðum milli álversins og bæjarins var skoðaður þann 25. ágúst 2010. Gróður var ljósmyndaður og skoðaður til að leita ummerkja um skemmdir á plöntuvef af völdum flúoríðs.

Gróður var almennt heilbrigður að sjá. Lerki, sem hefur verið fremur ræfilslegt undanfarin ár í Reyðarfirði, hefur tekið við sér (Mynd 8-2).



Mynd 8-2 Heilbrigður gróður í Reyðarfirði.

Við Framnes, rétt vestan álversins sáust möguleg einkenni flúorskemmda á sigurskúfi (*Chamaenerion angustifolium*), elri (*Alnus sp.*) og furu (*Pinus sp.*). Á furum og sigurskúfi sást dauður vefur og dökk bönd í endum blaða og nála. Elrið var gulleitt og blöðin örlítið kúpt. Við Teigagerði voru aspir með kúpt blöð og dauðan vef á framoddum, nokkuð dæmigerð einkenni flúorskemmda (sjá Mynd 8-3).



Mynd 8-3 Mögulegar flúorskemmdir í gróðri við Framnes og Teigargerði í Reyðarfirði. Fura (uppi t.v.), ösp (uppi t.h.), sigurskúfur (niðri t.v.) og elri (niðri t.h.)

Líkt og árið 2009 sáust undarlega rauðleit blágreini við Teigargerði og víða í Reyðarfirði fundust reynitré með skemmdum blöðum (Mynd 8-4). Þessi einkenni voru þó ekki bundin við Reyðarfjörð. Sambærileg einkenni sáust t.d. í reynivið á Héraði sumarið 2010 og eru útskýrð skv. upplýsingum frá starfsmönnum Skógræktar ríkisins (Þróstur Eysteinnsson, munnlegar upplýsingar).



Mynd 8-4 T.v. skemmdir á reynitrjám sáust á nokkrum stöðum í Reyðarfirði. T.h. undarlega rauðleitt blágreini við Teigargerði. Næsta tré fyrir aftan var fullkomlega heilbrigt að sjá.



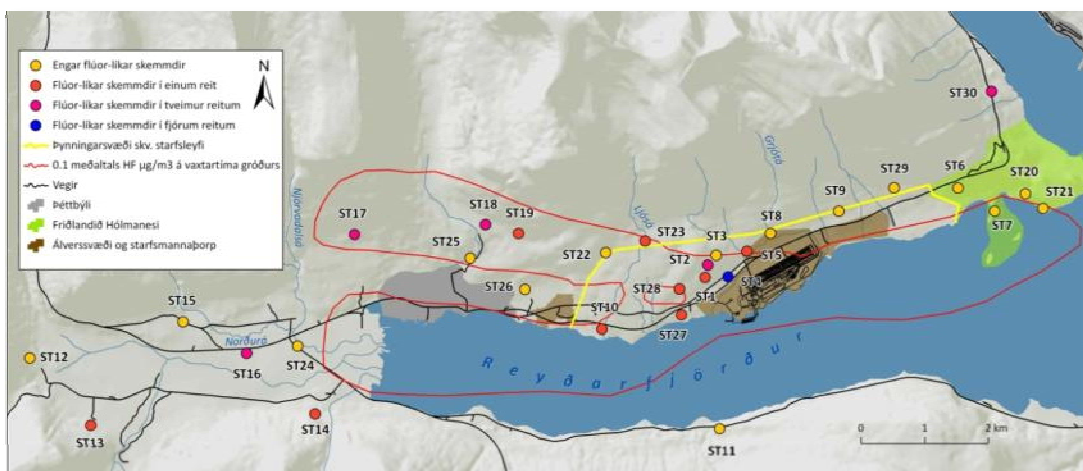
## 8.4 Villtur gróður á 30 rannsóknarstöðvum

Villtur gróður í 150 rannsóknarreitum á 30 stöðvum í Reyðarfirði var skoðaður dagana 13. -15. júlí 2010 (Mynd 8-5). Gróður var ljósmynndaður og ummerkja um mögulegar skemmdir á plöntuvef af völdum flúoríðs leitað. Almennt var gróður

í góðu ásigkomulagi en einkenni sem líkjast skemmdum af völdum flúoríðs fundust á 15 stöðvum (Mynd 8-5).

