

# Alcoa Fjarðaál

## Umhverfisvöktun 2011





## Samantekt

Árið 2011 var fimmta árið sem vöktun umhverfis fór fram frá því álverið tók til starfa. Fylgst var með loftgæðum, vatnsgæðum og gróðri.

### Loftgæði

Fjallað er um niðurstöður mælinga í fjórum mælistöðvum á Reyðarfirði fyrir árið 2011.

#### Veðurgögn

Meðalhiti allra mælistöðva var 4,5°C og meðalvindhraði 3,3 m/s en mældust 4,1°C og 4,0 m/s árið 2010. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ríkjandi á svæðinu.

#### Svifryk

Svifryk mælist lítið eitt lægra á öllum vöktunarstöðvum miðað við árið 2010. Meðaltal ársins var 6,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við 7,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður. Engin sólarhringsgildi hafa mælst nálægt heilsuverndarmörkum (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltöl hafa lækkað á öllum vöktunarstöðvum og voru á bilinu 0,6 til 1,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ársmeðaltal allra stöðva var 2,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við 3,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður og hæsta einstaka mæling var 173  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  á stöð 2 í júlí. Hæsta klukkustundarmeðaltal var 125,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  á stöð 3 í janúar (heilsuverndarmörk eru 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) og hæsta dagsmeðaltal var á stöð 2 í nóvember 29,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (gróðurverndarmörk eru 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### Flúor

Ársmeðaltöl fyrir flúoríð í lofti hafa lækkað á stöðvum 2 og 3, voru svipuð á stöð 1 en hafa hækkað á stöð 4 miðað við árið 2010. Heildarmeðaltal ársins var 0,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við 0,23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður. Hafa þarf í huga að bilanir í stöðvunum voru talsvert tíðar á tímabilinu.

Flúor í ryki í lofti var mældur í svifrykssíum og voru litlar breytingar á milli árána 2010 og 2011. Heildarmeðaltal var 0,05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við 0,07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður.

#### PAH-16 í svifrykssíum.

PAH-16 mældist nokkuð lægra á síðasta ári en á árinu þar á undan, ef horft er til heildarmeðaltala, sem var 0,11  $\text{ng}/\text{m}^3$  í stað 0,17  $\text{ng}/\text{m}^3$  árið 2010.

#### Efnainnihald í úrkomu

Lækkun mældist á sýrustigi (pH) í úrkomu á öllum stöðvum og ársmeðaltöl mælast á bilinu 3,97 til 4,72. Brennisteinn í úrkomu lækkar á stöðvum 1 og 3, hækkar lítillega í stöð 2 og var óbreyttur á stöð 4. Heildarmeðaltal allra stöðva var óbreytt frá fyrra ári.

Flúor í úrkomu hækkar á öllum stöðvum nema stöð 2 og var heildarmeðaltal lítið eitt hærra en á fyrra ári.

### Gróður og vatn

Gerð er grein fyrir gagnaöflun og niðurstöðum mælinga í gróðri og vatni árið 2011 og þær bornar saman við fyrri ár.

Styrkur flúoríðs í berjum, rabarbara og kartöflum var lágur og undir viðmiðunarmörkum.

Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi utan þynningarsvæðis var undir viðmiðum fyrir grasbíta og lítil hætta á að búfenaður verði fyrir skaða. Áhrif flúoríðs á hreindýr eru talin lítil sem engin.

Sýnilegar skemmdir á gróðri í Reyðarfirði eru litlar. Styrkur flúors í gróðri var lægri í sýnum ársins 2011 en 2010. Styrkur flúoríðs í gróðri var breytilegur eftir tegundum innan sömu svæða og verður ekki skýrður öðruvísi en með samspili margra ólíkra þátta, s.s. upptöku og losun ólíkra tegunda, veðurfari og tímasetningu söfnunar. Styrkur blýs og kadmíums var yfir viðmiðunargildum fyrir grænmeti í nokkrum sýnum af rabarbarastilkum. Styrkur þungmálma í gróðri virðist vera tilviljunarkenndur og ekki hægt að tengja við rekstur álversins. Engar vísbendingar eru um að álver hafi neikvæð áhrif á vöxt stafafuru í Reyðarfirði.

Breyting á ársmeðaltali sýrustigs í yfirborðsvatni og drykkjarvatni var ekki greinanlegt á milli ára 2010 og 2011. Ársmeðaltal flúoríðs og súlfats í vatnsýnum var einnig óbreytt frá árinu 2010. Engar marktækar breytingar mældust á styrk alkalíða í yfirborðsvatni en hins vegar mældist marktækur munur á styrk alkalíða í drykkjarvatni.

Styrkur PAH-efna var undir greiningarmörkum í vatni árið 2011.

## 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>vi</b>
<b>1 Inngangur</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Aðferðir</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Loftgæði</b> .....	<b>12</b>
3.1 Veðurgögn .....	12
3.2 Svifryk.....	14
3.3 Brennisteinstvíoxíð .....	15
3.4 Flúoríð í lofti .....	16
3.4.1 Flúormælingar .....	17
3.5 Flúoríð í ryki .....	17
3.6 PAH í svifrykssíum.....	19
3.7 Efnainnihald úrkomu.....	20
<b>4 Gróður</b> .....	<b>22</b>
4.1 Flúoríð í gróðri .....	22
4.2 Flúoríð og búpeningur.....	22
<b>5 Gróðursýni</b> .....	<b>24</b>
5.1 Söfnunaraðferðir og meðhöndlun sýna.....	24
5.2 Úrvinnsla og aðferðir .....	24
<b>6 Efnagreiningar á gróðri</b> .....	<b>26</b>
6.1 Gras .....	26
6.2 Mosi .....	30
6.3 Bláberjalyng .....	35
6.4 Reyniviður.....	38
6.5 Barnálar .....	40
6.6 Bláber og krækiber.....	42
6.7 Rabarbari.....	43
6.7.1 Flúoríð .....	44
6.7.2 Þungmálmar.....	45
6.8 Kartöflur og grænkál .....	47
6.8.1 Flúoríð .....	47
6.8.2 Þungmálmar.....	47
<b>7 Vetrarhey</b> .....	<b>49</b>
<b>8 Vatn</b> .....	<b>50</b>
8.1 Efnamælingar á vatni .....	50
8.1.1 Sýrustig (pH) í vatni .....	50
8.1.2 Flúoríð í vatnssýnum .....	51
8.1.3 PAH í vatnssýnum .....	52
8.1.4 Aðrar greiningar á vatnssýnum .....	52
<b>9 Sjónrænt mat á heilbrigði gróðurs</b> .....	<b>53</b>
9.1 Inngangur.....	53
9.2 Sjaldgæfar tegundir .....	53
9.3 Garðaplöntur og tré.....	54
9.4 Villtur gróður á 30 rannsóknarstöðvum .....	55

<b>10</b>	<b>Trjámælingar</b> .....	<b>57</b>
<b>11</b>	<b>Fléttureitir á steinum og klöppum</b> .....	<b>60</b>
<b>12</b>	<b>Helstu niðurstöður</b> .....	<b>61</b>
12.1	Loftgæði .....	61
12.2	Flúoríð .....	61
12.3	Áhrif styrks flúoríðs á grasbíta .....	62
12.4	Styrkur flúoríðs í gróðri var lægri árið 2011 en 2010 .....	62
12.5	Þungmálmur .....	62
12.6	Vatn .....	63
<b>13</b>	<b>Lokaorð</b> .....	<b>64</b>
<b>14</b>	<b>Heimildir</b> .....	<b>65</b>
<b>Viðaukar</b> .....		<b>67</b>

## Yfirlit yfir myndir

<b>MYND 2-1</b>	STAÐSETNING VEÐUR- OG LOFTMÆLINGASTÖÐVA. SVARTIR ÞRÍHYRNINGAR SÝNA MÆLISTÖÐVAR FYRIR VEÐUR OG LOFTGÆÐI EN GULIR SJÁLFBIRKAR VEÐURSTÖÐVAR VEÐURSTOFU ÍSLANDS. ....	11
<b>MYND 3-1</b>	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 1. ....	12
<b>MYND 3-2</b>	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 2. ....	12
<b>MYND 3-3</b>	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 3. ....	13
<b>MYND 3-4</b>	VINDRÓS FYRIR STÖÐ 4. ....	13
<b>MYND 3-5</b>	SVIFRYK ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	14
<b>MYND 3-6</b>	BRENNISTEINSTEIVÍOXÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	15
<b>MYND 3-7</b>	FLÚORÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	17
<b>MYND 3-8</b>	FLÚORÍÐ Í SVIFRYKSSÍUM ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	18
<b>MYND 3-9</b>	PAH-16 Í SVIFRYKSSÍUM ( $\text{NG}/\text{M}^3$ ). ....	19
<b>MYND 3-10</b>	SÝRUSTIG, ÁRSMEÐALTÖL. ....	20
<b>MYND 3-11</b>	FLÚORÍÐ Í ÚRKOMU ( $\text{MG}/\text{L}$ ). ....	21
<b>MYND 5-1</b>	YFIRLITSKORT SEM SÝNIR STAÐSETNINGU ALLRA SÝNATÖKUSTAÐA Í REYÐARFIRÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	24
<b>MYND 6-1</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASSÝNUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2011 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	26
<b>MYND 6-2</b>	MEÐALTALSGILDI ALLRA GRASSÝNA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) EFTIR SÝNATÖKUTÍMABILUM ÁRIN 2004-2011. GÖGN ERU BYGGÐ Á 180 SÝNUM ÁRIN 2007-2011 EN 30 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005. ....	26
<b>MYND 6-3</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR GRASS Í REYÐARFIRÐI OG MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS SUMARIÐ 2011 (Á VAXTARTÍMA). (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	27
<b>MYND 6-4</b>	SÝNATÖKUSTÖÐUM GRASS VAR SKIPT Í FJÖGUR SVÆÐI (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	28
<b>MYND 6-5</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASI SUMARIÐ 2011, SKIPT UPP EFTIR SVÆÐUM. ....	28
<b>MYND 6-6</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í GRASI Á ÖLLUM SÝNATÖKUSTÖÐUM SUMRIN 2004-2011. ...	29
<b>MYND 6-7</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR MOSA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	30
<b>MYND 6-8</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í MOSA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 30 SÝNUM ÁR HVERT. ....	30
<b>MYND 6-9</b>	FLÚORÍÐ Í MOSA Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2011. EITT SÝNI VAR TEKIÐ Á ÁRI ( $N=1$ ). ....	31
<b>MYND 6-10</b>	DREIFINGARMYNSTUR FLÚORÍÐS Í MOSA FRÁ ÁRINU 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011. ÁTTIR A - AUSTUR, V-VESTUR OG S-SUÐUR OG FJARLÆGÐ FRÁ STROMPI ÁLVERS. FJÖLDI SÝNA ER GEFINN UPP Í SVIGA. EINNIG ER SÝND STAÐALSKEKKJA MEÐALTALANNA. .	32



<b>MYND 6-11</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR FLÉTTA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	32
<b>MYND 6-12</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í FLÉTTUSÝNUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 28-30 SÝNUM ÁR HVERT. ....	33
<b>MYND 6-13</b>	FLÚORÍÐ Í FLÉTTUM Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1).* ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTÖÐUM L9 OG L20 ÁRIN 2009-2011. ....	34
<b>MYND 6-14</b>	DREIFINGAMYNSTUR FLÚORÍÐS Í FLÉTTUM FRÁ ÁRINU 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011. ÁTTIR A -AUSTUR, V-VESTUR OG S-SUÐUR OG FJARLÆGÐ FRÁ STROMPI ÁLVERS. FJÖLDI SÝNA ER GEFINN UPP Í SVIGA. EINNIG ER SÝND STAÐALSKEKKJA MEÐALTALANNA. .	35
<b>MYND 6-15</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR BLÁBERJALYNGS Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í JÚLÍ 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	35
<b>MYND 6-16</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í BLÁBERJALYNGI (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 30 SÝNUM ÁR HVERT. ....	36
<b>MYND 6-17</b>	FLÚORÍÐ Í BLÁBERJALYNGI Á 30 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1).....	37
<b>MYND 6-18</b>	DREIFINGARMYNSTUR FLÚORÍÐS Í BLÁBERJALAUFLUM FRÁ ÁRINU 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011. ÁTTIR A -AUSTUR, V-VESTUR OG S-SUÐUR OG FJARLÆGÐ FRÁ STROMPI ÁLVERS. FJÖLDI SÝNA ER GEFINN UPP Í SVIGA. EINNIG ER SÝND STAÐALSKEKKJA MEÐALTALANNA. ....	38
<b>MYND 6-19</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR Á LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í ÁGÚST 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	38
<b>MYND 6-20</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í LAUFBLÖÐUM REYNITRJÁA (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010 OG 2011. ....	39
<b>MYND 6-21</b>	FLÚORÍÐ Í LAUFUM REYNITRJÁA Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1).* ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ BL4 ÁRIN 2010 OG 2011.....	39
<b>MYND 6-22</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR BARRNÁLA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Í SEPTEMBER 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009)..	40
<b>MYND 6-23</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR BARRNÁLA Í REYÐARFIRÐI OG STYRKUR FLÚORÍÐS Í BARRNÁLUM FRÁ FYRRA ÁRI (2010), SAFNAÐ Í SEPTEMBER 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	40
<b>MYND 6-24</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í BARRNÁLUM (ÁSAMT STAÐALSKEKKJU) ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGNIN ERU BYGGÐ Á 10 SÝNUM ÁRIN 2004-2009, EN 9 SÝNUM ÁRIÐ 2010 OG 2011. ....	41
<b>MYND 6-25</b>	FLÚORÍÐ Í BARRNÁLUM FYRRA ÁRS Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004 TIL 2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1. ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ CP10 SUMARIÐ 2010 OG 2011. ....	41
<b>MYND 6-26</b>	FLÚORÍÐ Í NÝVÖXNUM BARRNÁLUM Á 9-10 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2004-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1). ENGIN SÝNI VORU TEKIN Á SÝNATÖKUSTAÐ CN10 SUMARIÐ 2011. ....	42
<b>MYND 6-27</b>	FLÚORÍÐ Í KRÆKIBERJUM Á 5 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2006-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1).....	42
<b>MYND 6-28</b>	FLÚORÍÐ Í BLÁBERJUM Á 5 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í REYÐARFIRÐI SUMRIN 2006-2011. EITT SÝNI VAR TEKID Á ÁRI (N=1).....	43
<b>MYND 6-29</b>	SÝNATÖKUSTAÐIR RABARBARA Í REYÐARFIRÐI OG MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í RABARBARABLÖÐUM SUMARIÐ 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	43
<b>MYND 6-30</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í RABARBARA ÁRIN 2004 TIL 2011 Í REYÐARFIRÐI. GÖGN ERU BYGGÐ Á 96 SÝNUM Í SEX SÝNATÖKUFERÐUM ÁRIN 2007-2011 EN 10 SÝNUM ÁRIN 2004 OG 2005.....	44
<b>MYND 6-31</b>	STYRKUR FLÚORÍÐS Í BLÖÐUM RABARBARA Á 8 SÝNATÖKUSTÖÐUM Í SEX SÝNATÖKUFERÐUM SUMARIÐ 2011. ....	44
<b>MYND 6-32</b>	MEÐALTALSGILDI FLÚORÍÐS Í STILKUM OG BLÖÐUM RABARBARA Á ÁTTA SÖFNUNARSTÖÐUM SUMRIN 2004-2011.....	45

<b>MYND 6-33</b>	STYRKUR FLÚORÍÐS Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM Á ÞREMUR SÖFNUNARSTÖÐUM SUMRIN 2004 OG 2011 EN TVEIMUR SÖFNUNARSTÖÐUM 2007-2010.....	47
<b>MYND 8-2</b>	ÁRSMEDALTAL SÝRUSTIGS (PH) ÚR FJÓRUM ÁM Í REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRUNUM 2004 (BAKGRUNNSGILD) TIL ÁRSINS 2011. ....	50
<b>MYND 8-3</b>	ÁRSMEDALTAL SÝRUSTIGS (PH) Í DRYKKJARVATNI Í REYÐARFIRÐI OG ESKIFIRÐI FRÁ ÁRUNUM 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011.....	51
<b>MYND 8-4</b>	ÁRSMEDALTAL FLÚORÍÐS (MG/L) Í ÁRVATNI Í REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRINU 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011. ....	51
<b>MYND 8-5</b>	ÁRSMEDALTAL FLÚORÍÐS (MG/L) Í DRYKKJARVATNI Á ESKIFIRÐI OG REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRINU 2004 (BAKGRUNNSGILDI) TIL ÁRSINS 2011.....	52
<b>MYND 9-1</b>	SAMSETT MYND. GILJAFLEKJA (EFST TIL VINSTRI), STÓRIBURKNI (NEÐST TIL VINSTRI), ARONSVÖNDUR (FYRIR MIÐJU) OG ÞYRNIRÓS (HÆGRA MEGIN) SUMARIÐ 2011. ....	54
<b>MYND 9-2</b>	MÖGULEGAR FLÚORSKEMMDIR Í GRÓÐRI FYRIR OFAN ÁLVER OG Á FRAMNESI Í REYÐARFIRÐI SUMARIÐ 2011. BIRKI (UPPI TIL VINSTRI), ÖSP (UPPI TIL HÆGRI), VÍÐIR (NIÐRI T.V.) OG SIGURSKÚFUR (NIÐRI T.H.). ....	55
<b>MYND 9-3</b>	SKEMMDIR Á SMÁBLÖÐUM REYNITRJÁA SÁUST VIÐ TEIGAGERÐI. ....	55
<b>MYND 9-4</b>	RANNSÓKNASTÖÐVAR Í REYÐARFIRÐI. SÝNILEGAR SKEMMDIR Á GRÓÐRI SEM LÍKTUST FLÚORSKEMMDUM SÁUST Á 5 STÖÐVUM SUMARIÐ 2011 (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009). ....	56
<b>MYND 9-5</b>	FLÚOR-LÍKAR SKEMMDIR Á BLÁBERJALYNGI Í RANNSÓKNARREIT Í REYÐARFIRÐI. ....	56
<b>MYND 10-1</b>	STAÐSETNING 10 TRJÁMÆLIREITA Í REYÐARFIRÐI OG TEGUNDIR TRJÁA SEM FINNAST Í ÞEIM. KORTLAGNING TRJÁRÆKTARREITA VAR GERÐ AF SKÓGRÆKTARFÉLAGI ÍSLANDS (©LANDMÆLINGAR ÍSLANDS, LEYFI NR. L05040009).....	57
<b>MYND 10-2</b>	MEÐAL ÁRSVÖXTUR FURU ( <i>P. CONTORTA</i> ) Í 9 TRJÁMÆLINGARREITUM Í REYÐARFIRÐI FRÁ ÁRINU 2003-2011. TRJÁMÆLINGARREITUR NR. 10 ER EKKI MEÐ. ....	59
<b>MYND 11-1</b>	FLÉTTUREITUR Í REYÐARFIRÐI 2011. ....	60

## Yfirlit yfir töflur

<b>TAFLA 2-1</b>	YFIRLIT YFIR MÆLIÞÆTTI Í UMHVERFISVÖKTUN. ....	10
<b>TAFLA 3-1</b>	SVIFRYK ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	14
<b>TAFLA 3-2</b>	BRENNISTEINSTEIVÍOXÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	15
<b>TAFLA 3-4</b>	FLÚORÍÐ Í LOFTI ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	16
<b>TAFLA 3-4</b>	FLÚORÍÐ Í SVIFRYKSSÍUM ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ). ....	18
<b>TAFLA 3-6</b>	PAH - 16 Í SVIFRYKSSÍUM ( $\text{NG}/\text{M}^3$ ). ....	19
<b>TAFLA 3-7</b>	EFNAINNIHALD OG SÝRUSTIG (PH) Í ÚRKOMU, ÁRSMEDALTÖL. ....	20
<b>TAFLA 3-8</b>	FLÚORÍÐ Í ÚRKOMU (MG/L) ....	21
<b>TAFLA 6-1</b>	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í RABARBARABLÖÐUM ÁRIN 2010 OG 2011, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2010 OG 2011. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	45
<b>TAFLA 6-2</b>	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í RABARBARASTILKUM ÁRIN 2010 OG 2011, HLUTFALLSLEG BREYTING OG NIÐURSTÖÐUR TÖLFRÆÐIGREININGA Á BREYTINGUM MILLI ÁRANNA 2010 OG 2011. ÁRSMEDALTÖL BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	46
<b>TAFLA 6-3</b>	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í RABARBARASTILKUM OG BLÖÐUM ÁRIN 2004, 2008, 2009 OG 2011. MEÐALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ....	46
<b>TAFLA 6-4</b>	STYRKUR ÞUNGMÁLMA Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM ÁRIN 2010 OG 2011 OG HLUTFALLSLEG BREYTING MILLI ÁRANNA. ....	48
<b>TAFLA 6-5</b>	ÁRSMEDALTAL ÞUNGMÁLMA Í KARTÖFLUM OG KARTÖFLUGRÖSUM ÁRIN 2004, 2009, 2010 OG 2011. MEÐALTALSGILDI BYGGJA Á ÞEIM FJÖLDA SÝNA SEM ERU YFIR GREININGARVIÐMIÐUM. ÁRIN 2009 OG 2010 ERU SÝNIN TVÖ EN ÁRIÐ 2011 ERU ÞAU ÞRJÚ. ....	49
<b>TAFLA 8-1</b>	PAH-16 (MG/L) Í VATNSSÝNUM FRÁ ÁRUNUM 2006 TIL 2011. ....	52
<b>TAFLA 10-1</b>	MEÐALVÖXTUR VAXTARSPROTA (CM) Á STAFAFURU FRÁ ÁRINU 2003-2011 Í TÍU TRJÁRÆKTARREITUM Í REYÐARFIRÐI. STAÐALSKEKKJA MEÐALTALANNA (SE) SEGIR TIL UM BREYTTILEIKA Í VEXTI FYRIR HVERJA STAÐSETNINGU. ....	58



**TAFLA 10-2** ÁRSVÖXTUR FURU (CM) Í 10 MÆLIREITUM Í REYÐARFIRÐI TÍMABILIN 2003-2011, 2003-2007 (5 ÁR FYRIR GANGSETNINGU) OG 2008-2011 (4 ÁR EFTIR GANGSETNINGU) ÁSAMT HLUTFALLSLEGRI (%) BREYTINGU Á VEXTI FYRIR OG EFTIR GANGSETNINGU ÁLVERS. .... 59



## 1 Inngangur

Álframleiðsla 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, allt að 346.000 tonn/ári. Í lok nóvember 2010 tók í gildi nýtt starfsleyfi og frá því ári hefur álverið leyfi til álframleiðslu á allt að 360.000 tonnum/ári.

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. Ný vöktunaráætlun var gerð árið 2011 og verður unnið eftir þeirri áætlun fram til ársins 2020.

Árið 2011 er fimmta 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 mælinga á flúoríðum í lofti koma frá Nýsköpunarmiðstöð Íslands – NMÍ. Náttúrustofa Austurlands (NA) sér um vöktun á gróðri í samvinnu við 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).

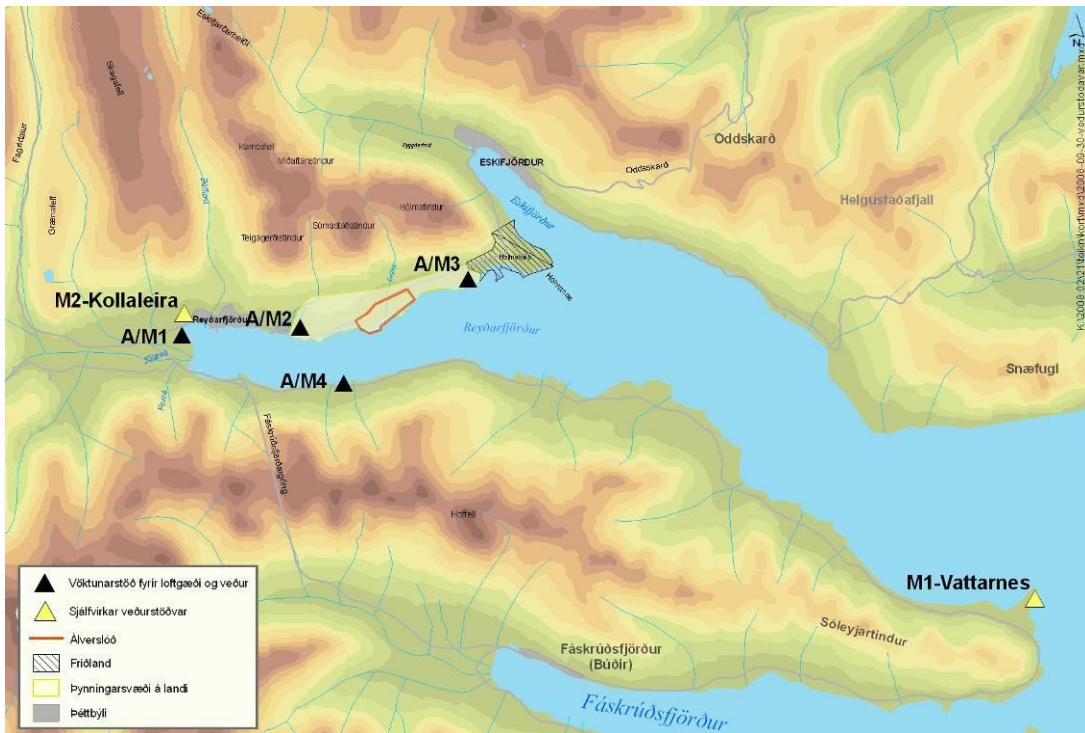
## 2 Aðferðir

Í töflu 2-1 er gefið yfirlit yfir alla mælipætti umhverfisvöktunarinnar. Vind- og veðurgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað á öllum stöðvum.

**Tafla 2-1** Yfirlit yfir mælipætti í umhverfisvöktun.

Veður	Loft og regn	Vatn	Gróður
Vindátt, Vindhraði, Hitastig, Rakastig Úrkomumagn	Brennisteinstvíoxíð (SO <sub>2</sub> ) í lofti. Loftkennt flúoríð (F). Svifryk. Flúoríð í ryki. Sýrustig og PAH-16 í ryki. Flúoríð (F <sup>-</sup> ), súlfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) og PAH-16 í regnvatni.	Sýrustig Flúoríð (F <sup>-</sup> ) Súlfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Leiðni Þungmálmar PAH-16 í yfirborðsvatni.	Flúoríð í mosa, fléttum og bláberjalaufum Flúoríð í rabarbara, grænmeti, reynilaufum og barnálum Flúoríð 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. Stafafurur í lundi vestan álvers skoðaðar með tilliti til ástands og vöxtur mældur. Fylgst með sjaldgæfum plöntum.

Umhverfisvöktun ársins 2011 var með svipuðum hætti og fyrri ár. Helsta breytingin á vöktunaráætlun Alcoa Fjarðaáls er sú að sýnatöku á snjó var hætt á árinu (Alcoa Fjarðaál, 2011). Nokkrar breytingar urðu einnig á efnagreiningum í sýnum af grasi, furunálum, laufum reynitrjáa og rabarbara. Hætt var að mæla nitur og brennistein í grasi árlega. Þess í stað verður það gert á fimm ára fresti, næst árið 2015. Hætt var að mæla þungmálma í furunálum en verður haldið áfram einu sinni á ári í rabarbara og kartöflum (Alcoa Fjarðaál, 2011).



**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 fjórum stöðum í Reyðarfirði (sjá Mynd 2-1). Þær mælistöðvar sem um ræðir eru:

- Stöð 1, á Hjallaleiru sunnan og vestan við Reyðarfjörð 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 Holtastaðaeyri sunnan fjarðarins gegnt Sómastöðum.

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

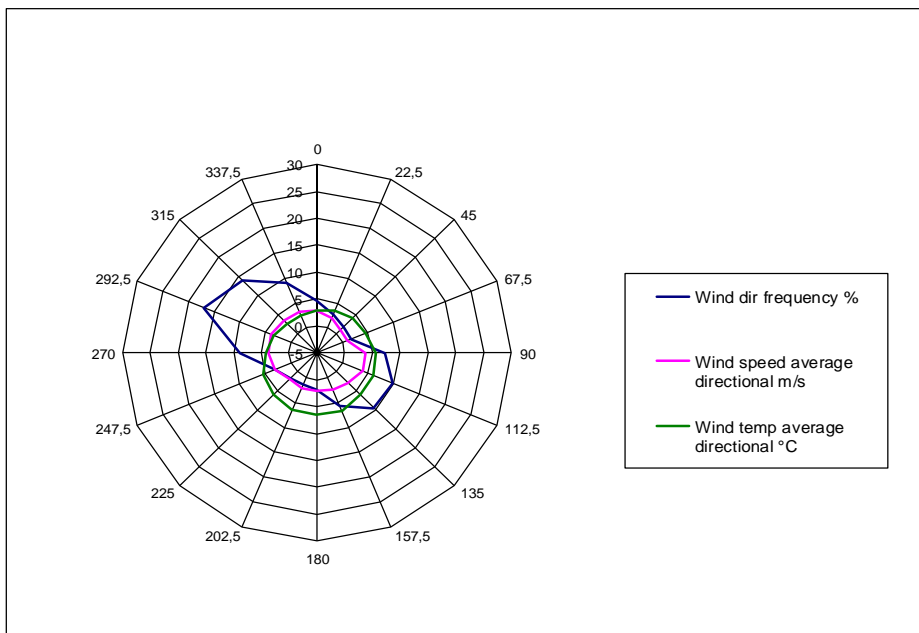
### 3 Loftgæði

Niðurstöður sjálfvirkra mælinga á vöktunarstöðvunum eru teknar saman í Viðauka A, hluta 1 og efnagreininga í síum og úrkomu í hluta 2. Í Viðauka A, hluta 3 eru birtar mælingar fyrir PAH-16 og flúoríð í svifrykksíum fyrir allar stöðvarnar árið 2011.

