

20

UMHVERFISVÖKTUN

14

Alcoa Fjarðaál

Umhverfismælingun 2014

Skýrsla unnin af Náttúrustofu Austurlands
og Nýsköpunarmiðstöð Íslands fyrir Alcoa Fjarðaál



NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

- Egilsstaðir
 Neskaupstaður

Skýrsla nr: NA-150148

Dags (mánuður, ár): Apríl, 2015

Dreifing: Lokuð

Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill):

Alcoa Fjarðaál. Umhverfissvöktun 2014

Upplag: 11

Síðufjöldi: 84

Fjöldi korta:

Fjöldi viðauka: 15

Höfundar: Guðrún Óskarsdóttir, Elín Guðmundsdóttir, Dr. Helga Dögg Flosadóttir, Hermann Þórðarson og Kristín Ágústsdóttir

Unnið fyrir: Alcoa Fjarðaál

Samvinnuaðilar: Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Útdráttur:

Frá því að álver Alcoa Fjarðaáls í Reyðarfirði var gangsett árið 2007 hefur verið fylgst með áhrifum þess á umhverfið. Grunnrannsóknir fóru fram á árunum 2004-2006. Umhverfissvöktunin árið 2014 fór fram samkvæmt vöktunaráætlun sem samþykkt er af Umhverfisstofnun. Vöktunin nær til loftgæða, veðurfars, gróðurs, yfirborðsvatns og búfenaðar.

Gagnasöfnun: Upplýsingum um loftgæði og veðurfar var safnað frá fjórum loftgæðastöðvum innan og utan þynningarsvæðis. Mælipættir í lofti eru: svifryk, flúor og brennisteinstvíoxíð. Ryki var safnað á síur og mælt í því flúor og fjölhringja arómatísk vetniskolefni. Einnig var fylgst með sýrustigi, brennisteini og flúor í úrkomu.

Sýnum af gróðri var safnað á föstum sýnatökustöðum, bæði innan og utan þynningarsvæðis. Grasi var safnað sex sinnum og rabarbara var safnað þrisvar sinnum yfir sumarið. Einnig voru tekin sýni af bláberjalyngi, fléttum, mosa, kartöflum, laufblöðum reynitrjáa, bláberjum og krækiberjum, heyi og furunálum. Flúor var mældur í öllum gróðursýnum og auk þess var styrkur þungmálma mældur einu sinni í rabarbara. Sjónrænt mat var lagt á ástand sjaldgæfra tegunda, gróðurs í görðum og mólendi til að kanna hvort plöntur bæru einhver merki sem líkst gætu skemmdum af völdum flúors. Fléttur og mosar á steinum og klöppum voru ljósmyndaðar. Vatni var safnað ársfjórðungslega og var sýrustig, flúor, basaráymd, brennisteinn og fjölhringja arómatísk vetniskolefni mælt í sýnunum. Þá var framkvæmd sjónræn skoðun á búfenaði og styrkur flúors í kjálkum sauðfjár mældur.

Helstu niðurstöður: Austan- og vestanáttir voru ríkjandi í Reyðarfirði árið 2014. Heildarmeðaltal svifryks mældist töluvert hærra árið 2014 en 2013 sem má að öllum líkindum rekja til þurrviðris á Reyðarfirði og eldgossins í Holuhrauni. Svifryk mældist yfir heilsuverndarmörkum þann 13. september á öllum stöðvum og er það rakið til eldgossins. Mengun frá gosinu í Holuhrauni jók verulega styrk brennisteinstvíoxíðs og fóru fjölmargir dagar yfir gróðurverndarmörk. Áður en gos hófst var magn brennisteinstvíoxíðs hins vegar mjög svipað og fyrri ár. Ársmeðaltal gaskennds flúors var svipað og árið áður en meðaltal flúors í ryki helmingi lægra en 2013. Hæsta mánaðarmeðaltal flúors á árinu mældist í júní. Styrkur fjölhringja arómatískra vetniskolefna var svipaður og undanfarin ár. Sýrustig í úrkomu breyttist lítið í kartöflugrösum og barnálum. Töluvert lækkun var á brennisteini og flúor í úrkomu frá því sem var árið 2013. Með tilliti til úrkomumagns var áfall flúors árið 2014 í heild einungis um fimmtungur af áfalli ársins 2013 en það ár var styrkur flúors í úrkomu mun hærrí en árin á undan. Litlar breytingar voru á niðurstöðum mælinga í ár- og neysluvatnssýnum samanborið við árið 2013.

Ársmeðaltal flúors í grasi, mosa, fléttum, heyi og reynivið mældist lægra en árið 2013. Ársmeðaltal flúors í bláberjalyngi og rabarbaralaufum mældist hærra en árið 2013 en breyttist lítið í kartöflugrösum og barnálum. Styrkur flúors í rabarbarastilkum, kartöflum og berjum var lágur. Styrkur þungmálma (blýs og kadmíums) í stilkum og blöðum rabarbara var undir viðmiðunarmörkum. Sýnilegar skemmdir á gróðri sem mögulega má rekja til flúormengunar var helst að merkja innan þynningarsvæðis álversins. Meðalstyrkur flúors í grasi á beitarsvæðum norðan og sunnan fjarðar sumarið 2014 var undir íslenskum viðmiðunarmörkum á flúor í heilfóðri fyrir jörturdýr en norðan fjarðar var hann yfir viðmiðunarmörkum fyrir mjólkandi jörturdýr. Við sjónræna skoðun virtist búfenaður heilbrigður og engin greinileg áhrif flúormengunar að sjá. Styrkur flúors í kjálkum sauðfjár var breytilegur eftir bæjum og aldri sauðfjár. Styrkurinn mældist hár í fullorðnu fé frá fjórum bæjum en engin ummerki um flúoreitrun sást á tönnum og kjálkabeinum.

Lykilord: Alcoa–Fjarðaál, gróðurrannsóknir, loftgæði, flúorið, flúor, brennisteinstvíoxíð, brennisteinn, sýrustig, PAH-efni, mosi, fléttur, rabarbari, kartöflur, reynitré, bláberjalyngr, gras, búfé, krækiber, bláber, sjaldgæfar tegundir, trjávöxtur, vatn, Reyðarfjörður, álver, mengun

ISSN nr:

Yfirfarið: Jón Ágúst Jónsson hjá Náttúrustofu Austurlands og Guðmundur Sveinsson Kröyer hjá Alcoa Fjarðaál

ISBN nr:

Efnisyfirlit

1	Inngangur	10
2	Loftgæði.....	11
2.1	Inngangur	11
2.1.1	Loftgæðamælingar í Reyðarfirði.....	11
2.1.2	Mælistöðvar og mælipættir.....	11
2.2	Mælingar og mæliaðferðir	12
2.3	Niðurstöður.....	13
2.3.1	Veðurgögn og veðurfar ársins	13
2.3.2	Svifryk, söfnun á síur (PM ₁₀)	16
2.3.3	Brennisteinstvíoxíð í lofti	19
2.3.4	Flúor í lofti.....	22
2.3.5	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH)	27
2.3.6	Efnainnihald í úrkomu.....	30
3	Gróður	37
3.1	Inngangur	37
3.1.1	Flúor og gróður	37
3.1.2	Viðmiðunarmörk flúors í fóðri fyrir búfé	38
3.2	Efnagreiningar á gróðri	39
3.2.1	Gras.....	41
3.2.2	Mosi	45
3.2.3	Fléttur	47
3.2.4	Bláberjalyng	49
3.2.5	Reyniviður	50
3.2.6	Barnálar	51
3.2.7	Rabarbari	53
3.2.8	Kartöflur og grænmeti	56
3.2.9	Bláber og krækiber	57
3.2.10	Hey	58
3.3	Sjónræn skoðun á gróðri.....	59
3.3.1	Sjaldgæfar tegundir	60
3.3.2	Garðaplöntur og tré.....	61
3.3.3	Gróður í rannsóknarreitum.....	63

3.3.4	Fléttur og mosar á grjóti	65
3.4	Trjávöxtur	65
4	Yfirborðsvatn	68
4.1	Inngangur	68
4.2	Niðurstöður	69
4.2.1	Flúor	69
4.2.2	Sýrustig (pH).....	70
4.2.3	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)	71
4.2.4	Brennisteinn og basarýmd	72
5	Búfánaður	73
5.1	Inngangur	73
5.2	Niðurstöður	73
5.2.1	Sjónræn skoðun á búfánaði	73
5.2.2	Kjálkar úr sláturfé.....	74
6	Samantekt	75
6.1	Loftgæði	75
6.1.1	Veðurgögn	75
6.1.2	Svifryk	75
6.1.3	Brennisteinstvíoxíð	76
6.1.4	Flúor í lofti.....	76
6.1.5	Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH)	76
6.1.6	Efnainnihald í úrkomu.....	76
6.1.7	Heildarniðurstaða	77
6.2	Gróður	78
6.2.1	Styrkur flúors í gróðri	78
6.2.2	Dreifing flúors frá álveri	78
6.2.3	Styrkur þungmálma í rabarbara.....	79
6.2.4	Sjónræn skoðun á gróðri	79
6.2.5	Trjávöxtur.....	79
6.3	Búfánaður	80
6.3.1	Styrkur flúors í fóðri búfánaðar	80
6.3.2	Styrkur flúors í kjálkum sauðfjár	80
6.3.3	Sjónræn skoðun á lifandi búfánaði	80

6.4	Yfirborðsvatn.....	81
7	Heimildir.....	82

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu allra fastra sýnatökustaða í Reyðarfirði og Eskifirði árið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	11
Mynd 2. Vindrós mælistöð 1, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).	14
Mynd 3. Vindrós mælistöð 2, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).	14
Mynd 4. Vindrós mælistöð 3, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).	15
Mynd 5. Vindrós mælistöð 4, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).	15
Mynd 6. Svifryk, mánaðarmeðaltöl, allar stöðvar 2014.	17
Mynd 7. Svifryk, ársmeðaltöl 2005-2014.	18
Mynd 8. Brennisteinstvíoxíð, mánaðarmeðaltöl, allar stöðvar 2014. Undir lok árs vantar mæligildi fyrir stöðvar 3 og 4.	20
Mynd 9. Brennisteinstvíoxíð, ársmeðaltöl 2005-2014.	21
Mynd 10. Brennisteinstvíoxíð SO ₂ (µg/m ³), sem fall af vindátt 2014, allar stöðvar.	21
Mynd 11. Brennisteinstvíoxíð SO ₂ (µg/m ³), sem fall af vindátt 2014, allar stöðvar.	22
Mynd 12. Flúor gaskenndur í lofti, allar stöðvar, 2014 (mælingar á síur).	25
Mynd 13. Flúor rykkendur í lofti, allar stöðvar, 2014 (mælingar á síur).	25
Mynd 14. Flúor í svifryki, allar stöðvar 2014.	27
Mynd 15. Flúor í svifryki, ársmeðaltöl 2005-2014.	27
Mynd 16. PAH16 í svifryki, allar stöðvar 2014.	29
Mynd 17. PAH16 í svifryki, ársmeðaltöl 2006-2014.	29
Mynd 18. Sýrustig (pH) í úrkomu, allar stöðvar meðaltöl 2005-2014.	30
Mynd 19. Sýrustig (pH) í úrkomu, mánaðarmeðaltöl allar stöðvar 2014.	31
Mynd 20. Brennisteinn í úrkomu, allar stöðvar 2014.	33
Mynd 21. Brennisteinn í úrkomu, ársmeðaltöl 2006-2014.	33
Mynd 22. Flúor í úrkomu, allar stöðvar 2014.	36
Mynd 23. Flúor í úrkomu, ársmeðaltöl 2006-2014.	36
Mynd 24. Breytingar á sýnatöku sumarið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	39
Mynd 25. Sýnatökustaðir grass í Reyðarfirði og meðalstyrkur flúors í sex sýnatökuferðum frá júní til ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	41

Mynd 26. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) innan og utan þynningarsvæðis í Reyðarfirði eftir sýnatökufurðum frá júní til ágúst 2014.	42
Mynd 27. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) innan og utan þynningarsvæðis í Reyðarfirði eftir árum frá 2007 til 2014. Fjöldi sýnatökustaða 2007-2012 ($n=30$), 2013 ($n=41$) og 2014 ($n=34$).	42
Mynd 28. Skipting sýnatökustaða grass sumarið 2014 upp í fimm ólík svæði (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	43
Mynd 29. Meðalstyrkur flúors í grasi (með staðalskekkju) sumarið 2014, skipt upp eftir svæðum.	44
Mynd 30. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) eftir ólíkum svæðum í Reyðarfirði árin 2007 til 2014. Fjöldi sýnatökustaða 2007-2012 ($n=30$), 2013 ($n=41$) og 2014 ($n=34$).	44
Mynd 31. Sýnatökustaðir mosa í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	45
Mynd 32. Dreifingarmynstur flúors í mosa frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.	46
Mynd 33. Ársmeðaltal flúors í mosa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.	46
Mynd 34. Sýnatökustaðir flétta í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	47
Mynd 35. Dreifingarmynstur flúors í fléttum frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.	48
Mynd 36. Ársmeðaltal flúors í fléttusýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 28-30 sýnum ár hvert.	48
Mynd 37. Sýnatökustaðir bláberjalyngs í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	49
Mynd 38. Dreifingarmynstur flúors í bláberjalaufum frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.	49
Mynd 39. Ársmeðaltal flúors í bláberjalyngi (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.	50
Mynd 40. Sýnatökustaðir á laufblöðum reynitrijáa í Reyðarfirði og styrkur flúors í lafi í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	51
Mynd 41. Ársmeðaltal flúors í laufblöðum reynitrijáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árin 2010-2014.	51

Mynd 42. Sýnatökustaðir barnnála í Reyðarfirði og styrkur flúors í nývöxnum barnálum í október 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	52
Mynd 43. Sýnatökustaðir barnnála í Reyðarfirði og styrkur flúors í barnálum frá fyrra ári (2013), safnað í október 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	52
Mynd 44. Ársmeðaltal flúors í barnálum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árin 2010-2014. Ártalið á lárétta ásnum vísar í söfnunarár.	53
Mynd 45. Sýnatökustaðir rabarbara í Reyðarfirði og meðalstyrkur flúors í laufum í þremur sýnatökuferðum frá júní til ágúst sumarið 2014. Á einum sýnatökustað (V9) voru einungis tvær sýnatökur (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	54
Mynd 46. Ársmeðaltal flúors í þurrvigt af rabarbara árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna. Árin 2004-2005 var farin ein sýnatökuferð, árin 2007-2013 voru farnar sex sýnatökuferðir og árið 2014 voru farnar þrjár sýnatökuferðir.	54
Mynd 47. Sýnatökustaðir kartaflna og grænkáls í Reyðarfirði og styrkur flúors í kartöflugrösum sumarið 2014.	56
Mynd 48. Styrkur flúors í kartöflum og kartöflugrösum á þremur sýnatökustöðum sumrin 2004 og 2011-2014 en tveimur söfnunarstöðum 2007-2010.	57
Mynd 49. Styrkur flúors í bláberjum og krækiberjum á fimm sýnatökustöðum í Reyðarfirði í ágúst 2014. Tekið var eitt sýni á hverri stöð (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	57
Mynd 50. Yfirlit yfir staðsetningu og styrk flúors í heysýnum sem tekin voru 1. og 2. september 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	58
Mynd 51. Giljaflækja (t.v.) og fuglaertur (t.h.) í júlí 2014 í Reyðarfirði.	60
Mynd 52. Þyrnirós í júlí 2014 í Reyðarfirði, til hægri má sjá einstakling með rauðleit blöð.	61
Mynd 53. Stóriburkni (t.v.) og aronsvöndur (t.h.) í júlí 2014 í Reyðarfirði.	61
Mynd 54. Flúorskemmdir (necrosis) og afbrigðilegt vaxtarlag laufa á víði (t.v.), reyni (í miðju) og ösp (t.h.) við Sómastaði í Reyðarfirði í ágúst 2014.	62
Mynd 55. Hvönn (t.v.), bergfura (í miðju) og maríustakkur (t.h.) við Framnes í Reyðarfirði í ágúst 2014.	63
Mynd 56. Rannsóknastöðvar í Reyðarfirði. Einkenni sem líkjast skemmdum af völdum flúors sáust á 15 stöðvum sumarið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	64
Mynd 57. Rauðleit blöð bláberjalyngs við Stöð 5.	64
Mynd 58. Staðsetning 10 trjámæltreita í Reyðarfirði og tegundir trjáa sem finnast í þeim. Kortlagning skógræktarsvæðis var gerð af Skógræktarfélagi Íslands árið 1996. Breytingar hafa orðið síðan þá (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).	65

Mynd 59. Meðalársvöxtur stafafuru í níu trjámællireitum í Reyðarfirði tímabilið 2003-2014.	68
Mynd 60. Sýnatökustaðir árvatnssýna (W1-W4) og neysluvatnssýna (W5-W9) auk Grænavatns (W10).....	69
Mynd 61. Meðalstyrkur flúors í Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4) og Grænavatni (W10) árin 2004 til 2014.	70
Mynd 62. Meðalstyrkur flúors í neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W7-W9) árin 2004-2014.	70
Mynd 63. Meðal sýrustig í Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4) og Grænavatni (W10) árin 2004-2014.	71
Mynd 64. Meðal sýrustig í neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W7-W9) árin 2004-2014.	71
Mynd 65. Meðaltal flúors í kjálkabeinum sauðfjár (ásamt lágsta og hæsta gildi) sem slátrað var haustið 2014.....	75

Töfluskra

Tafla 1. Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	16
Tafla 2. Árs- og mánaðarmeðaltöl SO_2 í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mæligildi vantar á stöð 3 í nóvember og á stöð 4 frá miðjum september til desember.	19
Tafla 3. Árs- og mánaðarmeðaltöl flúors í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mæl. á síur).....	23
Tafla 4. Ársmeðaltöl og mæligildi rykkennds flúors í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($n=48/\text{ár}$).	26
Tafla 5. Árs- og mánaðarmeðaltöl dagsmælinga rykkennds PAH í lofti í ng/m^3 ($n=12/\text{stöð}/\text{ár}$).	28
Tafla 6. Sýrustig í úrkomu, ársmeðaltöl einingalaust (pH).....	30
Tafla 7. Brennisteinsinnihald í úrkomu, ársmeðaltöl í mg S/L	32
Tafla 8. Árs- og mánaðarmeðaltöl flúors í úrkomu (vikusýni) í mg/L . Engin úrkomusýni bárust fyrir maí og ágúst.	35
Tafla 9. Styrkur þungmálma ($\mu\text{g}/\text{g}$ blautvigt) í rabarbarablöðum árið 2014 og meðalstyrkur árið 2013. Einnig er sýndur mengunarstuðull í mosa (Sigurður H. Magnússon 2013).....	55
Tafla 10. Styrkur þungmálma ($\mu\text{g}/\text{g}$ blautvigt) í rabarbarastilkum árið 2014 og meðalstyrkur árið 2013. Einnig er sýndur mengunarstuðull í mosa (Sigurður H. Magnússon 2013).....	56
Tafla 11. Meðalvöxtur vaxtarsprota (cm) á stafafuru (staðsetning 1-9) og bergfuru (staðsetning 10) frá árinu 2003-2014 á tíu svæðum í Reyðarfirði. Staðalskekkja meðaltalanna segir til um breytileika í vexti fyrir hverja staðsetningu.	67
Tafla 12. Heildarmagn PAH efna í árvatni (Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4)) og Grænavatni (W10) á Reyðarfirði og neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W6-W9) árin 2006-2014.	72
Tafla 13. Meðalstyrkur brennisteins (mg/L) í árvatni (W1-W4), neysluvatni (W5-W9) og Grænavatni (W10) í fjórum sýnatökuferðum árin 2010-2014.....	72
Tafla 14. Meðalstyrkur basarýmdar ($\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) í árvatni (W1-W4) og neysluvatni (W5-W9) í fjórum sýnatökuferðum árin 2010-2014.....	72

Viðaukaskrá

- Viðauki 1. Niðurstöður sjálfvirkra mælinga í stöðvum 2014.
- Viðauki 2. Niðurstöður á efnagreiningum í síum og úrkomu.
- Viðauki 3. Mælingar á PAH-16 og flúor í svifrykssíum.
- Viðauki 4. Samantekt hágilda á flúor og brennisteinstvíoxíði í lofti.
- Viðauki 5. Samanburður veðurfarsþátta í Reyðarfirði og sýnatökudaga sumarið 2014.
- Viðauki 6. Niðurstöður efnamælinga á grassýnum (G) í júní (614), júlí (714) og ágúst (814) árið 2014 í Reyðarfirði.
- Viðauki 7. Niðurstöður efnamælinga í mosa (M), fléttum (L) og laufum bláberjalyngs (BP) sumarið 2014 í Reyðarfirði.
- Viðauki 8. Niðurstöður efnamælinga í laufsýnum (BL) í ágústmánuði og nývöxnu barri (CN) og barnálum fyrra árs (CP) október árið 2014 í Reyðarfirði.
- Viðauki 9. Niðurstöður efnamælinga í sýnum af bláberjum (BB) og krækiberjum (CB) í ágúst og rabarbara (V) í júní, júlí og ágúst árið 2014 í Reyðarfirði.
- Viðauki 10. Niðurstöður efnamælinga á þungmálmum í Reyðarfirði 2014.
- Viðauki 11. Niðurstöður efnagreininga á heyi 2014.
- Viðauki 12. Niðurstöður trjámælinga á furu í Reyðarfirði 2014.
- Viðauki 13. Niðurstöður efnamælinga í vatnsýnum í Reyðarfirði árið 2014.
- Viðauki 14. Niðurstöður viðbótarrannsóknna á búfænaði og heyi í Reyðarfirði 2014.
- Viðauki 15. Skrá yfir allar ljósmyndir teknar í Reyðarfirði árið 2014.