Einkenni sáust á tegundunum stinnastör (*Carex bigelowii*), kornsúru (*Bistorta vivipara*), sortulyngi (*Arctostaphylos uva-ursi*), krækilyngi (*Empetrum nigrum*), loðvíði (*Salix lanata*), gulvíði (*Salix phylicifolia*) og grasvíði (*Salix herbacea*). Endar voru dauðir og á laufum voru dökkar rendur (Mynd 8-6). Erfitt getur þó reynst að ákvarða hvort skemmdir á mjóum blöðum einkímblöðunga séu flúorskemmdir, en ekki t.d. af völdum þurrks eða annarra umhverfispáttá. Engu að síður eru þær skilgreindar sem flúor-líkar í þessari könnun.

Eins og áður segir hafa rannsóknir sýnt fram á að sýnilegar skemmdir á gróðri af völdum flúoríðs voru takmarkaðar við svæði innan 2 km frá mengun (Vike, 1999). Því má ætla að skemmdir skráðar lengra frá álverinu séu af öðrum orsökum.



Mynd 8-5 Rannsóknastöðvar í Reyðarfirði. Sýnilegar skemmdir á gróðri sem líktust flúorskemmdum sáust á 15 stöðvum.



Mynd 8-6. Samsett mynd. Flúor-líkar skemmdir á gróðri í rannsóknarreitum í Reyðarfirði og næsta nágrenni þeirra. Stinnastór (t.v.), grasvíðir (uppi t.h.) og sortulyng (niðri t.v).

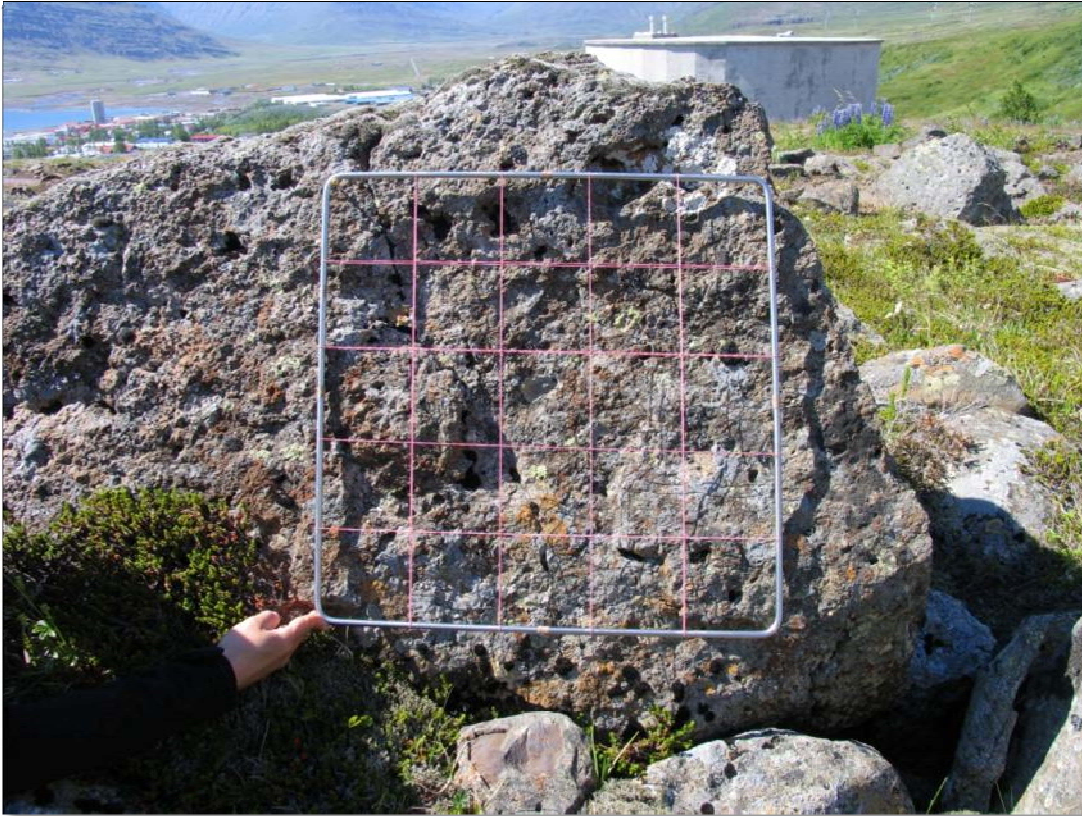
Líkt og fyrri ár sáuðst ýmiss konar skemmdir á gróðri af völdum skordýra og sýkinga (Mynd 8-7).



Mynd 8-7 Bleikar bólgur í fjalldrapa í Reyðarfirði 2010.