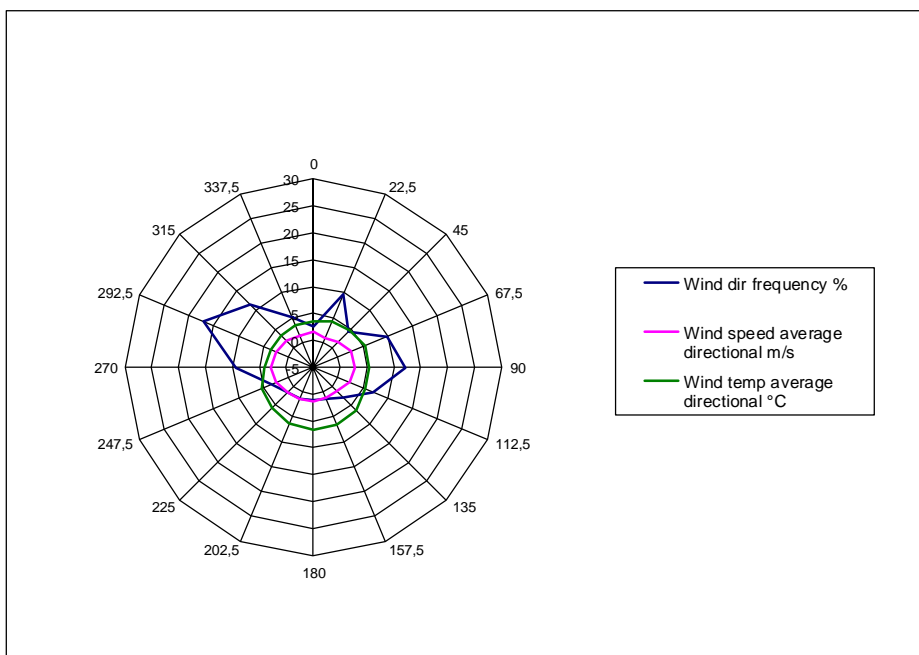
#### 3.1 Veðurgögn

Af gögnum í Viðauka A, hluta 1 má sjá að meðalhiti ársins 2011 var 4,5°C og meðalvindhraði 3,3 m/s en mældust 4,1°C og 4,0 m/s árið 2010.

Á myndum 3-1 til 3-4 eru vindrósir fyrir allar stöðvarnar. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ráðandi og vindrósir eru í megindráttum mjög svipaðar fyrir allar stöðvarnar.

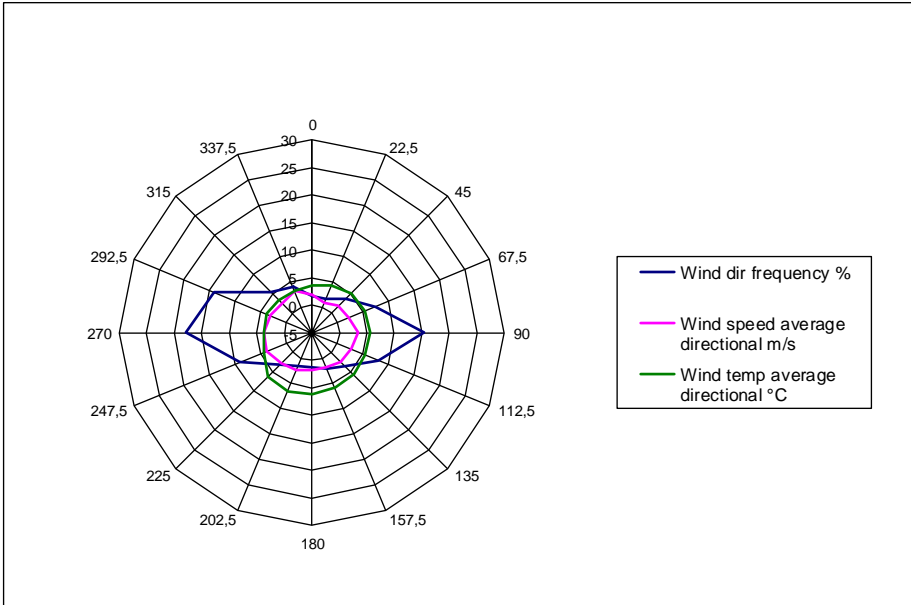


Mynd 3-1 Vindrós fyrir stöð 1.

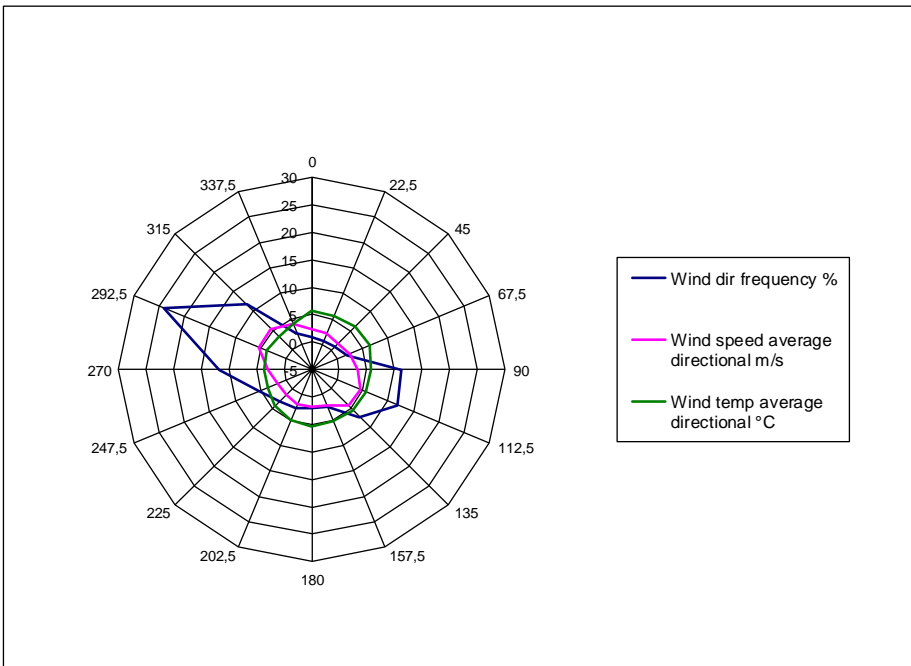


Mynd 3-2 Vindrós fyrir stöð 2.





**Mynd 3-3** Vindrós fyrir stöð 3.



**Mynd 3-4** Vindrós fyrir stöð 4.

### 3.2 Svifryk

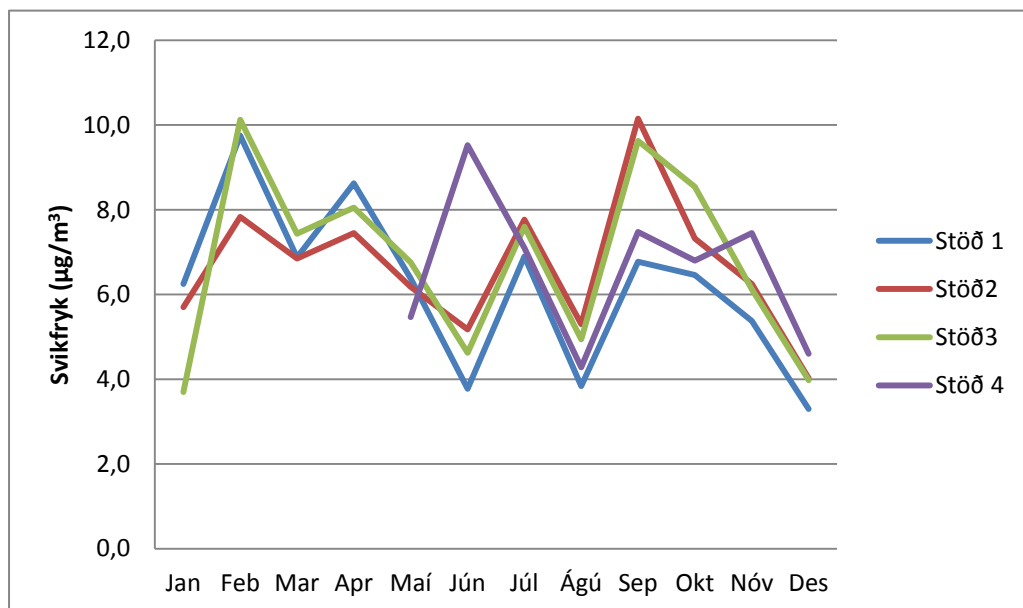
Svifryki er safnað á síur (PM<sub>10</sub> Hi-vol) í 24 klst. á sex daga fresti. Ársmeðaltöl fyrri ára samanborið við árið 2011 og meðaltöl mánaða ársins má sjá í töflu 3-1.

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

Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	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
2011	6,2	6,7	6,8	6,6
<b>2011</b>				
Jan	6,3	5,7	3,7	ES*
Feb	9,8	7,8	10,1	ES
Mar	6,9	6,9	7,4	ES
Apr	8,6	7,5	8,1	ES
Maí	6,4	6,2	6,8	5,5
Jún	3,8	5,2	4,6	9,5
Júl	6,9	7,8	7,6	7,1
Ágú	3,8	5,3	4,9	4,3
Sep	6,8	10,2	9,6	7,5
Okt	6,5	7,3	8,5	6,8
Nóv	5,4	6,3	6,1	7,5
Des	3,3	4,0	4,0	4,6

\* ES = ekkert sýni.

Svifryk mælist lægra árið 2011 en á fyrra ári en meðaltal allra stöðva á árinu er  $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við  $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  árið 2010.



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

Ekki er að sjá mikinn mun á milli stöðva. Mánaðarmeðaltöl svifryks sveiflast á bilinu 4 til  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yfir árið. Þegar tekið er mið af heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kemur fram að engin sólarhringsgildi hafa mælst nálægt þeim mörkum.

### 3.3 Brennisteinstvíoxíð

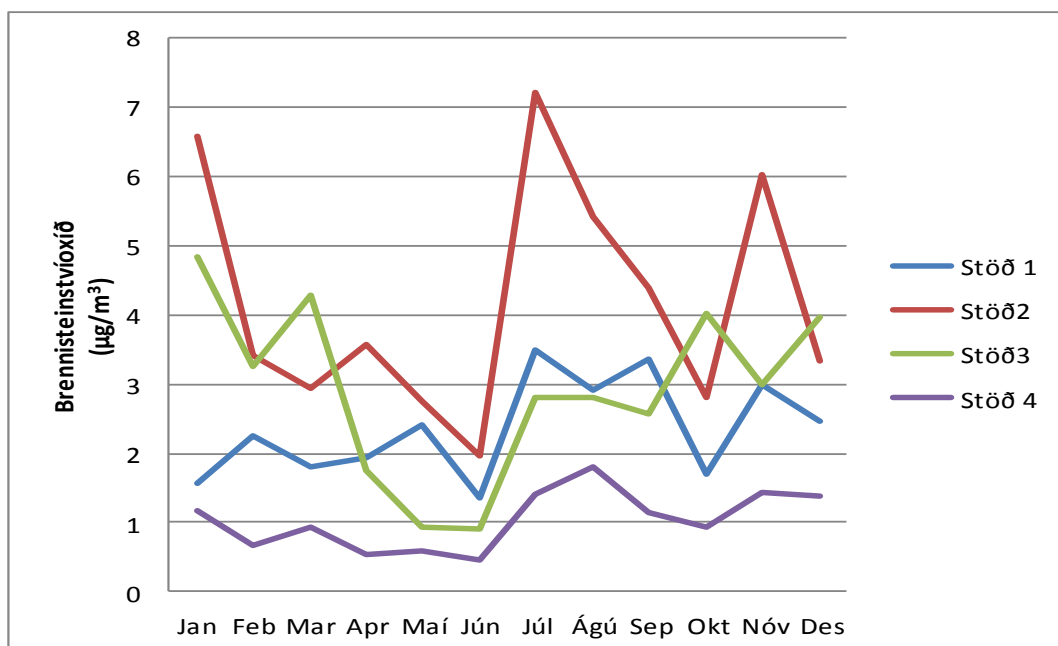
Í Tafla 3-2 koma fram árs- og mánaðarmeðaltöl brennisteinstvíoxíðs í lofti.

**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	4,85	4,02	2,09
2011	2,36	4,20	2,93	1,04
<b>2011</b>				
Jan	1,57	6,58	4,84	1,16
Feb	2,27	3,42	3,27	0,66
Mar	1,80	2,95	4,29	0,93
Apr	1,93	3,57	1,75	0,54
Maí	2,40	2,76	0,93	0,60
Jún	1,37	1,96	0,92	0,46
Júl	3,50	7,21	2,81	1,42
Ágú	2,92	5,41	2,80	1,81
Sep	3,36	4,39	2,58	1,15
Okt	1,70	2,81	4,01	0,94
Nóv	2,99	6,04	2,99	1,43
Des	2,46	3,35	3,96	1,38

Ársmeðaltöl hafa lækkað á öllum stöðvum um á bilinu 0,6 til 1,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Á Mynd 3-6 má sjá mánaðarmeðaltöl allra stöðva. Sjá má að meðaltölin sveiflast frá 0,5 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 2010.



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

Í viðauka A, hluta 4 má sjá samantekt á hágildum allra stöðva í hverjum mánuði yfir árið 2011. Hæsta einstök mæling (10 mín. meðaltal) er 173  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  á stöð 2 í júlí. Hæsta klukkustundar meðaltal er 125,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  á stöð 3 í janúar en heilsuverndarmörk eru 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hæsta sólarhringsmeðaltal er 29,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  á stöð 2 í nóvember en gróðurverndarmörk eru 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

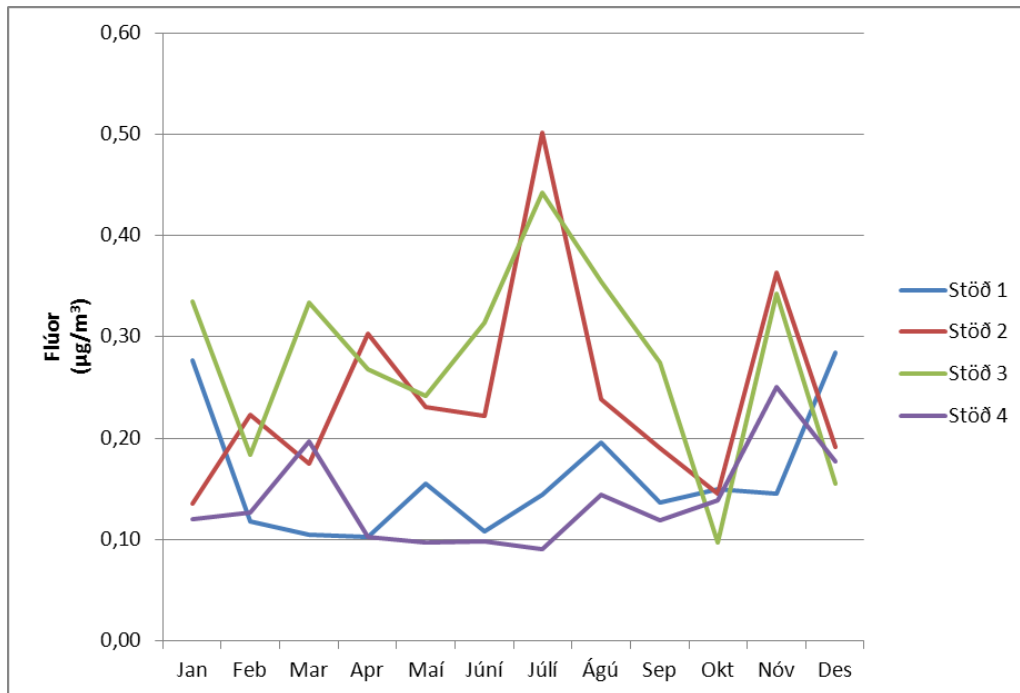
### 3.4 Flúoríð í lofti

Í Tafla 3-3 má sjá árs- og mánaðarmeðaltöl flúoríðs í lofti mælt í sjálfvirkum stöðvum. Greiningarmörk mælanna eru 0,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Niðurstöður mælinga á flúoríðum í lofti koma frá Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMI). Vegna tíðra bilana í mælistöðvum og hárra greiningarmarka hafa niðurstöður úr mælum verið yfirfarnar og leiðréttar m.t.t. þess af NMÍ. Nánar er fjallað um ástæður þessarar leiðréttingar í kafla 3.4.1.

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

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
<b>2005</b>	≤ 0,09	≤ 0,09	≤ 0,09	
<b>2006</b>	≤ 0,09	≤ 0,09	≤ 0,09	
<b>2007</b>	≤ 0,09	≤ 0,09	≤ 0,09	≤ 0,09
<b>2008</b>	0,1	0,13	0,09	≤ 0,09
<b>2009</b>	≤ 0,09	0,16	0,11	0,13
<b>2010</b>	0,18	0,36	0,25	0,13
<b>2011</b>	0,16	0,24	0,28	0,14
<b>2011</b>				
<b>Jan</b>	0,28	0,14	0,33	0,12
<b>Feb</b>	0,12	0,22	0,18	0,13
<b>Mar</b>	0,10	0,17	0,33	0,20
<b>Apr</b>	0,10	0,30	0,27	0,10
<b>Maí</b>	0,16	0,23	0,24	0,10
<b>Jún</b>	0,11	0,22	0,31	0,10
<b>Júl</b>	0,14	0,50	0,44	0,09
<b>Ágú</b>	0,20	0,24	0,35	0,14
<b>Sep</b>	0,14	0,19	0,27	0,12
<b>Okt</b>	0,15	0,15	0,10	0,14
<b>Nóv</b>	0,14	0,36	0,34	0,25
<b>Des</b>	0,28	0,19	0,16	0,18

Ársmeðaltal hefur lækkað á stöð 2 en er svipað á stöðvum 1, 3 og 4 miðað við árið 2010. Heildarmeðaltal allra stöðva á árinu er 0,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  samanborið við 0,23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  árið áður. Hafa þarf í huga að bilanir í stöðvunum voru mjög tíðar og illmögulegt í mörgum tilfellum að greina há gildi sem raunveruleg eða tengd bilunum. Mynd 3-7 sýnir niðurstöður einstakra mánaða.



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

Sjá má að mánaðargildi sveiflast allt upp í  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sólarhringsmeðaltöl fóru þrisvar sinnum yfir viðmiðunarmörk ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), á stöð 1 í febrúar og október og á stöð 4 í nóvember.

### 3.4.1 Flúormælingar

Frá því mælingar á flúoríðum hófust í fjórum mælistöðvum í Reyðarfirði hefur verið notast við sjálfvirka TessCom mæla. Reynslan af þeim mælingum hefur ekki verið góð, bilanir hafa verið tíðar og erfitt að greina hvort mjög há gildi tengist bilunum eða ekki. Mælarnir kvarða sig á hverju kvöldi og sýna mun hærri gildi en raun er fyrstu 2-4 tímana eftir kvörðun. Einnig eru greiningarmörk mælanna há eða  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sem hefur nokkur áhrif á meðaltöl þegar flúorstyrkur er langtímum saman undir því gildi.

Vegna þessa voru sumarið 2011 (júní til september) gerðar tilraunir með mælingar á flúoríð með síum og þær svo bornar saman við mælingar úr TessCom mælunum. Niðurstaðan var sú að mælingar með TessCom mælunum voru heldur hærri. Í þeim samanburði kom fram að þrjú atriði gera það að verkum að meðalmæligildi frá TessCom mælunum eru of há: þeir eru of lengi að jafna sig eftir kvörðun niður á grunnlínu, óvissa í kvörðun er nokkur, og uppgjöf lægsta gildis  $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$  veldur jákvæðri skekkju til lengdar.

Í ljósi þessara niðurstaðna voru mælingar á styrk flúoríðs frá mælistöðvunum leiðréttar.

### 3.5 Flúoríð í ryki

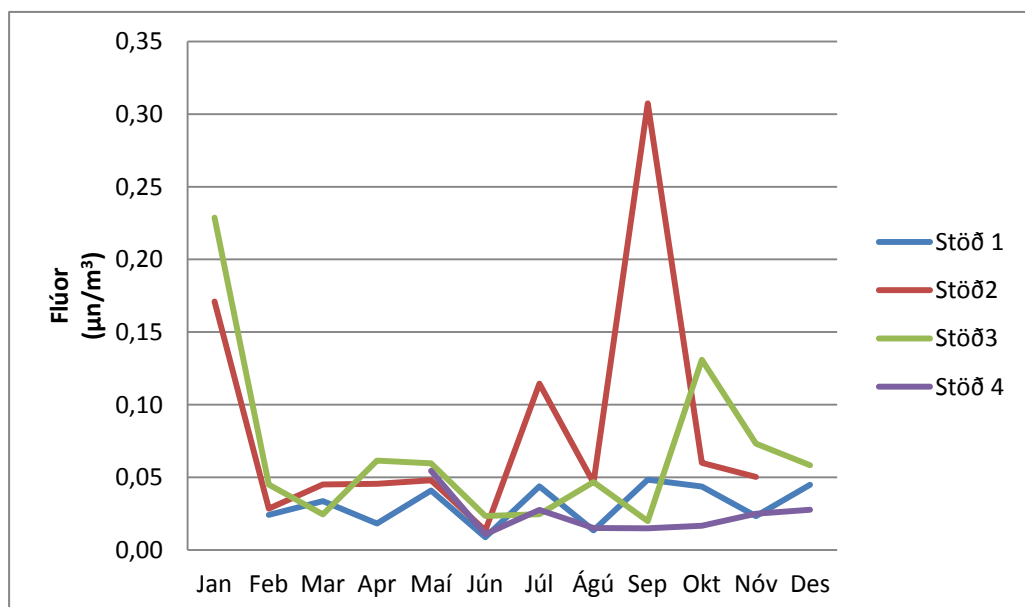
Tafla 3-4 sýnir niðurstöður mælinga á flúoríð í ryki. Mælt er í einni síu á mánuði þar sem ryki hefur verið safnað yfir 6 daga.

**Tafla 3-4** Flúoríð í svifrykssíum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

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
2011	0,03	0,08	0,07	0,02
<b>2011</b>				
Jan	ES*	0,17	0,23	ES
Feb	0,02	0,03	0,04	ES
Mar	0,03	0,05	0,02	ES
Apr	0,02	0,05	0,06	ES
Maí	0,04	0,05	0,06	0,05
Jún	0,01	0,01	0,02	0,01
Júl	0,04	0,11	0,02	0,03
Ágú	0,01	0,05	0,05	0,02
Sep	0,05	0,31	0,02	0,01
Okt	0,04	0,06	0,13	0,02
Nóv	0,02	0,05	0,07	0,02
Des	0,04	ES	0,06	0,03

\* ES = ekkert sýni.

Sjá má að litlar breytingar verða á flúoríð í ryki milli ára en þó lækka öll ársmeðaltöl lítillega. Ekki er hægt að sjá neina samsvörun milli hárra gilda í lofti og mælinga í síum.

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

Mælingar sýna hæstu gildi í stöðvum 2 og 3 en þó eru flestar mánaðarmeðaltöl undir eða um  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



### 3.6 PAH í svifrykssíum

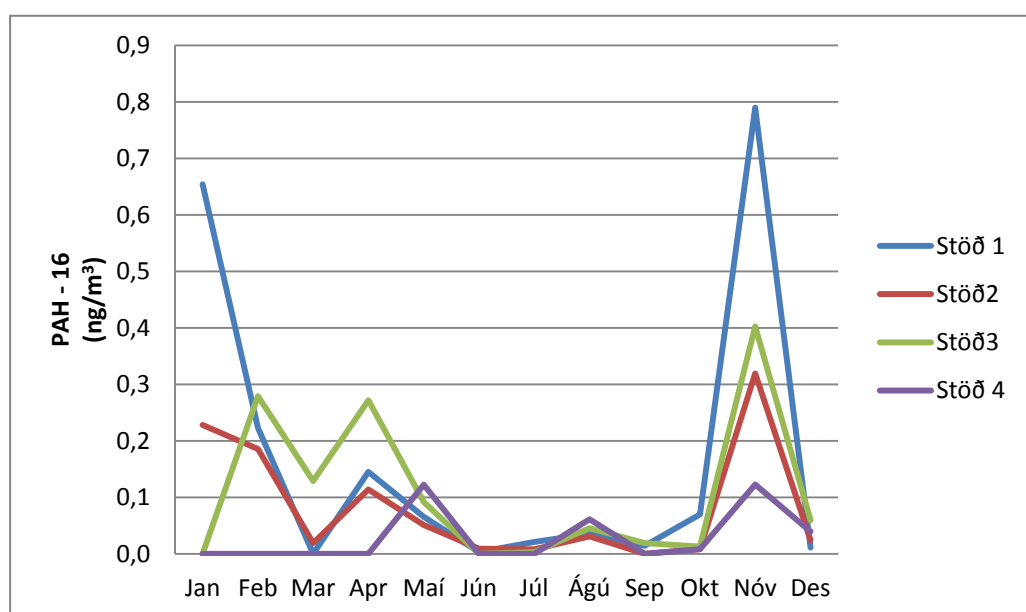
Sextán vokvetniskolefni eða PAH-16 (polyaromatic hydrocarbon) voru mæld mánaðarlega í ryksíum. Niðurstöður einstakra mánaða og undanfarinna ára má sjá í **Tafla 3-5**.

**Tafla 3-5** PAH - 16 í svifrykssíum (ng/m<sup>3</sup>).

Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
<b>2006</b>	0,09	0,04	0,09	0,12
<b>2007</b>	0,36	0,17	0,14	0,33
<b>2008</b>	0,09	0,05	0,04	0,04
<b>2009</b>	0,06	0,09	0,07	0,07
<b>2010</b>	0,20	0,11	0,16	0,23
<b>2011</b>	0,17	0,08	0,12	0,05
<b>2011</b>				
<b>Jan</b>	0,65	0,23	ES**	ES
<b>Feb</b>	0,22	0,19	0,28	ES
<b>Mar</b>	GE	0,02	0,13	ES
<b>Apr</b>	0,15	0,11	0,27	ES
<b>Maí</b>	0,07	0,05	0,09	0,12
<b>Jún</b>	0,00	0,01	GE	GE
<b>Júl</b>	0,02	0,01	0,00	GE
<b>Ágú</b>	0,04	0,03	0,05	0,06
<b>Sep</b>	0,01	GE	0,02	GE
<b>Okt</b>	0,07	0,01	0,01	0,01
<b>Nóv</b>	0,79	0,32	0,40	0,12
<b>Des</b>	0,01	0,02	0,06	0,04

\* 0,01 eru greiningarmörk. Í meðaltali sett sem 0,01.  
 \*\* ES = ekkert sýni.  
 \*\*\* GE = undir greiningarmörkum

PAH-16 mælist að meðaltali lægra í öllum stöðvum en árið 2010 og heildarmeðaltal stöðvanna er 0,11 ng/m<sup>3</sup> miðað við 0,17 ng/m<sup>3</sup> árið 2010.



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

Á Mynd 3-9 má sjá nokkuð miklar sveiflur í gildum á PAH-16 þar sem hæstu gildin greinast í stöð 1 í janúar og nóvember.

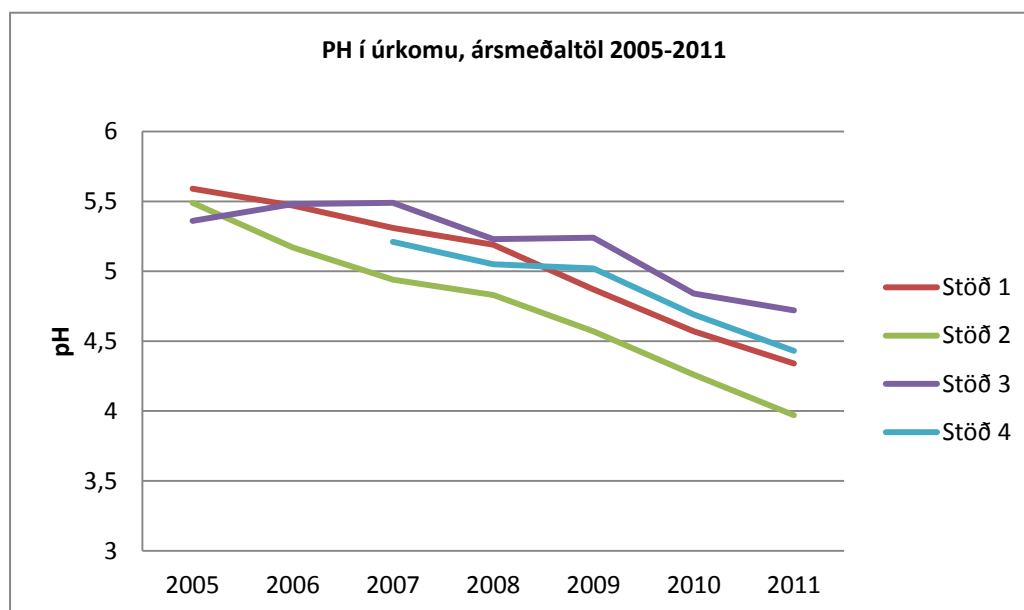
### 3.7 Efnainnihald úrkomu

Í Tafla 3-6 má sjá ársmeðaltöl fyrir efnainnihald úrkomu, pH, flúoríð (F<sup>-</sup>) og Súlfat (SO<sub>4</sub>).