1 Inngangur

Samkvæmt starfsleyfi Alcoa Fjarðaáls fer reglubundin umhverfisvöktun fram í grennd við álverið í samræmi við vöktunaráætlun sem samþykkt er af Umhverfisstofnun (Umhverfisstofnun, 2010; Alcoa Fjarðaál, 2013). Álver Alcoa Fjarðaáls við Reyðarfjörð var gangsett í apríl 2007 og var komið í fulla framleiðslu ári síðar. Grunnrannsóknir fóru fram á svæðinu á árunum 2004-2006, áður en starfsemi álversins hófst og hefur vöktun verið haldið áfram ár hvert síðan þá.

Tilgangur umhverfisvöktunarinnar er að meta það álag á umhverfið sem starfsemi álversins veldur (Umhverfisstofnun, 2010).

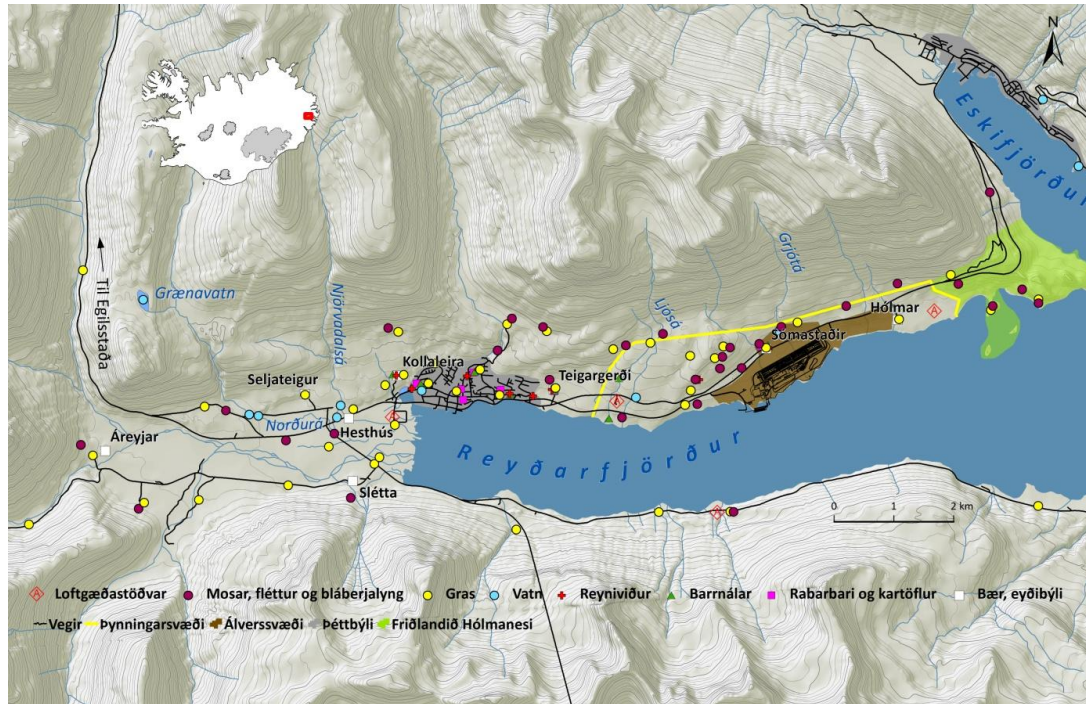
Umhverfisvöktuninni er skipt í eftirfarandi verkþætti:

1. Loftgæða- og veðurmælingar
2. Sýnatökur og efnamælingar á gróðri
3. Sýnatökur og efnamælingar á yfirborðsvatni
4. Sjónrænt mat á heilbrigði gróðurs
5. Mælingar á vexti furutrjáa
6. Sjónræn skoðun á búfénaði og efnagreiningar á kjálkum sauðfjár
7. Efnamælingar á jarðvegsvatni
8. Mæling á mengunarefnum í sjó og fjöru

Árið 2014 sá Náttúrustofa Austurlands um vöktun og sýnatöku á gróðri og yfirborðsvatni en Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, önnuðust efnagreiningar á gróðri auk mælinga á loftgæðum og veðurfari. Á mynd 1 má sjá yfirlit yfir alla vöktunarstaði umhverfisvöktunarinnar árið 2014.

Vegna háls styrks flúors í grasi sumarið 2012 voru í samræmi við ákvæði vöktunaráætlunar settar af stað auknar rannsóknir á búfénaði og heyi í Reyðarfirði. Í samráði við Umhverfisstofnun og Matvælastofnun verður þessum rannsóknum haldið áfram til og með árinu 2015. Ákvörðun verður tekin um framhald þessara viðbótarrannsókna þegar niðurstöður þeirra liggja fyrir.

Í þessari skýrslu verða birtar niðurstöður úr verkþáttum 1-6 í umhverfisvöktuninni árið 2014 en verkþættir 7 og 8 verða framkvæmdir næst árið 2015. Niðurstöður eru bornar saman við niðurstöður fyrri rekstrarára álversins sem og viðmiðunarmörk þar sem það á við. Í fyrsta kafla þessarar skýrslu er farið yfir bakgrunn og tilgang umhverfisvöktunar álvers Alcoa Fjarðaáls sem og hverjir koma að henni. Í köflum tvö til fimm eru birtar niðurstöður vöktunar á loftgæðum og veðurfari, gróðri, yfirborðsvatni og búfénaði árið 2014. Að lokum eru helstu niðurstöður skýrslunnar dregnar saman. Nýsköpunarmiðstöð Íslands sá um skrif á köflum tvö og fjögur en Náttúrustofa Austurlands annaðist skrif á öðrum köflum. Skýrslunni fylgja 15 viðaukar sem prentaðir eru í sérstakri skýrslu. Þar má finna ítarlegri upplýsingar um umhverfisvöktunina.



Mynd 1. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu allra fastra sýnatökustaða í Reyðarfirði og Eskifirði árið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

2 Loftgæði

2.1 Inngangur

2.1.1 Loftgæðamælingar í Reyðarfirði

Fjallað er um niðurstöður loftgæðamælinga fyrir árið 2014. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisrannsóknnum vegna álvers Alcoa Fjarðaáls á Hrauni við Reyðarfjörð. Mælingarnar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, fyrir Alcoa Fjarðaál hf.

2.1.2 Mælistöðvar og mælipættir

Mælt var á fjórum mælistöðvum, eins og hefur verið gert frá október 2006, þegar stöðvum fjölgaði úr þremur í fjórar. Mælistöðvarnar (1-4) eru annars sem hér segir: Stöð 1 er á Hjallaleiru sunnan og vestan við Búðareyri gegnt gámastöð, stöð 2 er á gamla urðunarstaðnum við Ljósá milli Búðareyrar og Sómastaða, stöð 3 er á Hólum um 1 km austan við bæjarhúsin og stöð 4 er á Miðstrandareyri sunnan fjarðarins gegnt Sómastaðalandinu, þar sem nú er álver Fjarðaáls (mynd 1).

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, flúoríð og brennisteinstvíoxíð. Flúor- og brennisteinstvíoxíðmælar eru sjálfvirkir og frá þeim er skráð meðaltal á tíu mínútna fresti. Flúor er jafnframt safnað á síur, einn og fimm daga í senn samfellt fyrir árið. Svifryki er safnað á sex daga fresti á síur, sólarhring í senn. Í einni slíkri síu í hverjum mánuði frá hverri stöð er mælt flúoríð í ryki og PAH sambönd, alls 48 mælingar árlega. Úrkomu er safnað og fylgst með sýrustigi vikulega. Einnig er mældur brennisteinn og flúoríð í einu úrkomusýni (vikusýni) í hverjum mánuði frá hverri

stöð. Veðurgögnum (10 mín. meðaltölum) er safnað á öllum stöðvum, þ.e. vindátt, vindhraða, hitastigi, rakastigi og úrkomumagni.

2.2 Mælingar og mæliaðferðir

Varðandi mæliaðferð á svifryki og mælingar á flúor og brennisteinstvíoxíði er vísað í handbækur með mælitækjum sem notuð eru og kvörðunarskýrslur (Hermann Þórðarson, 2014). Mælingar eru gerðar í sérhæfðum mælibúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 251/2002, viðauka XI, um mat á styrk brennisteinstvíoxíðs og svifryks (PM₁₀).

Skilgreiningar:

Svifryk PM₁₀	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, agnir sem eru minni en 10 μm í þvermál.
Svifryk PM_{2,5}	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, agnir sem eru minni en 2,5 μm í þvermál.
Flúor rykkennt	Sá hluti flúoríðs sem mælist sem rykkennt eða bundið ryki.
F gaskennt	Sá hluti flúoríðs sem mælist gaskennt og óbundið ryki, vetnisflúoríð.
Flúor alls	Summa rykkennt og gaskennt flúoríðs.
Umhverfismörk	Leyfileg hámarksgildi mengunar sett í því skyni að draga úr eða koma í veg fyrir skaðleg áhrif á heilsu manna og dýra. Umhverfismörk geta átt við umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (s.s. heilsuverndarmörk, gróðurverndarmörk) og tiltekin tímabil (s.s. sólarhring, árstíð eða ár).

2.3 Niðurstöður

Samantekt yfir allar niðurstöður loftgæðamæla eftir mánuðum er að finna í Viðaukum 1-4.

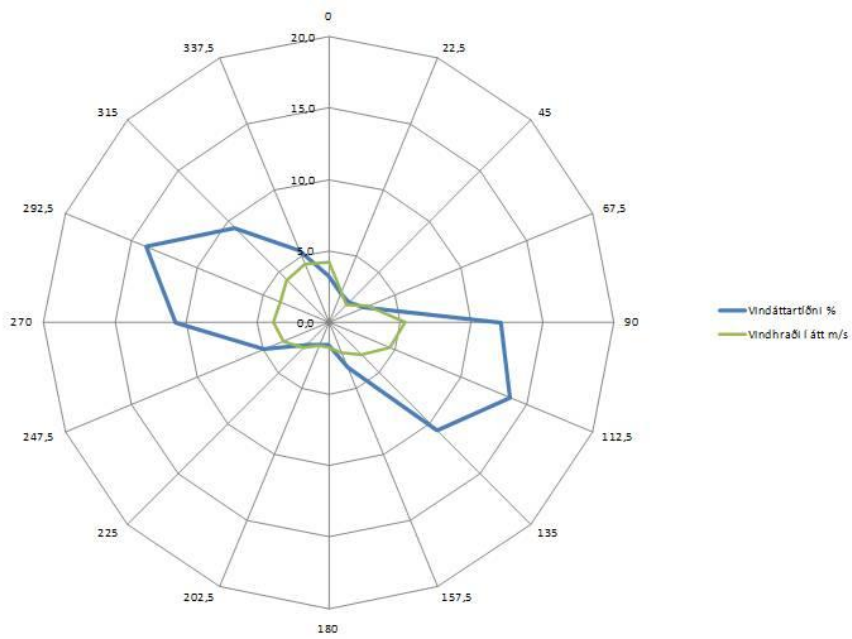
2.3.1 Veðurgögn og veðurfar ársins

Meðalhiti á Reyðarfirði árið 2014 mældist 5,3°C og meðalvindhraði 4,0 m/s. Hitastigsmeðaltalið er heilli gráðu hærra en 2013 og vindur var með hægasta móti og ljóst að árið 2014 á Reyðarfirði einkenndist af hlýindum og hægviðri. Árið einkenndist almennt af miklum hlýindum á landinu en víða var mjög úrkomusamt og sumarið sólarrýrt. Við norðurströndina og víða austanlands var árið það hlýjasta frá upphafi mælinga. Úrkoma var yfir meðallagi um mestallt land og tíðarfar þótti blendið (Veðurstofa Íslands, 2015).

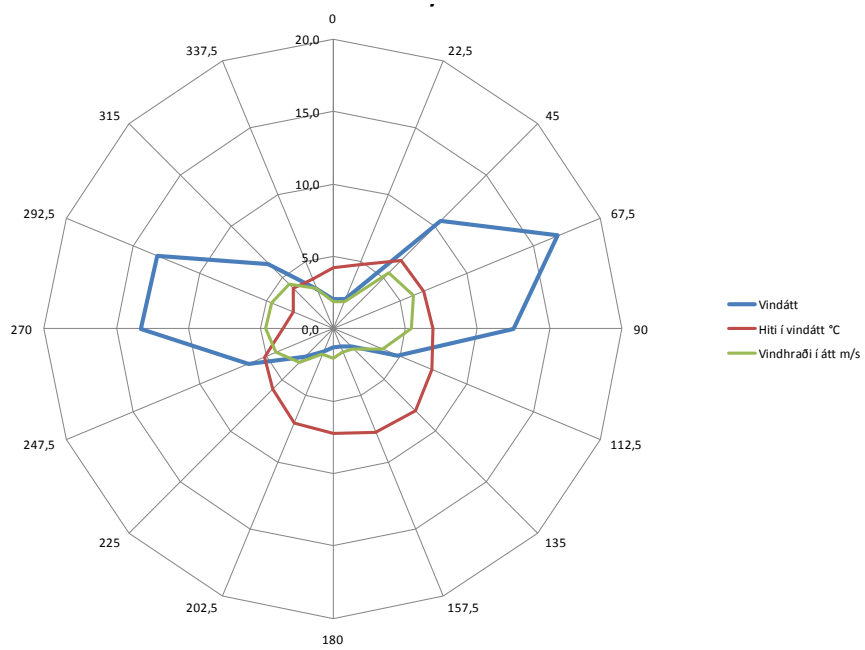
Nokkuð vindasamt var í janúar, úrkoma mikil en óvenjuhlýtt, sérstaklega um landið austanvert. Óvenjueindregin austan- og norðaustanátt var ríkjandi í febrúar og áfram hlýtt í veðri. Marsmánuður var umhleypinga- og úrkomusamur um meginhluta landsins, sérstaklega þó um landið norðaustan- og austanvert. Lengst af var hlýtt í veðri, sérstaklega austanlands. Aprílmánuður var hlýr víðast hvar og lengst af var þurrt í veðri norðaustanlands en á Austfjörðum var úrkoma nokkuð yfir meðallagi. Tíðarfar í maí var gott á landinu með úrkomu yfir meðallagi á Austurlandi. Júnímánuður var sérlega hlýr á landinu, tiltölulega þurr austanlands en úrkomusamur sunnan- og vestanlands.

Júlímánuður var mjög votviðrasamur, að öðru leyti var hlýtt um land allt, hlýjast á mestöllu Norðaustur- og Austurlandi. Tíðarfar í ágúst var gott víðast hvar. Tíðarfar í september taldist gott og var óvenju hlýtt, hlýjast að tiltölu norðan- og austanlands og fremur þurrt á Norðausturlandi. Austlægar og norðlægar áttir voru ríkjandi í október en veðurlag var lengst af meinlítið, þó fremur kalt og úrkoma í meira lagi víða austan- og suðaustanlands. Austlægar áttir voru ríkjandi lengst af í nóvember en mánuðurinn varð meðal hlýjstu nóvembermánaða frá upphafi mælinga. Austanlands var úrkomumikið. Tíðarfar í desember var rysjótt um mestallt land. Kalt var í veðri, kaldasti mánuður ársins að tiltölu. Talsverður snjór var á jörðu.

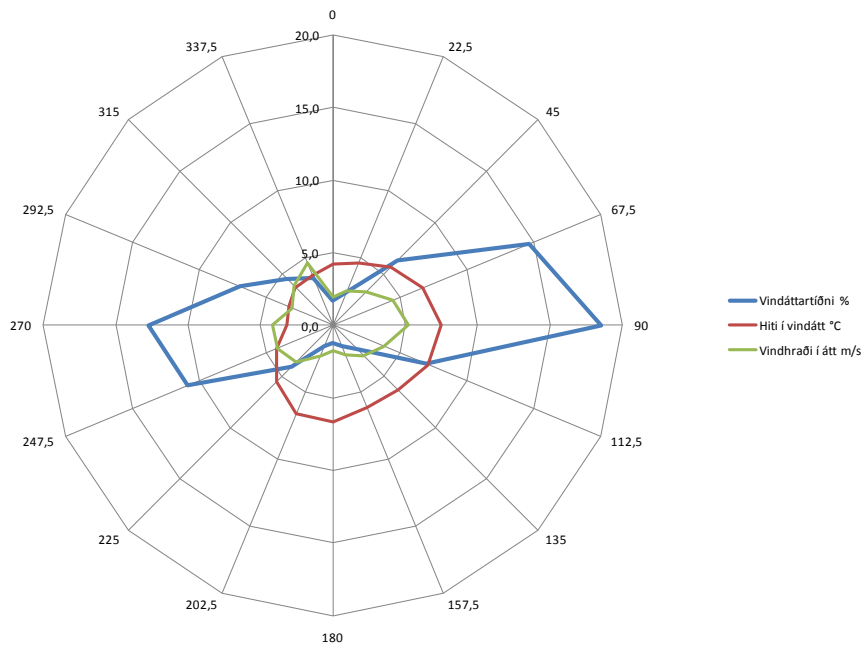
Vindrós í Reyðarfirði er einkennandi fyrir innlögn og útlögn í firðinum, austan- og vestanáttir eru langalgengastar og ráðandi 75% af tímanum.