## 9 Fléttureitir á steinum og klöppum

Frá árinu 2005 hafa 47 fléttureitir á steinum verið ljósmyndaðir árlega. Dagana 28. og 29. júní, 12.-14. júní, 24. ágúst og 1. desember 2010 voru 47 fléttureitir ljósmyndaðir. Engar breytingar voru greinanlegar milli áráanna 2009 og 2010, en ítarlegan samanburð á breytingum á fléttureitum á steinum frá 2005 til 2009 má finna í skýrslu Alcoa Fjarðaáls frá 2010.



Mynd 9-1 Fléttureitur í Reyðarfirði 2010.

Ljósmyndir af öllum fléttureitum árið 2010 er að finna á geisladiski sem fylgir þessari skýrslu í Viðauka B, hluta 13.

## 10 Ályktanir

### 10.1 Loftmælingar

Meðalhiti allra mælistöðva var 4,1°C og meðalvindhraði 4,0 m/s en mældust 4,5°C og 4,1 m/s árið 2008. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ráðandi.

Svifryk mælist mjög svipað í öllum stöðvum og árið 2009 og sveiflast á bilinu 4 til 13 µg/m<sup>3</sup>. Meðaltal ársins er 7,3 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 7,4 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Engar mælingar nálgast heilsuverndarmörk (50 µg/m<sup>3</sup>) en hæsta einstaka mæling er 12,7 µg/m<sup>3</sup>.

Ársmeðaltöl brennisteinsdíoxíðs (SO<sub>2</sub>) hafa hækkað á öllum stöðvum á bilinu 0,8 til 1,5 µg/m<sup>3</sup> og er meðaltal ársins 3,6 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 2,4 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Hæsta klukkustundar meðaltal er mælist í júní í stöð 2 eða 190,5 µg/m<sup>3</sup> og er þó nokkuð undir heilsuverndarmörkum sem eru 350 µg/m<sup>3</sup>. Hæstu dagsmeðaltöl eru í stöð 2 í október 59,8 µg/m<sup>3</sup> og 55,3 µg/m<sup>3</sup> í stöð 4 í sama mánuði. Gróðurverndarmörk eru 50 µg/m<sup>3</sup> og má fara 7 sinnum yfir þau yfir árið.

Ársmeðaltöl flúoríðs (F) hafa hækkað í stöðvum 1, 2 og 3 en ekkert í stöð 4 miðað við árið 2009. Heildarmeðaltal ársins er 0,23 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,13 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Ástæða þessarar hækkunar flúors í lofti geta verið margþættar. Yfir sumartímann var meiri losun HF efna en árið 2009. Bilannatíðni tækjanna voru talsverð á árinu. Bilanir í þessum búnaði hafa almenn áhrif til hækkunar á niðurstöðum sem gæti að hluta til skýrt þessa hækkun.

Flúor í ryki í lofti er mældur í svifrykssíum og eru litlar sem engar breytingar á milli árána 2009 og 2010. Heildarmeðaltal er 0,07 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,06 µg/m<sup>3</sup> árið áður.

PAH-16 mælist nokkuð hærra en á síðasta ári ef horft er til heildarmeðaltals ársins sem er 0,17 ng/m<sup>3</sup> í stað 0,07 ng/m<sup>3</sup> árið 2009. Til samanburðar má nefna að árið 2007 er heildarmeðaltal 0,25 ng/m<sup>3</sup>. Mestu munar um há gildi í öllum stöðvum í janúar og enn hærri gildi í stöðvum 1, 3 og 4 í febrúar.

Sýrustig í úrkomu lækkar í öllum stöðvum og ársmeðaltöl mælast á bilinu 4,3 til 4,8. Ekki er vitað hvað getur valdið þessari sýrustigslækkun en þörf er á að skoða það nánar.

Brennisteinn í úrkomu lækkar í öllum stöðvum sem ársmeðaltal og flúor lækkar í öllum stöðvum nema stöð 2.

### 10.2 Flúoríð í gróðri

#### 10.2.1 Dreifingarmynstur flúoríðs er sambærilegt milli tegunda

Þrátt fyrir að styrkur flúoríðs hafi verið breytilegur eftir tegundum þá var dreifingarmynstrið mjög sambærilegt á milli tegunda og skýrist af ríkjandi vindáttum, nálægð við álveri og landslagi. Suðaustanáttir voru ríkjandi í Reyðarfirði sumarið 2010. Í samræmi við það mældust hæstu gildi allra sýna innan þynningarsvæðis vestan við álverið. Styrkurinn lækkaði inn fjörðinn, með nokkrum undantekningum þó. Í öllum gróðursýnum mældist styrkur flúoríðs lægstur í Hólmanesfriðlandi austan við álverið og sunnan fjarðar. Þetta er í samræmi við fyrri niðurstöður sem og erlendar rannsóknir sem sýnt hafa fram á að styrkur flúoríðs er hæstur undan ríkjandi vindátt næst mengunarvaldi (Vike og Håbjorg, 1995, Alcoa Fjarðaál, 2010 og 2009).