**Tafla 3-6** Efnainnihald og sýrustig (pH) í úrkomu, ársmeðaltöl.

	Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
<b>pH</b>	<b>2005</b>	5,59	5,49	5,36	
	<b>2006</b>	5,47	5,17	5,48	
	<b>2007</b>	5,31	4,94	5,49	5,21
	<b>2008</b>	5,19	4,83	5,23	5,05
	<b>2009</b>	4,87	4,57	5,24	5,02
	<b>2010</b>	4,57	4,26	4,84	4,69
	<b>2011</b>	4,34	3,97	4,72	4,43
<b>Flúoríð (mg/l)</b>	<b>2006</b>	0,01	0,07	0,01	0,00
	<b>2007</b>	0,03	0,07	0,17	0,02
	<b>2008</b>	0,12	0,32	0,11	0,10
	<b>2009</b>	0,40	0,53	0,26	0,10
	<b>2010</b>	0,23	0,65	0,18	0,07
	<b>2011</b>	0,34	0,50	0,32	0,10
<b>Súlfat-S (mg/l)</b>	<b>2006</b>	0,39	0,41	0,43	0,39
	<b>2007</b>	0,43	0,45	1,89	0,49
	<b>2008</b>	0,59	0,72	0,71	0,78
	<b>2009</b>	0,54	0,64	0,59	0,45
	<b>2010</b>	0,84	0,91	0,76	0,50
	<b>2011</b>	0,67	1,22	0,59	0,50

Á Mynd 3-10 má sjá að sýrustig (pH) hefur lækkað á milli ára í öllum stöðvum og hefur lækkun verið viðvarandi frá byrjun mælinga.



**Mynd 3-10** Sýrustig, ársmeðaltöl.

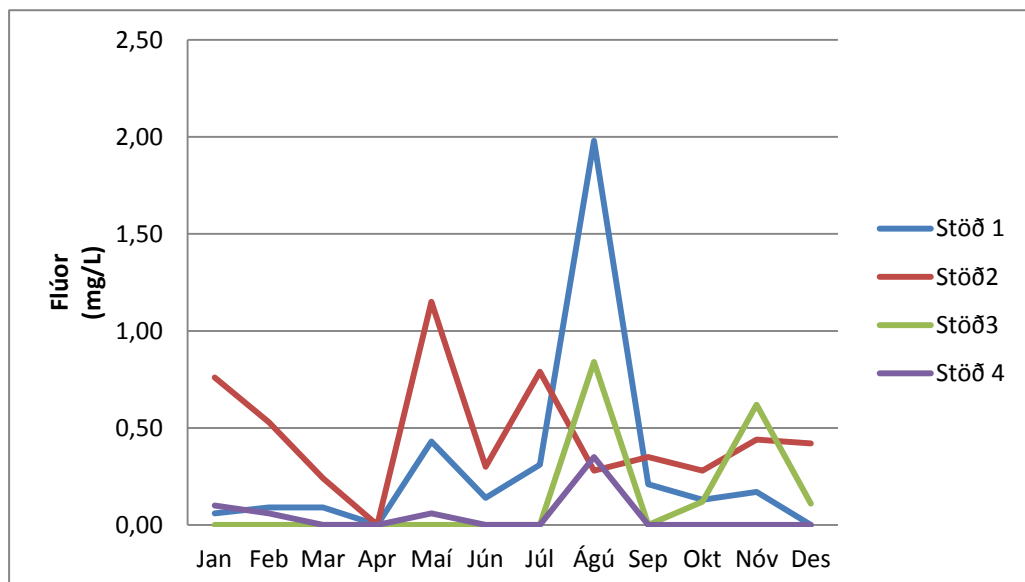
**Tafla 3-7** sýnir þróun flúoríðs í regnvatni frá árinu 2006 og mánaðargildi fyrir árið 2011.**Tafla 3-7** Flúoríð í úrkomu (mg/l)

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
2011	0,34	0,50	0,32	0,10
<b>2011</b>				
Jan	0,06	0,76	ES	0,10
Feb	0,09	0,5	ES	0,06
Mar	0,09	0,24	ES	< 0,05*
Apr	ES	ES	ES	ES
Maí	0,43	1,15	ES	0,06
Jún	0,14	0,30	ES	< 0,05*
Júl	0,31	0,79	< 0,10*	< 0,10*
Ágú	1,98	0,28	0,84	0,35
Sep	0,21	0,35	< 0,10*	< 0,10*
Okt	0,13	0,28	0,12	< 0,05*
Nóv	0,17	0,44	0,62	< 0,10*
Des	< 0,10*	0,42	0,11	< 0,10*

\* Undir greiningarmörkum. Sett sem 0,05 eða 0,1 í meðaltali.

\*\* ES = ekkert sýni.

Flúoríð hækkar í öllum stöðvum nema stöð 2 og er heildarmeðaltal allra stöðva lítið eitt hærra en á fyrra ári. Ekki bárust sýni í apríl og engin sýni úr stöð 3 frá janúar til júní vegna bilunar. Á Mynd 3-11 má sjá flúoríð í úrkomu á árinu 2011.

**Mynd 3-11** Flúoríð í úrkomu (mg/L).

Nokkrar sveiflur má sjá í mælingum á milli mánaða og eins milli stöðva. Ekki er hægt að sjá samsvörun við flúoríð í ryki eða lofti.

Ekki er hægt að greina marktæka breytingu á súlfati milli ára og er heildarmeðaltal allra stöðva 0,74 mg/l samanborið við 0,75 mg/l árið áður.

## 4 Gróður

### 4.1 Flúoríð í gróðri

Í þeim rannsóknum sem hér er gerð grein fyrir er lögð áhersla á mælingar og vöktun á flúoríði í gróðri. Flúoríð er talið ein skaðlegasta lofttegundin frá álverum fyrir gróður (Weinstein, 1983).

Flúoríð sem berst út í andrúmsloftið þynnist eftir því sem fjarlægð frá uppruna eykst. Dreifing og þynning er þó háð veðurfari og umhverfisaðstæðum hverju sinni.

Þannig getur hvass vindur aukið þynningu loftborins flúoríðs hratt á meðan sólríkir og lygnir dagar geta valdið því að plöntur verða fyrir miklum staðbundnum mengunaráhrifum í skamman tíma (Weinstein og Davison, 2004).

Plöntur verða fyrir áhrifum af breytilegu magni flúoríðs í tíma og rúmi. Flúoríð (á formi gass og ryks) sest á yfirborð gróðurs í umhverfinu. Það veldur alla jafna ekki eitursáhrifum í plöntum fyrr en það berst í innri vefi plöntunnar í gegnum loftaugu á laufblöðum sem stjórna loftskiptum. Inni í plöntunni leysist flúoríðið upp í vatni og ferðast með því að jöðrum laufblaðanna. Þar safnast flúoríðið fyrir. Þetta veldur miklum breytileika í styrk flúoríðs innan eins laufblaðs og skýrir sýnileg einkenni flúorskemmda í gróðri (Weinstein og Davison, 2004).

Uptaka flúoríðs er háð því hversu stór loftgötin eru og hversu mikið þau eru opin. Loftgötin opnast og lokast við breytingar á dagsbirtu, hita- og rakastigi. Veðurfari getur því haft mikil áhrif á hversu mikið magn flúoríðs berst inn í plöntur. Þá er breytilegt eftir tegundum hversu stór götin eru og hvernig þau opnast. Ólíkar tegundir geta því vaxið á sama stað og ein tegund sýnir mikil einkenni flúorskemmda á meðan önnur sýnir engin (Weinstein og Davison, 2004).

Einstaka tegundir eru viðkvæmar fyrir flúoríði. T.d. er það þekkt erlendis að ýmsar furutegundir eru viðkvæmari fyrir flúoríð en aðrar tegundir gróðurs. Mjög breytilegt getur verið eftir svæðum hversu viðkvæmar einstaka tegundir eru. Ekki er nógu vel þekkt hvaða tegundir eru viðkvæmar við íslenskar aðstæður, en almennt má áætla að um 5% þeirra tegunda er vaxa á afmörkuðu svæði séu viðkvæmar fyrir flúoríði (Weinstein og Davison, 2004).

Rannsóknir sem gerðar voru í tengslum við norsk álver hafa sýnt að samspil mengunar og umhverfis- og erfðabátta getur haft áhrif á þol sömu tegundar. Þannig getur frostþol plantna minnkað á menguðum svæðum vegna breytinga í vaxtaferli sem leiðir til gróðurskemmda á birki og reyni við uppsöfnun 100 µg/g af flúoríð í laufblöðum (Vike, 1999).

Flúoríð flyst ekki milli plöntuhluta að neinu marki og er upptaka flúoríðs úr jarðvegi lítil. Nokkrar tegundir eru þó þekktar fyrir að geta tekið upp mikið magn flúoríðs úr jarðvegi, jafnvel þó styrkur sé lágur. Sú best þekkt er líklegast te, en algengar tegundir tes innihalda frá 70-350 µg/g í þurrvigt. Íslenskur rabarbari virðist líka safna flúoríði í blöð úr jarðvegi (Davison & Weinstein, 2006).

Styrkur flúoríðs í blöðum virðist aukast eftir því sem líður á vaxtartíma plöntunnar. Þegar haustar visna lafin. Við það flyst flúoríðið í jarðveginn þar sem það binst áli og kalsíum (Weinstein og Davison, 2004).

Styrkur flúoríðs í gróðri vegna upptöku frá jarðvegi og ryki í ómenguðu umhverfi er minni en 5 µg/g af flúoríði í þurrvigt fyrir flestar tegundir. Einhverjar tegundir, hlutfallslega fáar þó, mælast með bakgrunnsgildi allt að 20 µg/g flúoríð í þurrvigt (Weinstein og Davison, 2004, Náttúrustofa Austurlands 2005).

Þó að styrkur flúoríðs í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hár þá innihalda ávextir, fræ og rætur mjög lág gildi flúoríðs og því óhætt að borða þá (Weinstein og Davison, 2004). Niðurstöður rannsókna í Reyðarfirði undanfarin ár styðja það þar sem styrkur flúoríðs í bláberjalyngi hefur mælst hár, en styrkur flúoríðs í berjum er alla jafna minni en 5 µg/g (Náttúrustofa Austurlands 2011, 2010 og 2009).

### 4.2 Flúoríð og búpeningur

Flúoríð veldur eitrun í búpeningi ef það fer yfir ákveðin mörk í fóðri. Hættan á flúoreitrun er breytileg eftir aldri og tegund dýra. Nautgripir og sauðfé eru t.d. talin viðkvæmari en hross. Þá er talið að flúorþol sé breytilegt eftir einstaklingum (Sigurður Sigurðsson, ekkert ártal).

Staðlar í Bandaríkjunum miða við eftirfarandi mörk í fóðri til að vernda búfénað fyrir flúoreitrun (Weinstein og Davison 2004):

- Meðaltalsstyrkur flúoríðs fyrir 12 mánaða tímabil má ekki fara yfir 40 µg/g.
- Meðaltalsstyrkur flúoríðs fyrir 2 mánaða tímabil má ekki fara yfir 60 µg/g.
- Meðaltalsstyrkur flúoríðs fyrir 1 mánaða tímabil má ekki fara yfir 80 µg/g.

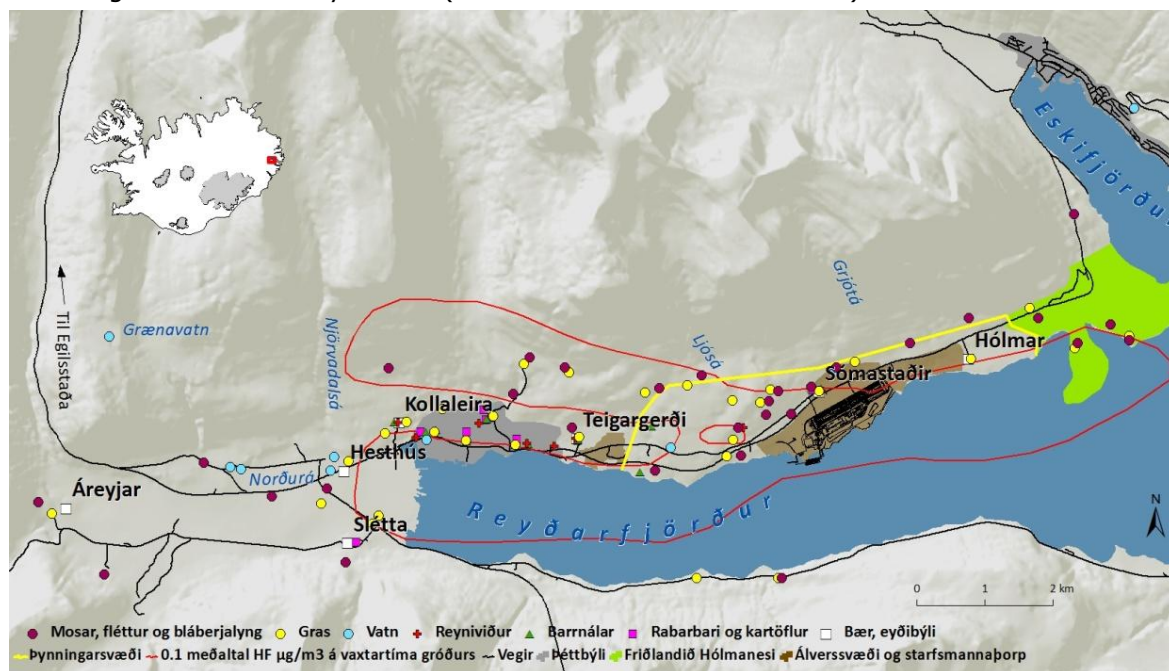
Í umfjöllun um áhrif eldgosa á dýr (Sigurður Sigursson, ekkert ártal) segir að ef innihald í fóðri sé 40-60 µg/g að staðaldri taki 2-3 ár að framkalla langvinna eitrun og veikindi hjá nautgripum, en að sauðfé þoli meira. Nefnd eru í greininni viðmiðunarmörkin 25-30 µg/g fyrir nautgripi, en 70-100 µg/g fyrir sauðfé.

## 5 Gróðursýni

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

### 5.1 Söfnunaraðferðir og meðhöndlun sýna

Sýnataka ársins og fjöldi sýna var með sama hætti og fyrri ár (Mynd 5-1). Gerð var grein fyrir sýnatökuaðferðum og meðferð sýna í skýrslu Náttúrustofu Austurlands frá 2005 þar sem fjallað var um grunnvöktun í Reyðarfirði (Guðrún Á. Jónsdóttir o.fl. 2005).



**Mynd 5-1** Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu allra sýnatökustaða í Reyðarfirði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

### 5.2 Úrvinnsla og aðferðir

Lögð var áhersla á að bera saman niðurstöður mælinga ársins 2011 við niðurstöður ársins 2010. Ítarlegan tölfræðilegan samanburð á gildum flúoríðs í gróðri í Reyðarfirði frá grunnrannsóknnum ársin 2004 fram til ársins 2009 er að finna í skýrslu Náttúrustofu Austurlands (2010), en þar er tekið tillit til fjarlægðar frá álveri og staðsetningar sýnatökustaða.

Parað t-próf (e. Paired t-test) var notað til þess að greina hvort tölfræðilega marktækur munur væri á styrk flúoríðs í gróðri milli árana 2010 og 2011. Kannað var hvort gögn voru normaldreifð og var lygra (*lógaripma*) beitt á þau gögn sem ekki höfðu normaldreifingu. Við samanburð á vexti furutrjáa fyrir og eftir að álver hóf rekstur var notast við ferveikagreiningu (one-way Anova) á meðaltöl mælinga á vexti furutrjáa frá árinu 2003-2007 og 2008-2011. Einnig var hlutfallsleg (%) breyting vaxtar fyrir og eftir gangsetningu könnuð.

Á þau gögn sem ekki höfðu normaldreifingu þrátt fyrir umbreytingu með lygra var *Wilcoxon signed rank* prófi beitt, en það er óháð dreifingu.

Við kortlagningu á dreifingu styrks flúoríðs í grasi var meðaltalsgildum skipt í fjóra flokka til að gera betur grein fyrir mögulegum áhrifum á grasbíta:

- <20 µg/g flúoríð. Bakgrunnsgildi. Engin áhætta fyrir grasbíta.
- 20-39 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.

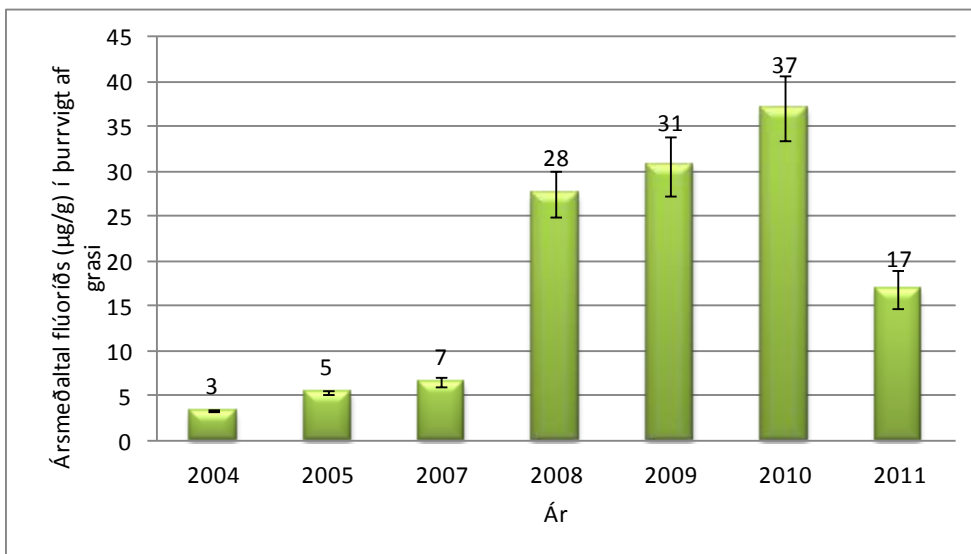
Þessi flokkun var einnig notuð við kortlagningu á dreifingu styrks flúoríðs í öðrum gróðri (Mynd 6-3, Mynd 6-7, Mynd 6-11, Mynd 6-15, Mynd 6-19, Mynd 6-22, Mynd 6-23, og Mynd 6-29).

## 6 Efnagreiningar á gróðri

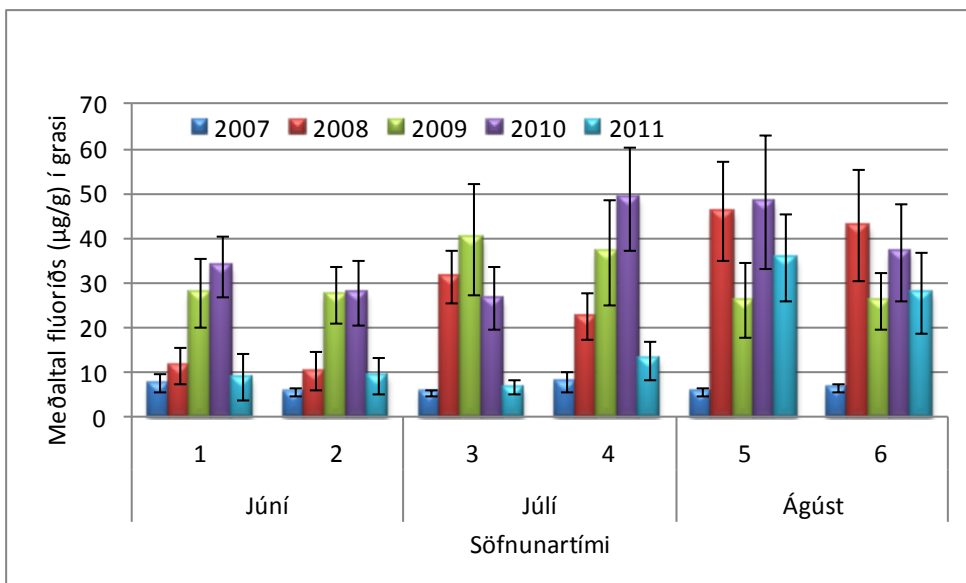
### 6.1 Gras

Grasi var safnað á 30 sýnatökustöðum, hálfsmánaðarlega frá júní til ágúst (Mynd 6-4). Alls var 180 sýnum safnað í sex söfnunarferðum<sup>1</sup>. Flúoríð var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga í grasi árið 2011 er að finna í Viðauka B, hluta 1.

Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi á vaxtartíma voru mun lægri árið 2011 en árið 2010. Tölfræðilegur samanburður leiddi í ljós að styrkur flúoríðs í grasi var marktækt lægri árið 2011 en árið 2010 ( $P < 0,001$ ) (Mynd 6-1, Mynd 6-2, Mynd 6-6).



**Mynd 6-1** Meðaltalsgildi flúoríðs í grassýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2011 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.



**Mynd 6-2** Meðaltalsgildi allra grassýna (ásamt staðalskekkju) eftir sýnatökutímabilum árin 2004-2011. Gögn eru byggð á 180 sýnum árin 2007-2011 en 30 sýnum árin 2004 og 2005.

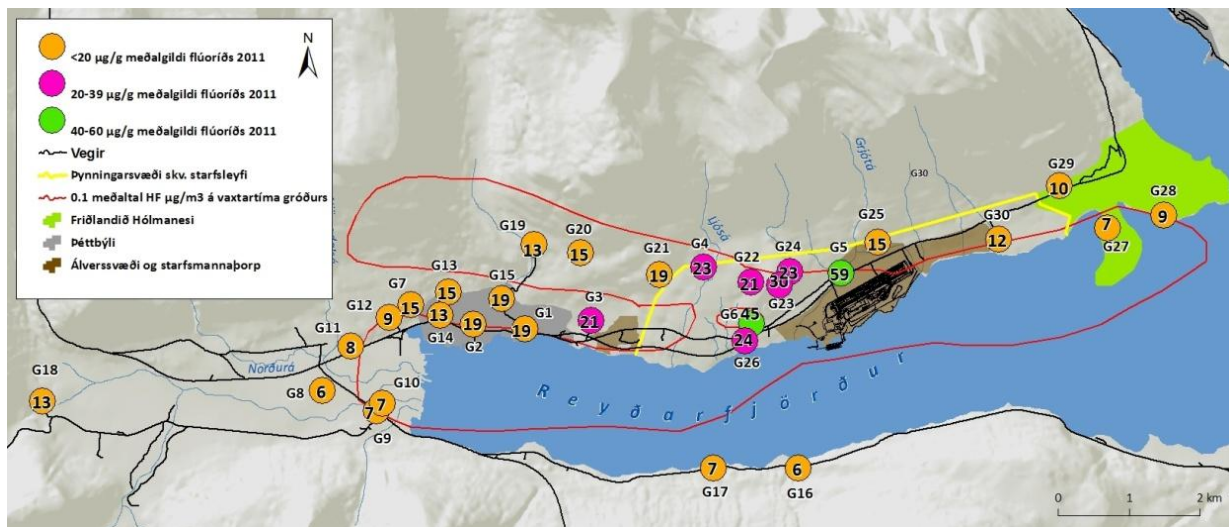
<sup>1</sup> Dagana 6., 7., 21., og 22. júní, 4., 5., 6., 8., 18., 19 og 21. júlí og 2., 3., 15., og 16. ágúst.

Styrkur flúoríðs var breytilegur eftir söfnunartíma. Hæstu gildin voru að mælast í sýnum sem tekin voru í ágúst (Mynd 6-2). Öll sýni sem tekin voru af grasi sumarið 2011 voru með lægri flúorgildi heldur en árið 2010 (Mynd 6-6).

Hæstu gildin mældust innan þynningarsvæðis eins og það er skilgreint í starfsleyfi Alcoa Fjarðaáls (Umhverfistofnun, 2010). Lægstu gildin mældust utan þynningarsvæðis, sunnan fjarðar og á túnum.

Hæstu gildi sumarsins mældust á sama stað bæði fyrri og seinni hluta ágúst á einni sýnatökustöð (G6) rétt vestan við álverið. Annars vegar 86  $\mu\text{g/g}$  fyrri hluta ágúst og hins vegar 120  $\mu\text{g/g}$  seinni hluta ágúst.

Lægstu gildi sumarsins reyndust undir greiningarviðmiðum, eða minna en 5  $\mu\text{g/g}$ . Um 43-67% af sýnum frá fyrri hluta júní til fyrri hluta júlí voru með flúorgildi undir 5  $\mu\text{g/g}$  (Mynd 6-6).



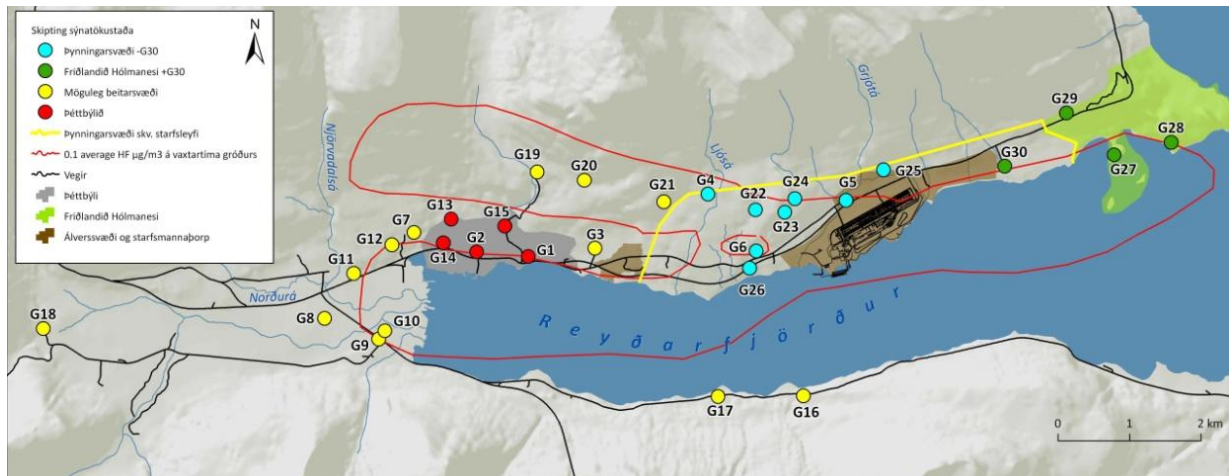
**Mynd 6-3** Sýnatökustaðir grass í Reyðarfirði og meðaltalsgildi flúoríðs sumarið 2011 (á vaxtartíma).  
(©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Sé nánar rýnt í landfræðilega dreifingu á meðaltalsstyrk flúoríðs í grassýnum sést að 2 sýni fóru yfir 40  $\mu\text{g/g}$  og öll sýni nema eitt sem eru að mælast hærra en 20  $\mu\text{g/g}$  yfir 6 vikna tímabil eru innan þynningarsvæðis skv. starfsleyfi. Önnur sýni eru með lægri styrk en 20  $\mu\text{g/g}$  (Mynd 6-3).

Sýnatökustöðum er skipt í fjögur svæði til að fá betri mynd af ólíkum styrk flúoríðs eftir svæðum (Mynd 6-4 og Mynd 6-5):

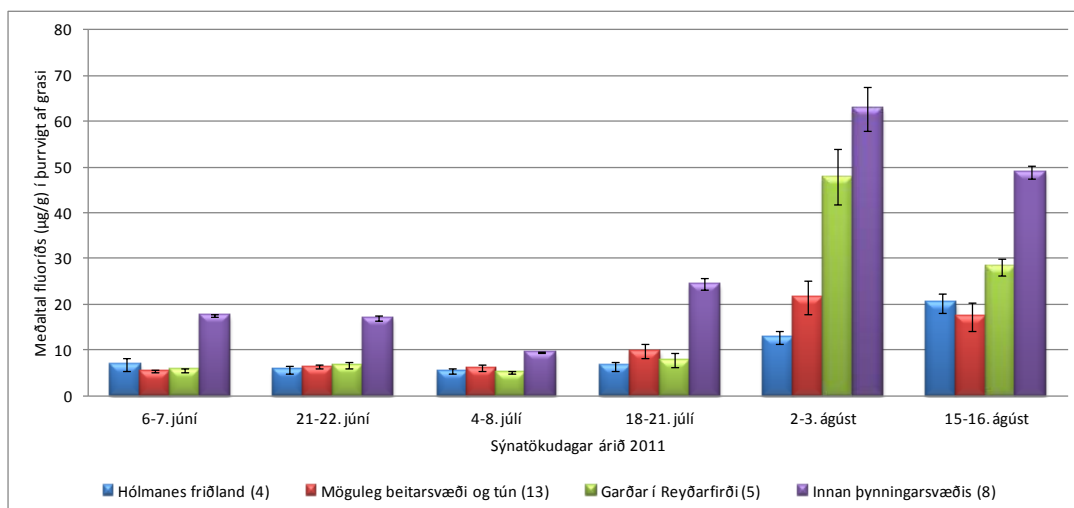
1. Innan opinbers þynningarsvæðis skv. starfsleyfi að undanskildum sýnatökustað G30.
2. Friðlandið og fólkvangurinn í Hólmanesi auk sýnatökustaðs G30<sup>2</sup>.
3. Bærinn.
4. Möguleg beitarsvæði.