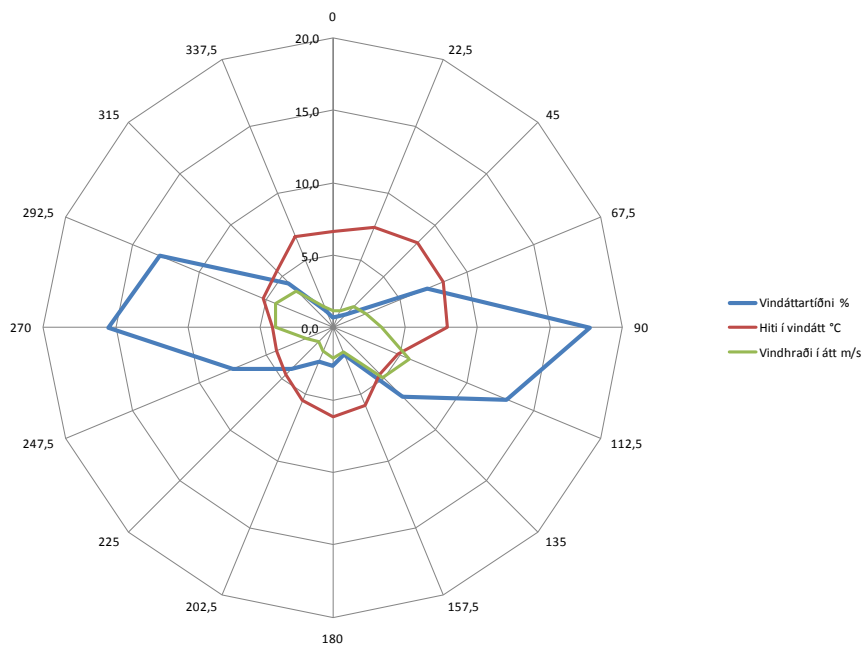
Mynd 2. Vindrós mælistöð 1, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).



Mynd 3. Vindrós mælistöð 2, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).



Mynd 4. Vindrós mælistöð 3, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).



Mynd 5. Vindrós mælistöð 4, Reyðarfirði 2014, allar mælingar (10 mín. meðaltöl).

Á myndum 2-5 hér ofar má sjá vindrósir frá öllum stöðvum, en megindrættir eru svipaðir þó vindáttir fylgi svolítið landslagi á hverjum stað. Sjá má jafnframt að hvassast og hlýjast var í austan- og suðaustanáttum. Hitamælingar vantar meginhluta ársins frá stöð 1. Þá var gagnasafnsstöð á stöð 4 flutt til Egilsstaða vegna gossins í Holuhrauni og gögn vantar því þaðan frá og með hausti.

2.3.2 Svifryk, söfnun á síur (PM_{10})

Svifryki er safnað á sex daga fresti á síur, sólarhring í senn. Mælt mánaðarmeðaltal og fyrri ársmeðaltöl stöðvanna má sjá í töflu 1 og á myndum 6 og 7.

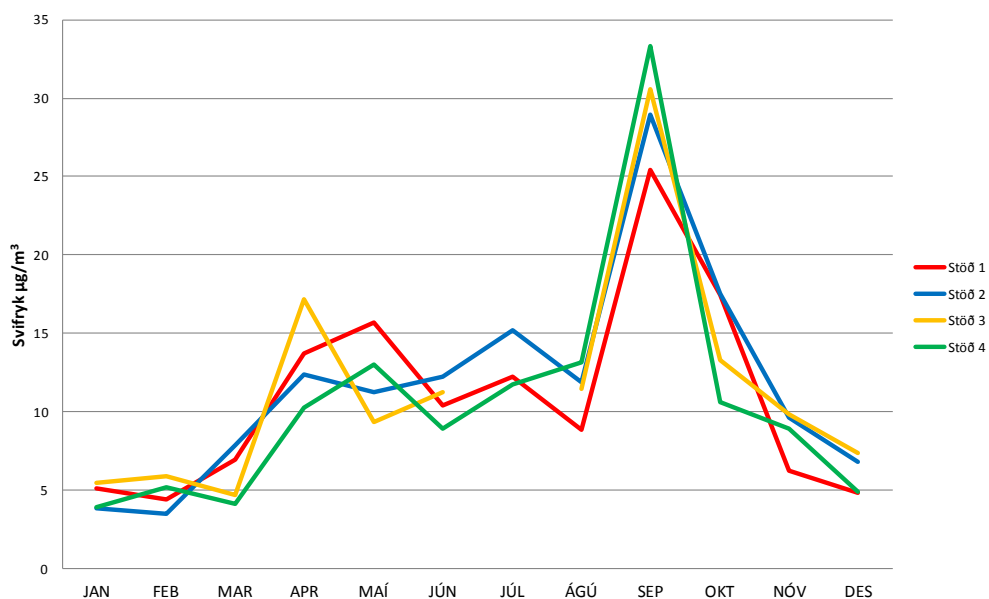
Tafla 1. Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2005	13,3	10,5	10,5	
2006	13,7	8,6	8	
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
2012	7,2	7,9	7,7	7,7
2013	6,6	6,1	6,5	7,2
2014	10,6	11,6	11,6	10,5
2014				
JAN	5,1	3,8	5,5	3,9
FEB	4,4	3,5	5,8	5,2
MAR	6,9	7,9	4,6	4,1
APR	13,7	12,3	17,2	10,2
MAÍ	15,6	11,2	9,3	13,0
JÚN	10,3	12,2	11,2	8,9
JÚL	12,2	15,2	MF	11,7
ÁGÚ	8,8	11,8	11,5	13,2
SEP	25,4	28,9	30,6	33,3
OKT	17,5	17,5	13,3	10,6
NÓV	6,2	9,6	9,8	8,9
DES	4,8	6,8	7,3	4,9

Heildarmeðaltal svifryks 2014 mældist $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og var svipað á öllum stöðvum. Þetta er töluvert hærra meðaltal en árið 2013. Á þessu virðast tvær skýringar. Líklega er nokkur aukning í ryki vegna þurrviðris og góðviðriskafli í Reyðarfirði frá og með vori. Svo er veruleg hækkun sem kemur til vegna gosmengunar frá Holuhrauni í september og október. Svifryk mældist yfir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -dag) einn dag á árinu en þann 13. september mældist svifryk á bilinu 63-85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og mældist yfir mörkunum á öllum stöðvunum fjórum. Sami dagur mældist

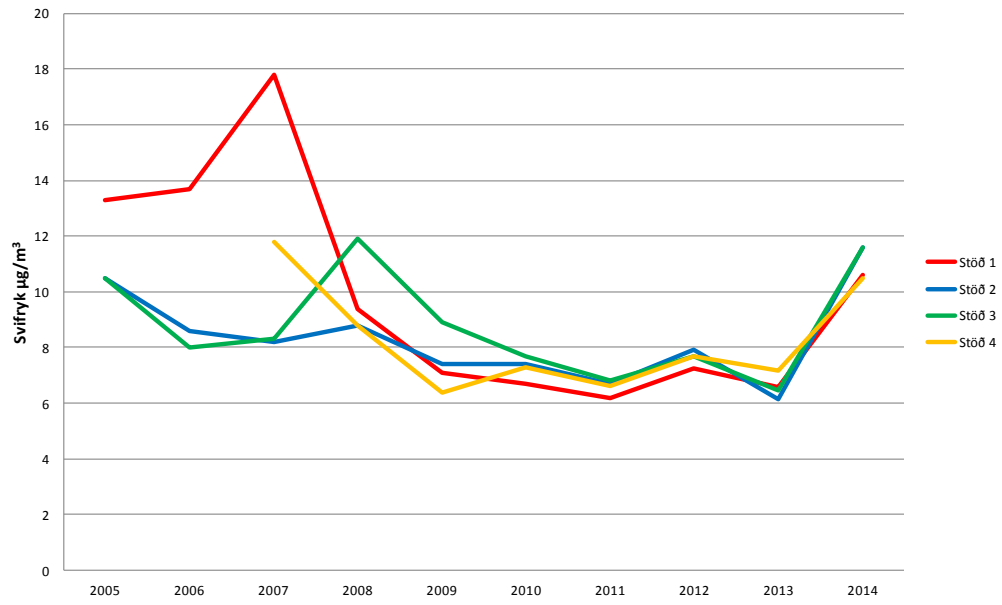
langhæstur á árinu m.t.t. brennisteinstvíoxíðs og engin spurning um upprunann á þessum tveimur mengunarbáttum, þetta var gosmengun.

Ekki verða dregnar ályktanir af rykrósum, til þess eru mælingar (dagsgildi) ekki nægilega fíngreinanlegar. Uppsprettur ryks virðast koma fram í meginvindáttunum tveimur hvoru megin við hverja stöð en það segir meira til um eindregnar vindáttirnar en rykið. Það raunar gefur helst til kynna að ekki sé ein meginuppspretta ryks í Reyðarfirði.



Mynd 6. Svifryk, mánaðarmeðaltöl, allar stöðvar 2014.

Svifryk hefur verið lágt í Reyðarfirði á undanförunum árum 2009-2013 eða á bilinu 6-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en hækkar í ár af fyrrgreindum tveimur ástæðum (mynd 7).



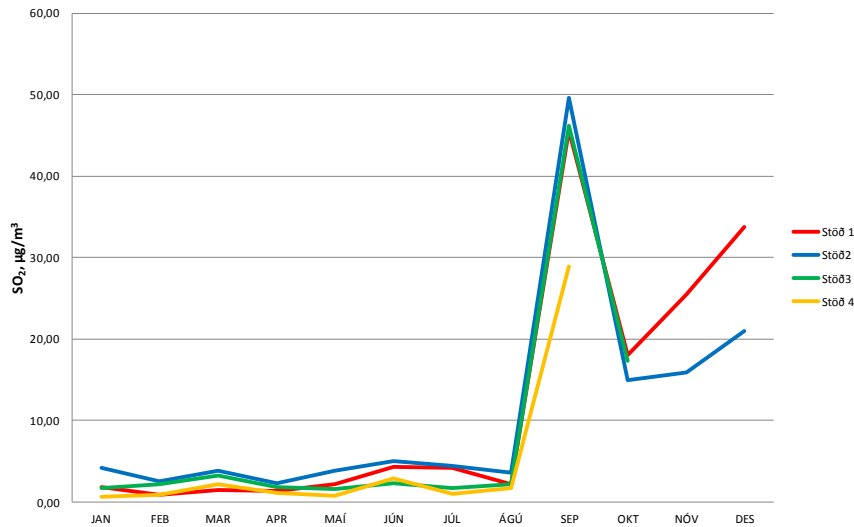
Mynd 7. Svifryk, ársmeðaltöl 2005-2014.

2.3.3 Brennisteinstvíoxíð í lofti

Árs- og mánaðarmeðaltöl á SO₂ í lofti má sjá í töflu 2 og á myndum 8 og 9. Mæling á SO₂ er samfelld mæling í sjálfvirkum tækjabúnaði.

Tafla 2. Árs- og mánaðarmeðaltöl SO₂ í lofti í µg/m³. Mæligildi vantar á stöð 3 í nóvember og á stöð 4 frá miðjum september til desember.

Ár	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	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	2,36	2,93	1,04
2012	2,73	4,03	3,32	1,49
2013	2,23	3,46	3,23	1,38
2014	11,0	11,3	10,5	(2,3)
2014 (jan-ág)	2,29	3,61	2,13	1,42
2014				
JAN	1,78	4,14	1,72	0,56
FEB	0,82	2,50	2,18	0,84
MAR	1,41	3,75	3,25	2,18
APR	1,28	2,28	1,82	1,03
MAÍ	2,18	3,76	1,59	0,77
JÚN	4,29	4,96	2,25	2,90
JÚL	4,09	4,42	1,61	0,94
ÁGÚ	2,15	3,51	2,15	1,70
SEP	45,6	49,6	46,2	28,9
OKT	17,9	15,0	17,3	
NÓV	25,4	15,9		
DES	33,7	20,9	31,0	

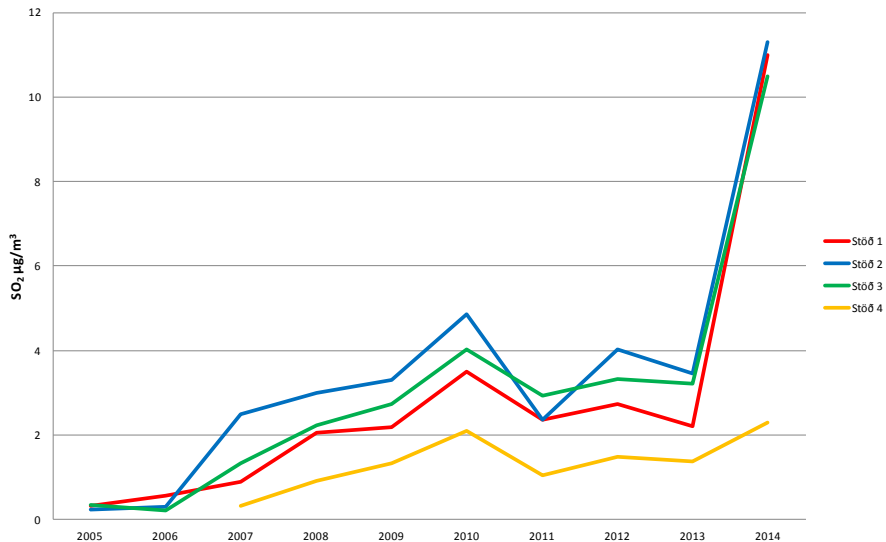


Mynd 8. Brennisteinstvíoxíð, mánaðarmeðaltöl, allar stöðvar 2014. Undir lok árs vantar mæligildi fyrir stöðvar 3 og 4.

Ein meginuppspretta brennisteinstvíoxíðsmengunar í Reyðarfirði hefur verið álver Fjarðaáls en árið 2014 var mengun frá gosinu í Holuhrauni yfirgnæfandi seinni hluta árs. Heildarmeðaltal ársins á stöðvum 1-3 var $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og er engan veginn sambærilegt við næstu ár á undan. Ef skoðað er tímabilið janúar-ágúst, áður en gosið hófst var heildarmeðaltal brennisteinstvíoxíðs $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er mjög svipað og árin á undan.

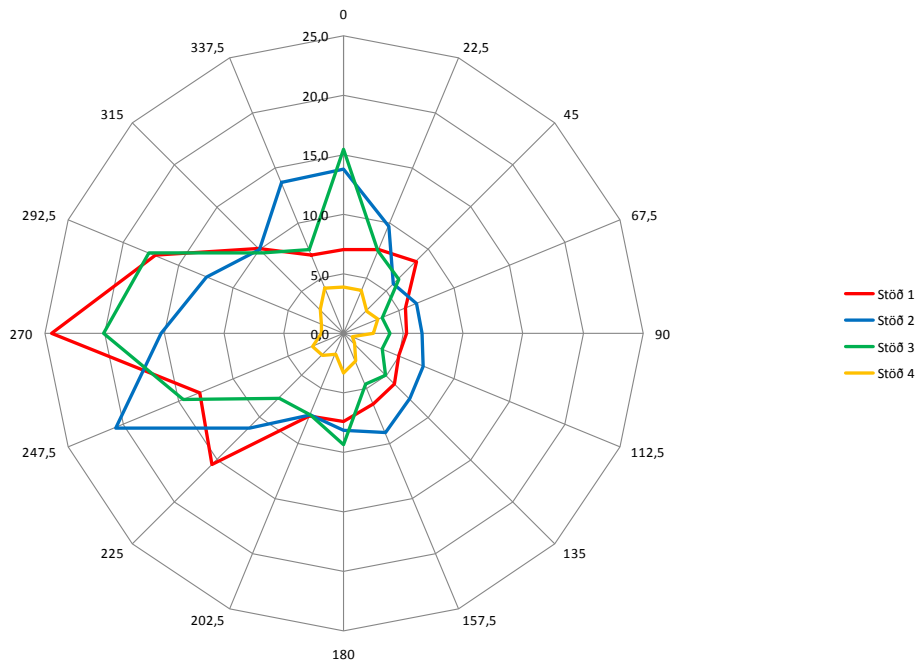
Fjölmarginir dagar fóru yfir gróðurverndarmörk ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), um 15-18 alls eftir því um hvaða stöð var að ræða, en hæstu dagsgildi mældust um $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 13. september á öllum stöðvum. Hæsta dagsgildi utan gostímabilsins mældist $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 8. júní á stöð 2 í hægri austanátt. Þar þétt á eftir kemur mæligildi upp á $19,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á stöð 4 þann 24. ágúst í norðaustanblæ.

Þá gerðist það tugum sinnum að klukkustundargildi fóru yfir heilsuverndarmörk ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir að gos hófst. Hæstu klukkustundarmeðaltöl mældust 12.-13. september, á bilinu 1510 til $2335 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eftir stöð og tíma. Hæsta klukkustundargildi utan gostímabilsins mældist $101,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á stöð 2 þann 24. ágúst strax eftir hádegi en þá stundina mældist suðaustan andvari eða logn á þeirri stöð.

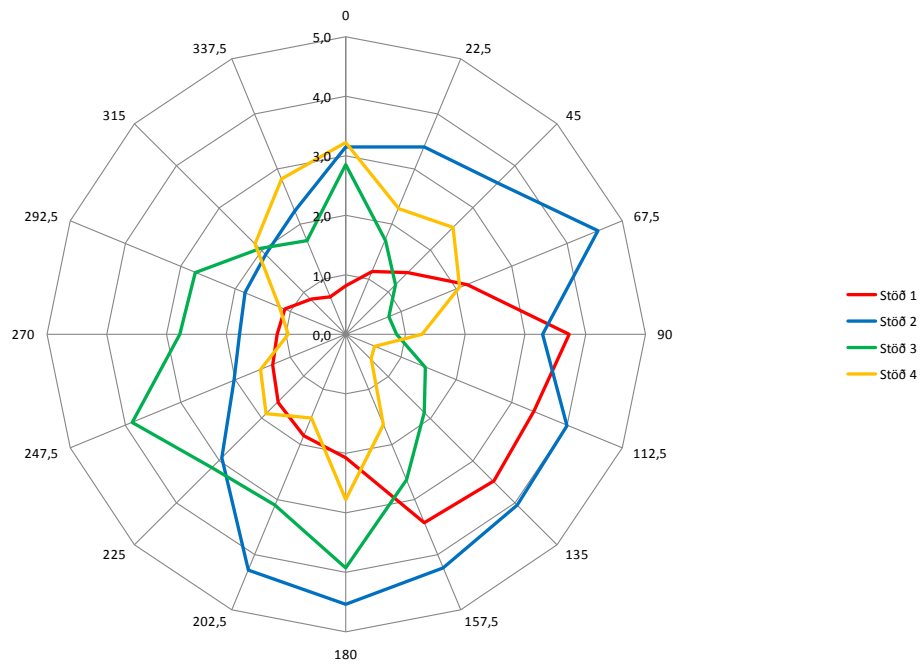


Mynd 9. Brennisteinstvíoxíð, ársmeðaltöl 2005-2014.

Á mynd 10 má sjá mæligildi brennisteinstvíoxíðs á öllum stöðvum sem fall af vindátt. Hæstu gildi brennisteinstvíoxíðs mælast í vestanáttum. Einnig má skoða sambærilega mynd (mynd 11) fyrir tímabilið janúar-ágúst áður en gosið í Holuhrauni hófst. Þá sést hefðbundnari mynd, með álverið sem meginuppsprettu, há gildi á stöð 1 og 2 mælast í austanáttum en í vestanáttum á stöð 3 og norðanáttum á stöð 4. Þá eru líka áberandi há gildi sem mælast í hægum sunnanáttum á öllum stöðvum.



Mynd 10. Brennisteinstvíoxíð SO₂ (µg/m³), sem fall af vindátt 2014, allar stöðvar.



Mynd 11. Brennisteinstvíoxíð SO₂ (µg/m³), sem fall af vindátt 2014, allar stöðvar.