Engu að síður lækkar styrkurinn óvenju hægt til vesturs fyrir sumar tegundir. Nokkuð há gildi mælast í þéttbýlinu, í fjarðabotninum og undir Teigargerðistindi. Þetta er í samræmi við loftdreifingarspá sem unnin var fyrir álver í Reyðarfirði (EarthTech, 2006), þó að mörkin séu kannski ekki þau sömu. Dreifingarspáin fyrir 0,1 µg F m<sup>3</sup> á vaxtartíma gróðurs gerði ráð fyrir að mörkin næðu vestur fyrir þéttbýlið og að fjarðarbotni, en mörkin voru aðallega yfir sjónum.

Styrkur flúoríðs í mosa sker sig örlítið úr þar sem töluverður styrkur mældist inn í fjarðarbotni á hjalla ofan Áreyja, á meðan styrkur í sýni innan þynningarsvæðis vestan álversins voru lægri.

#### 10.2.2 Styrkur flúoríðs í gróðri hefur ýmist hækkað eða lækkað milli árána 2009 og 2010

Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi, reynitryám, barrnállum og rabarbarablöðum hefur hækkað milli árána 2009 og 2010. Styrkur í grasi hækkaði úr 31 µg/g í 37 µg/g og í barrnállum frá fyrra ári úr 44 µg/g í 66 µg/g. Mesta hækkunin var í reynitryám, úr 143 µg/g í 258 µg/g. Þá hækkuðu gildi í tveimur sýnum af kartöflugrösum umtalsvert á milli ára.

Hins vegar lækkuðu meðaltalsgildi í mosa, fléttum, bláberjalyngi umtalsvert. Styrkur í mosa lækkaði úr 119  $\mu\text{g/g}$  í 105  $\mu\text{g/g}$ , styrkur í bláberjalyngi lækkaði úr 62  $\mu\text{g/g}$  í 18  $\mu\text{g/g}$  og í fléttusýnum lækkaði styrkurinn úr 61  $\mu\text{g/g}$  í 30  $\mu\text{g/g}$ .

Ekki er einhlít skýring á þessu, en slík mynstur hafa sést í öðrum rannsóknum (Vike og Håbjorg, 1995). Söfnunartími og veðurfar fyrir sýnatöku gæti haft mikið að segja. Fléttum, mosa og bláberjalyngi var safnað á sama tíma og farið var í þriðju söfnunarferðina fyrir rabarbara og gras. Ef rýnt er í meðaltalsgildi í rabarbara og grasi eftir söfnunarferðum kemur í ljós, að einmitt í þriðju söfnunarferðinni mældust lægri gildi en í öðrum söfnunarferðum sumarið 2010. Gildin voru jafnframt lægri en á sama tíma árið á undan. Ef grasi og rabarbara hefði einungis verið safnað á á þessum tíma, líkt og var gert með fléttum, mosa og bláberjalyng, hefðu niðurstöður verið á þann veg að meðaltalsgildi milli ára hefðu líka lækkað í grasi og rabarbara. Því gætu niðurstöður fyrir meðaltalsgildi í fléttum, mosa og bláberjalyngi verið aðrar ef fleiri sýnaferðir hefðu verið farnar.

Líklegt er að mikil úrkoma dagana fyrir söfnun sýna af mosa, fléttum og bláberjalyngi hafi valdið lægri gildum en ella vegna skolonaráhrifa.

### 10.2.3 Styrkur flúoríðs í gróðri var breytilegur eftir tegundum innan sömu svæða

Líkt og fyrri ár var styrkur flúoríðs mjög breytilegur eftir tegundum innan sömu svæða. T.d. mældist flúoríð í mosa ofan við Áreyjar 110  $\mu\text{g/g}$  á meðan styrkur flúoríðs í fléttum á sama stað mældist einungis 11  $\mu\text{g/g}$ . Þessi breytileiki skýrist líklegast af ólíkum eiginleikum planta. T.d. stærð loftauga, skorti á loftaugum og ólíku hlutfalli milli yfirborðs og þyngdar laufblaða.

Hár styrkur í laufum reyniviðar verður þó ekki skýrður með þeim hætti. En m.v. rannsóknir í Noregi virðist sem reyniviður hafi tilhneigingu til að safna miklu magni flúoríðs á vaxtartíma (Vike og Håbjorg, 1995). Þá mældist hátt gildi flúoríðs í regnvatni á einni loftgæðastöð í Reyðarfirði vikuna fyrir sýnatöku á blöðum Reyniviðar. Frekari rannsókna er þörf til að skýra þetta.