<sup>2</sup> Vegna staðsetningar og fjarlægðar frá álveri og mæligilda þótti auðsýnt að sýnatökustaður G30 var á allan hátt líkari sýnatökustöðum í Hólmanesi.



**Mynd 6-4** Sýnatökustöðum grass var skipt í fjögur svæði (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

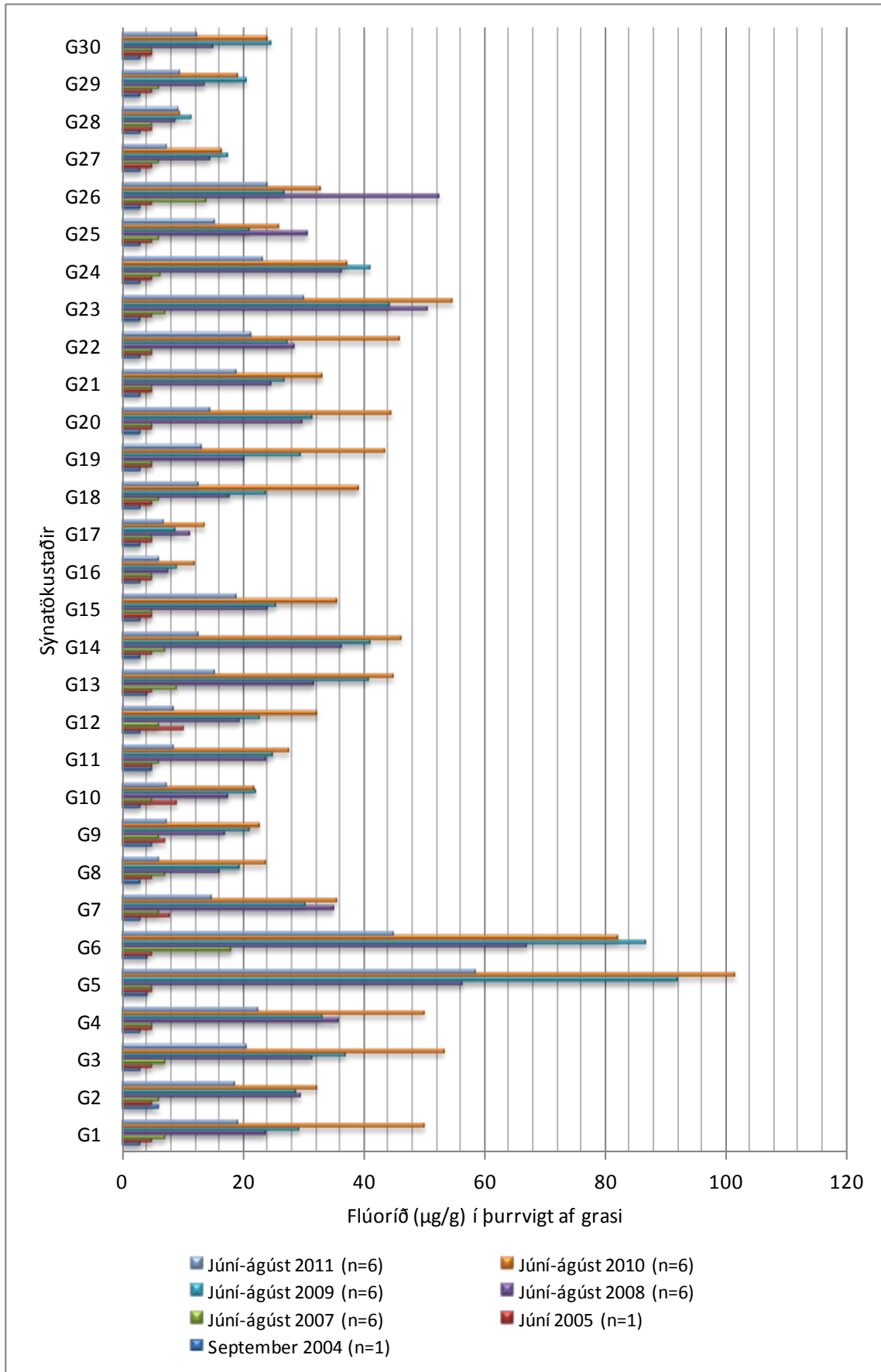
Skiptingin leiðir í ljós að hæsti styrkurinn hverju sinni mælist innan þynningarsvæðis, styrkurinn innan þynningarsvæðis er lágur fram í ágúst en þá verður töluverð hækkun. Lægsti styrkurinn mælist í sýnum á mögulegum beitarsvæðum og túnum og í Hólmanesi. Meðaltalsgildi fyrir sumarið í Hólmanesfriðlandi mældist 10 µg/g, 11 µg/g á túnum og mögulegum beitarsvæðum, 17 µg/g í görðum á Reyðarfirði og 30 µg/g innan þynningarsvæðis.



**Mynd 6-5** Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi sumarið 2011, 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. Almenn 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).

Styrkur flúoríðs í grasi í Reyðarfirði sumarið 2011 var lágur framan af sumri og nálægt bakgrunnsgildum og fór hann aldrei yfir viðmiðunarmörk fyrir grasbita á mögulegum beitarsvæðum og túnum. Lægsta meðaltalsgildi sumarsins í grasi mældist í þriðju sýnatökufærð, eða 4.-8. júlí. Daginn áður en sýnataka fór fram var nokkuð mikil úrkoma. Styrkur flúoríðs í lofti var mjög lágur framan af sumri og var dagsmeðaltal að mælast frá 0,1-0,4 µg/m<sup>3</sup>. Í fimmtu sýnatökufærð verður hækkun á meðaltalsgildum á öllum svæðum í grassýnum og reyndust þá gildi flúoríðs í lofti há eða 35,5 µg/m<sup>3</sup> tveimur dögum fyrir sýnatöku. Þetta endurspeglar að styrkur flúoríðs í lofti hefur bein áhrif á styrk flúoríðs í gróðri og að veðurfarslegir þættir hafa áhrif sér í lagi vindáttir og úrkoma. Í Viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og dagsetningar sýnasöfnunar sumarið 2011.

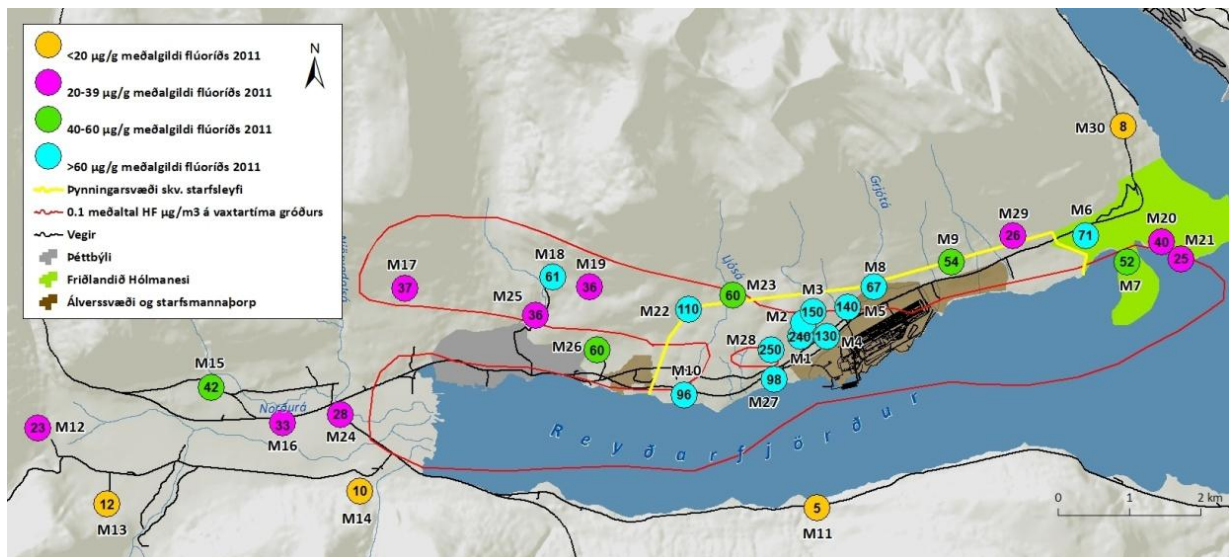


**Mynd 6-6** Meðaltalsgildi flúoríðs í grasi á öllum sýnatökustöðum sumrin 2004-2011.

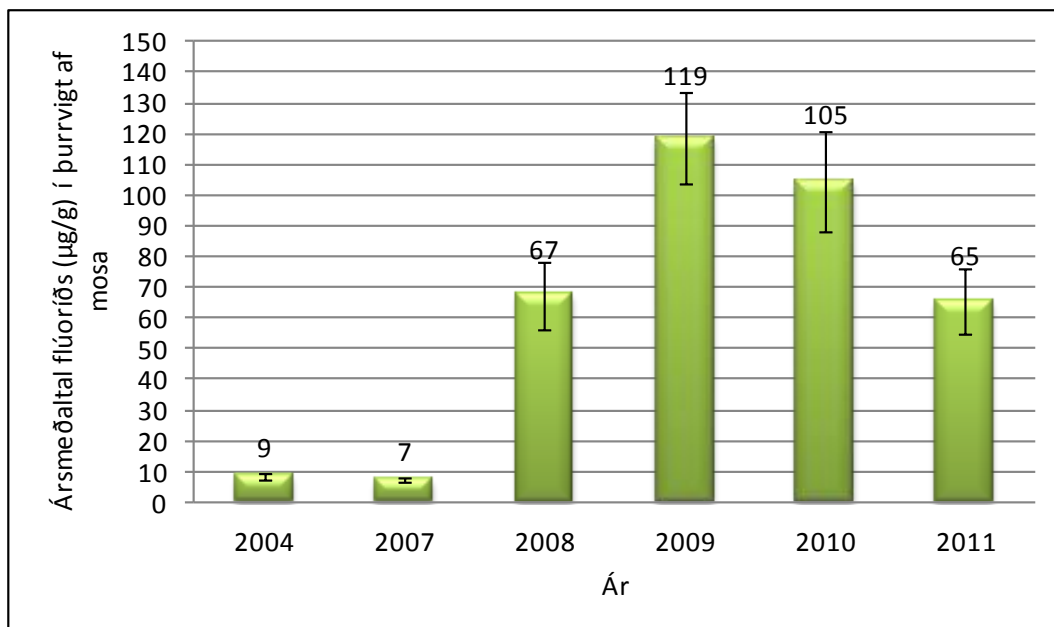
## 6.2 Mosi

Mosa (*Racomitrium spp.*) var safnað einu sinni dagana 30. júní og 6. og 8. júlí 2011, á sama tíma og fléttum og bláberjalyngi á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 6-7). Flúoríð var mælt í öllum 30 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í mosa árið 2011 er að finna í Viðauka B, hluta 3.

Meðaltalsgildi allra sýna árið 2011 var töluvert lægra en árið 2010 (Mynd 6-8 og Mynd 6-9). Tölfræðilegur samanburður árána 2010 og 2011 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs var marktækt lægri árið 2011 ( $P = <0,001$ ).



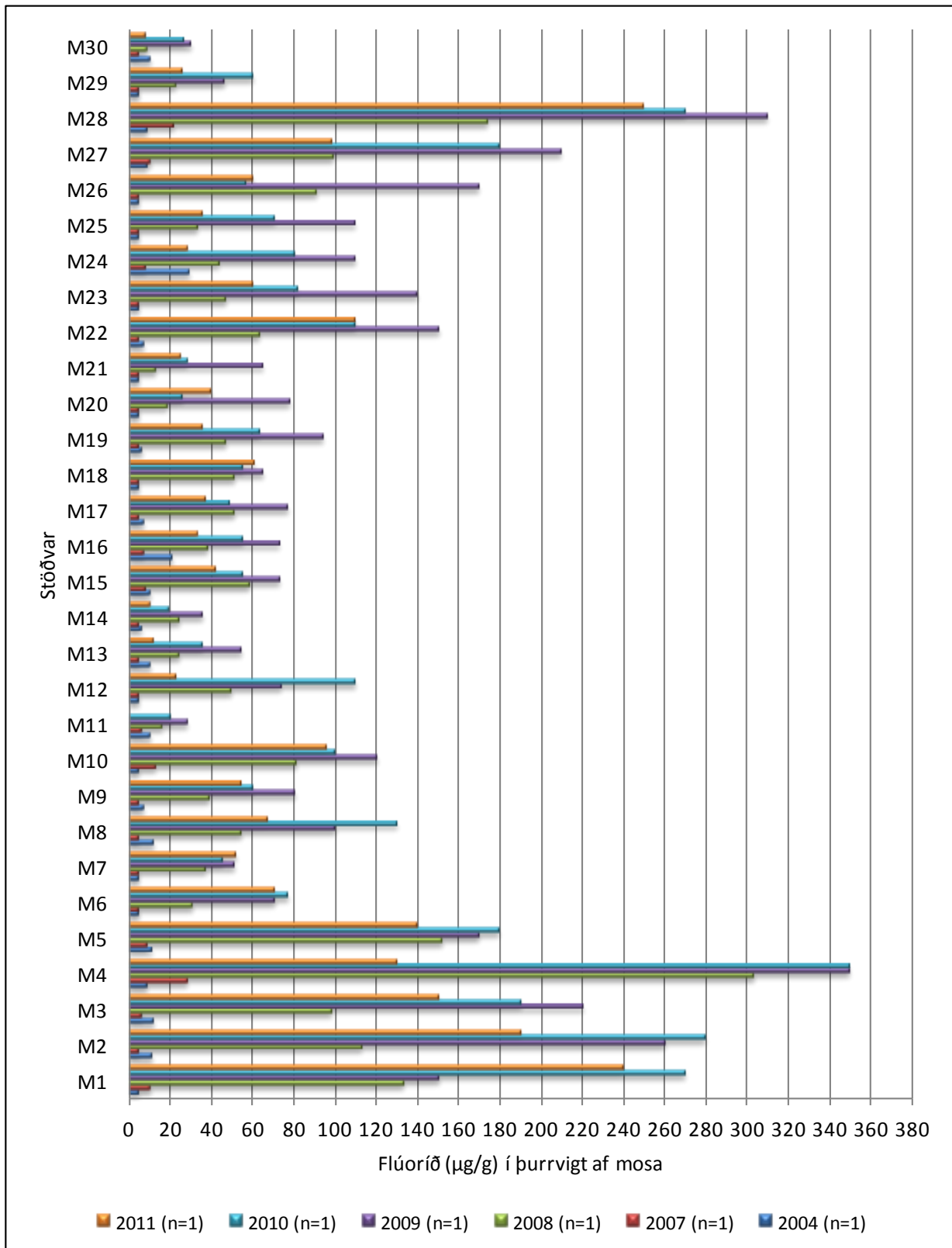
**Mynd 6-7** Sýnatökustaðir mosa í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



**Mynd 6-8** Meðaltalsgildi flúoríðs í mosa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í mosa árið 2011 var frá 5 µg/g á sýnatökustað M11 sunnan fjarðar til 250 µg/g á sýnatökustað M28, rétt vestan álvers. Eins og við var að búast mældust hæstu gildin í sýnum sem tekin voru innan þynningarsvæðis og í nágrenni álversins (Mynd 6-7).

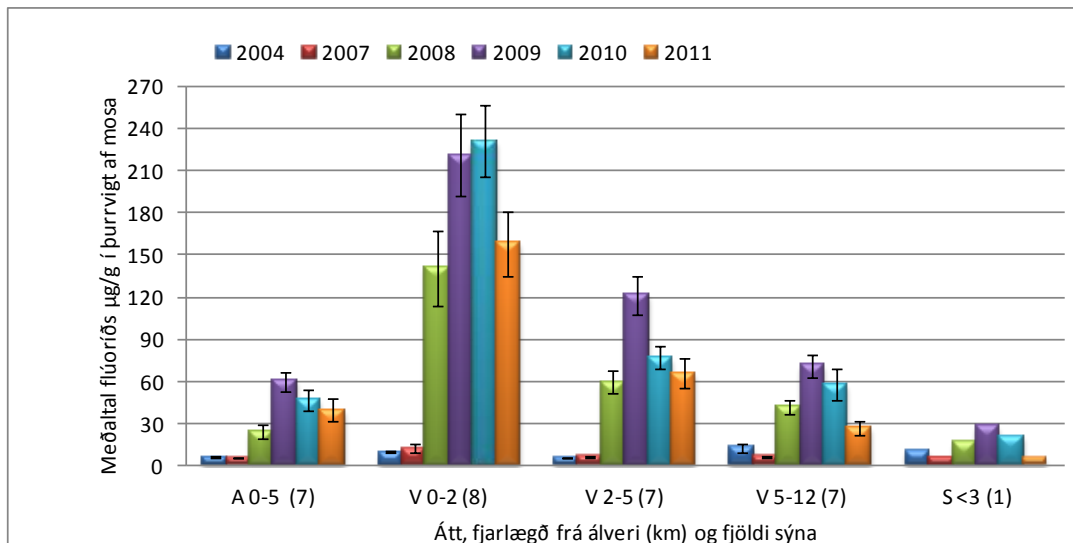




**Mynd 6-9** Flúoríð í mosa á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

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. Gildi flúoríðs í mosa hafa lækkað þó nokkuð frá 2009 og mikið milli árunna 2010 og 2011. Þessar niðurstöður styrkja þá tilgátu að mosi safni ekki í sig flúoríði (Brougham 2011, Náttúrustofa Austurlands, 2011, 2010, 2009,

2008). Ef rýnt er í gögn um úrkomu sumarið 2011 kemur í ljós að nokkuð mikil úrkoma var daginn á undan sýnatöku á mosa (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 2010 og 2011 borin saman.

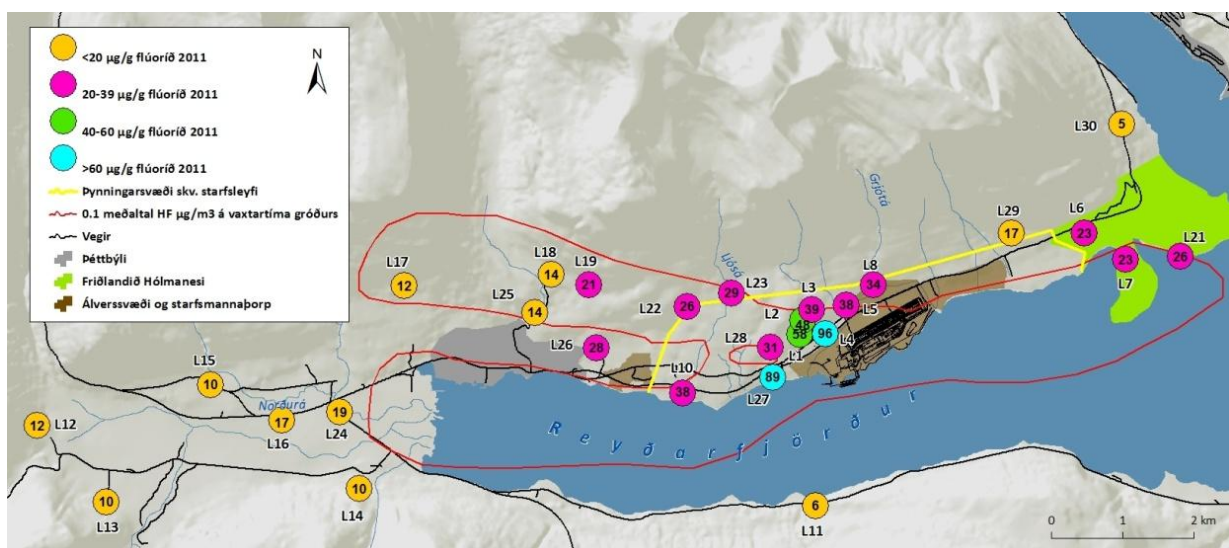


**Mynd 6-10** Dreifingarmynstur flúoríðs í mosa frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011. Áttir A - austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá strompi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

Dreifingarmynstur styrks flúoríðs í mosa sýndi að styrkurinn fellur nokkuð hratt í vestur með aukinni fjarlægð frá álveri. Þó voru gildi að mælast nokkuð há í 2-5 km fjarlægð eða allt að 110 µg/g á sýnatökustað M22. Mikill munur er á styrk flúoríðs í mosa í 0-2 km fjarlægð, 5-12 km í vestur og svo sunnan fjarðar milli árána 2010 og 2011 en þessi munur gæti stafað af minni styrks flúoríðs í andrúmslofti og mismunandi vindáttum milli ára (Mynd 6-10).

### 3.3 Fléttur

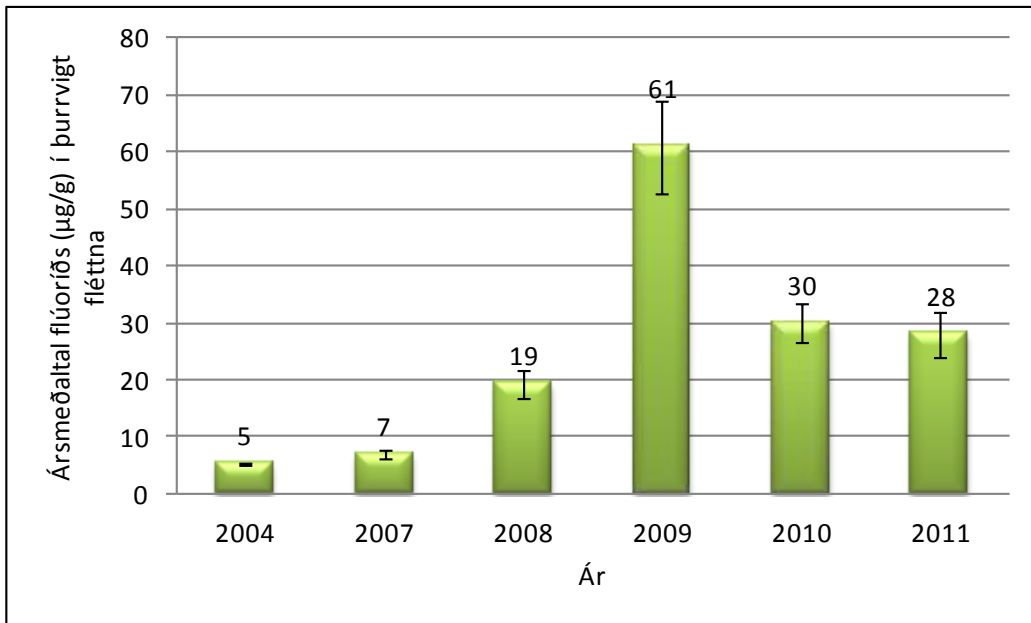
Fléttum (*Cladonia arbuscula*) var safnað einu sinni dagana 30. júní og 6. og 8. Júlí 2011, á sama tíma og bláberjalyngi og mosa á 28 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 6-11). Eins og síðastliðin tvö ár var ekki hægt að safna sýnum á sýntökustöðvum L9 og L20 þar sem þar var engar fléttur að finna. Flúoríð var mælt í öllum 28 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í fléttum árið 2011 er að finna í Viðauka B, hluta 4.



**Mynd 6-11** Sýnatökustaðir flétta í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

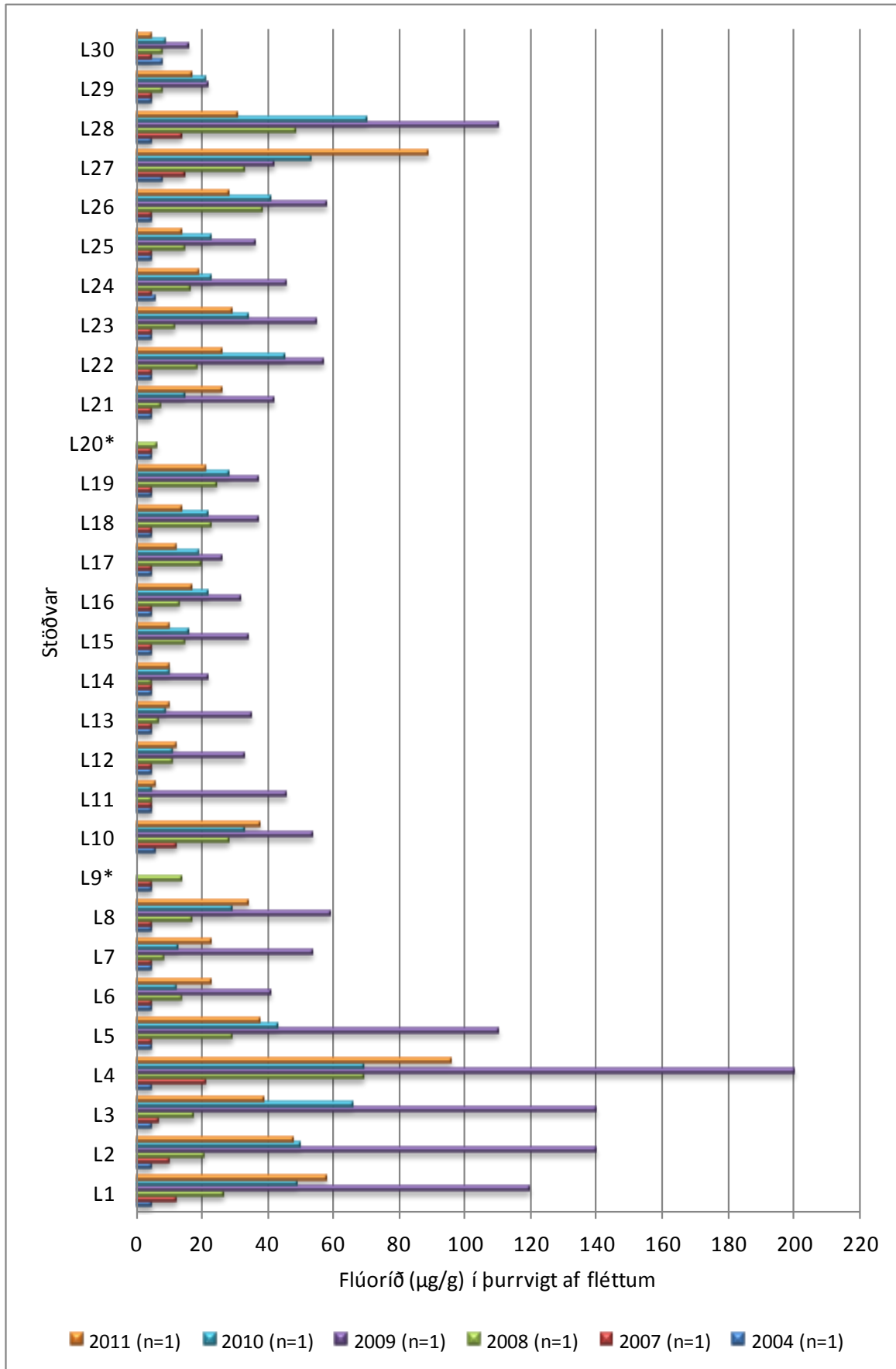


Meðaltalsgildi allra sýna árið 2011 var svipað og árið 2010 (Mynd 6-12, Mynd 6-13 og Mynd 6-14). Tölfræðilegur samanburður sýndi að enginn munur var á styrk flúoríðs í fléttum milli ára 2010 og 2011, ( $P = 0,543$ ).