2.3.4 Flúor í lofti

Mælingar á flúor í lofti eru gerðar með tvenns konar hætti:

- i) gaskenndum flúor og flúor í ryki í lofti er safnað með sýnatöku á 37 mm síur og eru tekin 1 dags (24 klst. samfelld) og 5 daga sýni (12 mín. á hverri klst.) til skiptis, alls um 110 sýni frá hverri stöð árlega.
- ii) flúor í svífryki í lofti er mældur í hverjum mánuði í einni stórrí svífrykssíu (200 x 250 mm) á hverri stöð; alls 12 sýni frá hverri stöð eða 48 mælingar árlega.

i) Flúor í lofti

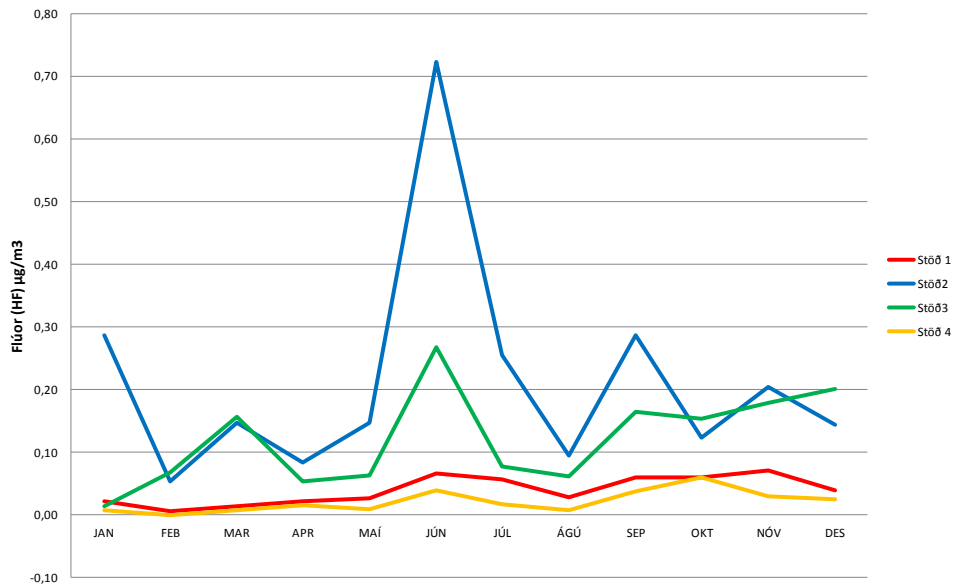
Tafla 3 sýnir niðurstöður mælinga á flúor í lofti, söfnun á 37 mm síur. Mánaðarmeðaltöl fyrir gaskenndan og rykkenndan flúor eru einnig sýnd á myndum 12 og 13.

Tafla 3. Árs- og mánaðarmeðaltöl flúors í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mæl. á síur).

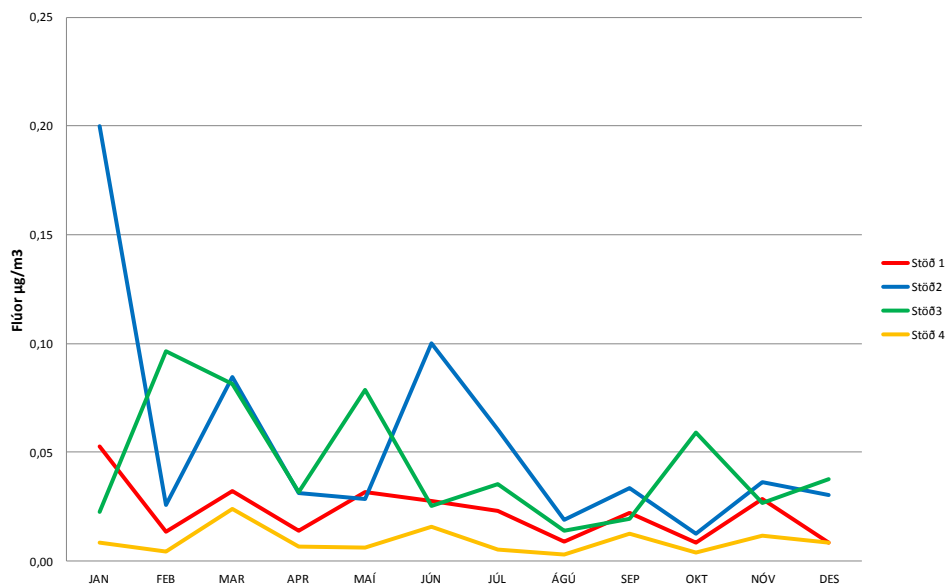
Ár	Stöð 1	Stöð2	Stöð3	Stöð 4
Flúor gas				
2012	0,05	0,13	0,09	0,01
2013	0,04	0,20	0,15	0,02
2014	0,04	0,21	0,12	0,02
Flúor ryk				
2012	0,04	0,07	0,06	0,02
2013	0,04	0,10	0,08	0,03
2014	0,02	0,06	0,04	0,01
Flúor alls				
2012	0,09	0,19	0,16	0,03
2013	0,08	0,29	0,23	0,05
2014	0,06	0,27	0,17	0,03
Flúor gas 2014				
JAN	0,02	0,29	0,01	0,01
FEB	0,00	0,05	0,07	0,00
MAR	0,01	0,15	0,16	0,01
APR	0,02	0,08	0,05	0,02
MAÍ	0,03	0,15	0,06	0,01
JÚN	0,07	0,72	0,27	0,04
JÚL	0,06	0,25	0,08	0,02
ÁGÚ	0,03	0,09	0,06	0,01
SEP	0,06	0,29	0,16	0,04
OKT	0,06	0,12	0,15	0,06
NÓV	0,07	0,20	0,18	0,03
DES	0,04	0,14	0,20	0,02
Flúor ryk 2014				
JAN	0,05	0,20	0,02	0,01
FEB	0,01	0,03	0,10	0,00
MAR	0,03	0,08	0,08	0,02
APR	0,01	0,03	0,03	0,01
MAÍ	0,03	0,03	0,08	0,01

JÚN	0,03	0,10	0,03	0,02
JÚL	0,02	0,06	0,04	0,01
ÁGÚ	0,01	0,02	0,01	0,00
SEP	0,02	0,03	0,02	0,01
OKT	0,01	0,01	0,06	0,00
NÓV	0,03	0,04	0,03	0,01
DES	0,01	0,03	0,04	0,01
Flúor alls 2014				
JAN	0,07	0,49	0,04	0,01
FEB	0,02	0,08	0,16	0,00
MAR	0,05	0,23	0,24	0,03
APR	0,04	0,11	0,09	0,02
MAÍ	0,06	0,17	0,14	0,01
JÚN	0,09	0,82	0,29	0,05
JÚL	0,08	0,31	0,11	0,02
ÁGÚ	0,04	0,11	0,07	0,01
SEP	0,08	0,32	0,18	0,05
OKT	0,07	0,14	0,21	0,06
NÓV	0,10	0,24	0,21	0,04
DES	0,05	0,17	0,24	0,03

Meðaltal flúors alls í lofti mældist $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ með þessum hætti 2014, og flúor gaskenndur $0,010 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Flúor í ryki mældist um helmingi lægri en árið áður, en niðurstaðan fyrir gaskenndan flúor var afar svipuð og árið 2013. Flúor er svolítið breytilegur á hverri stöð yfir árið og meðaltalsgildið á stöð 2 í júní með hæsta móti. Gaskenndur flúor utan þynningarsvæðis fer ekki yfir viðmiðunarmörk sem eru $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ að meðaltali á tímabilinu apríl til september. Gildið á stöð 2 í júní er vissulega hærra en $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en sú stöð er innan þynningarsvæðis. Athygli vekur að gos í Holuhrauni hefur ekki áhrif á flúorstyrk í Reyðarfirði en oft losa eldgos flúor.



Mynd 12. Flúor gaskenndur í lofti, allar stöðvar, 2014 (mælingar á síur).



Mynd 13. Flúor rykkendur í lofti, allar stöðvar, 2014 (mælingar á síur).

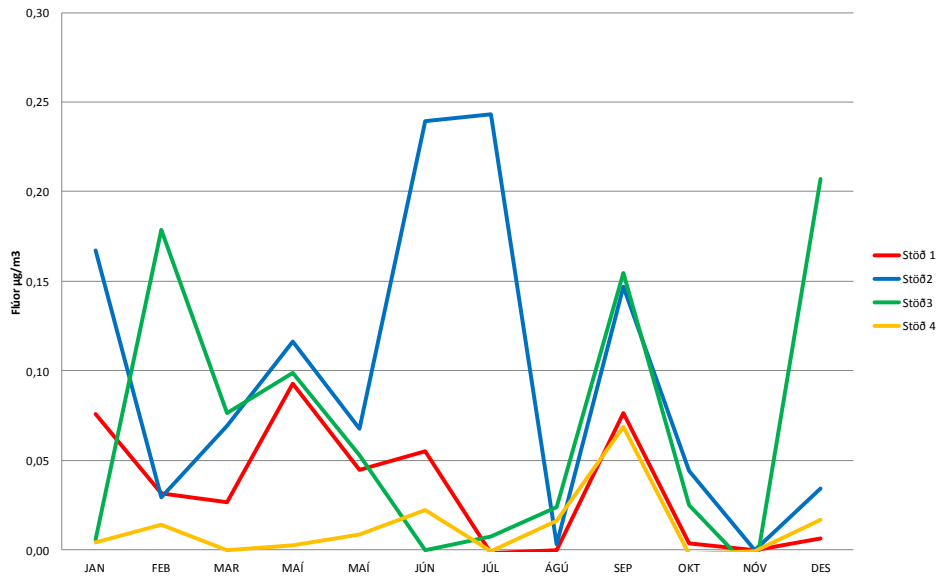
ii) Flúor í svifryki

Flúor í ryki í lofti er mældur í svifrykssíum, en svifryki er safnað á sex daga fresti á síur. Í einni slíkri síu í hverjum mánuði frá hverri stöð er mælt flúoríð í ryki, alls 48 mælingar árlega. Heildarmeðaltal ársins var 0,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eða ívið lægra en árið 2013. Niðurstöður þessara mælinga má sjá í töflu 4. Gögnin eru sýnd á myndum 14 og 15.

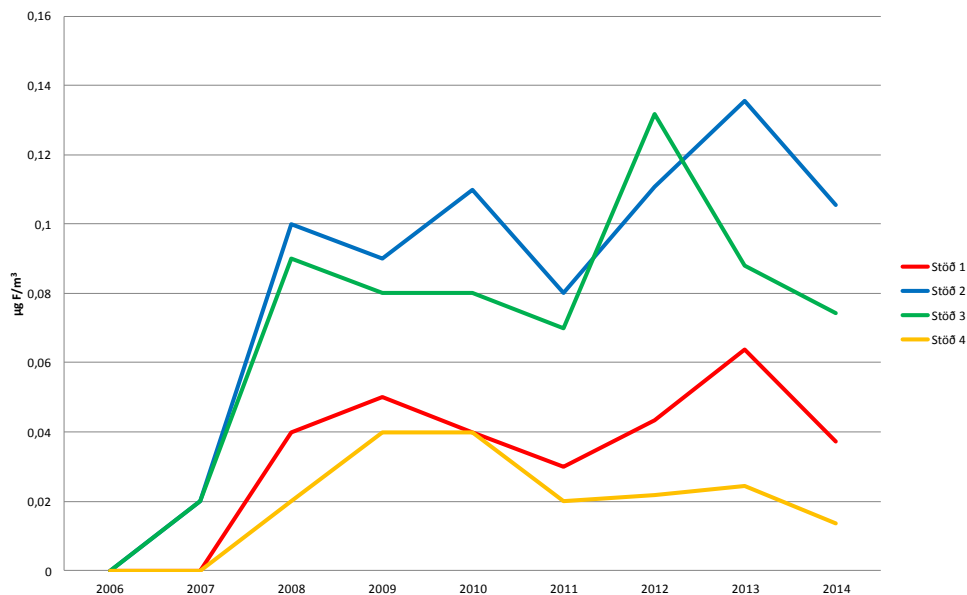
Tafla 4. Ársmeðaltöl og mæligildi rykkennds flúors í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=48/ár).

Ár/Mán.	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2006	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01
2007	≤ 0,01	0,02	0,02	≤ 0,01
2008	0,04	0,10	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
2012	0,04	0,11	0,13	0,02
2013	0,06	0,14	0,09	0,02
2014	0,04	0,11	0,07	0,01
2014				
JAN	0,08	0,17	<0,006	<0,006
FEB	0,03	0,00	0,18	<0,006
MAR	0,03	0,07	0,08	*
APR	0,09	0,12	0,10	<0,006
MAÍ	0,04	0,07	0,05	<0,006
JÚN	0,06	0,24	*	0,02
JÚL	<0,006	0,24	<0,006	<0,006
ÁGÚ	<0,006	<0,006	0,02	<0,006
SEP	0,08	0,15	0,15	0,07
OKT	<0,006	0,04	0,03	<0,006
NÓV	*	*	<0,006	<0,006
DES	<0,006	0,0	0,2	<0,006

*Sýni vantar



Mynd 14. Flúor í svifryki, allar stöðvar 2014.



Mynd 15. Flúor í svifryki, ársmeðaltöl 2005-2014.

2.3.5 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH)

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni í lofti eru mæld í svifrykssýnum með svipuðu fyrirkomulagi og rykkenndur flúor, þ.e. í svifrykssíum sem safnað er á sex daga fresti einn sólarhring í senn. Í einni slíkri síu í hverjum mánuði frá hverri stöð eru mæld PAH í ryki, alls 48 mælingar árlega. Mældur var svokallaður PAH18 iðnaðarstaðall (OSPAR/ParCom) fram til 2009 og svo aftur árið 2012 en PAH16 (EPA PAH16) árin 2009-2011 og 2013-2014. Munur á þessu tvennu er óverulegur í mati á heildarmeðaltali.

Niðurstaða ársins var svipuð og undanfarin ár, sjá töflu 5. Þessi efni greinast í litlum mæli og mældust um 0,07 ng/m³ á árinu 2014 að heildarmeðaltali.

Tafla 5. Árs- og mánaðarmeðaltöl dagsmælinga rykkennds PAH í lofti í ng/m³ (n=12/stöð/ár).

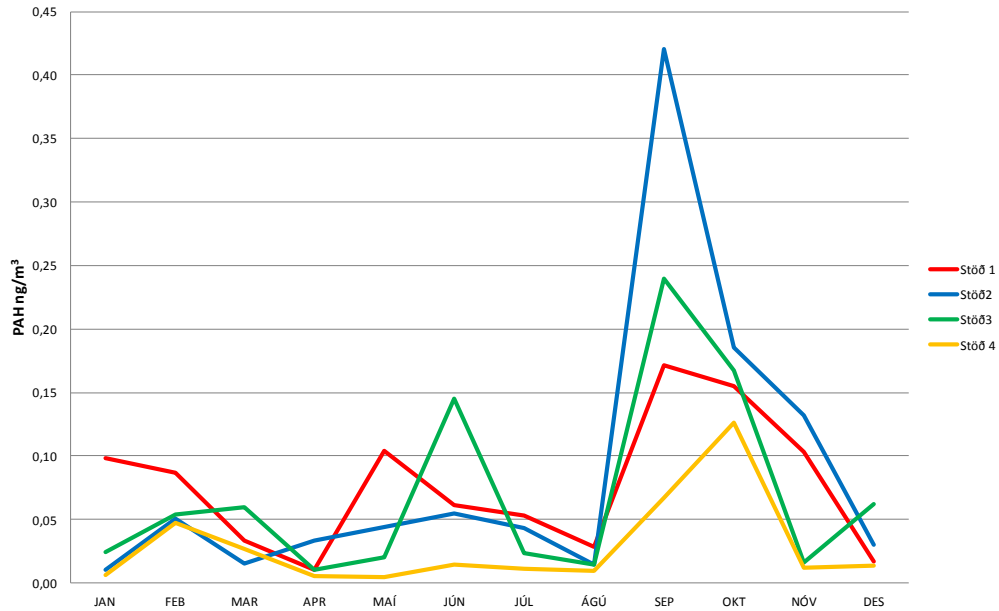
Ár/Mán.	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2006	0,09	0,04	0,09	0,12
2007	0,36	0,17	0,14	0,33
2008	0,09	0,05	0,04	0,04
2009	0,06	0,09	0,07	0,07
2010	0,20	0,11	0,16	0,23
2011	0,17	0,08	0,12	0,05
2012	0,09	0,08	0,07	0,03
2013	0,07	0,05	0,08	0,03
2014	0,08	0,09	0,07	0,03
2014				
JAN	0,10	0,01	0,02	0,01
FEB	0,09	0,05	0,05	0,05
MAR	0,03	0,01	0,06	0,03
APR	0,01	0,03	0,01	0,01
MAÍ	0,10	0,04	0,02	0,00
JÚN	0,06	0,05	0,15	0,01
JÚL	0,05	0,04	0,02	0,01
ÁGÚ	0,03	0,01	0,01	0,01
SEP	0,17	0,42	0,24	0,07
OKT	0,16	0,19	0,17	0,13
NÓV	0,10	0,13	0,02	0,01
DES	0,02	0,03	0,06	0,01

Mæligildi eru nokkuð breytileg, sjá myndir 16 og 17. Oft eru mæligildi heldur lægri yfir sumartímann, vegna hærra hlutfalls í gasfasa að sumri og einnig vegna sundrunar PAH-efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri.

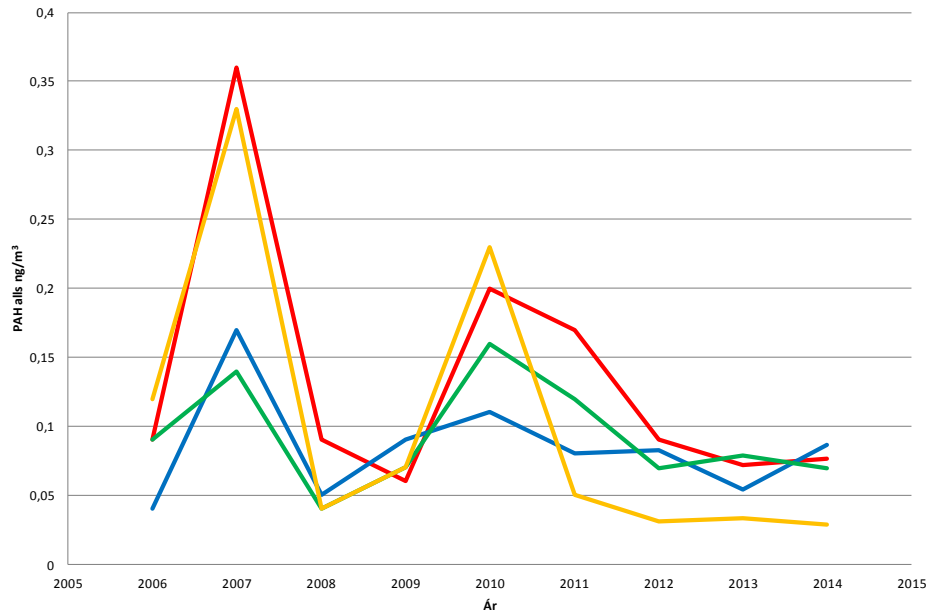
Athyglisvert er að ákveðinn toppur kemur í mælingu þessara efna með haustinu þegar aukin rykmengun mælist vegna gosmengunar. Fyrir því gætu verið tvær hugsanlegar ástæður. PAH mengunin gæti orsakast að einhverju leyti af gosefnaenguninni eða um gæti verið að ræða staðbundið ásig PAH efna á rykið í Reyðarfirði og er það raunar líklegra.