### 10.2.4 Meðaltalsgildi flúoríðs í grassýnum utan þynningarsvæðis undir viðmiðum fyrir grasbíta

Meðaltalsstyrkur flúoríðs í grasi á vaxtartíma er notaður sem vísir fyrir búfé, því það verður fyrir áhrifum af langvarandi neyslu flúoríðs. Styrkur utan þynningarsvæðisins var undir erlendum viðmiðunarmörkum sem sett eru til verndar búfénaði. Viðmiðunarmörk fyrir viðkvæmstu grasbíta er 35-40  $\mu\text{g/g}$  fyrir hvert tólf mánaða tímabil. Styrkur á bilinu 40-60  $\mu\text{g/g}$  veldur aukinni hættu á gaddi, einkum fyrir unga grasbíta með tennur í örum vexti. Styrkur yfir 60  $\mu\text{g/g}$  hefði víðtækari og alvarlegri áhrif (Weinstein og Davison, 2004).

Meðaltalsstyrkur flúoríðs innan þynningarsvæðis var 54  $\mu\text{g/g}$ , en utan þess 30  $\mu\text{g/g}$ . Á einstaka sýnatökustað er meðalstyrkur nálægt mörkum, jafnvel á svæðum í töluverðri fjarlægð frá álverinu. T.d. var meðaltalsstyrkurinn á túnum inn við Áreyjar 39  $\mu\text{g/g}$  og á túnum við Kollaleiru var meðaltalsstyrkurinn 32 og 36  $\mu\text{g/g}$ . Þá er meðaltalsstyrkur við Teigargerði 53  $\mu\text{g/g}$  og 44-45  $\mu\text{g/g}$  undir Teigargerðistindi.

### 10.2.5 Lítil augljós áhrif á hreindýr

Samkvæmt rannsóknum á samsetningu fæðu hreindýra á Snæfellsöræfum árin 1980-1981 er hún breytileg eftir svæðum, árstíma og framboði gróðurs. Yfir sumartímann er meirihluti fæðunnar einkímblöðungar, einkum stinnastör og hlutfall fléttna lágt. Vetrararbeit virðist mótast af framboði fléttna. Þar sem nóg er af fléttum geta þær verið allt að helmingur fæðunnar. Þá er mosi allt að 10% af vetrarfæðu hreindýra. Mosar eru líklega ekki bitnir viljandi en þvælast með, einkum þar sem lítið er af fléttum að vetrarlagi (Kristbjörn Egilsson, 1983).

Þrátt fyrir nokkuð háan meðalstyrk flúoríðs í mosa (105  $\mu\text{g/g}$ ) og í fléttum á einstaka sýnatökustöðum (70  $\mu\text{g/g}$ ) í Reyðarfirði bendir ekkert til aukinnar hættu á flúoreitrun fyrir hreindýr. Þau bíta á víðfeðmum svæðum þannig að langtíma styrkur flúoríðs í fæðu þeirra ætti ekki að fara yfir 35-40  $\mu\text{g/g}$ . Auk þess varð lítið eða ekki vart við hreindýr í nágrenni álversins í Reyðarfirði árið 2010 skv. dagbók um hagagöngu hreindýra (Náttúrustofa Austurlands, óbirt).

### 10.2.6 Styrkur flúoríðs í berjum, rabarbara og kartöflum undir viðmiðunarmörkum

Styrkur flúoríðs í rabarbarastilkum og kartöflum var í öllum tilfellum undir greiningarviðmiðum, eða <5  $\mu\text{g/g}$ . Styrkur flúoríðs í berjum var hæst 13  $\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað næst álverinu. Að

öllum líkindum er þar um að ræða ryk sem sest hefur á berin. Hæstu gildin eru engu að síður langt innan viðmiðunarmarka.

Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara, bláberjalyngi og í kartöflugrósum á sömu stöðum og af sömu plöntum reyndist hærrí og oft töluvert hárr, eða allt að 230 µg/g í rabarbarablöðum. Þetta sýnir að þó styrkur flúoríðs í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hárr, þá innihalda ávextir, fræ og rætur mjög lágan styrk flúoríðs og þau eru örugg til átu. Þessar niðurstöður eru í samræmi við eldri rannsóknir (Weinstein og Davison, 2004, Náttúrustofa Austurlands, 2010, 2009 og 2008).