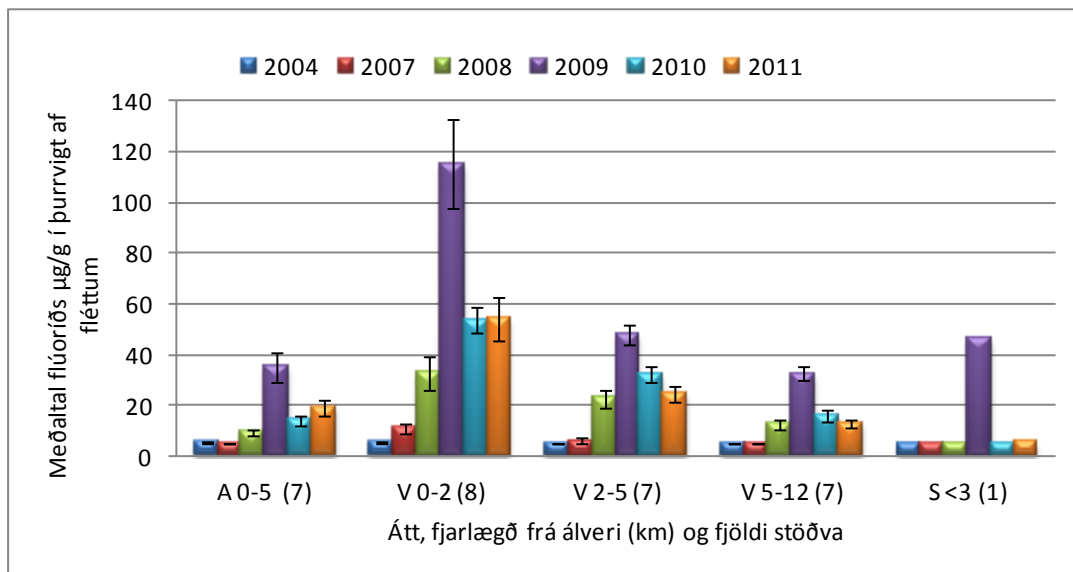


**Mynd 6-12** Meðaltalsgildi flúoríðs í fléttusýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 28-30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í fléttum árið 2011 mældist frá 5 - 96 µg/g og var lægstur á sýnatökustað L30 á Eskifirði og mestur á sýnatökustað L4 sem er rétt ofan álversins (Mynd 6-13). Hæstu gildi flúoríðs í fléttusýnum mældust innan þynningarsvæðis, en lægstu gildin fjærst álveri, á Eskifirði, sunnan fjarðar og inni í dalbotni (Mynd 6-11).



**Mynd 6-13** Flúoríð í fléttum á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).\* Engin sýni voru tekin á sýnatökustöðum L9 og L20 árin 2009-2011.

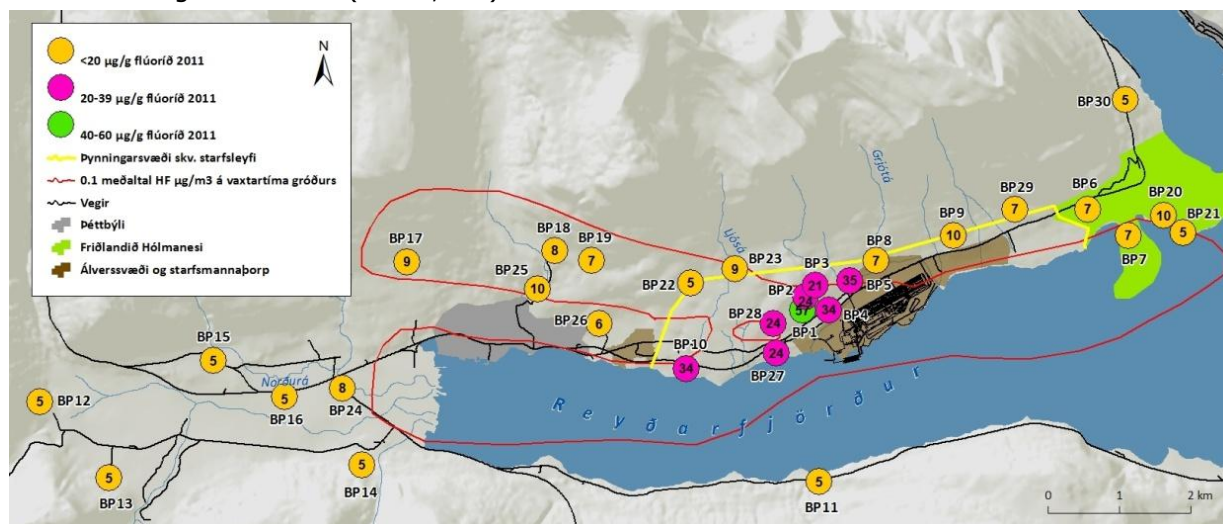


**Mynd 6-14** Dreifingamynstur flúoríðs í fléttum frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011. Áttir A - austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá strompi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

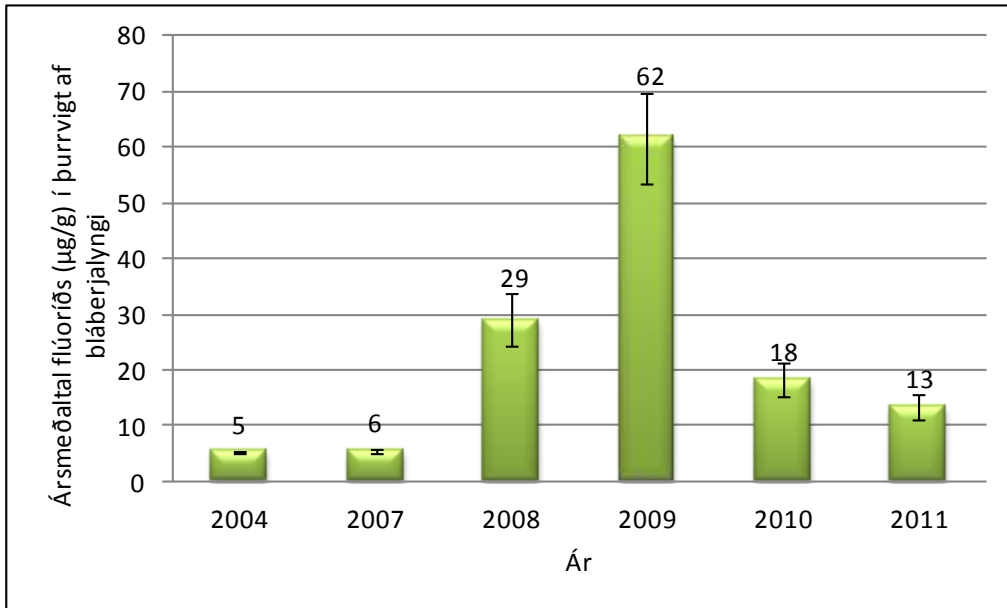
Dreifingamynstur flúoríðs í fléttum var svipað árið 2011 og 2010 og var ekki hægt að sjá greinanlegar breytingar milli ára. Þó var styrkur flúoríðs í fléttum hærrí í Hólmanesfriðlandi austan álvers árið 2011 en 2010 og gæti það stafað af mismunandi vindáttum milli ára (Mynd 6-14).

### 6.3 Bláberjalyng

Blöðum bláberjalyngs (*Vaccinium uliginosum*) var safnað einu sinni dagana 30. júní og 6. og 8. júlí 2011, á sama tíma og fléttum og mosa á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði (Mynd 6-15). Flúoríð var mælt í öllum 30 sýnum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í bláberjalyngi árið 2011 er að finna í Viðauka B, hluta 5. Meðaltalsgildi ársins 2011 var lægra en árið 2010 (Mynd 6-16). Tölfræðilegur samanburður árána 2010 og 2011 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs var marktækt lægri árið 2011 ( $P < 0,018$ ).

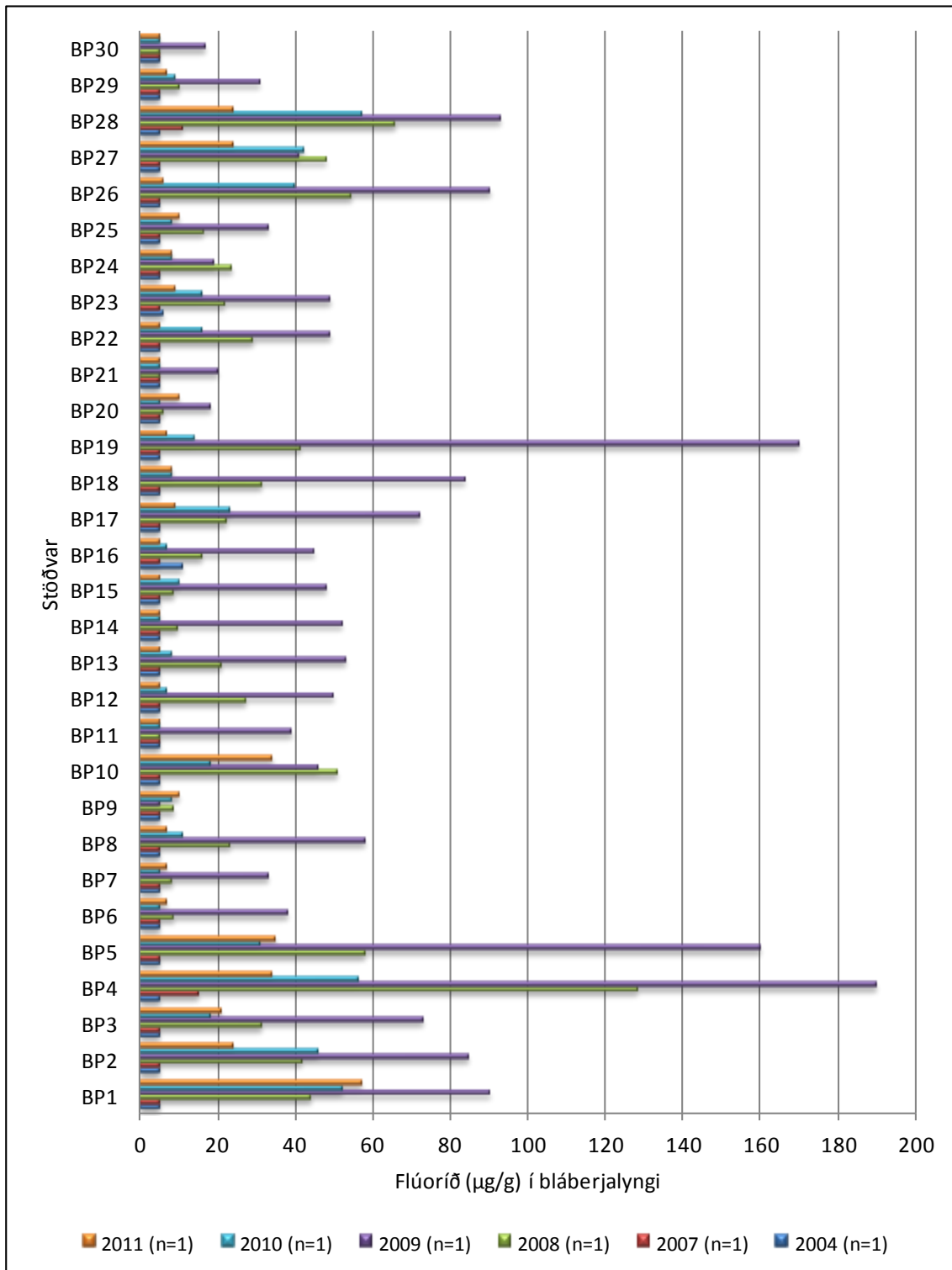


**Mynd 6-15** Sýnatökustaðir bláberjalyngs í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í júlí 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



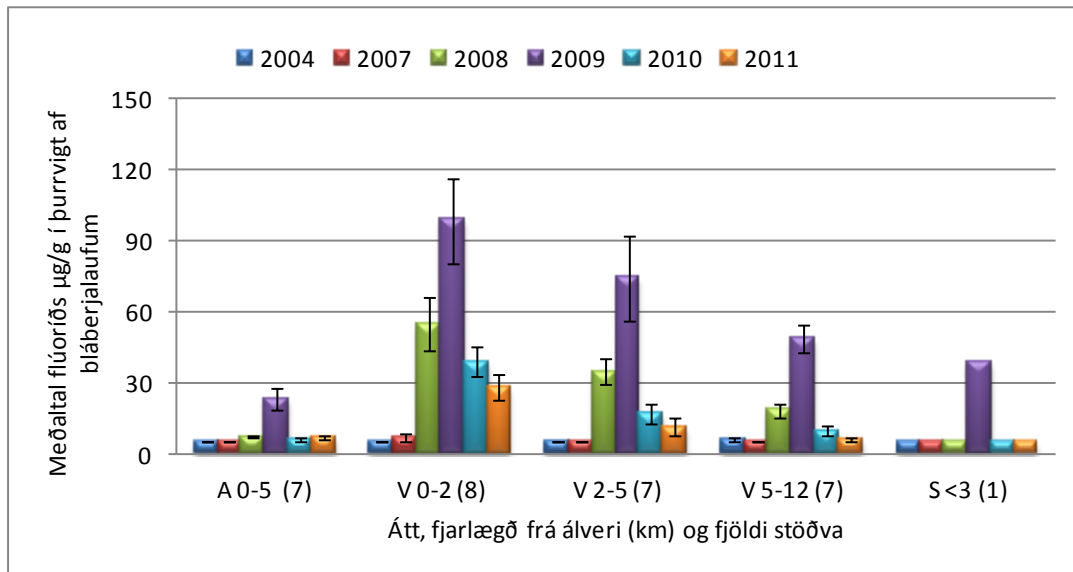
Mynd 6-16 Meðaltalsgildi flúoríðs í bláberjalyngi (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

Styrkur flúoríðs í bláberjalyngi var undir greiningarviðmiðum, eða minni en 5 µg/g á átta sýnatökustöðum sunnan fjarðar, í botni Reyðarfjarðar og svo í Eskifirði. Sýni BP22 sem er á mörkum þynningarsvæðis mældist einnig með styrk sem var innan greiningarmarka. Hæstur var styrkurinn 57 µg/g á sýnatökustað BP1, á hjöllum vestan álversins. Hæstu gildin mældust öll rétt vestan álversins innan þynningarsvæðis (Mynd 6-15 og Mynd 6-17).



**Mynd 6-17** Flúoríð í bláberjalyngi á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

Á sama hátt og með fléttur og mosa var mikil úrkoma fyrir sýnatöku á bláberjalyngi og gæti það að hluta til skýrt mun á milli styrks flúoríðs á milli árunna 2011 og 2010 en einnig voru gildi flúoríðs í lofti lág fyrir sýnatökur (Viðauki B, hluti 2).

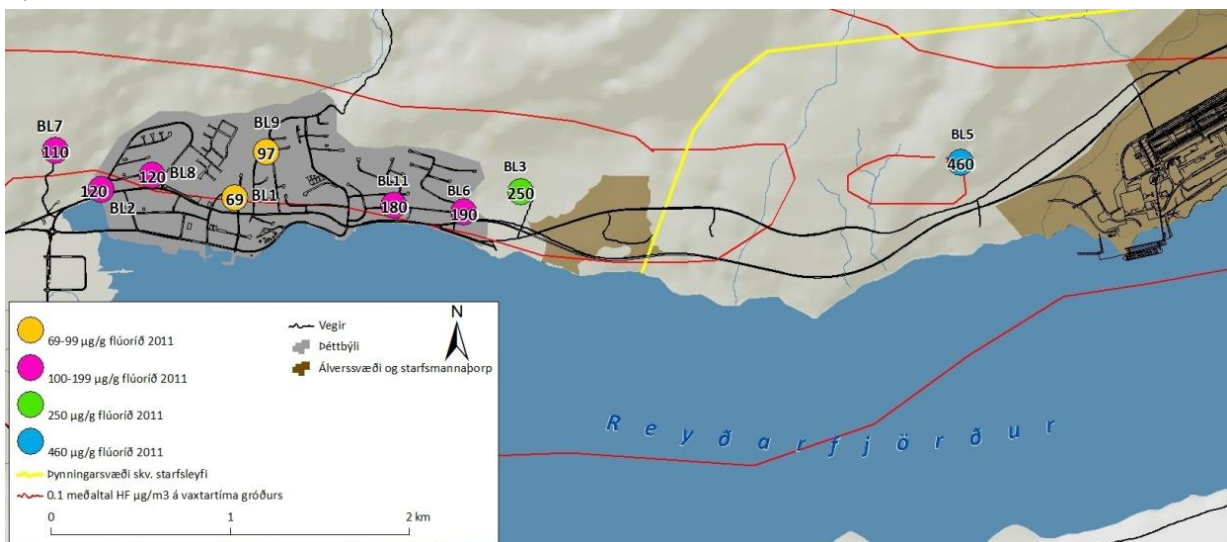


**Mynd 6-18** Dreifingarmynstur flúoríðs í bláberjalaufum frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011. Áttir A -austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá strompi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

Dreifingarmynstur flúoríðs í bláberjalayngi var með svipuðum hætti og í öðrum gróðursýnum, þ.e. gildi næst álveri voru hæst og féll styrkurinn til vestur og austurs frá álveri (Mynd 6-18).

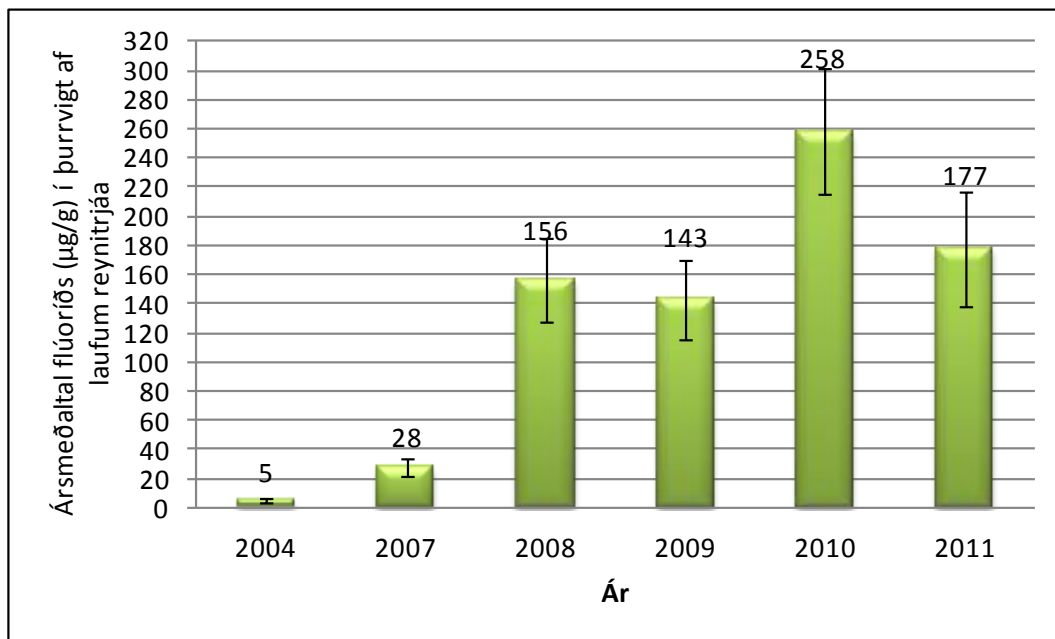
## 6.4 Reyniviður

Blöðum reynitrjáa (*Sorbus sp.*) var safnað einu sinni á níu söfnunarstöðum 24. ágúst 2011 (Mynd 6-19). Flúoríð var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga 2011 má sjá í Viðauka B, hluta 6.

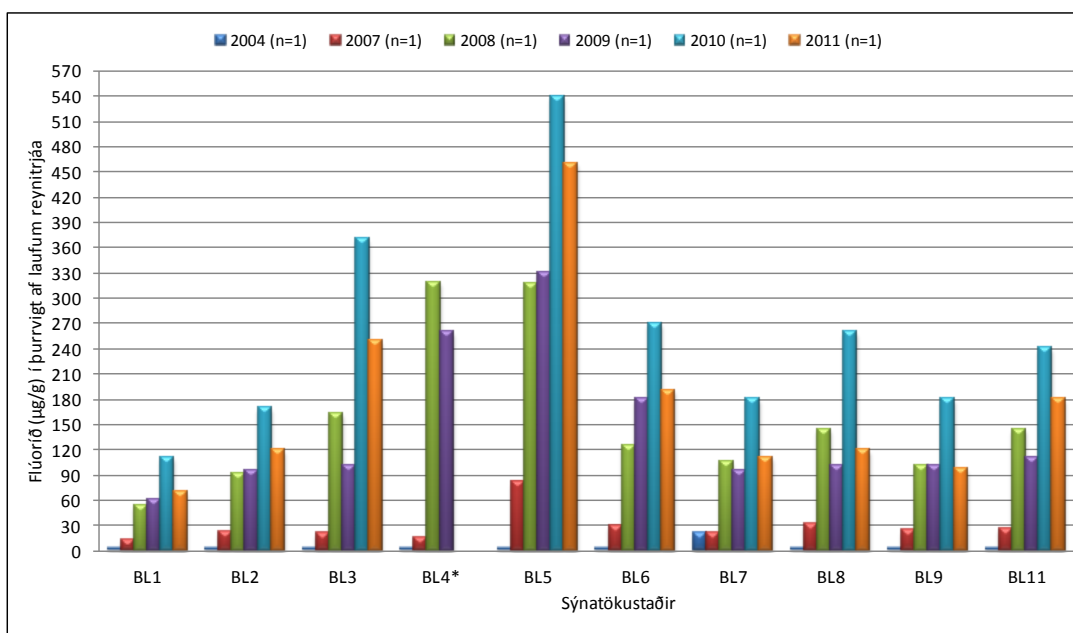


**Mynd 6-19** Sýnatökustaðir á laufblöðum reynitrjáa í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í ágúst 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Styrkur flúoríðs í öllum sýnum af blöðum reynitrjáa var líkt og 2010 mun hærra en í öðrum gróðursýnum árið 2011 (Mynd 6-20, og Mynd 6-21). Styrkur flúoríðs í reynilaufum lækkaði þó marktækt milli árána 2010 og 2011 ( $P < 0,001$ ) (Mynd 6-20).



**Mynd 6-20** Meðaltalsgildi flúoríðs í laufblöðum reynitrjáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010 og 2011.



**Mynd 6-21** Flúoríð í laufum reynitrjáa á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). \* Engin sýni voru tekin á sýnatökustað BL4 árin 2010 og 2011.

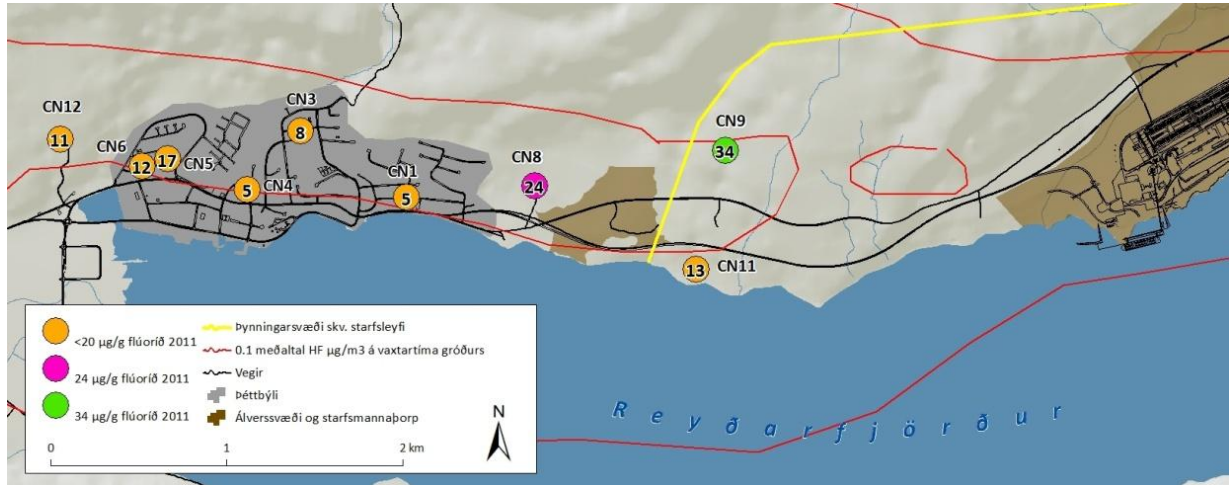
Lægsta gildið mældist í sýni BL1, 69 µg/g, en það er í þéttbýlinu á Reyðarfirði og hæsta gildið, 460 µg/g, mældist innan þynningarsvæðis í sýni BL5 vestan við álverið, líkt og undanfarin ár (Mynd 6-19 og Mynd 6-21). Sýnt hefur verið fram á að styrkur flúoríðs í reynivið í Noregi eykst mikið á vaxtartíma. Jafnframt hefur komið í ljós að styrkur flúoríðs í ilmreyni (*Sorbus acuparia*) mælist 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).

Lækkun á styrk flúoríðs í reynilaufum milli árána 2010 og 2011 stafar trúlega af lækkun á styrk flúoríðs í lofti. Einnig geta veðurfarslegir þættir eins og vindátt og úrkoma haft áhrif. Í Viðauka B, hluta 2 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumrin 2010 og 2011 borin saman.

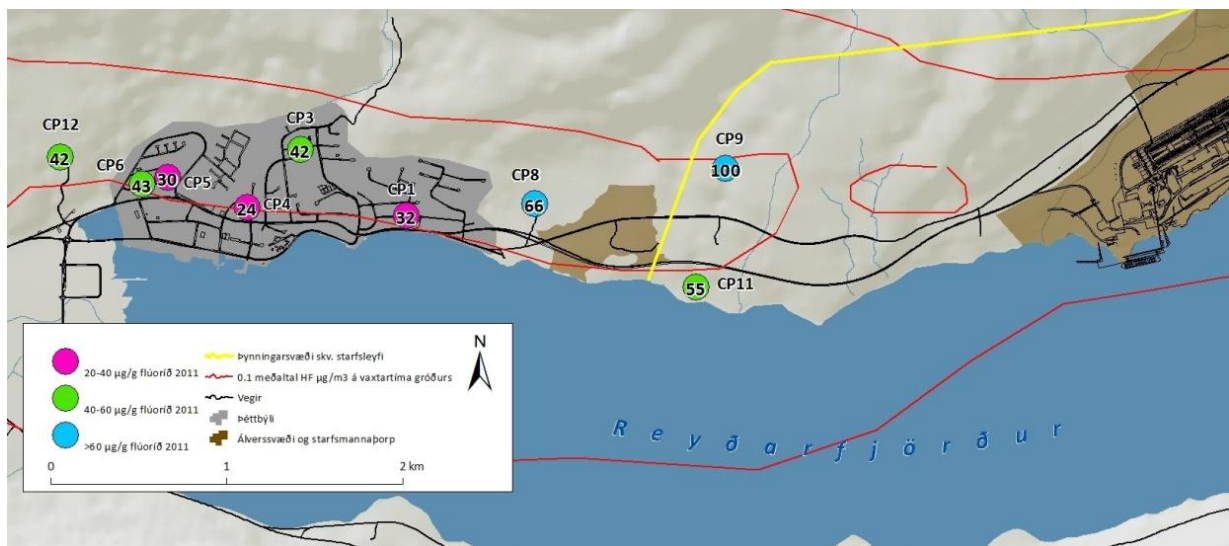


## 6.5 Barrnálar

Barrnálum var safnað einu sinni á níu söfnunarstöðum þann 15. september 2011. Bæði var safnað nývöxnum nálum (vexti ársins 2011, táknað CN) og nálum sem uxu árið á undan (vexti ársins 2010, táknað CP). Flúoríð var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga má sjá í Viðauka B, hluta 7.



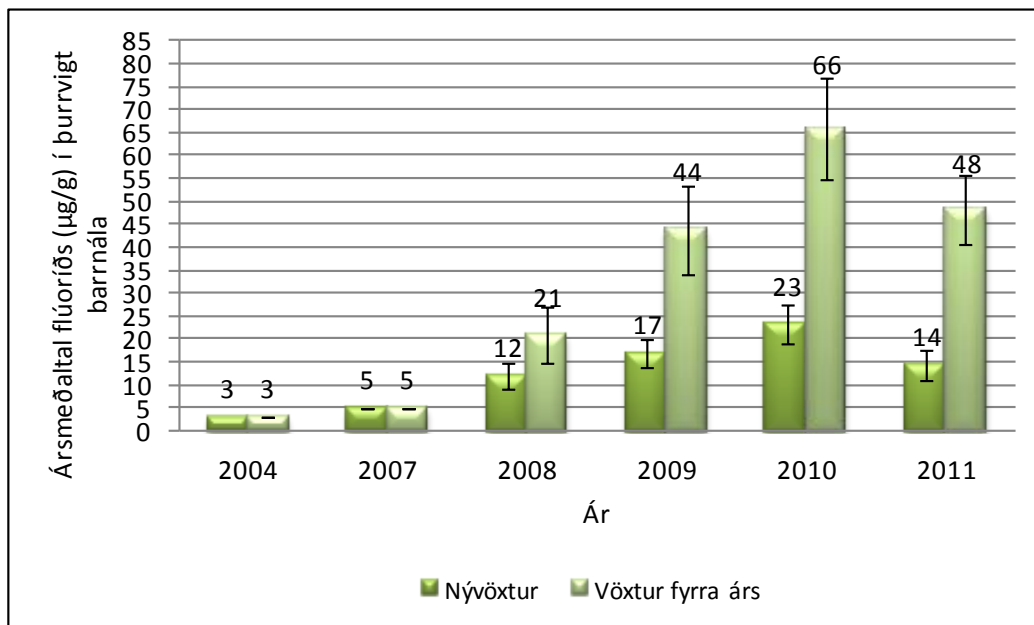
**Mynd 6-22** Sýnatökustaðir barrnála í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í nývöxnum barrnálum í september 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



**Mynd 6-23** Sýnatökustaðir barrnála í Reyðarfirði og styrkur flúoríðs í barrnálum frá fyrra ári (2010), safnað í september 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Meðaltalsgildi flúoríðs í öllum sýnum barrnála árið 2011 var lægra en árið 2010 bæði fyrir nálar fyrra árs og fyrir nývaxnar nálar (Mynd 6-24). Tölfræðilegur samanburður árána 2010 og 2011 sýndi að meðaltalsstyrkur flúoríðs í barrnálum var marktækt lægri árið 2011 ( $P < 0,001$  fyrir nálar fyrra árs og  $P = < 0,001$  fyrir nývaxnar nálar). Þetta gefur vísbendingu um það að magn flúors í lofti á vöktunarsvæðinu hafi verið minni árið 2011 en árið 2010.