Umhverfismörk fyrir bensó[a]pýren (BaP) eru 1 ng/m³ skv. reglugerð nr. 410/2008. Mæld BaP gildi í ár eru vel undir þeim mörkum. BaP greinist í 17 síum af 48 og

mælist hæst þann 7. september á stöð 2 eða $0,018 \text{ ng/m}^3$, annars eru gildin undir $0,005 \text{ ng/m}^3$. Af öðrum PAH efnum tilteknum í reglugerðinni, þ.e. benzó[a]antrasen, benzó[b]flúoranten, benzó[j]flúoranten, benzó[k]flúoranten, indenó[1,2,3-cd]pýren og díbenz[a,h]antrasen mælist hæsta gildið $0,120 \text{ ng/m}^3$ á stöð 2 þann 7. september af benzó[b]flúoranten og benzó[j]flúoranten (mæld saman sem summa).



Mynd 16. PAH16 í svifryki, allar stöðvar 2014.



Mynd 17. PAH16 í svifryki, ársmeðaltöl 2006-2014.

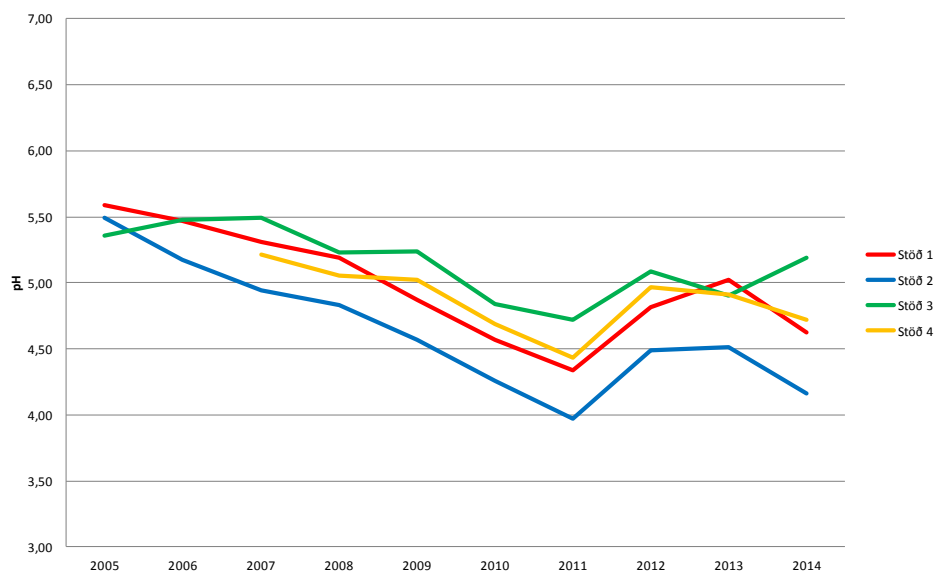
2.3.6 Efnainnihald í úrkomu

Sýrustig í úrkomu

Meðaltöl áranna 2005-2014 fyrir sýrustig í úrkomu má sjá í töflu 6 og á mynd 18. Mánaðarmeðaltöl fyrir 2014 má sjá á mynd 19. Sýrustig er mælt vikulega í úrkomusafnsýni á hverri stöð, ef ekki er þurrkur.

Tafla 6. Sýrustig í úrkomu, ársmeðaltöl einingalaust (pH).

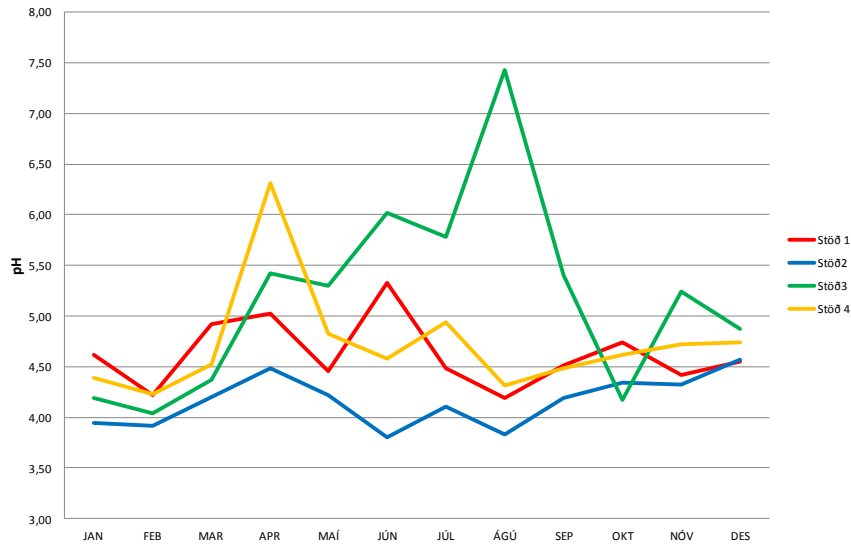
Ár/Mán.	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2005	5,59	5,49	5,36	
2006	5,47	5,17	5,48	
2007	5,31	4,94	5,49	5,21
2008	5,19	4,83	5,23	5,05
2009	4,87	4,57	5,24	5,02
2010	4,57	4,26	4,84	4,69
2011	4,34	3,97	4,72	4,43
2012	4,82	4,49	5,08	4,97
2013	5,03	4,51	4,90	4,91
2014	4,62	4,16	5,19	4,72



Mynd 18. Sýrustig (pH) í úrkomu, allar stöðvar meðaltöl 2005-2014.

Sýrustig í úrkomu 2014 er svipað og árin 2012 og 2013. Nokkur súrnun í úrkomu hefur átt sér stað á síðustu árum og raunar verið nokkuð viðvarandi frá upphafi rekstrar álversins þó hún hafi mælst mest á öllum stöðvum 2011. Það er líklegt að þetta tengist auknum styrk brennisteinstvíoxíðs og koltvíoxíðs. Breytingarnar eru nokkuð skýrar og súrnunin er um 0,5-1 pH stig frá upphafi. Helst rignir í suðaustanátt í Reyðarfirði og því gætir mengunar í úrkomu síst á stöð 3. Athygli

vekur að súrnun hefur ekki fylgt gosinu í Holuhrauni (mynd 19) þrátt fyrir aukinn styrk brennisteinstvíoxíðs. Skýringin er líklega sú að mengunar frá gosinu gætti eingöngu í vindáttum úr vestri í Reyðarfirði en það er ekki rigningarátt.



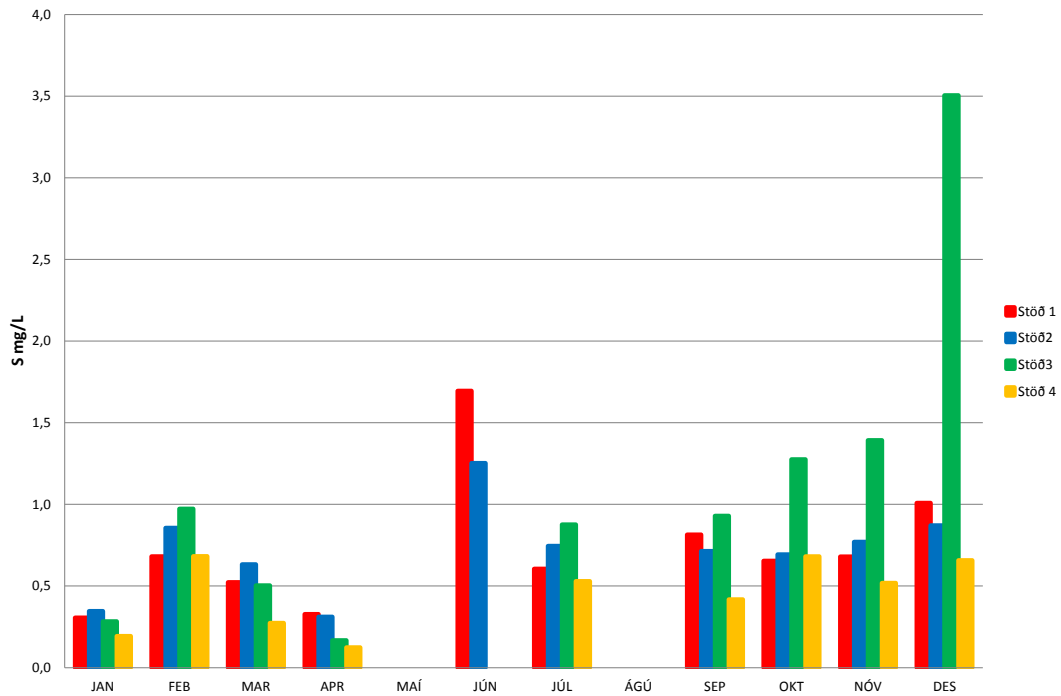
Mynd 19. Sýrustig (pH) í úrkomu, mánaðarmeðaltöl allar stöðvar 2014.

Brennisteinn í úrkomu

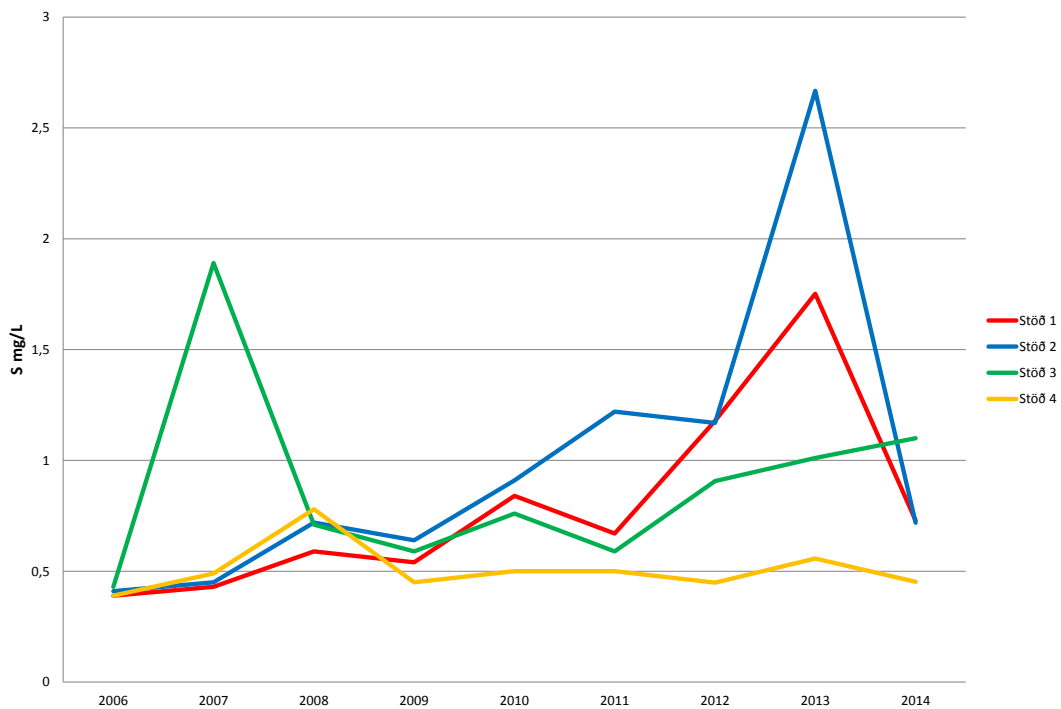
Brennisteinn í úrkomu lækkar töluvert á stöðvum 1 og 2 að meðaltali í ár miðað við undangengin 2-3 ár, sjá töflu 7 og mynd 21. Mánaðarmeðaltöl fyrir 2014 eru sýnd á mynd 20. Mælt er eitt vikulegt úrkomusafnsýni frá hverri stöð í mánuði, svo framarlega að þurrkur hamli ekki sýnatöku. Ef til vill hefði mátt búast við verulegri hækkun vegna gossins í Holuhrauni en sú varð ekki raunin. Skýringin á því er sú að mengunar frá gosinu gætti eingöngu í vestanáttum í Reyðarfirði sem ekki er rigningarátt. Ársmeðalgildi mældist 0,75 mg/L árið 2014 en mældist 1,52 mg/L árið 2013. Árið 2014 var úrkoma tiltölulega mikil og jöfn í hverjum mánuði en þó með lágmarki í júní. Lægra meðaltal er raunar vísbending um meiri úrkomu en engu að síður virðist áfall brennisteins árið 2014 hafa minnkað töluvert ef reiknað er meðaltal m.t.t. úrkomumagns eða um allt að fjórðung frá árinu 2013, en þá hafði það aukist lítillega eða um 6% frá árinu 2012.

Tafla 7. Brennisteinsinnihald í úrkomu, ársmeðaltöl í mg S/L.

Ár/Mán.	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2006	0,39	0,41	0,43	0,39
2007	0,43	0,45	1,89	0,49
2008	0,59	0,72	0,71	0,78
2009	0,54	0,64	0,59	0,45
2010	0,84	0,91	0,76	0,50
2011	0,67	1,22	0,59	0,50
2012	1,18	1,17	0,91	0,45
2013	1,75	2,67	1,01	0,56
2014	0,73	0,72	1,10	0,45



Mynd 20. Brennisteinn í úrkomu, allar stöðvar 2014.



Mynd 21. Brennisteinn í úrkomu, ársmeðaltöl 2006-2014.

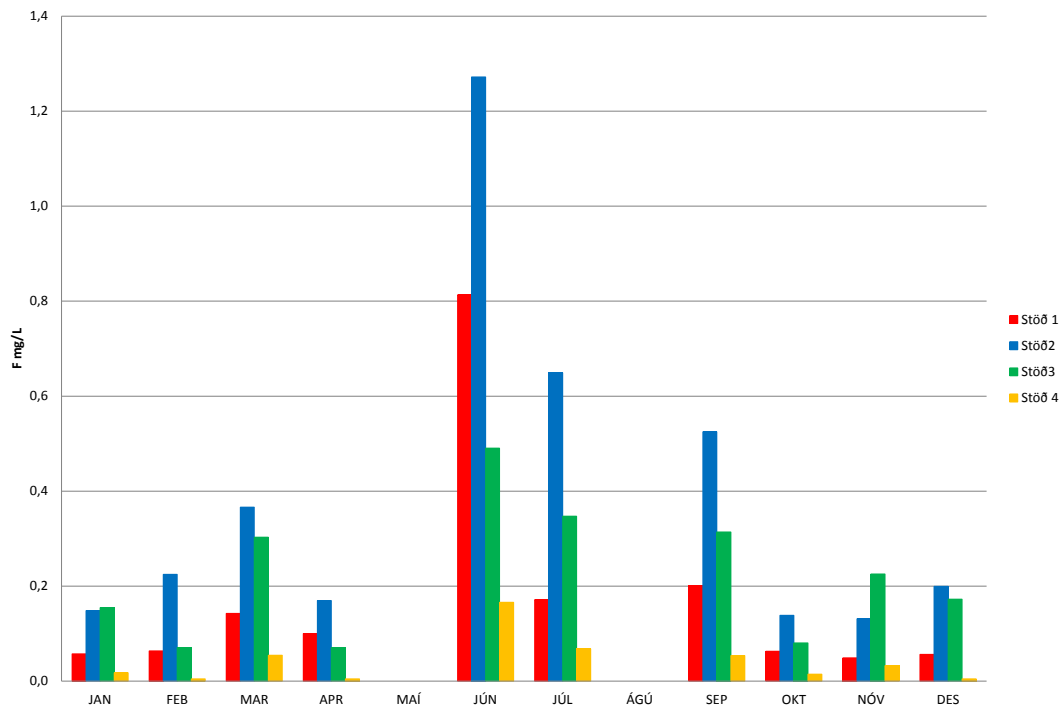
Flúor í úrkomu

Flúorgildi í úrkomu lækkuðu verulega að meðaltali árið 2014 miðað við 2012 og sérstaklega 2013, sem annars var mjög hátt samanborið við fyrri ár, sjá töflu 8 og mynd 23. Mánaðarmeðaltöl fyrir árið 2014 eru sýnd á mynd 22. Mælt er eitt

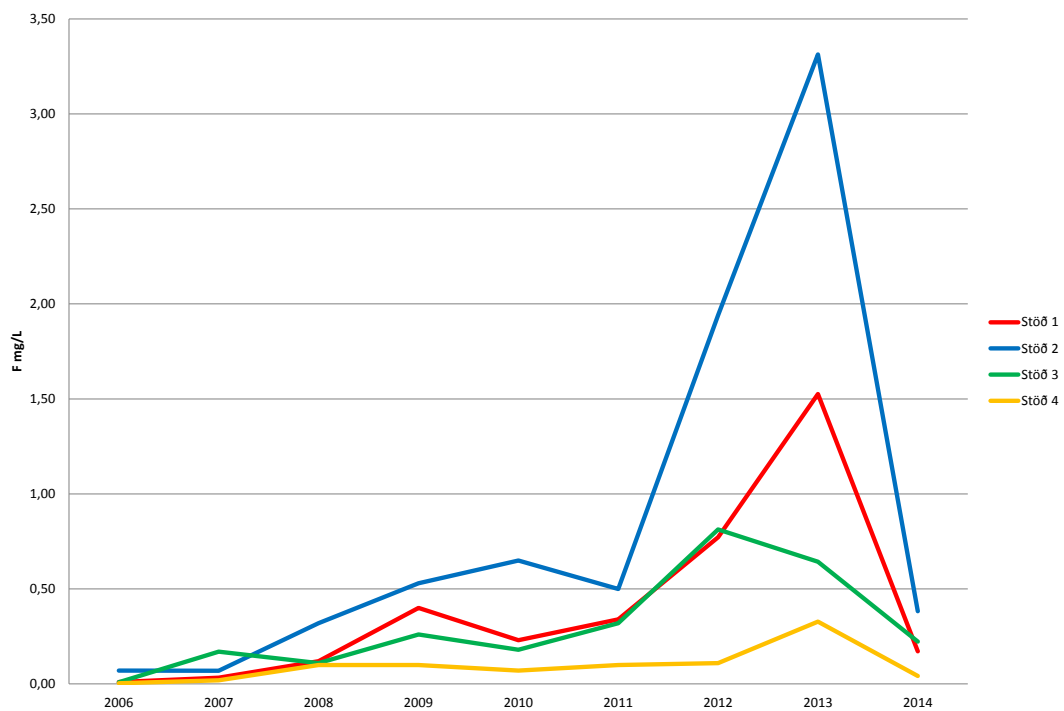
vikulegt úrkomusafnsýni frá hverri stöð í mánuði. Einfalt meðaltal fellur úr 1,45 mg/L árið 2013 í 0,2 mg/L árið 2014. Það má annars segja það sama um þessi mæligildi og um brennistein, að einfalda meðaltalið er ekki góður mælikvarði á áfall af flúor. Engu að síður ef reiknað er meðaltal m.t.t. úrkomumagns virðist áfall flúors árið 2014 í heild einungis um fimmtungur af áfalli ársins 2013 en þá hafði það reyndar aukist um 60% miðað við árið 2012.

Tafla 8. Árs- og mánaðarmeðaltöl flúors í úrkomu (vikusýni) í mg/L. Engin úrkomusýni bárust fyrir maí og ágúst.