### 10.2.7 Lítil sýnileg áhrif á plöntur

Þrátt fyrir að há gildi hafi mælst í sumum tegundum gróðurs voru litlar sýnilegar skemmdir af völdum flúoríðs á þeim plöntum sem safnað var. Skemmdir sáust á laufum reyniviðar a.m.k. einum sýnatökustað, á garðaplöntum og trjám við Framnes, innan þynningarsvæðis og smávægilegar skemmdir sem líktust flúorskemmdum voru greindar í mólum í Reyðarfirði.

## 10.3 Áhrif álvers á styrk köfnunarefnis, brennisteins og þungmálma í plöntum oljós

Hlutfall köfnunarefnis og brennisteins í plöntum virðist vera nálægt bakgrunnsgildum frá árinu 2005 í Reyðarfirði. Hæstu gildin mældust í görðum og á túnum sem líklegast endurspeglar áburðargjöf og umhirðu túna og grasflata. Ekkert gefur til kynna að rekstur álvers hafi áhrif á hlutfallslegan styrk þessara efna.

## 10.4 Styrkur og dreifing þungmálma

Styrkur þungmálma ýmist lækkar eða hækkar á milli árána 2009 og 2010. Nikkel er eini þungmálmurinn þar sem ársmeðaltal hækkar í öllum tegundum gróðurs milli árána 2009 og 2010. Í blöðum reyniviðar, barnnállum fyrra árs og rabarbarablöðum reyndist styrkurinn marktækt hærrí árið 2010 en 2009. Séu gildin borin saman við árið 2004 hefur styrkurinn ýmist lækkað eða hækkað.

Dreifingarmynstur þungmálma er svipað eftir mismunandi málmum og ólíkum tegundum gróðurs. Í flestum tilvikum mælast hæstu gildin í þéttbýlinu á Reyðarfirði og við Teigargerði. Lægri gildi mælast nær álveri og óreglulega til vesturs. Arsen sýnir órlítið frábrugðið dreifingarmynstur, þar sem styrkurinn er mestur rétt vestan við álverið og minnkar svo til vesturs.

Fylgjast þarf betur með styrk þungmálma og frekari mælingamælinga er þörf áður en hægt er að draga ályktanir um uppruna mengunar þungmálma.

Styrkur blýs og kadmíums í kartöflum og rabarbara fer í nokkrum sýnum yfir mörk sem sett eru í reglugerð nr. 265/2010. Styrkur blýs var á eða yfir mörkum í þremur af átta sýnum rabarbarastilka árið 2010 og styrkur kadmíums var yfir mörkum í sex af átta sýnum. Því miður eru ekki til bakgrunnsgildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði.

## 10.5 Efnamælingar á vatni og snjó

Flúoríð var undir greiningamörkum (0,05 mg F/L) í öllum vatnssýnum árið 2010. Tölfræðilegur samanburður á sýrustigi, styrk alkalíða, súlfats (SO<sub>4</sub>-S), klórs og flúoríðs sýndi að breytingar á milli árána 2009 og 2010 eru ekki marktækar.

### 10.5.1 Styrkur PAH-efna í vatni yfir neysluvatnsviðmiðum næst álveri

Summa styrks þeirra PAH-efna<sup>6</sup> sem lögð eru til grundvallar í viðmiðum neysluvatnsreglugerðar nr. 536/2001 var yfir mörkum á tveimur stöðum. 1,03 µg/L í Njörvadalsá innan við þéttbýlið á Reyðarfirði og 2,17 µg/L í Grjótá, rétt ofan við álverið. Skv. reglugerðinni má styrkur efnanna hæst vera 0,1 µg/L. Á öðrum stöðum voru efnin ekki greinanleg. Tvö ár í röð hefur styrkur þessara efna verið yfir viðmiðunarmörkum í Grjótá, en það er sá vatnssýnatökustaður sem er næstur álveri, innan þynningarsvæðis.

<sup>6</sup> Benzo(b)fluoranthene, Benzo(k)fluoranthene, Benzo(ghi)perylene og Indeno(1,2,3-cd)pyrene

### 10.5.2 Tilviljunarkenndur breytileiki í styrk PAH-efna í snjó

Ekki var marktækur munur á styrk PAH-efna í snjósýnum milli árána 2009 og 2010, hvort sem skoðuð eru sýni sem tekin eru innan þynningarsvæðis eða utan þess. Ekki var heldur marktækur munur á styrk sýna utan og innan þynningarsvæðis.

Töluverðar sveiflur eru í styrk PAH-efna bæði innan og utan þynningarsvæðis og á milli ára. Ekki er hægt að álykta annað en að þær sveiflur sem sjást séu afleiðing af tilviljunarkenndri mengun og óvissu í mælingum.