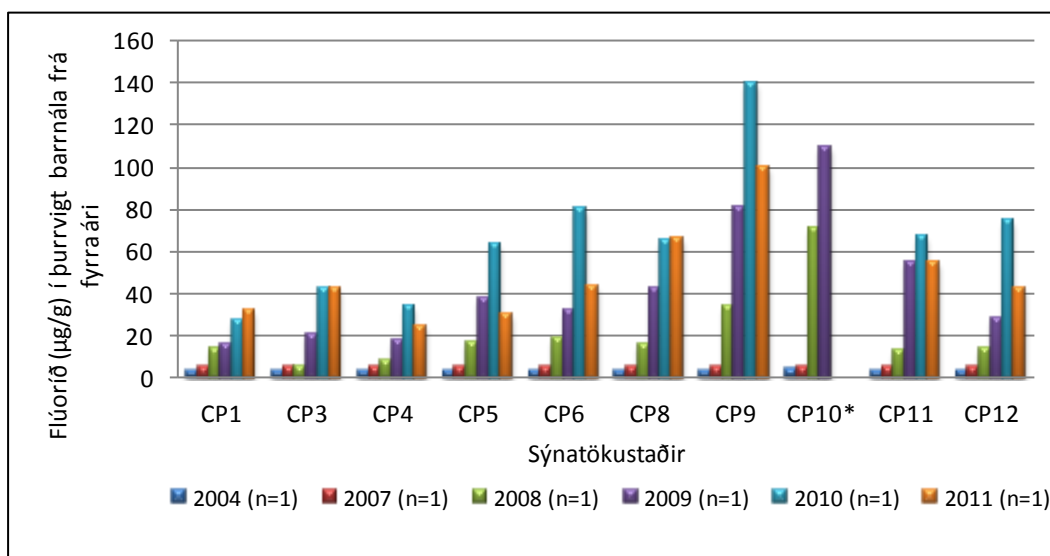




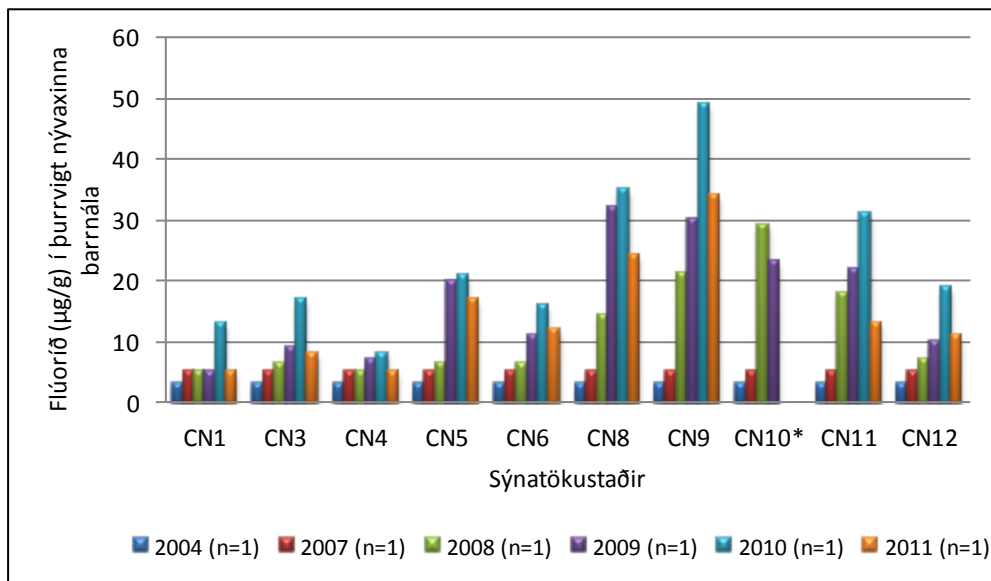
**Mynd 6-24** Meðaltalsgildi flúoríðs í barnálum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árið 2010 og 2011.

Lægsta gildi flúoríðs sem mældist í barnálum frá fyrra ári (2010) var 24 µg/g í sýni CP1, inni í þéttbýlinu. Hæsta gildið, 100 µg/g, mældist í sýni CP9 á sýnatökustaðnum næst álveri líkt og árið 2010 (Mynd 6-23 og Mynd 6-25).

Lægsta gildið sem mældist í nývöxnum barnálum (2011) var undir greiningarmörkum <5 µg/g í sýnum CN1 og CN4 inni í þéttbýlinu. Líkt og í sýnum af barnálum frá fyrra ári mældist hæsta gildi nývaxinna nála í sýni CN9 á sýnatökustað næst álveri 34 µg/g (Mynd 6-23, Mynd 6-26).



**Mynd 6-25** Flúoríð í barnálum fyrra árs á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004 til 2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Engin sýni voru tekin á sýnatökustað CP10 sumarið 2010 og 2011.



**Mynd 6-26** Flúoríð í nývöxnum barnnálum á 9-10 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2004-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1). Engin sýni voru tekin á sýnatökustað CN10 sumarið 2011.

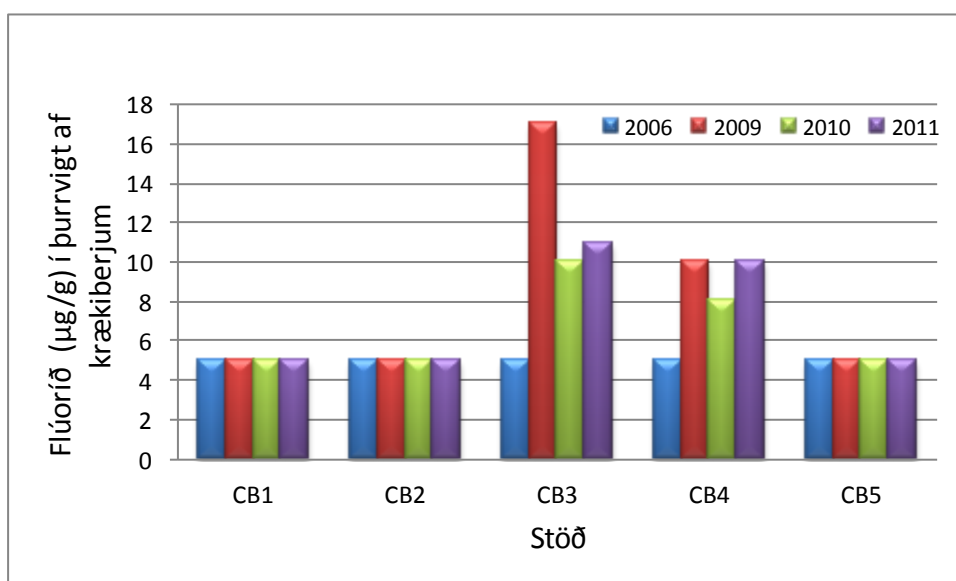
Sígræn tré fella ekki laufin á haustin og taka því upp flúoríð allan ársins hring. Mest er upptakan frá því nýjar nalar fara að myndast að vori og fram á veturinn. Flúoríð safnast fyrir í nálum og styrkurinn eykst milli ára þannig að eldri nalar mælast alltaf með hærri styrk en yngri nalar.

Dreifingarmynstur flúoríðs í barnnálum sumarið 2011 er með svipuðu móti og árið 2010. Hæstu gildin mælast rétt vestan álvers og fara svo lækkandi þegar komið er inn í þéttbýlið en hækka svo aftur í vestasta hluta þéttbýlisins og við Kollaleirur. Ekki eru augljósar skýringar á þessari dreifingu.

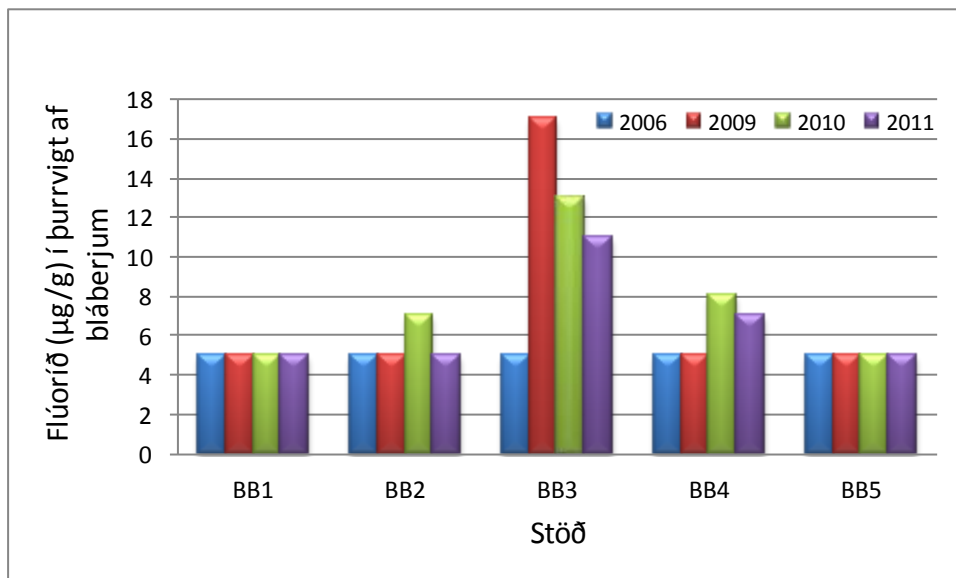
## 6.6 Bláber og krækiber

Bláberjum og krækiberjum var safnað einu sinni á 5 stöðum í næsta nágrenni álversins þann 24. ágúst 2011. Flúoríð var mælt í öllum 10 sýnunum. Niðurstöður efnagreininga á flúoríði í berjum árið 2011 er að finna í Viðauka B, hluta 8.

Styrkur flúoríðs í krækiberjum og bláberjum var svipaður og árið 2010. Hæsta gildi í bláberjum, 11 µg/g mældist á sýnatökustað CB4 sem er rétt ofan álvers og hæsta gildi í krækiberjum, 11 µg/g mældist á sýnatökustað CB3 sem er rétt vestan álversins (Mynd 6-27 og Mynd 6-28).



**Mynd 6-27** Flúoríð í krækiberjum á 5 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2006-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).



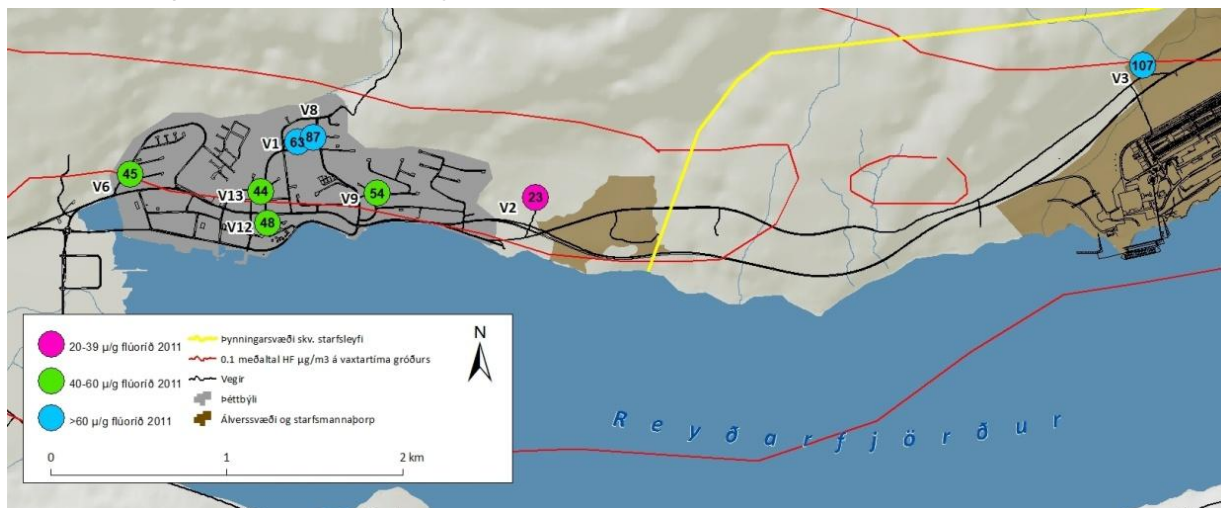
**Mynd 6-28** Flúoríð í bláberjum á 5 sýnatökustöðum í Reyðarfirði sumrin 2006-2011. Eitt sýni var tekið á ári (n=1).

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 BB3 og BB4<sup>3</sup> (Mynd 6-17). Þessar niðurstöður eru í samræmi við erlendar athuganir sem hafa leitt í ljós að þó svo að styrkur flúoríðs í andrúmslofti og blöðum plantna sé hár þá innihalda ávextir, fræ og rætur lág gildi og því óhætt að borða þau (Weinstein og Davison 2004).

## 6.7 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>4</sup>.

Flúoríð var mælt í öllum sýnum. Þungmálmur voru mældir einu sinni. Niðurstöður efnagreininga á rabarbarasýnum árið 2011 má sjá í Viðauka B, hluta 9.



**Mynd 6-29** Sýnatökustaðir rabarbari í Reyðarfirði og meðaltalsgildi flúoríðs í rabarbarablöðum sumarið 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

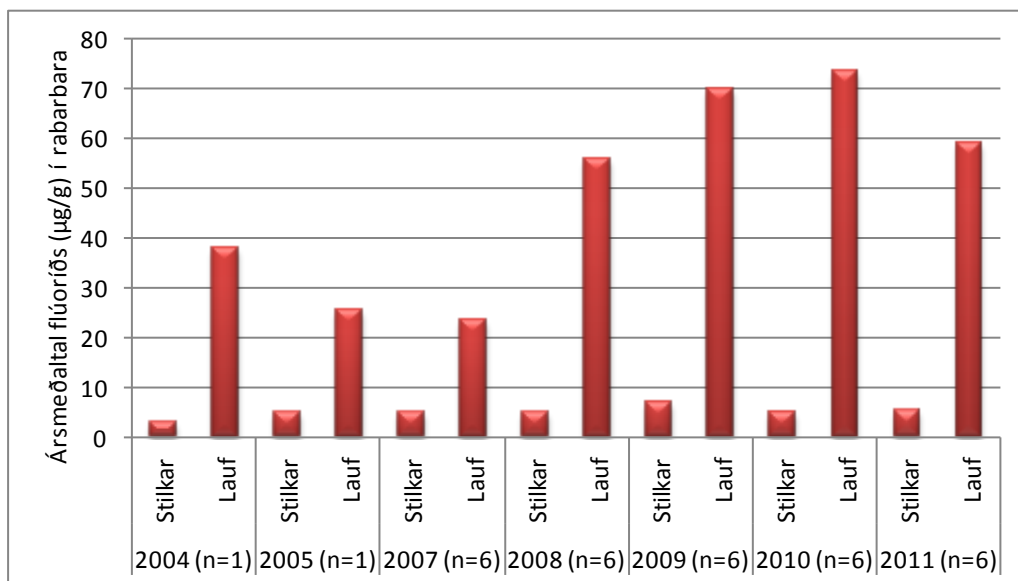
<sup>3</sup> Sömu sýnatökustaðir og BP4 og BP28 fyrir bláberjalýng.

<sup>4</sup> Dagana 6., 7., 21., og 22. júní, 4., 5., 6., 8., 18., 19 og 21. júlí og 2., 3., 15., og 16. ágúst.

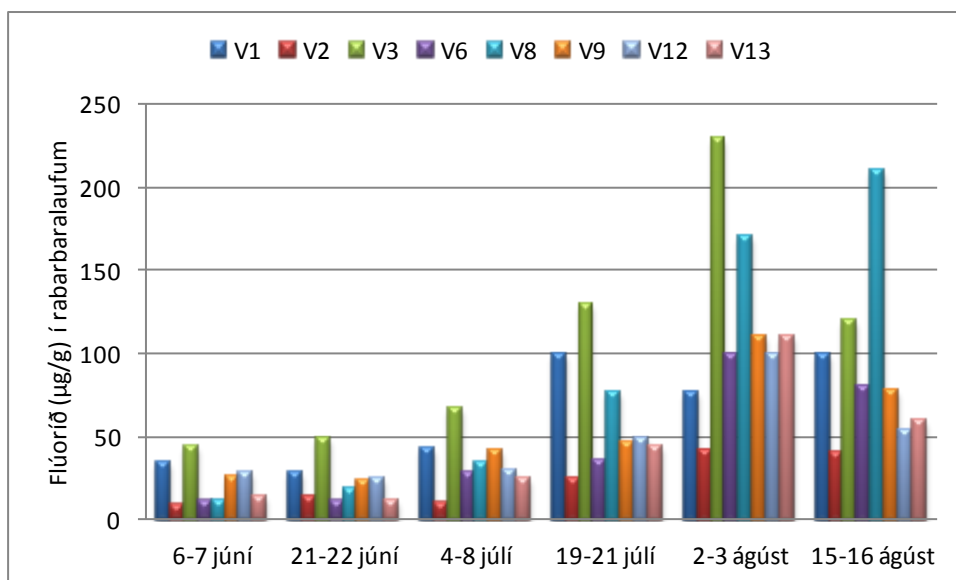
### 6.7.1 Flúoríð

Meðaltalsgildi flúoríðs í blöðum rabarbara lækkaði milli árána 2010 og 2011 en var undir greiningarviðmiðum í stilkum (Mynd 6-30 og Mynd 6-31). Mesti styrkur flúoríðs í rabarbarablöðum mældist 230 µg/g fyrri hluta ágúst á sýnatökustað V3 á Sómastöðum, en minnsti styrkur flúoríðs mældist fyrri hluta júní, 9 µg/g, á sýnatökustað V2 sem er við Teigagerði.

Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara hækkar jafnt og þétt yfir sumarið, en minnkar svo í flestum tilfellum í síðustu sýnatöku þegar gróður er farinn að sölna (Mynd 6-31 og Mynd 6-32). Þessi tilhneiging er í samræmi við niðurstöður athugana á rabarbara sem gerðar voru í Reyðarfirði áður en álveríð var ræst. Þar kom í ljós að blöð rabarbara safna í sig flúoríði yfir vaxtartímann (Davison & Weinstein 2006.).

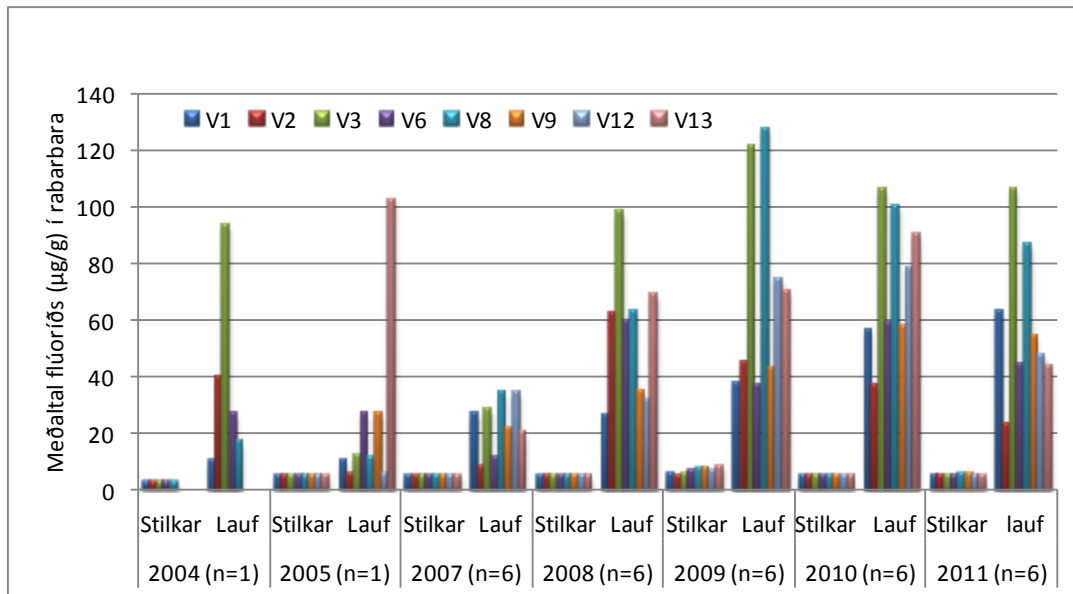


**Mynd 6-30** Meðaltalsgildi flúoríðs í rabarbara árin 2004 til 2011 í Reyðarfirði. Gögn eru byggð á 96 sýnum í sex sýnatökufurðum árin 2007-2011 en 10 sýnum árin 2004 og 2005.



**Mynd 6-31** Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara á 8 sýnatökustöðum í sex sýnatökufurðum sumarið 2011.

Flúoríð í rabarbarastilkum var vart mælanlegt. Í flestum sýnum reyndist styrkur flúoríðs vera undir greiningarviðmiðunum, eða minna en 5 µg/g. Hæstu gildin mældust á sýnatökustað V9, en þar var styrkur flúoríðs í stilkum 9 µg/g í fyrri hluta júlí. Þessi niðurstaða undirstrikar þá staðreynd að þó að það mælist há gildi í blöðum er óhætt að borða stilkana.



**Mynd 6-32** Meðaltalsgildi flúoríðs í stilkum og blöðum rabarbara á átta söfnunarstöðum sumrin 2004-2011.

### 6.7.2 Þungmálmur

Þungmálmarnir kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg) voru mældir í stilkum og laufum rabarbara. Niðurstöður mælinga á þungmálmum í rabarbarastilkum og blöðum má finna í Viðauka B, hluta 9.

Líkt og fyrri ár var króm og kvikasilfur undir greiningarmörkum ( $Cr < 1,0 \mu\text{g/g}$  og  $Hg < 0,010 \mu\text{g/g}$ ) í öllum sýnum af blöðum og stilkum af rabarbara.

**Tafla 6-1** Styrkur þungmálma í rabarbarablöðum árin 2010 og 2011, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árunna 2010 og 2011. 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 ( $\mu\text{g/g}$ )		
	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%
V1-blöð rabarbara	6,3	9,6	-34%	51	78	-35%	0,055	0,070	-21%	0,79	0,60	32%	0,150	0,087	72%	6,6	11	-40%
V2-blöð rabarbara	11,0	9,1	21%	230	170	35%	< 0,03	< 0,03	0%	1,00	0,28	257%	0,180	0,044	309%	5,1	4,4	16%
V3-blöð rabarbara	7,3	8,5	-14%	100	120	-17%	0,083	0,058	43%	0,42	0,42	0%	0,160	0,077	108%	3,9	4,7	-17%
V6-blöð rabarbara	6,8	8,2	-17%	37	48	-23%	0,07	0,044	59%	0,19	0,19	0%	0,110	0,082	34%	3,0	3,8	-21%
V8-blöð rabarbara	5,2	7,2	-28%	30	31	-3%	0,12	0,050	140%	0,41	0,33	24%	0,180	0,062	190%	7,1	9,0	-21%
V9-blöð rabarbara	8,1	7,2	13%	51	39	31%	0,073	0,11	-34%	0,50	0,36	39%	0,08	0,55	-86%	3,3	3,4	-3%
V12-blöð rabarbara	7,7	13	-41%	100	260	-62%	0,068	0,051	33%	0,35	0,66	-47%	0,7	2,0	-63%	2,4	4,6	-48%
V13-blöð rabarbara	5,8	8,5	-32%	150	170	-12%	0,076	0,046	65%	0,62	0,54	15%	0,220	0,072	206%	3,4	3,6	-6%
<b>Ársmeðaltal</b>	<b>7,3</b>	<b>8,9</b>	<b>-18%</b>	<b>93,6</b>	<b>114,5</b>	<b>-18%</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>	<b>27%</b>	<b>0,54</b>	<b>0,42</b>	<b>27%</b>	<b>0,227</b>	<b>0,372</b>	<b>-39%</b>	<b>4,4</b>	<b>5,6</b>	<b>-22%</b>
Parað t-próf	(P = 0,083)			(P = 0,254)			(P = 0,239)			(P = 0,313)			(P = 0,742)			(P = 0,047)		
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

Styrkur nikkels reyndist marktækt lægri árið 2011 en 2010. Ekki var marktæk breyting á styrk annarra þungmálma milli árunna 2010 og 2011 (Tafla 6-1).

Hlutfallslega mesta aukningin í þungmálmum í blöðum rabarbara á milli árunna 2010 og 2011 var á styrk blýs í V2, sem fór úr  $0,044 \mu\text{g/g}$  í  $0,180 \mu\text{g/g}$ . Hlutfallslega mesta lækkunin var einnig á styrk blýs í blöðum rabarbara. Í sýni V9 lækkaði styrkurinn úr  $0,55 \mu\text{g/g}$  í  $0,08 \mu\text{g/g}$ .

**Tafla 6-2** Styrkur þungmálma í rabarbarastilkum árin 2010 og 2011, hlutfallsleg breyting og niðurstöður tölfræðigreininga á breytingum milli árana 2010 og 2011. Ársmeðaltöl byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum.

Rabarbara- stilkur	Cu (µg/g)			Zn (µg/g)			As (µg/g)			Cd (µg/g)			Pb (µg/g)			Ni (µg/g)		
	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%	2011	2010	%
V1-rabarbarastilkur	3,5	4,6	-24%	43	36	19%	<0,03	<0,030	-	0,26	0,22	18%	0,089	<0,030	-	4,3	1,6	169%
V2-rabarbarastilkur	5,4	5,2	4%	87	72	21%	<0,03	0,056	-	0,35	0,27	30%	0,12	0,11	8%	2,8	2,6	8%
V3-rabarbarastilkur	2,7	4,1	-34%	37	47	-21%	<0,03	<0,030	-	0,09	0,14	-36%	0,10	0,10	0%	2,4	<1,0	-
V6-rabarbarastilkur	3,8	2,4	58%	38	20	90%	0,036	<0,030	-	0,110	0,062	77%	0,14	<0,030	-	2,1	2,1	0%
V8-rabarbarastilkur	2,8	3,5	-20%	25	19	32%	<0,03	<0,030	-	0,110	0,091	21%	0,130	0,045	65%	5,3	2,4	121%
V9-rabarbarastilkur	2,8	2,6	8%	24	20	20%	<0,03	<0,030	-	0,14	0,11	27%	0,039	<0,030	-	1,6	1,4	14%
V12-rabarbarastilkur	3,9	5,9	-34%	48	55	-13%	<0,03	<0,030	-	0,13	0,11	18%	0,6	1,0	-79%	1,4	1,7	-18%
V13-rabarbarastilkur	1,8	3,7	-51%	60	59	2%	<0,03	<0,030	-	0,19	0,15	27%	0,099	0,089	10%	1,7	<1,0	-
<b>Ársmeðaltal</b>	<b>3,3</b>	<b>4,0</b>	<b>-17%</b>	<b>45,3</b>	<b>41,0</b>	<b>10%</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>		<b>0,17</b>	<b>0,14</b>	<b>21%</b>	<b>0,16</b>	<b>0,27</b>	<b>-68%</b>	<b>2,7</b>	<b>2,0</b>	<b>35%</b>
Parað t-próf	(P = 0,196)			(P = 0,254)			Ekki gert próf			(P = 0,148)			(P = 0,297)			(P = 0,041)		
Wilcoxon SR-próf*	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

Marktæk hækkun var á styrk nikkels í rabarbarastilkum milli árana 2010 og 2011. Ekki voru aðrar marktækar breytingar í þungmálmum í rabarbarastilkum (Tafla 6-2). Árið 2011 mældist styrkur arsens 0,036 µg/g í sýni V6, en árið 2010 mældist styrkurinn 0,056 µg/g í sýni V2. Hlutfallslega mesta aukningin í þungmálmum á milli árana 2010 og 2011 var á styrk nikkels í sýni V1, sem var 1,6 µg/g árið 2010 en 4,3 µg/g árið 2011. Hlutfallslega mesta lækkunin var á styrk blýs í sýni V12, sem var 1,0 µg/g árið 2010, en mældist 0,6 µg/g árið 2011.

Séu meðaltöl ársins 2011 borin saman við grunngildin frá árinu 2004 sést að styrkur kopars er sá sami í rabarbarablöðum á milli árana en hefur lækkað í rabarbarastilkum. Styrkur nikkels mældist lægri 2011 bæði í rabarbarastilkum og -laufum heldur en í bakgrunnsmeðlingum (Tafla 6-3).

**Tafla 6-3** Ársmeðaltal þungmálma í rabarbarastilkum og blöðum árin 2004, 2008, 2009 2010 og 2011. 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 - rabarbarastilkur	5,0	ekki mælt	ekki mælt	ekki mælt	<16	ekki mælt	<4
2009 - rabarbarastilkur	6,0	43,1	0,70	0,13	0,09	<1,0	2,1
2010 - rabarbarastilkur	4,0	41,0	0,06	0,14	0,27	<1,0	2,7
2011-rabarbarastilkur	3,3	45,3	0,04	0,17	0,16	<1,0	1,7
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
2011-rabarbarablöð	6,0	74,9	0,18	0,27	0,20	<1,0	3,2

Kort sem sýna dreifingu mismunandi þungmálma eftir styrk í rabarbarablöðum og stilkum sem og kartöflugrösum og kartöflum í Reyðarfirði árið 2011 má sjá í Viðauka B, hluta 15.