Ár/Mán.	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
2006	0,01	0,07	0,01	0,00
2007	0,03	0,07	0,17	0,02
2008	0,12	0,32	0,11	0,10
2009	0,40	0,53	0,26	0,10
2010	0,23	0,65	0,18	0,07
2011	0,34	0,50	0,32	0,10
2012	0,77	1,94	0,81	0,11
2013	1,53	3,31	0,64	0,33
2014	0,17	0,38	0,22	0,04
2014				
JAN	0,058	0,148	0,155	0,018
FEB	0,064	0,225	0,071	<0,009
MAR	0,143	0,366	0,303	0,054
APR	0,100	0,170	0,070	<0,009
MAÍ	*	*	*	*
JÚN	0,813	1,272	0,491	0,166
JÚL	0,172	0,649	0,347	0,068
ÁGÚ	*	*	*	*
SEP	0,201	0,525	0,314	0,054
OKT	0,063	0,139	0,081	0,015
NÓV	0,049	0,131	0,226	0,033
DES	0,056	0,200	0,173	<0,01



Mynd 22. Flúor í úrkomu, allar stöðvar 2014.



Mynd 23. Flúor í úrkomu, ársmeðaltöl 2006-2014.

3 Gróður

3.1 Inngangur

3.1.1 Flúor og gróður

Flúor er almennt talið vera ein skaðlegasta lofttegundin frá álverum fyrir gróður og búfénað (Weinstein, 1983). Dreifing og þynning flúors er háð veðurfari og landslagi hverju sinni. Hvas vindur getur aukið þynningu loftboriðs flúors hratt á meðan sólríkir og lygnir dagar geta valdið því að plöntur verða fyrir miklum staðbundnum mengunaráhrifum í skamman tíma (Weinstein og Davison, 2004). Dreifing flúors er misjöfn eftir því hvort um flatlendi, dali eða firði er að ræða. Flúor sem berst út í andrúmsloftið í dölum og fjörðum getur borist lengra en ef um flatlendi er að ræða (Ongstad o.fl., 1994).

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

Uptaka flúors er háð því hversu stór loftaugu plantna eru og hversu mikið þau eru opin og er það breytilegt eftir tegundum. Loftaugu opnast og lokast við breytingar á dagsbirtu, hita- og rakastigi. Veðurfar getur því haft mikil áhrif á hversu mikið magn flúors berst inn í plöntur. Ólíkar tegundir geta vaxið á sama stað og ein sýnt mikil einkenni flúorskemmda á meðan önnur sýnir engin einkenni (Weinstein og Davison, 2004).

Plöntutegundir eru mis viðkvæmar fyrir flúor. Til dæmis er það þekkt erlendis að ýmsar furutegundir eru viðkvæmar. 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 flúor (Weinstein og Davison, 2004).

Rannsóknir sem gerðar voru í tengslum við norsk álver hafa sýnt að samspil mengunar og umhverfis- og erfðapátta 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 $\geq 100 \mu\text{g/g}$ af flúor í laufblöðum (Vike, 1999).

Flúor flyst ekki milli plöntuhluta að neinu marki og er upptaka flúors úr jarðvegi lítil. Nokkrar tegundir eru þó þekktar fyrir að geta tekið upp mikið magn flúors úr jarðvegi, jafnvel þó styrkur sé lágur. Sú best þekkta er líklegast te en algengar tegundir tes innihalda frá 70-350 $\mu\text{g/g}$ í þurrvigt. Íslenskur rabarbari virðist líka taka upp flúor úr jarðvegi og safnast hann fyrir í blöðum (Davison & Weinstein, 2006 og Vike, 2005).

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

Styrkur flúors í gróðri vegna upptöku frá jarðvegi og ryki í ómenguðu umhverfi er minni en 5 µg/g af flúor í þurrvigti fyrir flestar tegundir. Einhverjar tegundir, hlutfallslega fáar þó, mælast með bakgrunnsgildi allt að 20 µg/g flúor í þurrvigti (Weinstein og Davison, 2004, Guðrún Á. Jónsdóttir o.fl., 2005).

Þó að styrkur flúors í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hár þá innihalda ávextir, fræ og rætur mjög lág gildi flúors (Weinstein og Davison, 2004). Niðurstöður rannsókna í Reyðarfirði undanfarin ár styðja það þar sem styrkur flúors í bláberjalyngi og laufum rabarbara hefur mælst hár miðað við bakgrunnsgildi, en styrkur flúors í berjum og stilkum er alla jafna minni en 5 µg/g (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2013, 2012; Kristín Ágústsdóttir o.fl., 2011; Davison o.fl., 2010, 2009).

Styrkur flúors í grasi getur breyst nokkuð hratt samhliða breytingum á veðurfari og magni flúors í lofti. Eins og áður hefur komið fram sest flúor á yfirborð gróðurs á formi gass og ryks. Erlendar rannsóknir benda til þess að rigning geti skolað burt allt að 60% af mældum styrk flúors í gróðri (Vike og Håbjorg, 1995). Þar af leiðandi getur styrkur flúors í gróðri mælst lægri eftir rigningu. Þannig má segja að styrkur flúors í grasi endurspegli veðurfar og magn loftborins flúors dagana á undan sýnatöku á grasi. Því er mikilvægt að skoða meðaltöl fyrir styrk flúors, en einblína ekki á einstakar mælingar í tíma og rúmi. (Weinstein og Davison, 2004; Franzaring o.fl., 2007). Í viðauka 5 eru veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumarið 2014.

3.1.2 Viðmiðunarmörk flúors í fóðri fyrir búfé

Flúor veldur eitrun í búfénaði ef það fer yfir ákveðin mörk en fræðimenn eru ekki á eitt sammála um hver séu æskileg viðmiðunarmörk flúors í fóðri fyrir einstakar dýrategundir. En þó er vitað að hættan á flúoreitrun er breytileg eftir aldri, tegund dýra og ástandi þeirra (Sigurður Sigurðarson, án árs; Weinstein og Davison, 2004).

Á Íslandi er í gildi reglugerð sem segir til um hámarksgildi flúors í heilfóðri (þ.e fullnægjandi dagskammti) fyrir búfénað miðað við 12% rakainnihald. Hámarksgildi flúors í heilfóðri fyrir jörturdýr þ.e. kýr, ær og geitfé er 50 µg/g en 30 µg/g ef dýrin eru mjólkandi (reglugerð nr. 340/2001). Ekki er minnst sérstaklega á hross í þessari reglugerð og falla þau undir flokk dýra sem eru talin þola 150 µg/g. Í þessari skýrslu eru niðurstöður mælinga á styrk flúors í gróðri settar fram miðað við 0% rakainnihald. Til að niðurstöðurnar séu samanburðarhæfar við viðmið reglugerðar nr. 340/2001 þarf því að umreikna viðmið hennar. Umreiknuð hámarksgildi flúors í heilfóðri fyrir búfénað miðað við 0% rakainnihald eru: a) 56,8 µg/g fyrir jörturdýr þ.e. kýr, ær og geitfé en 34,1 µg/g ef dýrin eru mjólkandi og b) 170,5 µg/g fyrir hross.

Í reglugerðinni sem er í gildi á Íslandi er ekki minnst á nein tímamörk. Í Bandaríkjunum eru hins vegar viðmið fyrir grasbíta breytileg eftir tímalengd. Staðlar í Bandaríkjunum miða við eftirfarandi styrk flúors í fóðri til að vernda alla

grasbíta fyrir flúoreitrun (Weinstein og Davison, 2004). Þessir staðlar eru gefnir upp fyrir 0% rakainnihald í fóðri og eru eftirfarandi:

- Meðaltal flúors fyrir 12 mánaða tímabil má ekki fara yfir 40 µg/g
- Meðaltal flúors fyrir 2 mánaða tímabil má ekki fara yfir 60 µg/g
- Meðaltal flúors fyrir 1 mánaða tímabil má ekki fara yfir 80 µg/g

3.2 Efnagreiningar á gróðri

Breytingar voru gerðar á sýnatökustöðum sumarið 2014 til að koma til móts við ábendingar og athugasemdir Umhverfisstofnunar, Matvælastofnunar og hestaeigenda. Grasi er nú safnað á samtals 34 sýnatökustöðum. Felldir voru út sjö sýnatökustaðir¹ sem safnað hafði verið á frá árinu 2005. Áfram var safnað á 11 sýnatökustöðum² sem byrjað var að safna á árið 2013 (mynd 24). Þessi breyting var gerð til að fá betri mynd af dreifingu flúors í grasi þar sem má eiga von á að búfénaður sé á beit. Sýnatökustöðum var aðallega fjölgað í botni Reyðarfjarðar (mynd 24).



Mynd 24. Breytingar á sýnatöku sumarið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

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). Rabarbari, kartöflur og grænmeti var skolað fyrir efnagreiningu. Annar gróður var ekki skolaður. Niðurstöður efnagreininga á grasi eru sýndar sem meðaltal sex mælinga með staðalskekkju. Niðurstöður efnagreininga á rabarbara eru sýndar sem meðaltal þriggja mælinga með staðalskekkju. Öðrum gróðri var safnað í einni sýnatökufærð. Allar niðurstöður flúormælinga á gróðri eru gefnar upp miðað við 100% þurrvigt en niðurstöður þungmálmagreiningar á

¹ G1, G10, G14, G16, G24, G26 og G28

² G31, G32, G33, G34, G35, G36, G37, G38, G39, G42 og G43

rabarbarasýnum eru gefnar upp miðað við blautvigt. Ársmeðaltöl innifela öll gildi ársins, bæði innan og utan þynningasvæðis, nema annað sé tekið fram.

Í viðauka 5 eru sýndir saman veðurfarslegir þættir og tími sýnasöfnunar sumarið 2014.

Parað t-próf (e. paired t-test) var notað til þess að greina hvort tölfræðilega marktækur munur væri á styrk flúors í gróðri milli árána 2013 og 2014. Að undangengnum prófum á normaldreifingu var gögnum umbreytt með kvaðratrót væri þess þörf.

Við kortlagningu á styrk flúors í gróðri á einstökum sýnatökustöðum var gildum skipt í fjóra flokka til að gera betur grein fyrir mögulegum áhrifum á grasbíta, þ.e.:

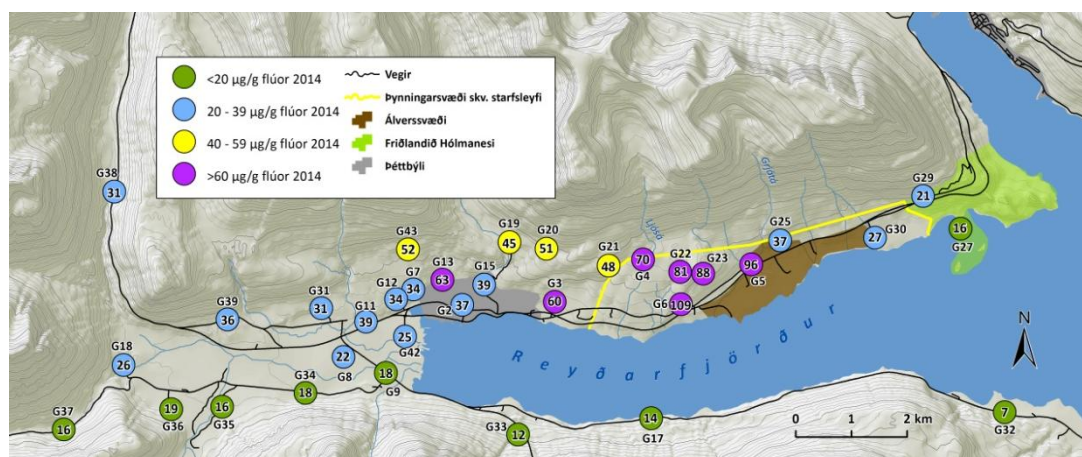
- <20 µg/g flúor.
- 20-39 µg/g flúor.
- 40-60 µg/g flúor.
- >60 µg/g flúor.

3.2.1 Gras

Grasi var safnað hálfsmánaðarlega frá júní til ágúst í Reyðarfirði sumarið 2014 (mynd 25). Alls var 204 sýnum safnað í sex söfnunarferðum. Sýnataka fór fram dagana 10. og 24. júní, 9. og 22. júlí, 5.-6. ágúst og 18.-22. ágúst 2014.

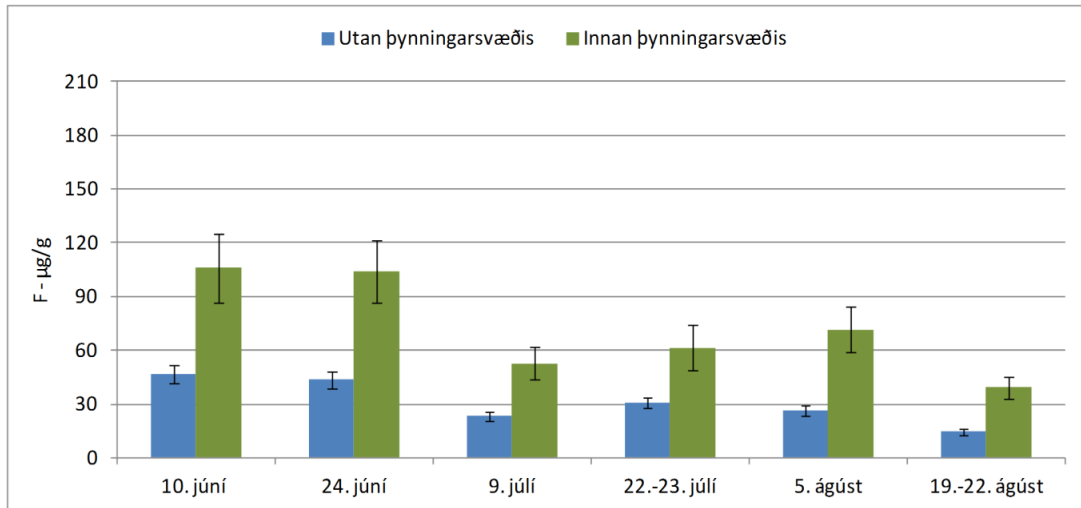
Gras var klippt með skærum um 3 cm frá grassverði í 10 m radíus frá sýnatöku-staðsetningu. Sölnuð blöð voru fjarlægð áður en sýni var komið fyrir í merktum bréfpoka. Sýni voru þurrkuð við 80°C í 24 klst og síðan send til Nýsköpunar-miðstöðvar Íslands til efnagreiningar á flúor.

Hæsti styrkur flúors sumarið 2014 var 194 µg/g á sýnatökustað G5 í fyrstu sýnatökuferð sumarsins. Oftast mældust hæstu gildi flúors á sýnatökustað G6 eða í fjórum sýnatökuferðum af sex og var styrkurinn að meðaltali 109 µg/g. Sýnatökustaðir G5 og G6 eru báðir innan þynningarsvæðis álversins (mynd 25).



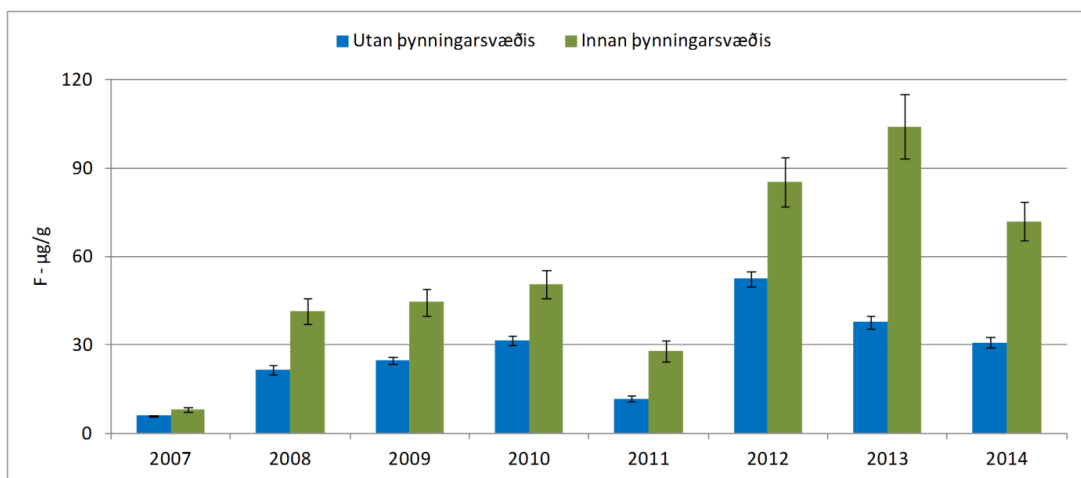
Mynd 25. Sýnatökustaðir grass í Reyðarfirði og meðalstyrkur flúors í sex sýnatökuferðum frá júní til ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Meðalstyrkur flúors í grasi í Reyðarfirði mældist nokkuð hár í fyrstu sýnatökum sumarsins 2014 en fór svo lækkandi, ólíkt því sem verið hefur undanfarin ár. Styrkurinn mældist hærri innan þynningarsvæðis álversins en utan þess í öllum sýnatökuferðum sumarsins (mynd 26). Í byrjun júní mældist meðalstyrkur flúors innan þynningarsvæðis 106 µg/g og utan þess 47 µg/g. Styrkurinn lækkaði eftir því sem leið á sumarið uns hann náði lágmarki í 39 µg/g innan þynningarsvæðisins í síðustu sýnatöku sumarsins, seinni hluta ágúst. Utan þynningarsvæðisins mældist meðalstyrkur flúors í síðustu sýnatöku 14 µg/g. Þessi háu gildi snemma sumars má að öllum líkindum rekja til hlýinda sem og hárra gilda á loftbornu flúoríði í júní (tafla 3).



Mynd 26. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) innan og utan þyngingarsvæðis í Reyðarfirði eftir sýnatökuferðum frá júní til ágúst 2014.

Samkvæmt t-prófi var meðalstyrkur flúors marktækt lægri ($p < 0.05$) árið 2014 en árið 2013 (mynd 27). Eins og áður segir voru breytingar gerðar á sýnatökustöðum sumarið 2014 (mynd 24). Auk þess hafði sýnatökustöðum verið fjölgað árið 2013 og eru ársmeðaltöl flúors í grasi árin 2013 og 2014 því ekki fullkomlega samanburðarhæf við önnur ár.



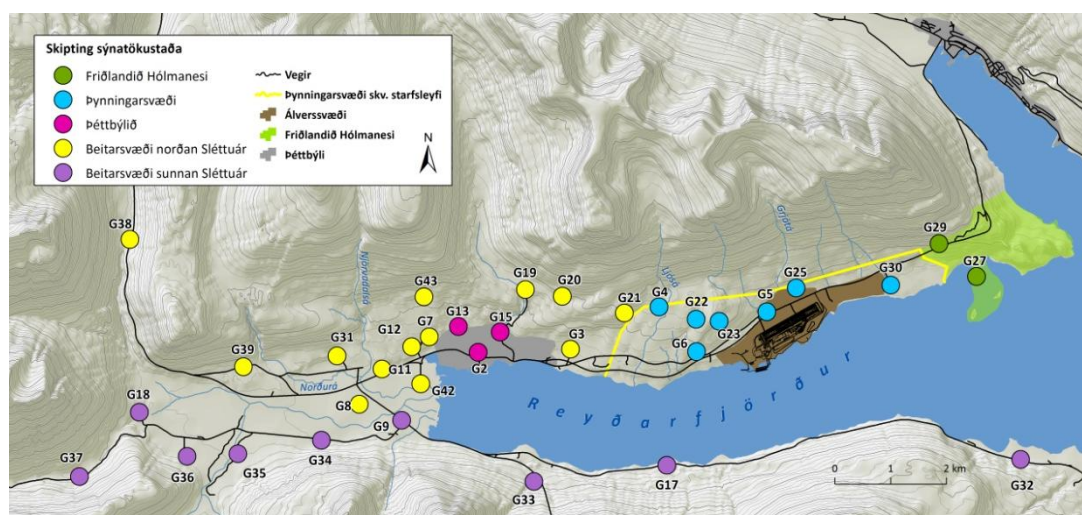
Mynd 27. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) innan og utan þyngingarsvæðis í Reyðarfirði eftir árum frá 2007 til 2014. Fjöldi sýnatökustaða 2007-2012 ($n=30$), 2013 ($n=41$) og 2014 ($n=34$).