## 11 Lokaorð

Rekstur vöktunarstöðva var með svipuðum hætti og árið áður. Mælingar á flúor í loft gengu þó nokkuð erfiðlega vegna hærri bilanatíðni tækjanna. Styrkur flúor í lofti jókst milli ára og má það að hluta til rekja til þessarar bilanna, ásamt meiri losun yfir sumarmánuðina. Styrkur brennisteinsdíoxíðs jókst einnig milli ára og er það m.a. rakið að hluta til meiri losunar brennisteinsdíoxíðs frá álverinu. Að öðru leiti eru mæligildi svipuð á milli áráanna 2009 og 2010.

Litlar sýnilegar skemmdir eru á gróðri í Reyðarfirði. Mikil lækkun á flúoríði í mosa, fléttum og bláberjalyngi frá 2009 til 2010 er ekki að fullu skýrð, en tengist líklegast veðurfari fyrir sýnatöku, s.s. úrkomu, vindáttum og magni flúoríðs í lofti dagana fyrir sýnatöku. Niðurstöður athugana árið 2011 munu líkast til leiða í ljós hvort að sýnin árið 2010 eru óvenju lág, eða hvort sýnin 2009 voru óvenju há. Breytilegur styrkur flúoríðs í mismunandi tegundum gróðurs verður ekki skýrður öðruvísi en með samspili margra ólíkra þátta, s.s. upptöku og losun ólíkra tegunda, veðurfarslegum þáttum og tímasetningu söfnunar. Breytingar á styrk þungmálma í gróðri í Reyðarfirði og dreifing styrks gefur vísbendingu um að nikkell- og arsenmengun sé að aukast og eigi uppruna sinn í álverinu. Óljóst er með uppsprettur mengunar annarra þungmálma. Í ljósi þess að styrkur blýs og kadmíums er í nokkrum tilvikum yfir neyslumiðmiðum, er mikilvægt er rannsaka betur þungmálma í grænmeti. Ekki er ljóst hver er uppruni þessarar mengunar og ekki eru til bakgrunnsgildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði. Frekari athugunar er þörf. Ekki eru greinanlegar breytingar á eðlis-og efnafræðilegum þáttum í vatni, hvort heldur árvatni eða drykkjarvatni milli áráanna 2009 og 2010. En endurtekin há gildi PAH-efna árin 2009 og 2010 í vatni innan þynningarsvæðis gefa tilefni til frekari rannsókna.



## 12 Heimildir

- Alcoa Fjarðaál, 2009. Umhverfisvöktun 2008. Reyðarfjörður, 2009. 51 bls. + Viðaukar.
- Alcoa Fjarðaál, 2010. Umhverfisvöktun 2009. Reyðarfjörður, 2010. 70 bls. + Viðaukar.
- Brougham, K.M. 2011. PhD Thesis, University of Newcastle. Unpublished.
- Davison, A.W. and Weinstein, L.H. 2006. *High fluoride contents in rhubarb leaves*. March 2006 3 pp. + Appendix
- Davison, A.W., Erlín Jóhannsdóttir og Kristín 2010. *External Environmental Monitoring. Alcoa-Fjarðaál Smelter in Reyðarfjörður. Results of on-going monitoring from 2006 to 2009 and comparison with the baseline survey from 2004 and 2005*. NA-100097. 69 pp+Appendices.
- Davison. A.W, Erlín Jóhannsdóttir og Kristín Ágústsdóttir 2009. *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of activities in 2008 by Náttúrustofa Austurlands*. NA-090092. 39 pp. +Appendices.
- EarthTech 2006. *Assessment of Air Quality Impacts of Emissions from the Alcoa Aluminium Plant in Reyðarfjörður, Iceland*.
- Erlín Jóhannsdóttir and Kristín Ágústsdóttir 2008. *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of activities in 2007 by Náttúrustofa Austurlands*. NA 080080. 18 pp. +Appendices
- Franzaring, J., Klumpp, A. and Fangmeier, A. 2007. *Active biomonitoring of airborne fluoride near an HF producing factory using standardised grass cultures*. Atmospheric Environment 41 (2007) 4828–4840.
- Guðrún Á. Jónsdóttir, Erlín Emma Jóhannsdóttir og Kristín Ágústsdóttir 2005. *Baseline Survey Report. External Environmental Monitoring –Ecological Survey*. NA 50065. 41 pp. +Appendices
- Hörður Kristinsson 2010. *Íslenska plöntuhandbókin, blómplöntur og byrkingar*. Mál og menning. 3. útgáfa.
- Kristbjörn Egilsson 1983. *Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna. Rannsóknir vegna fyrirhugaðra virkjana í Jökulsá í Fljótsdal og Jökulsá á Dal á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands fyrir Orkustofnun og Rafmagnsveitur ríkisins/Landsvirkjun*. 235 bls. OS-83073/VOD-07
- Kristín Ágústsdóttir 2007. *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of NA activities in 2006*. NA 70072. 14 pp. +Appendices
- Landmælingar Íslands. IS50v kortagrunnur 1:50.000. Útgáfa 1.1 ©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. *Válisti 1. Plöntur*. Reykjavík. 82 pp.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2011 – *Plöntuvefsja*. <http://vefjsa.ni.is/website/plontuveysja/> Skoðað í febrúar 2011.
- Náttúrustofa Austurlands, óbirt. *Hagaganga hreindýra 2010*.
- Rannsóknþjónustan Síni ehf. *Niðurstöður efnagreininga á gróðursýnum og vatnssýnum úr Reyðarfirði árið 2009 og 2010*.
- Reglugerð nr. 265/2010 um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 1881/2006 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum
- Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.
- Retec, 2006. *External Environmental Monitoring Baseline Survey*. Fjarðaál Smelter Project. Reyðarfjörður. IS BECH1-18321-640 45 pp. +Appendices
- Sigurður H. Magnússon og Björn Thomas 2007a. *Heavy metals and sulphur in mosses around the aluminum smelter site in Reyðarfjörður in 2005. Þungmálmar og brennisteinn í mosa í nágrenni álversins í Reyðarfirði árið 2005*. NÍ-07005. 50 bls.
- Sigurður H. Magnússon og Björn Thomas 2007b. *Heavy metals and sulphur in mosses around the aluminium smelter in Straumsvík in 2005. Styrkur þungmálma og brennisteins í mosa í nágrenni álversins í Straumsvík árið 2005*. NÍ-07003. 52 bls.
- Sigurður Sigurðsson, ekkert ártal. *Áhrif eldgosa á dýr*. [http://www.mast.is/Uploads/document/yd\\_eydublod/ahrif\\_eldgosa\\_a\\_dyr.pdf](http://www.mast.is/Uploads/document/yd_eydublod/ahrif_eldgosa_a_dyr.pdf). Skoðað í febrúar 2011.