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 rótargrænmeti er 0,1 mg/kg (µg/g). Líkt og árið 2010 var ársmeðaltalsgildi blýs og kadmíums í rabarbarastilkum yfir þessum viðmiðunarmörkum. Fjögur sýni (V2, V6, V8 og V12) voru með hærri gildi en leyfileg viðmiðunarmörk fyrir blý. Sjö af átta sýnum var með hærri kadmíum gildi en viðmiðunarmörk leyfa og var ársmeðaltal kadmíums í rabarbarastilkum 0,17 µg/g. Því miður eru ekki til bakgrunns gildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði.

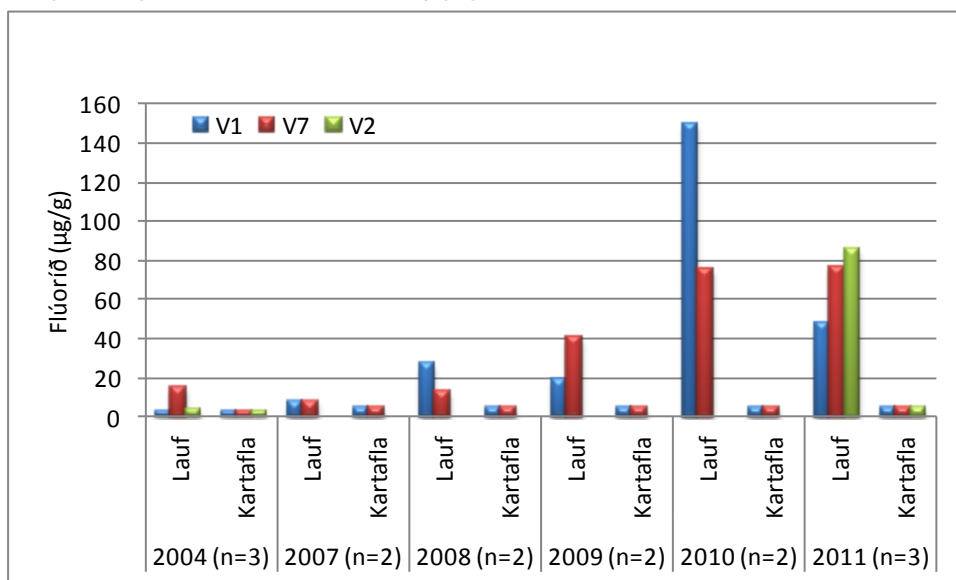
Breyting á styrk þungmálma í rabarbarablöðum og -stilkum sem og uppruni mengunar er óljós því engar vísbendingar eru um að hærri styrkur þungmálma mældist nær álveri. En vert er að fylgjast áfram með breytingum.

## 6.8 Kartöflur og grænkál

### 6.8.1 Flúoríð

Kartöflugrösum og kartöflum var safnað einu sinni á þremur sýnatökustöðum, V1, V2 og V7 þann 31. ágúst 2011. Einnig var eitt sýni af grænkáli tekið á sýnatökustað V7. Undanfarin ár hafa kartöflur einungis verið ræktaðar á tveimur stöðum (V2 og V7) á Reyðarfirði en sýnatökustaður V2 bættist við þetta ár. Til eru bakgrunnsgildi fyrir þann sýnatökustað. Sýni af grænkáli var einnig safnað á sýnatökustað V7. Flúoríð og þungmálmur var mælt í öllum sýnum. Niðurstöður efnagreininga á kartöflusýnum má sjá í Viðauka B, hluta 10.

Minni styrkur flúoríðs mældist í kartöflugrösum á sýnatökustað V1 árið 2011 en 2010, en styrkur flúoríðs í kartöflugrösum var sá sami á sýnatökustað V7 frá fyrra ári (Mynd 6-33). Ekki var ræktað á sýnatökustað V2 árið 2010 og því samanburður ekki mögulegur en bakgrunnsgildi sýna mun lægri styrk  $<5\mu\text{g/g}$  í laufum. Á sýnatökustað V1 var styrkurinn  $48\mu\text{g/g}$ ,  $76\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað V7 og  $85\mu\text{g/g}$  á sýnatökustað V2 (Mynd 6-33). Eins og fyrr var styrkur flúoríðs í kartöflum  $<5\mu\text{g/g}$ . Líkt og með berin og rabarbara má sjá að óhætt er að borða kartöflur þó að há gildi flúoríðs mælist í kartöflugrösum. Gildi flúoríðs í grænkáli mældist  $26\mu\text{g/g}$  en bakgrunnsgildi árið 2004 var  $<3\mu\text{g/g}$ .



**Mynd 6-33** Styrkur flúoríðs í kartöflum og kartöflugrösum á þremur söfnunarstöðum sumrin 2004 og 2011 en tveimur söfnunarstöðum 2007-2010.

### 6.8.2 Þungmálmur

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

Niðurstöður mælinga á þungmálmum í kartöflum og grænkáli má finna í viðauka B, hluta 10.

**Tafla 6-4** Styrkur þungmálma í kartöflum og kartöflugrösum árin 2010 og 2011 og hlutfallsleg breyting milli ára.

		V1-Kartöflugrös	V7-Kartöflugrös	V2-Kartöflugrös	V7-Kartöflur	V1-Kartöflur	V2-Kartöflur
<b>Cu</b> µg/g	2011	7	12	8,4	7,2	6,5	5,6
	2010	18	14		11	21	
	<b>breyting</b>	<b>-61%</b>	<b>-14%</b>	-	<b>-35%</b>	<b>-69%</b>	-
<b>Zn</b> µg/g	2011	9,3	26	13	14	12	13
	2010	91	26		28	57	
	<b>breyting</b>	<b>-90%</b>	<b>0%</b>	-	<b>-50%</b>	<b>-79%</b>	-
<b>As</b> µg/g	2011	0,061	0,064	0,058	<0,030	<0,030	<0,030
	2010	0,67	0,064		0,041	<0,030	
	<b>breyting</b>	<b>-91%</b>	<b>0%</b>	-	-	<b>0%</b>	-
<b>Cd</b> µg/g	2011	1,20	0,42	0,23	0,02	0,06	0,02
	2010	0,44	0,47		0,058	0,25	
	<b>breyting</b>	<b>173%</b>	<b>-11%</b>	-	<b>-66%</b>	<b>-76%</b>	-
<b>Pb</b> µg/g	2011	0,078	0,190	0,290	<0,030	<0,030	<0,030
	2010	0,22	0,079		<0,030	<0,030	
	<b>breyting</b>	<b>-65%</b>	<b>141%</b>	-	<b>0%</b>	<b>0%</b>	-
<b>Cr</b> µg/g	2011	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	2010	2,5	<1,0		2,9	<1,0	
	<b>breyting</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Ni</b> µg/g	2011	4,8	5,9	4,4	1,1	<1,0	<1,0
	2010	3,1	5,6		5,3	8,2	
	<b>breyting</b>	<b>55%</b>	<b>5%</b>		<b>-79%</b>	-	
<b>Hg</b> µg/g	2011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
	2010	0,024	<0,010		<0,010	<0,010	
	<b>breyting</b>	-	-	-	-	-	-

Styrkur flestra þungmálma í kartöflugrösum lækkaði eða var sá sami milli ára 2010 og 2011. Mesta hlutfallslega hækkun þungmálma í kartöflugrösum var á styrk kadmíums í sýni V1, úr 0,044 µg/g árið 2010 í 1,20 µg/g árið 2011. Mesta hlutfallslega lækkunin var í styrk arsens í sýni V1, úr 0,67 µg/g árið 2010 í 0,061 µg/g árið 2011.

Í kartöflum var arsen, blý, króm og kvikasilfur undir greiningamörkum árið 2011. Einnig var nikkell undir greiningamörkum í sýni V1. Öll gildi þungmálma í kartöflusýnum lækkuðu á milli ára 2010 og 2011.

Samkvæmt reglugerð nr. 265/2010 er hámarksgildi blýs og kadmíums í afhýddum kartöflum 0,1 mg/kg (µg/g). Miðað við þá reglugerð er ekkert sýni af kartöflum yfir þeim mörkum árið 2011.

Séu meðaltöl ára 2010 og 2011 borin saman við grunnildin frá árinu 2004 sést að styrkur kopars er mun hærri í kartöflum en önnur gildi eru svipuð bakgrunnsgildum, fyrir utan blý þar sem greiningarmörk eru mun lægri nú en 2004 (Tafla 6-5).



**Tafla 6-5** Ársmeðaltal þungmálma í kartöflum og kartöflugrösum árin 2004, 2009, 2010 og 2011. Meðaltalsgildi byggja á þeim fjölda sýna sem eru yfir greiningarviðmiðum. Árin 2009 og 2010 eru sýnin tvö en árið 2011 eru þau þrjú.

	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)
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
2011 - kartöflur	11,4	27,0	<0,030	0,10	<0,030	<1,0	4,1
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
2011 - kartöflugrös	12,9	37,8	0,21	0,47	0,14	<1,0	3,7

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

Nokkuð hátt gildi mældist af sinki í grænkáli eða 71 mg/kg og blý mældist 0,1 sem er hámarksgildi samkvæmt reglugerð nr. 265/2010. Ekki er hægt að álykta neitt út frá einu sýni en vert er að fylgjast með því hvort áfram verði ræktað kál á þessum sýnatökustað (sem og öðrum) og taka sýni til greiningar á þungmálmum.

## 7 Vetrarhey

Vetrarhey<sup>5</sup> hefur verið safnað á 2-4 sýnatökustöðum einu sinni að vetri frá árinu 2006. Vegna hárra gilda sem mældust í vetrarhevi árið 2009 var ákveðið að sýnatökur yrðu þéttari veturinn 2010-2011 og voru sýni tekin átta sinnum frá janúar fram í maí. Niðurstöður þeirrar vöktunar má sjá í skýrslu sem Náttúrustofa Austurlands gaf út (Kristín Ágústsdóttir, 2011).

<sup>5</sup> Hey sem sett er út fyrir hesta yfir vetrarmánuðina.

## 8 Vatn<sup>6</sup>

### 8.1 Efnamælingar á vatni

Vatnssýnum var safnað fjórum sinnum árið 2011 á 10 stöðvum (Mynd 5-1). Sýni voru tekin á stöðvum W1-W9 þann 21. janúar og 19. apríl en 5. júlí og 28. október var einnig tekið sýni á stöð W10 (Grænavatn). Ekki var hægt að komast í sýnatöku á W5 28. október og var það sýni tekið 24. nóvember. Eins og takið var fram í inngangi, voru ekki tekin snjósýni á árinu 2011 í samræmi við uppfærða vöktunaráætlun Alcoa Fjarðaál (Fjarðaál, 2011).

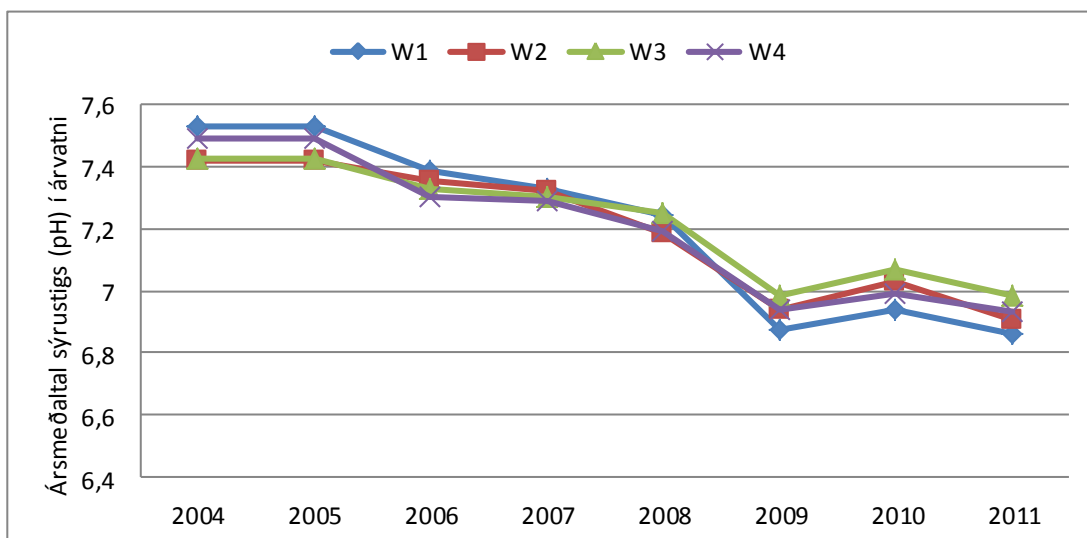
Í öllum fjórum sýnafylkjum vatns var mældur styrkur flúoríðs, súlfats og alkalíða hjá Eurofins-AUA GmbH og sýrustig (pH) hjá Rannsóknarþjónustunni Sýni. Í einu sýnafylki, sem safnað var í janúar 2011, var einnig mældur styrkur þungmálma hjá Eurofins-AUA GmbH. Eitt sýnafylki vatns, sem safnað var í október 2011, var sent til TestAmerica í Pittsburgh, Bandaríkjunum, þar sem mældur var styrkur 16 vokvetniskolefna (PAH-16). Niðurstöður mælinga má sjá í Viðauka B, hlutum 11 og 12.

#### 8.1.1 Sýrustig (pH) í vatni

Meðalgildi sýrustigs (pH) í vatnssýnum úr ám (W1-W4) árið 2011 var 6,92 miðað við 7,01 árið 2010 (Mynd 8-1) sem er ekki marktæk breyting (95%). Meðalgildi sýrustigs (pH) í drykkjarvatni (W5-W8) mælist 7,07 og er óbreytt milli ára (Mynd 8-2).

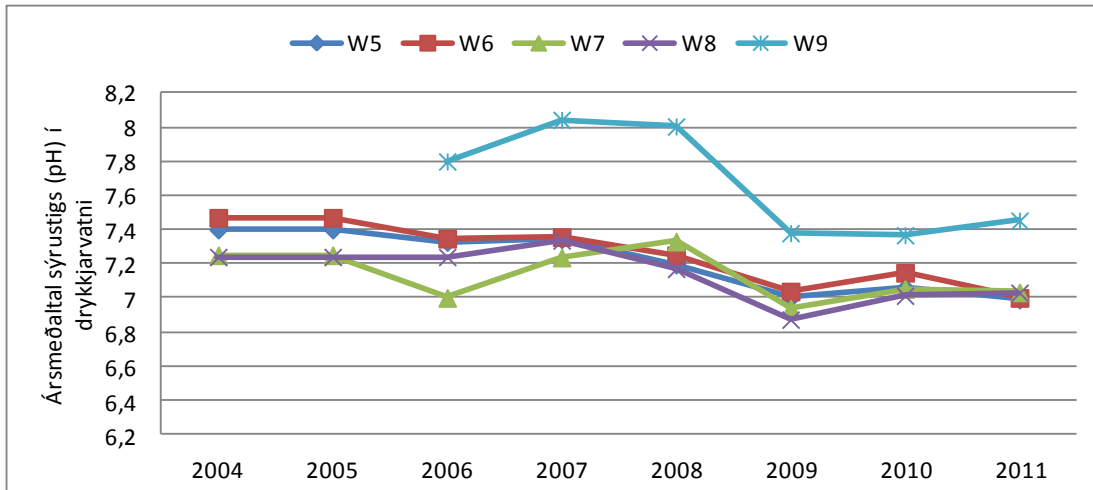
Neysluvatnsreglugerð 536/2001 gerir ráð fyrir að sýrustig (pH) neysluvatns sé á bilinu 6,5 til 9,5.

Meðalgildi sýrustigs (pH) úr vatnssýni frá nýja dæluhúsinu á Reyðarfirði (W9) er 7,45 árið 2011 miðað við 7,37 árið 2010 sem er ekki marktækur munur. Meðalgildi tveggja sýna úr Grænavatni (W10) var 6,78 samanborið við 7,08 árið áður.



**Mynd 8-1** Ársmeðaltal sýrustigs (pH) úr fjórum ám í Reyðarfirði frá árunum 2004 (bakgrunnsgild) til ársins 2011.

<sup>6</sup> Rannsóknarþjónustan Sýni ehf. vann kaflann um vatnssýni.

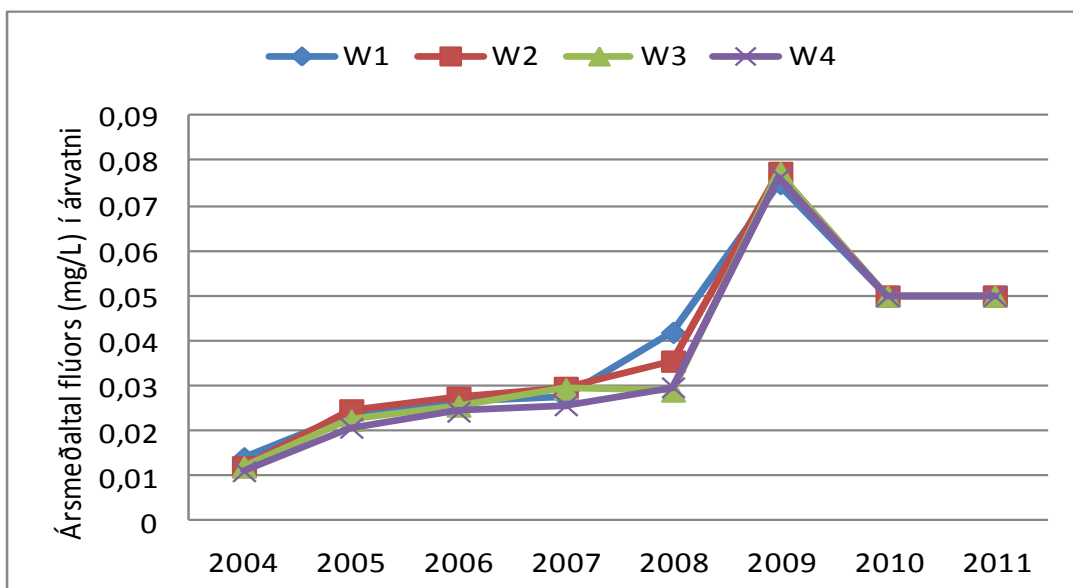


**Mynd 8-2** Ársmæðaltal sýrustígs (pH) í drykkjarvatni í Reyðarfirði og Eskifirði frá árunum 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011.

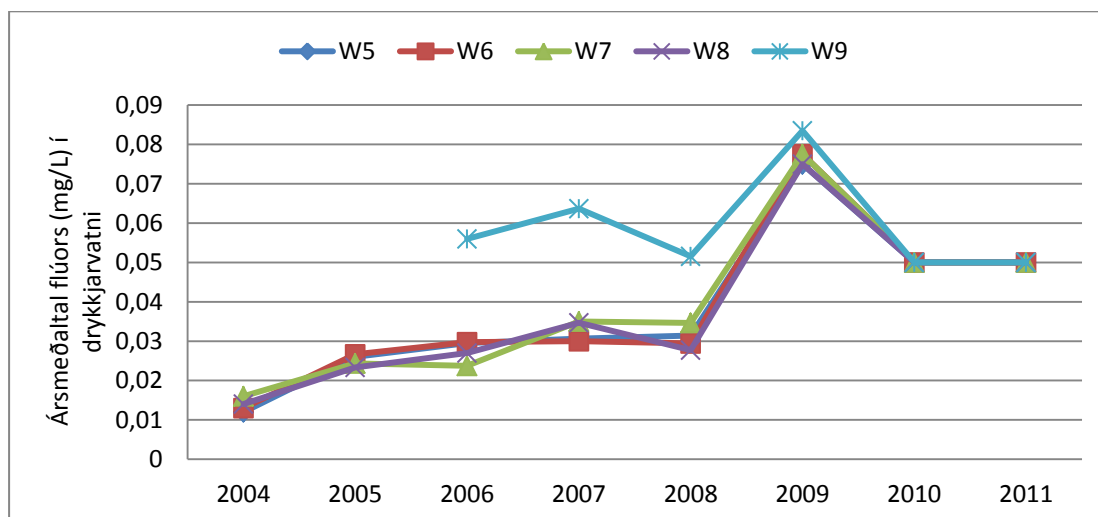
### 8.1.2 Flúoríð í vatnssýnum

Ársmæðaltal í öllum fylkjum af vatnssýnum úr ám (W1-W4) frá árinu 2011 var  $<0,05$  mg F/l (greiningarmörk) sem er óbreytt frá fyrra ári. Á Mynd 8-3 er gildið  $0,05$  mg F/l notað fyrir árið 2011 eins og gert var fyrir árið 2010.

Sambærilegar niðurstöður fengust úr sýnum af drykkjarvatni (W5-W8) þar sem meðalstyrkur var  $< 0,05$  mg F/l. Á Mynd 8-4 er gildið  $0,05$  mg F/l notað fyrir árið 2011. Meðalgildi fyrir tvær mælingar í Grænavatni (W10) var  $0,06$  mg F/l samanborið við  $0,05$  mg F/l árið 2010.



**Mynd 8-3** Ársmæðaltal flúoríðs (mg/l) í árvatni í Reyðarfirði frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011.



**Mynd 8-4** Ársmeðaltal flúoríðs (mg/l) í drykkjarvatni á Eskifirði og Reyðarfirði frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2011.

### 8.1.3 PAH í vatnssýnum

Vokvetniskolefni eða PAH-efni greindust ekki í neinu sýni árið 2011 (Tafla 8-1).

**Tafla 8-1** PAH-16 (µg/l) í vatnssýnum frá árunum 2006 til 2011.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
<b>PAH 2006</b>	0,1	0,26	0,25	0,53	0,09	0,13	0,11	0,24	0,69	
<b>PAH 2007</b>	1,19	0	0,14	0	0,11	0,12	0,11	0,17	0,15	0,63
<b>PAH 2008</b>	0,46	0,08	7,88	0,09	0,08	0,08	0,14	0,09	0,07	8,83
<b>PAH 2009</b>	0	2,37	0,05	0	0	0	0	0	0	0
<b>PAH 2010</b>	0,16	4,61	0,07	1,53	0,13	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12
<b>PAH 2011</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Niðurstöður greininga á PAH efnum og túlkun þeirra má sjá í viðauka B, hluta 11.

### 8.1.4 Aðrar greiningar á vatnssýnum

Styrkur súlfats ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) breyttist ekki marktækt milli árana 2010 og 2011, hvorki í árvatni þar sem það mælist nú 0,36 mg/l (0,35 mg/l, 2010) né í drykkjarvatni þar sem það mælist nú 0,47 mg/l (0,43 mg/l, 2010). Styrkur súlfats ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) mælist nú 0,33 mg/l í sýni W10 en 0,6 mg/l árið 2010. Engar marktækar breytingar mældust á styrk alkalíða í árvatni þar sem styrkur mældist er 16,3 mg  $\text{CaCO}_3\text{/l}$  í stað 15,3 mg  $\text{CaCO}_3\text{/l}$  árið áður. Mæling alkalíða í neysluvatni er nú 22,3 mg  $\text{CaCO}_3\text{/l}$  sem er marktæk aukning frá því árið áður þegar styrkur alkalíða mældist 20,9 mg  $\text{CaCO}_3\text{/l}$ .

## 9 Sjónrænt mat á heilbrigði gróðurs

### 9.1 Inngangur

Eins og kom fram í kafla 4.1 berst flúoríð 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.

Ef styrkur flúoríðs verður nægjanlega mikill veldur það skemmdum á frumhimnu plöntunnar og 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. Almennt 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 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 jární eða magnesíum í jarðvegi. Ástæður þess að flúoríð veldur gulnun er binding þess við magnesíum í plöntunni og verður plantan þá fyrir magnesíumskorti (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 ber 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 2011.

### 9.2 Sjaldgæfar tegundir

Sjónrænt mat á heilbrigði fimm sjaldgæfra plöntutegunda sem vaxa í Reyðarfirði var gert 8. júlí 2011. 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 ljósmynndaðar og kannað hvort þær sýndu möguleg einkenni flúorskemmda eða hvort vaxtarstöðum þeirra væri á einhvern hátt ógnað.

Allar fimm tegundirnar voru heilbrigðar og ekki hægt að sjá að þeim stafi sérstök hætta af starfsemi álvers eða framkvæmdum því tengdu, né heldur sýndu þær einkenni flúorskemmda (Mynd 9-1). Líkt og fyrri ár er vaxtarstað giljaflækju ógnað af ágengum tegundum, kerfli (*Myrrhis odorata*) og njóla (*Rumex longifolius*). Einnig er mikið um túnfífil (*Taraxacum spp*) í gili þar sem giljaflækja vex.



**Mynd 9-1** Samsett mynd. Giljaflækja (efst til vinstri), stóriburkni (neðst til vinstri), aronsvöndur (fyrir miðju) og þyrnirós (hægra megin) sumarið 2011.

### 9.3 Garðaplöntur og tré

Undanfarin ár hefur helst mátt greina skemmdir á garðagróðri sem eru líklegar til að vera af völdum flúoríðs í næsta nágrenni við álverið, einkum í trjám við Teigagerði og Framnes (Náttúrustofa Austurlands, 2011 og 2010).

Garðagróður í þéttbýlinu á Reyðarfirði og á trjáræktarsvæðum milli álversins og bæjarins var skoðaður þann 12. ágúst 2011. 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. Einkenni flúorskemmda sáust helst í nágrenni álversins, þ.e. rétt fyrir ofan álverið, á Framnesi og Teigagerði.

Fyrir ofan álverið sáust möguleg einkenni flúorskemmda á birki (*Betula nana*). Um 5-10% blaða á öllum birkiplöntum sýndu einhver merki flúorskemmda. Blöðin voru kúpt og dauður vefur (e. necrosis) var á enda blaðanna. Einnig voru jaðrar blaða gulir (e. chlorosis). Helst sást þetta einkenni á nýjum blöðum en þau eru viðkvæmst fyrir flúori. Við Framnes, rétt vestan álversins sáust möguleg einkenni flúorskemmda á sigurskúfi (*Chamaenerion angustifolium*), elri (*Alnus sp.*), ösp (*Populus sp.*), furu (*Pinus sp.*) og víði (*Salix sp.*). Sigurskúfur hefur aukið útbreiðslu sína á undanförunum árum á þessu svæði og virðist sem skemmdir af völdum flúors hafi engin áhrif á hann. Einkenni flúorskemmda á plöntunum er dauður vefur á blaðendum sem er afmarkaður með dökku bandi frá heilbrigða vefnum. Furur á þessu svæði sýndu sömu einkenni. Elrið var gulleitt og blöðin örlítið kúpt. Við Teigagerði voru aspir með kúpt blöð og dauðan vef á framoddum, nokkuð dæmigerð einkenni flúorskemmda (Mynd 9-2). Mariustakkur (*Alchemilla sp.*) við Framnes sýndi merki um flúorskemmdir, gul blöð og krumpuð auk dauðra blaðenda.





**Mynd 9-2** Mögulegar flúorskemmdir í gróðri fyrir ofan álver og á Framnesi í Reyðarfirði sumarið 2011. Birkí (uppi til vinstri), ösp (uppi til hægri), víðir (niðri t.v.) og sigurskúfur (niðri t.h.).

Blágreni við Teigagerði sem var mjög ljótt árið 2010 var nú heilbrigt að sjá. Merki um flúorskemmdir á smáblöðum reynitryjáa sást við Teigagerði (Mynd 9-3).



**Mynd 9-3** Skemmdir á smáblöðum reynitryjáa sást við Teigagerði.

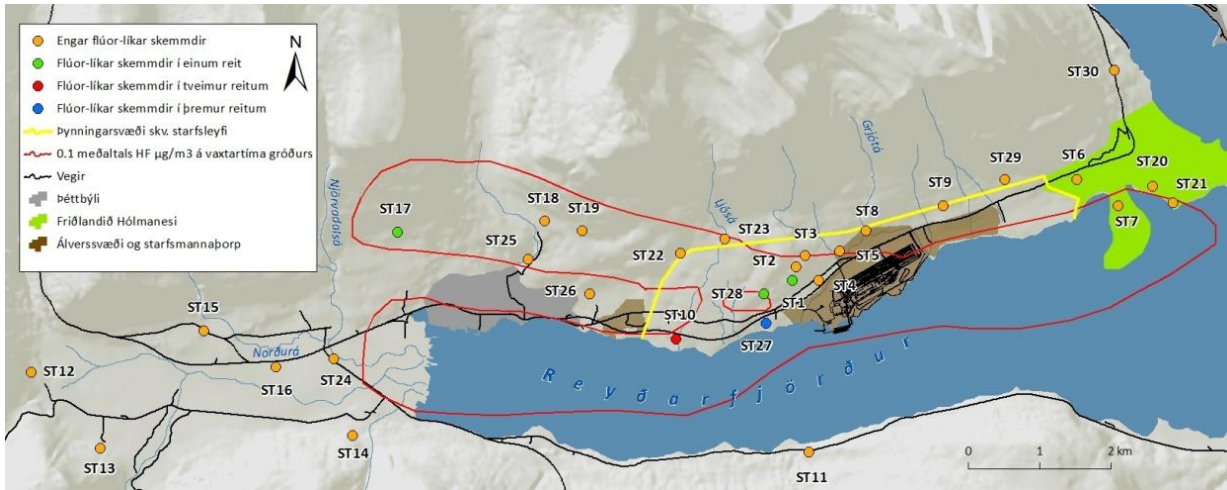
#### 9.4 Villtur gróður á 30 rannsóknarstöðvum

Villtur gróður í 150 rannsóknarreitum á 30 stöðvum í Reyðarfirði var skoðaður dagana 30. júní og 6. og 8. júlí 2011 (Mynd 9-4). Gróður var ljósmyndaður 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 9 stöðvum (Mynd 9-4).