Mánaðarmeðaltal loftborins flúors sumarið 2014 í Reyðarfirði fór aldrei yfir viðmiðunarmörk utan þyngingarsvæðis samkvæmt starfsleyfi. Meðalstyrkur flúors í grasi sumarið 2014 utan þyngingarsvæðis var $31 \mu\text{g/g}$ sem er undir mörkum sem sett eru fyrir hámarksgildi flúors í heilfóðri fyrir jórturdýr ($56,8 \mu\text{g/g}$ m.v. 0% rakainnihald) og einnig undir mörkum fyrir mjólkandi jórturdýr ($34,1 \mu\text{g/g}$ m.v. 0% rakainnihald). Ef horft er á einstaka sýnatökustaði var meðalstyrkur flúors í grasi fyrir sumarið 2014 yfir hámarksgildum fyrir jórturdýr á tveimur stöðum utan

þyningarsvæðis. Það var annars vegar vestan við mörk þyningarsvæðis, við Teigagerði á stöð G3 og hins vegar í þéttbýlinu á stöð G13, við nýja hverfið í Túnum vestast á Reyðarfirði (mynd 25). Hærri styrkur flúors á stöð G13 en á öðrum stöðvum í þéttbýlinu skýrist sennilega af því að sýnum á G13 var safnað af háu óslegnu grasi, en önnur sýnatökusvæði grass í bænum voru slegin reglulega sumarið 2014. Meðalstyrkur flúors í grasi sumarið 2014 innan þyningarsvæðis var 73 µg/g.

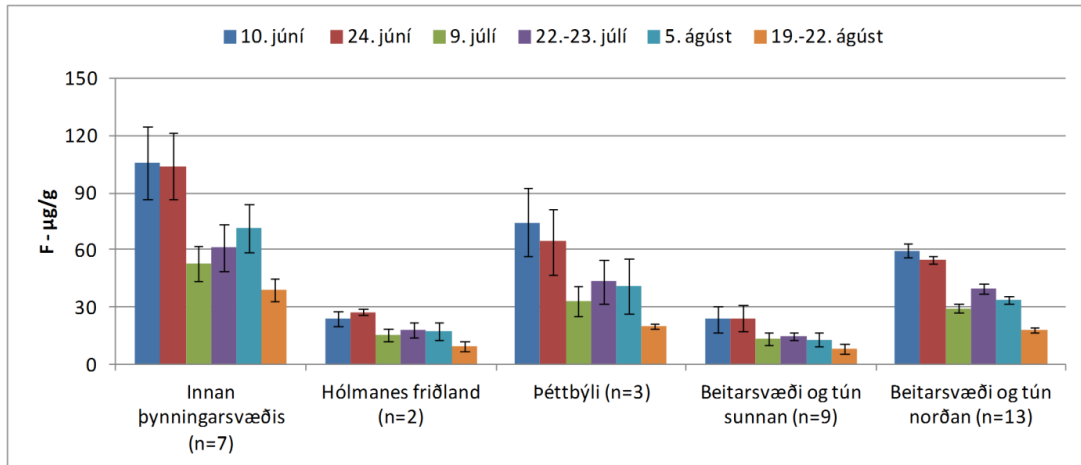
Til að fá gleggri mynd af því hvernig styrkur flúors dreifist utan þyningarsvæðis í Reyðarfirði var sýnatökustöðum á grasi skipt í fimm svæði (mynd 28):

1. Innan opinbers þyningarsvæðis skv. starfsleyfi, samtals sjö sýnatökustaðir.
2. Friðlandið og fólkvangurinn í Hólmanesi, samtals tveir sýnatökustaðir.
3. Þéttbýli, samtals þrjár sýnatökustaðir.
4. Möguleg beitarsvæði og tún norðan sauðfjárveikivarnarlínu við Sléttuá, samtals 13 sýnatökustaðir.
5. Möguleg beitarsvæði og tún sunnan sauðfjárveikivarnarlínu við Sléttuá, samtals níu sýnatökustaðir.



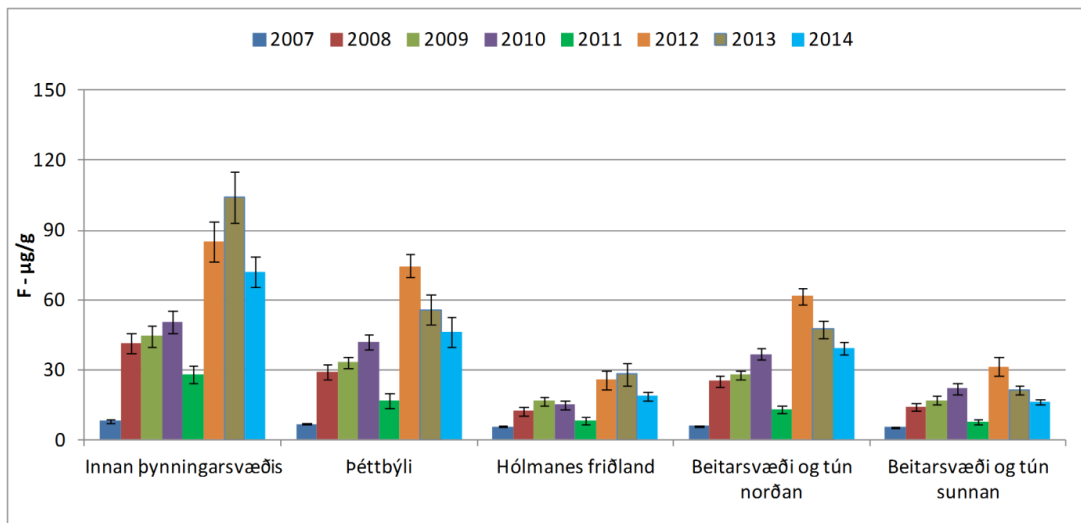
Mynd 28. Skipting sýnatökustaða grass sumarið 2014 upp í fimm ólík svæði (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Hæstu meðaltalsgildi allra sýnatökuferða voru innan þyningarsvæðis en lægstu gildin mældust á beitarsvæðum og túnum sunnan fjarðar (mynd 29). Meðalstyrkur flúors á öllum svæðum var hæstur í fyrstu sýnatöku ársins, þann 10. júní. Styrkur flúors lækkaði verulega milli annarrar og þriðju sýnatöku en hækkaði aftur í fjórðu og fimmtu sýnatöku. Meðalstyrkurinn var lægstur á öllum svæðunum í síðustu sýnatöku ársins (mynd 29). Meðalstyrkur flúors í grasi yfir sumartímann lækkaði á öllum sýnatökusvæðum milli árána 2013 og 2014 (mynd 30).



Mynd 29. Meðalstyrkur flúors í grasi (með staðalskekkju) sumarið 2014, skipt upp eftir svæðum.

Dreifingarmynstur flúors í grasi var svipað og undanfarin ár. Hæstu gildin mældust næst álverinu, vestan megin. Styrkur flúors í grasi lækkaði svo með aukinni fjarlægð frá álveri til vesturs en var þó ennþá nokkuð hár sums staðar í og við þéttbýlið á Reyðarfirði. Lægstu gildin mældust austan og sunnan megin við álverið sem má rekja til þess að loftborinn flúor berst að miklu leyti með ríkjandi vindátt til vesturs frá álverinu (myndir 2-5).



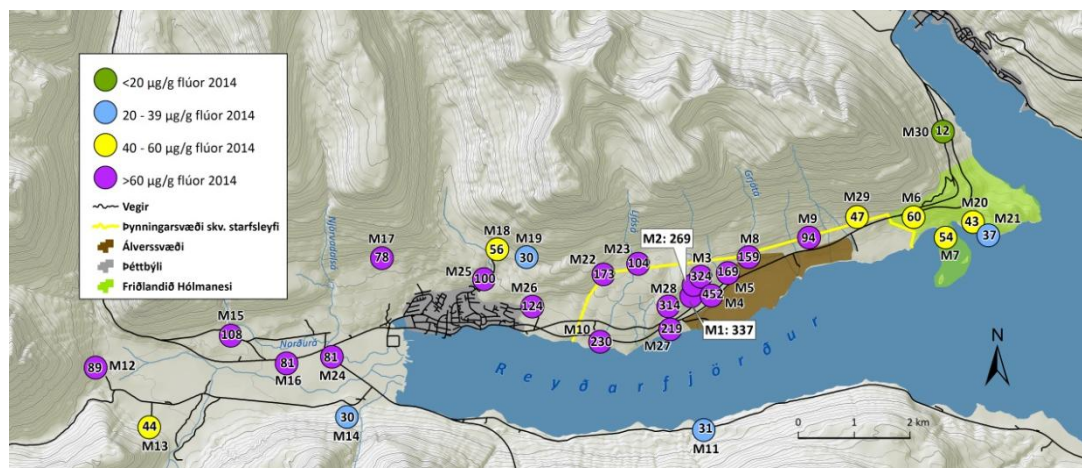
Mynd 30. Meðalstyrkur flúors ($\mu\text{g/g}$) í þurrvigt af grasi (með staðalskekkju) eftir ólíkum svæðum í Reyðarfirði árin 2007 til 2014. Fjöldi sýnatökustaða 2007-2012 (n=30), 2013 (n=41) og 2014 (n=34).

Styrkur flúors í grasi á beitar svæðum sumarið 2014 var undir íslenskum viðmiðunarmörkum á flúor í heilfóðri fyrir jörturdýr (56,8 $\mu\text{g/g}$ m.v. 0% rakainnihald). Á beitar svæðum sunnan fjarðar var meðalstyrkur flúors í grasi sumarið 2014 einnig undir viðmiðunarmörkum sem sett eru fyrir mjólkandi jörturdýr (34,1 $\mu\text{g/g}$ m.v. 0% rakainnihald) en á beitar svæðum norðan fjarðar var meðalstyrkurinn 39 $\mu\text{g/g}$.

Niðurstöður mælinga á flúor í grasi fyrir árið 2014 er að finna í viðauka 6.

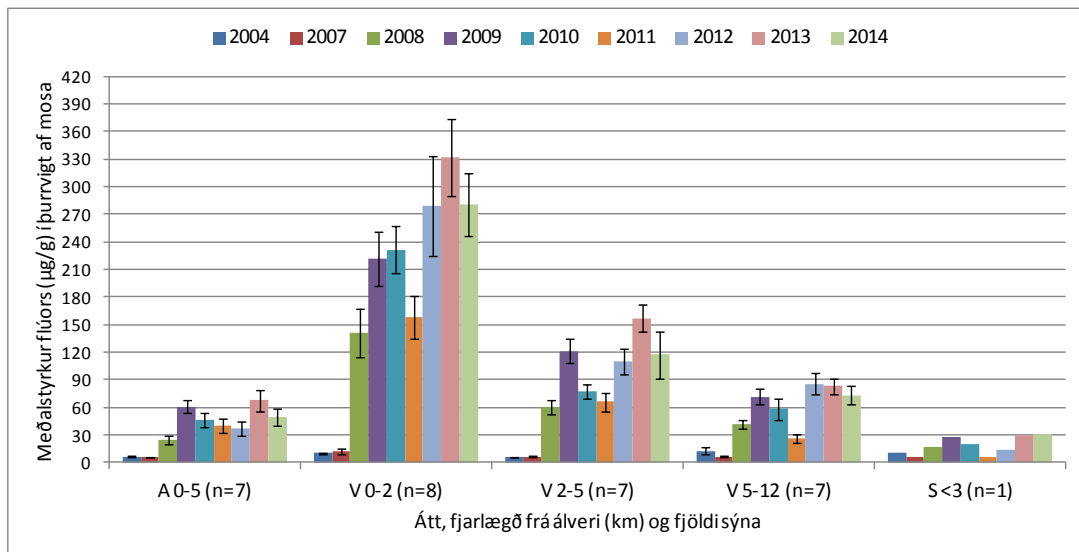
3.2.2 Mosi

Mosa (*Racomitrium* spp.) var safnað einu sinni á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði dagana 7., 9., 11., 13.-15., 17.-18. og 20. ágúst 2014 (mynd 31). Flúor var mælt í öllum sýnum.



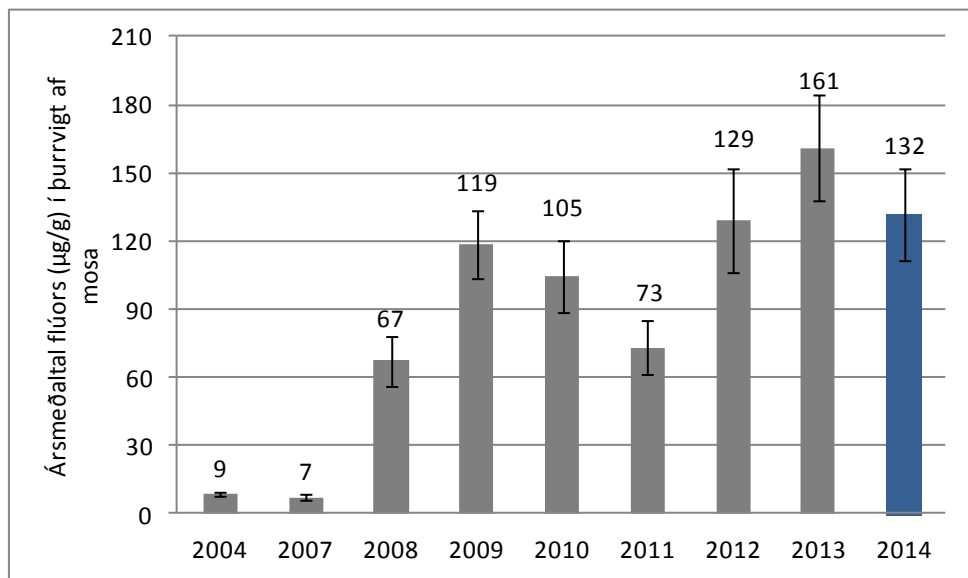
Mynd 31. Sýnatökustaðir mosa í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Styrkur flúors í mosa mældist frá 12-452 µg/g og var dreifingarmynstrið með svipuðum hætti og fyrri ár. Hæstu gildin mældust innan pynningarsvæðis álversins. Styrkur flúors lækkaði eftir því sem fjær dró álverinu en þó mismikið. Í 5-12 km fjarlægð vestan álvers var styrkurinn enn nokkuð hár eða allt að 108 µg/g. Almennt mældust mun lægri gildi sunnan og austan álversins en vestan þess eða 31 µg/g sunnan við það og að meðaltali 50 µg/g austan við það (myndir 31 og 32).



Mynd 32. Dreifingarmynstur flúors í mosa frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

Ársmeðaltal flúors í mosa árið 2014 mældist 132 µg/g og var styrkurinn marktækt lægri heldur en árið 2013 ($p < 0,001$). Styrkur flúors í mosa hefur þrátt fyrir það hækkað mikið frá því áður en álverið hóf starfsemi (mynd 33).



Mynd 33. Ársmeðaltal flúors í mosa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

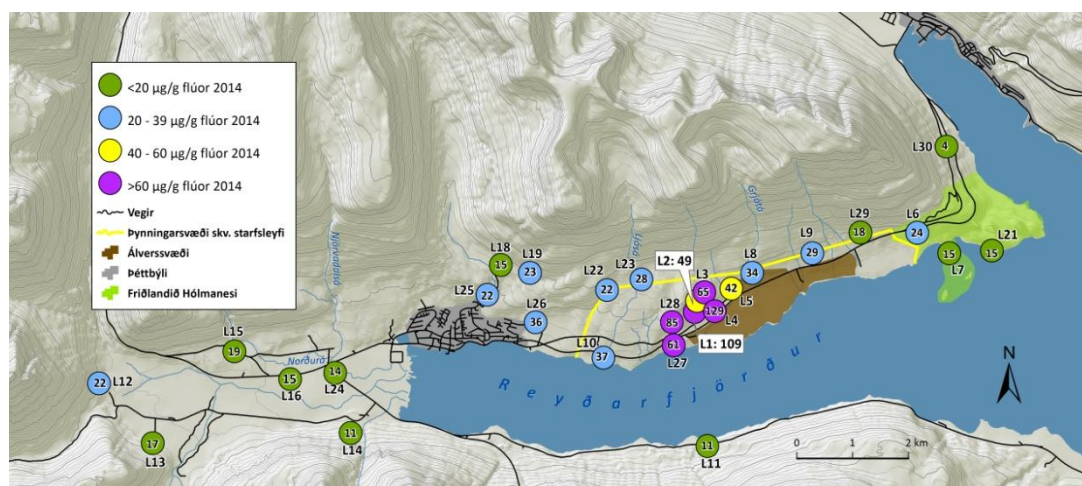
Mosar eru frábrugðnir háplöntum á þann hátt að hlutfall yfirborðs miðað við þyngd þeirra er mun hærra en hjá háplöntum sem skýrir hærri styrk flúors í sömu þyngd af mosa en t.d. grasi (Weinstein & Davison, 2003). Þá skortir mosa loftop til að

stýra upptöku og losun út í andrúmsloftið sem fer fram í gegnum frumuveggi þeirra og því getur styrkur flúors orðið mjög hár í mosum.

Niðurstöður mælinga á flúor í mosa fyrir árið 2014 er að finna í viðauka 7.

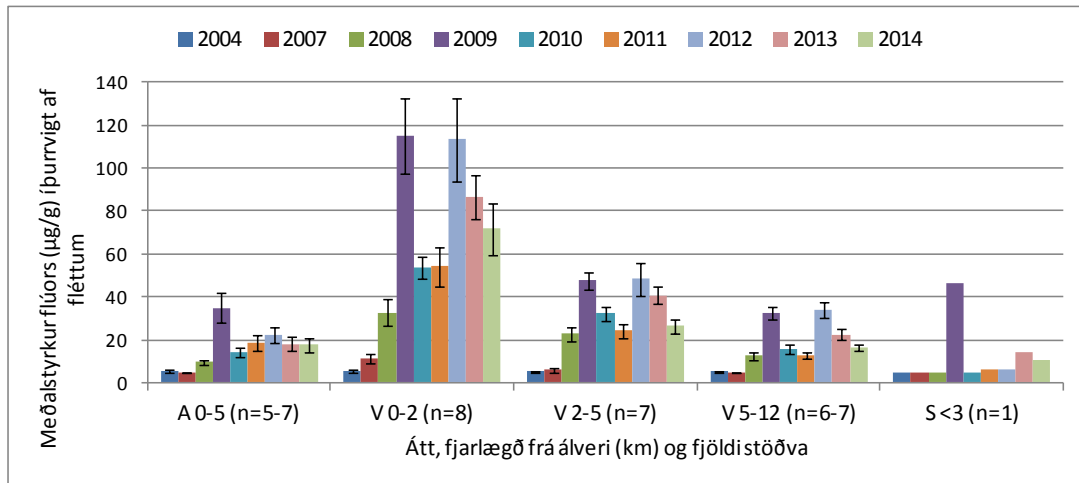
3.2.3 Fléttur

Fléttum (*Cladonia* spp.) var safnað einu sinni á 28 sýnatökustöðum í Reyðarfirði dagana 7., 9., 11., 13.-15., 17.-18. og 20. ágúst 2014 (mynd 34). Ekki var unnt að safna sýnum á sýntökustöðum L17 og L20 þar sem þar var engar fléttur að finna. Styrkur flúors var mældur í öllum sýnum.