Sýni ehf. *Veðurgögn frá veðurstöðvum í Reyðarfirði árið 2010*. Upplýsingar í tölvupósti 19. febrúar 2011

Sýni ehf. *Niðurstöður efnagreining í gróður-, vatns- og snjósýnum í Reyðarfirði 2010*. Upplýsingar í tölvupósti frá júní 2010-febrúar 2011.

Þróstur Eysteinnsson, Skógrækt ríkisins. Upplýsingar í tölvupósti 9. febrúar 2011

Umhverfisstofnun, 2010. *Starfsleyfi fyrir álver Alcoa Fjarðaáls sf., Hrauni 1 í Reyðarfirði. kt. 5203034210*. 12 bls. [http://www.ust.is/media/fraedsluefni/starfsleyfi/Alcoa\\_Fjarmaal\\_utgefid\\_starfsleyfi.pdf](http://www.ust.is/media/fraedsluefni/starfsleyfi/Alcoa_Fjarmaal_utgefid_starfsleyfi.pdf)  
Skóðað í febrúar 2011:

Vike, E. 1999. *Air-pollutant dispersal patterns and vegetation damage in the vicinity of three aluminum smelters in Norway*. The Science of the Total Environment **236** (1999) 75-90

Vike, E. 2005. *Uptake, Deposition and Wash Off of Fluoride and Aluminium in Plant Foliage in the Vicinity of an Aluminium Smelter in Norway*. Water, Air, & Soil Pollution. **160** (1-4), 145-159,

Vike, E. and Håbjørg, A. 1995: *Variation in fluoride content and leaf injury on plants associated with three aluminum smelters in Norway*. The Science of the Total Environment **163** (1995) 25-34

Weinstein, L. H. and Davison, A. W. 2004. *Fluorides in the Environment*. CABI publishing. 297 pp.

Weinstein, L.H. (1983). *Effects of Fluorides on Plants and Plant Communities: An Overview*. In: Shupe JL, Peterson HB, Leone NC, eds. (1983). *Fluorides: Effects on Vegetation, Animals, and Humans*. Salt Lake City, Utah: Paragon Press. pp. 61-82.

## **Viðaukar**

**Viðauki A – Viðaukar við skýrslu um loftgæði (Snorri Þórisson, 2011)**

**Viðauki B – Viðaukar við skýrslu Náttúrustofu Austurlands (Alan W. Davison, Erlín Jóhannsdóttir og Kristín Ágústsdóttir, 2011).**