Einkenni sáust aðallega á bláberjalyngi (*Vaccinium uliginosum*) og fjalldrapa (*Betula nana*). Blaðendar voru dauðir og dökkar rendur aðskildu heilbrigða plöntuvefinn og þann dauða (Mynd 9-5).

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 upptökum mengunar (Vike 1999). Því má ætla að skemmdir skráðar lengra frá álverinu séu af öðrum orsökum.



**Mynd 9-4** Rannsóknastöðvar í Reyðarfirði. Sýnilegar skemmdir á gróðri sem líktust flúorskemmdum sáust á 5 stöðvum sumarið 2011 (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).



**Mynd 9-5** Flúor-líkar skemmdir á bláberjalyngi í rannsóknarreit í Reyðarfirði.

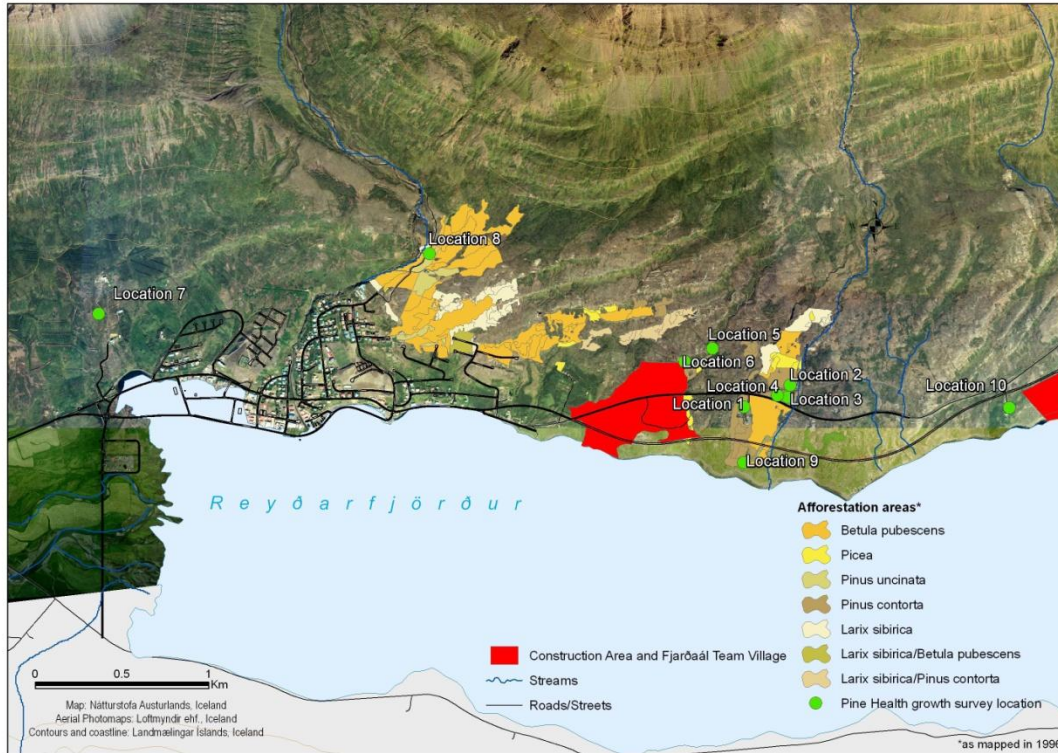
Líkt og fyrri ár sáust ýmiss konar skemmdir á gróðri af völdum annarra þátta s.s vegna skordýra og sveppasýkinga.



## 10 Trjámælingar

Árið 2005 voru gerðar frumathuganir á vexti furu (*Pinus sp*) í 10 trjáræktarreitum á Reyðarfirði. Mælingar voru síðan endurteknaðar 2009 og árið 2011.

Mest er af stafafuru (*Pinus contorta*) í trjáræktarreitunum en einnig er bergfura (*P. uncinata*) á Framnesi (staðsetning 10). Staðsetningu trjámæliareita má sjá á Mynd 10-1 ásamt yfirliti yfir þekju og tegundasamsetningu skógræktarreita á Reyðarfirði.



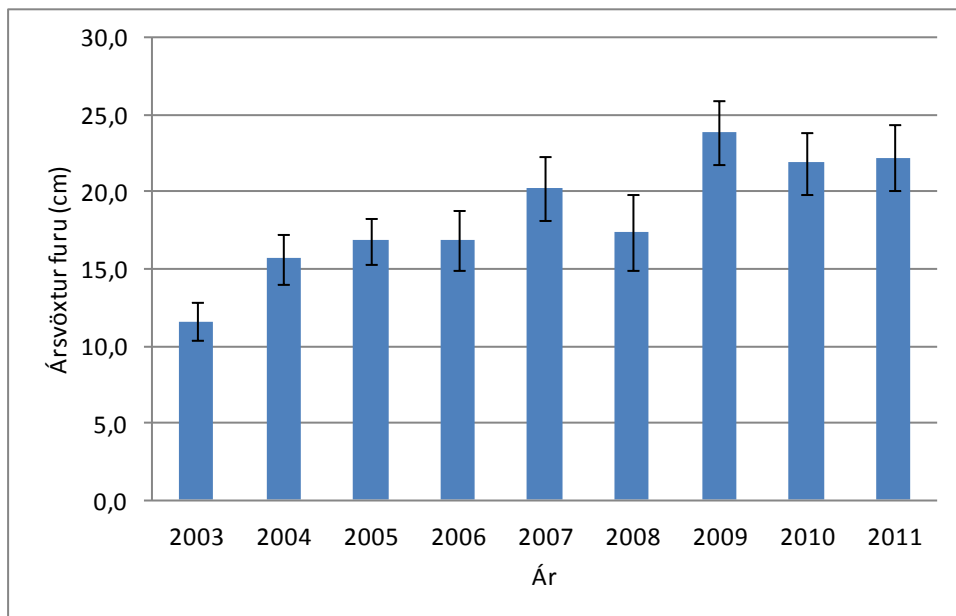
Mynd 10-1 Staðsetning 10 trjámæliareita í Reyðarfirði og tegundir trjáa sem finnast í þeim. Kortlagning trjáræktarreita var gerð af Skógræktarfélagi Íslands (©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009).

Hægt er að bera saman vöxt furu fyrir og eftir að álver hóf rekstur því fyrstu mælingar voru gerðar árið 2005 og þá var mældur vöxtur aftur til ársins 2003 og árið 2009 var vöxtur árána 2006, 2007, 2008 og 2009 mældur. Árið 2011 var síðan vöxtur 2009, 2010 og 2011 mældur.

Vaxtarmælingar á furu voru gerðar í 10 trjáræktarreitum og mátti sjá að meðalársvöxtur jókst frá árinu 2003-2007. Árið 2008 voru mörg tré sem kólu og virtist það hafa áhrif á ársvöxtinn. Árið 2009 tóku trén við sér aftur og var ársvöxtur ársins 2009 mikill og hefur verið svipaður síðustu 3 ár eða í kringum 22-24 cm á ári. Niðurstöður allra mælinga fyrir hvert tré má finna í viðauka B, hluta 14.

**Tafla 10-1** Meðalvöxtur vaxtarsprotu (cm) á stafafuru frá árinu 2003-2011 í tíu trjáræktarreitum í Reyðarfirði. Staðalskekkja meðaltalanna (SE) segir til um breytileika í vexti fyrir hverja staðsetningu.

Staðsetning		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	MEAN	9,4	14,0	12,8	15,2	18,3	12,5	18,6	20,8	18,9
	SE	1,1	1,5	1,1	2,2	2,2	2,3	3,1	2,4	2,3
2	MEAN	18,0	17,3	16,7	16,67	24,10	17,4	18,8	15,35	13,75
	SE	1,8	2,1	1,7	1,70	1,63	1,9	1,72	2,17	2,53
3	MEAN	12,1	14,6	15,5	15,9	21,0	14,7	16	17,9	16,0
	SE	1,1	1,8	1,2	2,3	1,4	1,8	2,13	1,7	2,1
4	MEAN	10,8	11,5	15,9	17,06	21,57	15,12	28,8	24,9	23,5
	SE	1,4	1,2	1,3	1,99	1,13	1,64	1,4	0,8	1,5
5	MEAN	13,3	12,5	17,7	18,3	18,8	20,6	26,5	25,7	28,4
	SE	1,3	1,1	2,2	1,7	2,6	2,3	1,7	2,0	1,5
6	MEAN	9,1	14,0	14,6	15,1	16,4	15,5	26,7	22,2	23,7
	SE	1,1	2,0	1,5	2,6	2,4	2,4	2,2	1,7	2,0
7	MEAN	11,5	14,8	21,4	19,3	15,7	20,1	28,2	27,0	29,5
	SE	1,3	1,3	1,5	1,9	2,8	3,5	2,3	2,5	1,9
8	MEAN	14,8	21,4	20,2	18,2	24,2	21,2	19,6	14,1	15,1
	SE	0,9	1,4	1,3	1,2	2,7	3,8	1,5	1,1	1,4
9	MEAN	14,9	21,1	17,0	16,5	22,3	19,5	31,9	29,1	31,4
	SE	1,3	2,0	1,3	1,7	1,5	2,9	2,8	3,8	3,9
10	MEAN	7,3	9,4	10,9	6,8	9,0	5,9	13,1	12,1	9,2
	SE	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,6	0,8	0,6	0,5
<b>Meðaltal staðsetninga 1-9</b>		<b>11,6</b>	<b>15,7</b>	<b>16,8</b>	<b>16,9</b>	<b>20,2</b>	<b>17,4</b>	<b>23,9</b>	<b>21,9</b>	<b>22,2</b>



**Mynd 10-2** Meðal ársvöxtur furu (*P. contorta*) í 9 trjásmælingarreitum í Reyðarfirði frá árinu 2003-2011. Trjásmælingarreitur nr. 10 er ekki með.

Engar vísbendingar eru um að álverið hafi neikvæð áhrif á vöxt furu í Reyðarfirði. Ef lítið er á ársmeðaltal flúoríðs í nýsprottnum nálum af furum í Reyðarfirði frá árinu 2008 má sjá að það er frá 12-23 µg/g, sem er fremur lágt. Lægst var það árið 2008 en hæst 2010 (Mynd 6-24).

**Tafla 10-2** Ársvöxtur furu (cm) í 10 mælireitum í Reyðarfirði tímabilin 2003-2011, 2003-2007 (5 ár fyrir gangsetningu) og 2008-2011 (4 ár eftir gangsetningu) ásamt hlutfallslegri (%) breytingu á vexti fyrir og eftir gangsetningu álvers.

Mælistaður	2003-2011	Fyrir (2003-2007)	Eftir (2008-2011)	%
1	15,6	13,9	17,7	21,3
2	17,6	18,6	16,3	-13,7
3	16,0	15,8	16,1	2,0
4	18,8	15,4	23,1	33,4
5	20,2	16,1	25,3	36,4
6	17,5	13,8	22,0	37,3
7	20,8	16,5	26,2	36,8
8	18,7	19,8	17,5	-13,0
9	22,6	18,4	28,0	34,3
10	9,5	8,7	10,1	13,7

Ef skoðuð er hlutfallsleg breyting á vexti fyrir og eftir gangsetningu álvers má sjá að vöxtur hefur aukist eftir að álver hóf starfsemi á 8 mælistöðum en en minnkað á tveimur þeirra (Tafla 10-2). Fervikagreining leiddi í ljós að vöxtur var marktækt meiri ( $P=0,017$ ) á þeim árum sem álver hefur verið starfrækt (2008-2011) heldur en fyrir (2003-2007). Engar vísbendingar eru um að tré sem eru staðsett nær álveri vaxi minna á ári heldur en tré sem eru fjær og því breytileiki í ársvexti einstakra trjáa háður öðrum þáttum.

## 11 Fléttureitir á steinum og klöppum

Frá árinu 2005 hafa fléttureitir á steinum og klettum verið ljósmyndaðir árlega í Reyðarfirði. Dagana 15. og 18. ágúst 2011 voru 47 fléttureitir ljósmyndaðir (sjá Viðauka B, hluta 13). Engar greinanlegar breytingar voru á milli árána 2010 og 2011 á þekju fléttna á steinum og klettum.



**Mynd 11-1** Fléttureitur í Reyðarfirði 2011.

Ljósmyndir af öllum fléttureitum árið 2011 er að finna á geisladiski sem fylgir þessari skýrslu.



## 12 Helstu niðurstöður

### 12.1 Loftgæði

Meðalhiti á öllum mælistöðvum var 4,5°C og meðalvindhraði 3,3 m/s en var 4,1°C og 4,0 m/s árið 2010. Sem fyrr eru austan- og vestanáttir ríkjandi á svæðinu.

Svifryk mælist lítið eitt lægra á öllum vöktunarstöðvum miðað við árið 2010. Meðaltal ársins var 6,6 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 7,3 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Engin sólarhringsgildi hafa mælst nálægt heilsuverndarmörkum (50 µg/m<sup>3</sup>).

Ársmeðaltöl brennisteinstvíoxíðs hafa lækkað á öllum vöktunarstöðvum, ársmeðaltal var 2,6 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 3,6 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Styrkur brennisteinstvíoxíðs fór hvorki yfir heilsuverndarmörk né gróðurverndarmörk. Hæsta einstaka mæling var 173 µg/m<sup>3</sup> á stöð 2 í júlí. Hæsta klukkustundarmeðaltal var 125,4 µg/m<sup>3</sup> á stöð 3 í janúar (heilsuverndarmörk eru 350 µg/m<sup>3</sup>) og hæsta dagsmeðaltal var á stöð 2 í nóvember, 29,0 µg/m<sup>3</sup> (gróðurverndarmörk eru 50 µg/m<sup>3</sup>).

Ársmeðaltöl fyrir flúoríð í lofti hafa, miðað við árið 2010, lækkað á stöð 2 en voru svipuð á stöð 1, 3 og 4. Heildarmeðaltal ársins var 0,21 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,23 µg/m<sup>3</sup> árið áður. Hafa þarf í huga að bilanir í stöðvunum voru talsvert tíðar á tímabilinu.

Flúor í ryki í lofti var mældur í svifrykssíum og voru litlar sem engar breytingar á milli árána 2010 og 2011. Heildarmeðaltal var 0,05 µg/m<sup>3</sup> samanborið við 0,07 µg/m<sup>3</sup> árið áður.

PAH-16 mældist nokkuð lægra á síðasta ári, ef horft er til heildarmeðaltals ársins, sem er 0,11 ng/m<sup>3</sup> í stað 0,17 ng/m<sup>3</sup> árið 2010.

Sýrustig (pH) í úrkomu lækkar á öllum stöðvum og ársmeðaltöl mælast á bilinu 3,97 til 4,72. Brennisteinn í úrkomu lækkar á stöðvum 1 og 3, hækkar lítillega á stöð 2 og var óbreyttur á stöð 4. Heildarmeðaltal allra stöðva var óbreytt frá fyrra ári.

Flúor í úrkomu hækkar í öllum stöðvum nema stöð 2 og var heildarmeðaltal lítið eitt hærra en á fyrra ári.

### 12.2 Flúoríð

Styrkur flúoríðs í rabarbarastilkum og kartöflum var í öllum tilfellum undir greiningarviðmiðum, eða <5 µg/g. Styrkurinn í berjum var hæstur 11 µg/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 viðmiðunarmarkna.

Styrkur flúoríðs í blöðum rabarbara, bláberjalyngi og í kartöflugrösum á sömu stöðum og af sömu plöntum reyndist í öllum tilfellum hærri og mældist hæsta gildið 107 µg/g í rabarbarablöðum. Þetta sýnir að þó styrkur flúoríðs í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hár, þá innihalda ávextir, fræ og rætur mjög lágan styrk flúoríðs. Þau eru örugg til átu. Þessar niðurstöður eru í samræmi við eldri rannsóknir (Weinstein og Davison, 2004 og Náttúrustofa Austurlands, 2011, 2010, 2009, 2008). Skynsamlegt er þó að skola ber sem týnd eru innan þynningarsvæðis álversins.

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 álver og landslagi. Vestlægar og norðvestlægar áttir voru ríkjandi í júní en austanáttir í júlí og ágúst árið 2011. Styrkur flúoríðs í grassýnum var mjög lágur í júní og voru hæstu gildin að mælast vestan við álverið innan þynningarsvæðis samkvæmt starfsleyfi. 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 og Náttúrustofa Austurlands, 2011, 2010, 2009).

Dreifing flúoríðs í gróðri er í þokkalegu samræmi við loftdreifingarspá sem unnin var fyrir álver í Reyðarfirði (EarthTech, 2006). Dreifingarspáin fyrir 0,1 µg F/m<sup>3</sup> á vaxtartíma gróðurs gerði ráð fyrir að mörk þessa styrks næðu vestur fyrir þéttbýlið og að fjarðarbotni, en væru aðallega yfir sjávarfletinum.

### 12.3 Áhrif styrks flúoríðs á 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 µg/g fyrir hvert tólf mánaða tímabil. Styrkur á bilinu 40-60 µg/g veldur aukinni hættu á gaddi, einkum fyrir unga grasbíta með tennur í örum vexti. Styrkur yfir 60 µg/g hefði víðtækari og alvarlegri áhrif (Weinstein og Davison, 2004).

Meðaltalsstyrkur flúoríðs innan þynningarsvæðis var 30 µg/g, en utan þess 13 µg/g og fór styrkur flúoríðs á beitarsvæðum og túnum aldrei yfir viðmiðunarmörk fyrir grasbíta. Styrkur flúoríðs lækkaði milli árána 2010 og 2011. Því má áætla að lítil sem engin áhrif séu af völdum flúors á grasbíta. Hins vegar má áréttta það að ekki er æskilegt að beita hrossum við Teigagerði þar sem mælt hafa nokkuð há gildi flúoríðs, t.d. 47 µg/g árið 2010. Þar sem um staðbundna beit er að ræða þ.e. hrossin eru innan girðingar á takmörkuðu svæði gæti það valdið skaða, sérstaklega hjá folöldum.

Samkvæmt rannsóknnum á samsetningu fæðu hreindýra á Snæfellsöræfum árin 1980-1981 er hún breytileg eftir svæðum, árstíma og framboði gróðurs. Yfir sumartímann er meirihluti fæðunnar einkimblöðungar, 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).

Nokkrum sinnum sást til hreindýra í Reyðarfirði árið 2011 og voru þau aðallega á Hólmahálsinum eða við Hólma og í nágrenni álversins en einnig héldu þau sig eitthvað til í Eskifjarðardal og við Áreyjar samkvæmt dagbók um hagagöngu hreindýra árið 2011 (Náttúrustofa Austurlands, óbirt). Meðalstyrkur flúoríðs í mosa var yfir viðmiðunarmörkum fyrir nautgripi eða 65 µg/g og rétt við mörkin í fléttum eða 28 µg/g. Hreindýr bíta á víðfeðmum svæðum þannig að langtíma styrkur flúoríðs í fæðu þeirra ætti ekki að fara yfir 35-40 µg/g en vert er að fylgjast með styrk flúoríðs í fæðu þeirra og afla upplýsinga um ferðir þeirra áfram.

### 12.4 Styrkur flúoríðs í gróðri var lægri árið 2011 en 2010

Ársmeðaltalsgildi flúoríðs í öllum gróðursýnum var lægra árið 2011 en 2010. Marktæk breyting til lækkunar var á gildi flúoríðs í grassýnum, mosa, laufum reynitrjáa og barrnállum fyrra árs. Önnur gróðursýni voru með svipuð gildi og árið 2010.

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 en fyrir þá sýnasöfnun var nokkuð mikil úrkoma (Viðauki B, hluti 2). Ef rýnt er í meðaltalsgildi flúoríðs í rabarbara og grasi eftir söfnunarferðum kemur í ljós, að einmitt í þeirri söfnunarferð mældust lægri gildi en í öðrum söfnunarferðum sumarið 2011. Gildin voru jafnframt lægri en á sama tíma árið á undan. Niðurstöður úr loftgæðastöðvum sýna einnig að gildi flúoríðs eru mjög lág framan af sumri en mikil hækkun verður fjórum dögum fyrir fimmtu sýnatökuferðina á grasi og í þeirri ferð mældist hæsta flúorgildi í bæði rabarbaralaufi og grasi.

Litlar sýnilegar skemmdir af völdum flúoríðs voru á gróðri í Reyðarfirði. Skemmdir sáust þó á laufum reyniviðar á einum sýnatökustað, á garðaplöntum og trjám við Framnes, innan þynningarsvæðis og smávægilegar skemmdir sem líktust flúorskemmdum voru greindar í móum í Reyðarfirði.

### 12.5 Þungmálmar

Styrkur þungmálma í rabarbara og kartöflum ýmist lækkar eða hækkar á milli árána 2010 og 2011. Hæstu gildin af kopar, sinki og kadmíum mældust á Teigagerði, en annars var ekkert einhlítt dreifingarmynstur á þungmálmum. Í flestum tilvikum mælast hæstu gildin í þéttbýlinu á Reyðarfirði og við Teigagerði.

Styrkur kadmíums í rabarbarastilkum fer í öllum sýnum yfir mörk sem sett eru í reglugerð nr. 265/2010 en styrkur blýs var á eða yfir mörkum í fjórum af átta sýnum í rabarbarastilkum árið 2011. Styrkur kadmíums og blýs var undir viðmiðunarmörkum í kartöflum. Því miður eru ekki til bakgrunnsgildi fyrir þessa þungmálma í Reyðarfirði.

## 12.6 Vatn

Engin vokvetniskolefni (PAH-16) mældust í yfirborðsvatni og drykkjarvatni árið 2011 líkt og árið 2010.

Flúoríð var undir greiningarmörkum (0,05 mgF/L) í öllum vatnsýnum árið 2011. Tölfræðilegur samanburður á sýrustigi, súlfats (SO<sub>4</sub>-S), klórs og flúoríðs sýndi að breytingar á milli árána 2010 og 2011 eru ekki greinanlegar. Hins vegar var styrkur alkálíða í drykkjarvatni marktækt hærri árið 2011 heldur en 2010 og eru ástæður óljósar.



## 13 Lokaorð

Niðurstöður loftgæðamælinga í Reyðarfirði eru nokkuð jákvæðar. Styrkur flestra þátta sem mældur er svipaður og árið áður eða hefur lækkað. Til að mynda hafa ársmeðaltöl brennisteinstvíoxíðs og styrkur PAH-16 efna lækkað. Engar breytingar verða á milli ára á styrk flúors í ryki og heildarmeðaltal allra stöðva á styrk flúors í lofti er svipaður. Styrkur svifryks í lofti hefur hins vegar lækkað lítillega. Í úrkomu hefur sýrustig (pH) lækkað ár frá ári, styrkur flúors hækkað en styrkur brennisteins helst óbreyttur frá fyrra ári.

Litlar sýnilegar skemmdir eru á gróðri í Reyðarfirði og virtist gróður heilbrigður í flestum tilvikum. Lækkun flúoríðs í gróðursýnum frá 2010 til 2011 er rakin til lágs styrks flúoríðs í lofti sem og veðurfarslegra þátta eins og vindáttar og úrkomu dagana fyrir sýnatöku. 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. Óljóst er með uppsprettu þungmálma í Reyðarfirði en hæstu gildin af þungmálmum eru í einhverjum tilvikum að mælast á sýnatökustöðum nálægt álveri en það er ekki einhlítt þannig að ekki er hægt að rekja há gildi þungmálma beint til álversins. Í ljósi þess að ársmeðaltal blýs og kadmíums er yfir neysluviðmiðum, er mikilvægt að halda áfram að mæla þungmálma í grænmeti. Vert er að fylgjast áfram með sýrustigi í vatni, sér í lagi yfirborðsvatni því það hefur lækkað nokkuð frá bakgrunnsgildum.

## 14 Heimildir

- Alcoa Fjarðaál (2011). *Vöktunaráætlun. Álver Alcoa Fjarðaáls Reyðarfirði*. Útbúið fyrir Umhverfisstofnun. Reyðarfjörður: Alcoa Fjarðaál.
- Brougham, K.M. (2011). Óútfegin doktorsritgerð, University of Newcastle, Newcastle.
- Davison, A.W. & Weinstein, L.H. (2006). *High fluoride contents in rhubarb leaves*. Mars 2006. 3. bls.
- Davison, A.W., Erlín Jóhannsdóttir & Kristín Ágústsdóttir (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*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Davison, A.W., Erlín Jóhannsdóttir & Kristín Ágústsdóttir (2009). *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of activities in 2008 by Náttúrustofa Austurlands*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- EarthTech (2006). *Assessment of Air Quality Impacts of Emissions from the Alcoa Aluminium Plant in Reyðarfjörður, Iceland*.
- Erlín Jóhannsdóttir & Kristín Ágústsdóttir (2008). *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of activities in 2007 by Náttúrustofa Austurlands*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Franzaring, J., Klumpp, A. & Fangmeier, A. (2007). *Active biomonitoring of airborne fluoride near an HF producing factory using standardised grass cultures*. Atmospheric Environment, 41, 4828-4840.
- Guðrún Á. Jónsdóttir, Erlín Emma Jóhannsdóttir & Kristín Ágústsdóttir (2005). *Baseline Survey Report. External Environmental Monitoring – Ecological Survey*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hörður Kristinsson (2010). *Íslenska plöntuhandbókin, blómplöntur og byrkningar* (3. útgáfa). Reykjavík: Mál og menning.
- Kristbjörn Egilsson (1983). *Fæða og beitilönd íslensku hreindýranna*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Kristín Ágústsdóttir (2011). *Álver Alcoa Fjarðaáls. Flúoríð í „vetrarhevi“*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Kristín Ágústsdóttir (2007). *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of NA activities in 2006*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Landmælingar Íslands. *IS50v kortagrunnur 1:50.000*. Útgáfa 1.1 ©Landmælingar Íslands, leyfi nr. L05040009.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (1996). *Válisti 1. Plöntur*. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2006). *Plöntuvefsja*. Skoðað í febrúar 2011 á <http://vefsja.ni.is/website/plontuveysja/>
- Náttúrustofa Austurlands (2011). *Hagaganga hreindýra 2011*. Óútfegin gögn.
- Rannsóknþjónustan Sýni ehf. *Niðurstöður efnagreininga á gróðursýnum og vatnssýnum úr Reyðarfirði 2011*.
- Reglugerð um gildistöku reglugerðar framkvæmdastjórnarinnar (EB) nr. 1881/2006 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum nr. 265/2010.
- Reglugerð um neysluvatn nr. 536/2001.
- Retec (2006). *External Environmental Monitoring Baseline Survey. Fjarðaál Smelter Project*. Reyðarfjörður. IS BECH1-18321-640 45 pp. +Appendices.
- Sigurður H. Magnússon & Björn Thomas (2007a). *Heavy metals and sulphur in mosses around the aluminum smelter site in Reyðarfjörður in 2005*. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Sigurður H. Magnússon & Björn Thomas (2007b). *Heavy metals and sulphur in mosses around the aluminium smelter in Straumsvík in 2005*. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Sigurður Sigurðarson (á.á.). *Áhrif eldgosa á dýr*. Skoðað í febrúar 2011 á [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)

- Umhverfisstofnun (2010). *Starfsleyfi fyrir álver Alcoa Fjarðaáls sf., Hrauni 1 í Reyðarfirði. kt. 5203034210*. Skoðað í febrúar 2012 á [http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfigildi/alver/Alcoa\\_Fjardaal\\_2026.pdf](http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfigildi/alver/Alcoa_Fjardaal_2026.pdf)
- 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, 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. & 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, 25-34.
- Weinstein, L. H. & Davison, A. W. (2004). *Fluorides in the Environment*. Wallingford, UK: CABI publishing.
- Weinstein, L.H. (1983). *Effects of Fluorides on Plants and Plant Communities: An Overview*. Í: Shupe, J.L., Peterson, H.B. & Leone, N.C. (ritstj.), *Fluorides: Effects on Vegetation, Animals, and Humans* (bls. 61-82). Salt Lake City, Utah: Paragon Press.

## **Viðaukar**

**Viðauki A - Viðaukar við skýrslu um loftgæði (Snorri Þórisson, 2012)**

**Viðauki B - Viðaukar við skýrslu Náttúrustofu Austurlands (Erlín Emma Jóhannsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Alan W. Davison, 2012)**



## **Viðauki A - Viðaukar við skýrslu um loftgæði (Snorri Þórisson, 2012)**





**Viðauki B - Viðaukar við skýrslu Náttúrustofu Austurlands (Erlín Emma Jóhannsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Alan W. Davison, 2012)**