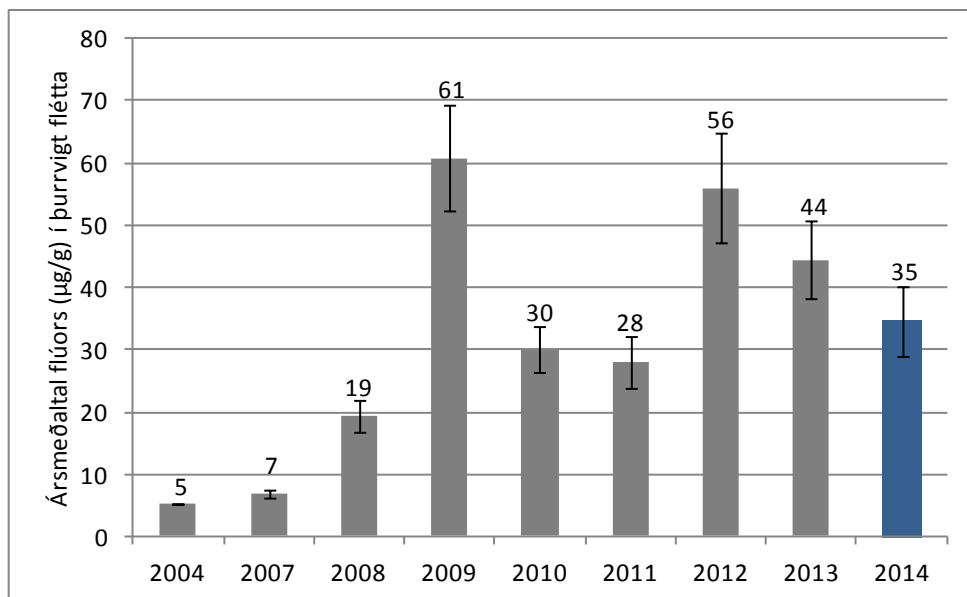
Mynd 34. Sýnatökustaðir flétta í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Styrkur flúors í fléttum mældist frá 4-129 $\mu\text{g/g}$ og var dreifingarmynstur með svipuðum hætti og fyrri ár og sambærilegt við dreifingarmynstur flúors í öðrum gróðri. Hæstu gildin voru að mælast í 0-2 km fjarlægð í vestur frá álverinu eða 34-129 $\mu\text{g/g}$ en styrkurinn féll nokkuð hratt þegar vestar dró og voru sýni í 2-5 km fjarlægð frá álveri að mælast með meira en helmingi lægri gildi en í 0-2 km fjarlægð eða frá 15-37 $\mu\text{g/g}$. Mun lægri gildi voru að mælast austan og sunnan við álverið en í sambærilegri fjarlægð vestan við það (myndir 34 og 35).



Mynd 35. Dreifingarmynstur flúors í fléttum frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

Ársmeðaltal flúors í fléttum mældist 35 µg/g árið 2014 og var styrkurinn marktækt lægri heldur en árið 2013 ($p < 0,001$). Líkt og í mosanum þá hefur styrkur flúors hækkað frá bakgrunnsgildum (2004) en styrkurinn er nokkuð breytilegur milli ára (mynd 36).

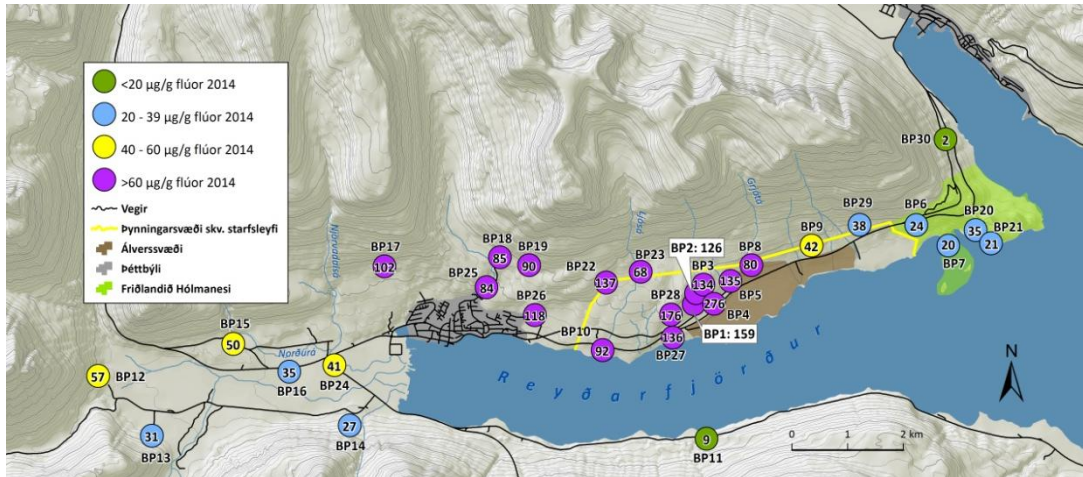


Mynd 36. Ársmeðaltal flúors í fléttusýnum (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 28-30 sýnum ár hvert.

Niðurstöður mælinga á flúor í fléttum fyrir árið 2014 er að finna í viðauka 7.

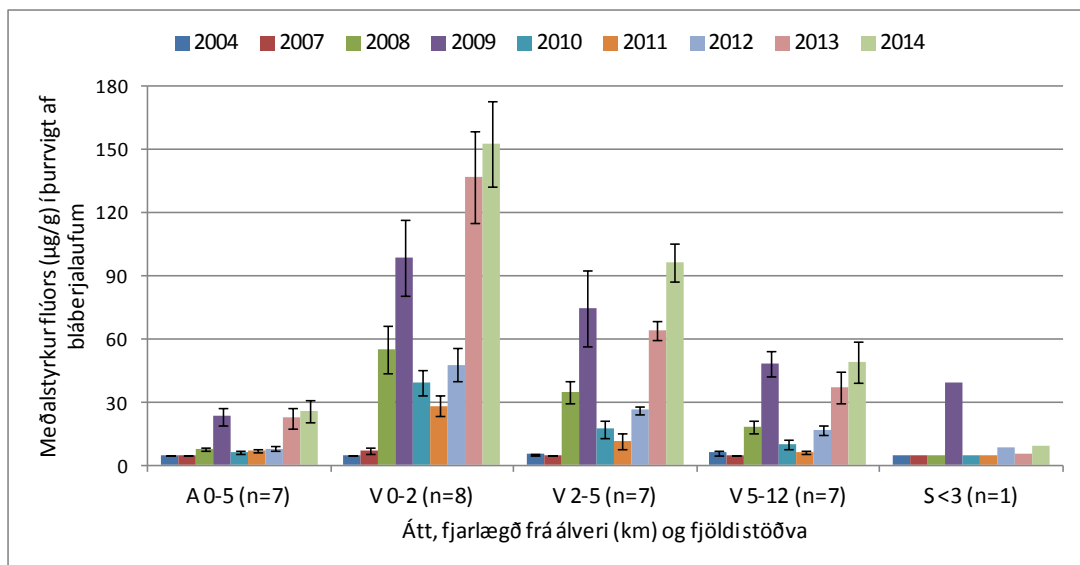
3.2.4 Bláberjalyng

Blöðum bláberjalyngs (*Vaccinium uliginosum*) var safnað einu sinni á 30 sýnatökustöðum í Reyðarfirði dagana 7., 9., 11., 13.-15., 17.-18. og 20. ágúst 2014 (mynd 37). Styrkur flúors var mældur í öllum sýnum.



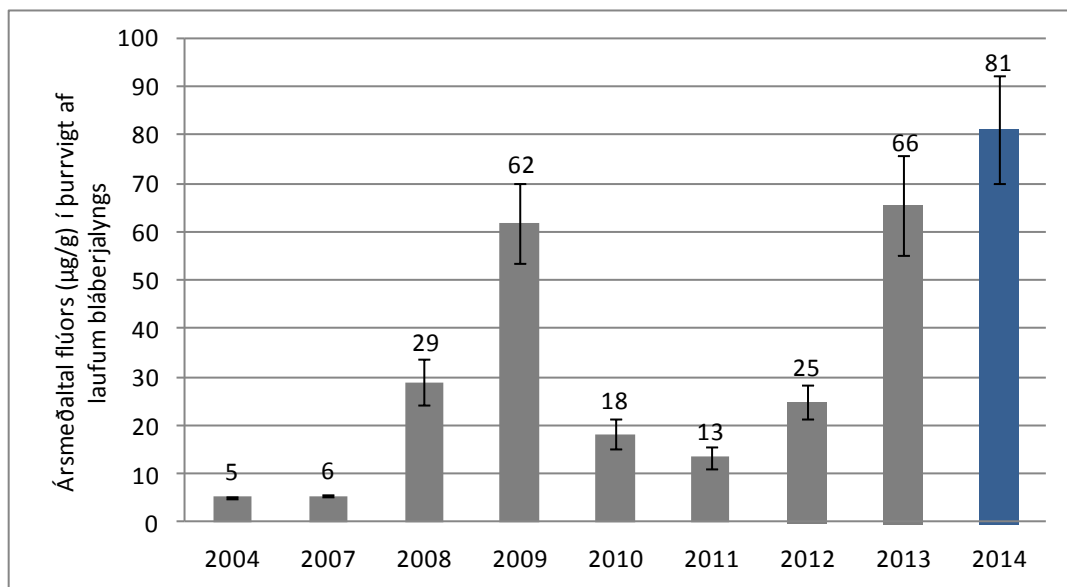
Mynd 37. Sýnatökustaðir bláberjalyngs í Reyðarfirði og styrkur flúors í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Styrkur flúors í laufum bláberjalyngs mældist frá 2-276 µg/g. Dreifingarmynstur flúors í bláberjalyngi var með svipuðum hætti og í öðrum gróðursýnum, þ.e. hæstu gildin mældust næst álveri og styrkurinn féll með fjarlægð frá því, en mismikið eftir áttum. Styrkurinn mældist hæstur rétt vestan við álverið en lægstur á sýnatökustað B30 sem er staðsettur norðaustur af álverinu og næstlægstur á BP11 sem er sunnan fjarðar (myndir 37 og 38).



Mynd 38. Dreifingarmynstur flúors í bláberjalyngi frá árinu 2004 (bakgrunnsgildi) til ársins 2014. Áttir A-austur, V-vestur og S-suður og fjarlægð frá reykháfi álvers. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna.

Ársmeðaltal flúors í laufum bláberjalyngs árið 2014 mældist 81 µg/g sem er hæsti meðalstyrkur flúors í bláberjalyngi frá því mælingar hófust og marktækt hærri styrkur en mældist árið 2013 (p=0,001) (mynd 39).



Mynd 39. Ársmeðaltal flúors í bláberjalyngi (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 30 sýnum ár hvert.

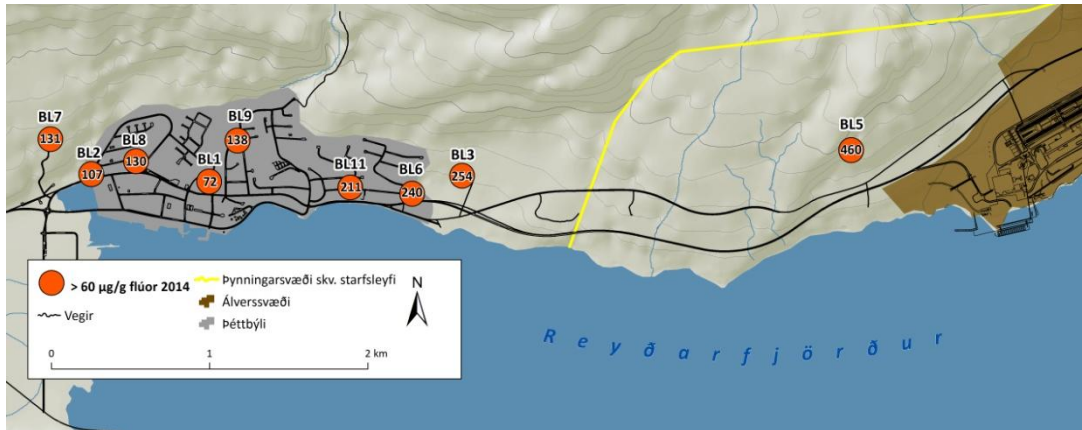
Niðurstöður mælinga á flúor í laufum bláberjalyngs árið 2014 er að finna í viðauka 7.

3.2.5 Reyniviður

Einu sýni af blöðum reynitryja (*Sorbus* sp.) var safnað á níu sýnatökustöðum 20. ágúst 2013 (mynd 40).

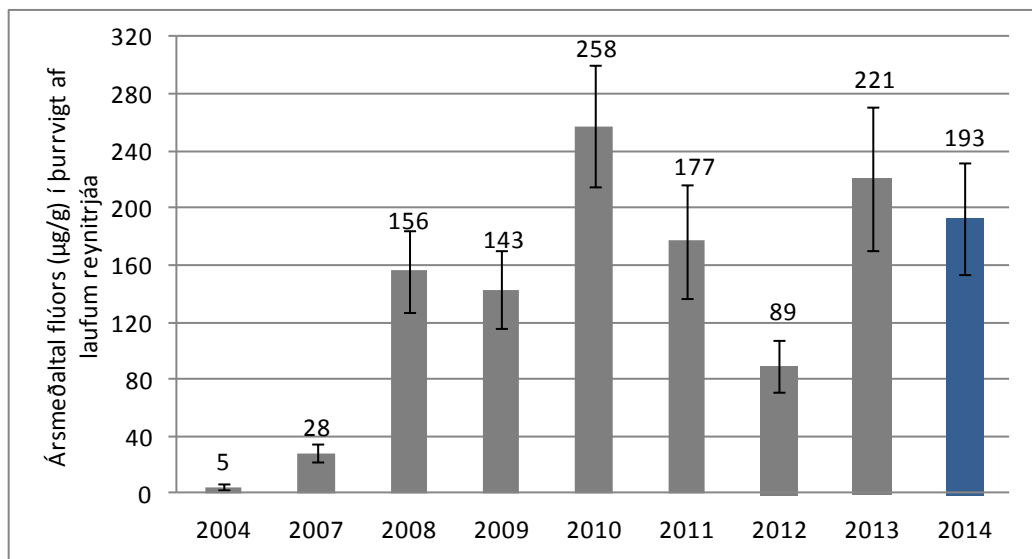
Styrkur flúors í reynivið mældist frá 72-460 µg/g og mældist hæsta gildið næst álverinu á sýnatökustað BL5, sem er í skógræktarreit rétt ofan álversins.

Næsthæsta gildið mældist á sýnatökustað BL3, sem er staðsettur á Teigagerði, en styrkur flúors var þar samt sem áður nærri helmingi lægri en á BL5 eða 254 µg/g. Lægsta gildið mældist í sýni BL1, 72 µg/g en það sýni var tekið í þéttbýlinu á Reyðarfirði (mynd 40).



Mynd 40. Sýnatökustaðir á laufblöðum reynitryjáa í Reyðarfirði og styrkur flúors í laufi í ágúst 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Ársméðaltal flúors í reynilaufum var lægra árið 2014 en 2013 eða 193 µg/g á móti 221 µg/g en munurinn var ekki marktækur ($p=0,07$). Meðalstyrkur flúors í reynilaufum hefur hækkað mikið frá því að álverið hóf rekstur en styrkurinn er nokkuð breytilegur milli ára (mynd 41).



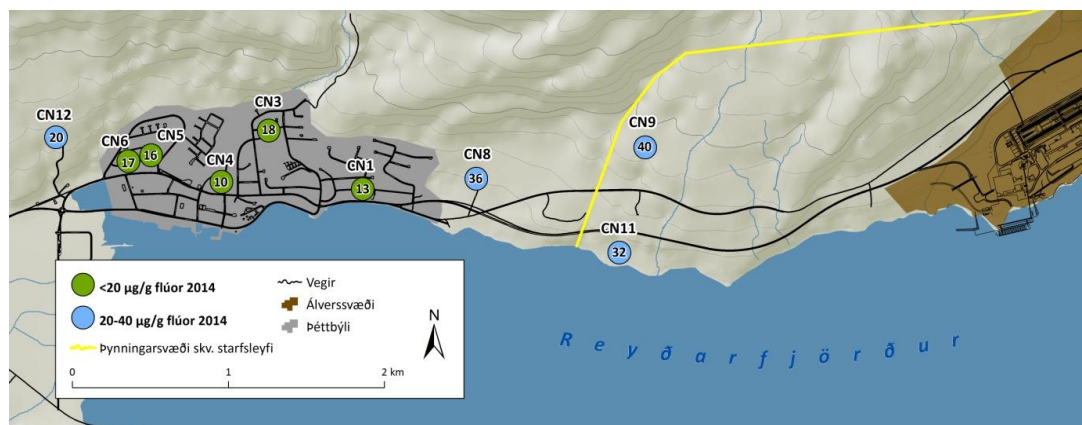
Mynd 41. Ársméðaltal flúors í laufblöðum reynitryjáa (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árin 2010-2014.

Í viðauka 8 má finna niðurstöður mælinga á styrk flúors í laufum reynitryjáa á öllum sýnatökustöðum árið 2014.

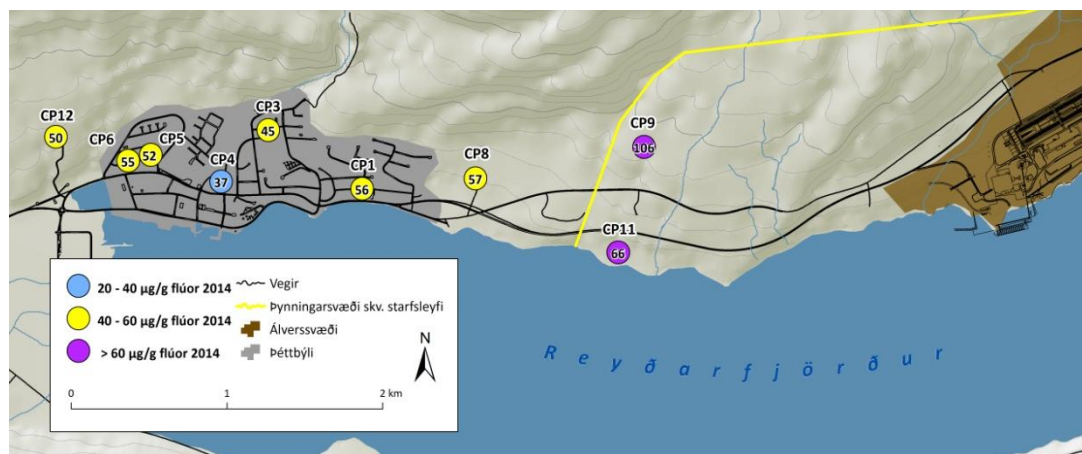
3.2.6 Barrnalar

Tvenns konar sýnum af barrnállum var safnað á níu söfnunarstöðum þann 19. október 2014. Annars vegar var safnað nývöxnum nálum (frá 2014, táknað CN) og hins vegar nálum sem uxu árið áður (frá 2013, táknað CP). Styrkur flúors var mældur í öllum sýnum.

Styrkur flúors í nývöxnu barri mældist frá 10 $\mu\text{g/g}$ til 40 $\mu\text{g/g}$ og í barnnállum fyrra árs mældist styrkurinn frá 37 $\mu\text{g/g}$ til 106 $\mu\text{g/g}$ (myndir 42 og 43). Dreifingar-
mynstur flúors í barnnállum sumarið 2014 var með svipuðu móti og árið 2013. Hæstu gildin mældust rétt vestan álvers á sýnatökustað CN9 og CP9. Gildin fyrir nývaxið barr á sýnatökustöðum CN8 og CN11 voru lítið eitt lægri en á CN9, en gildin í þéttbýlinu voru öll töluvert lægri en á CN9 (mynd 42). Gildin fyrir barr frá fyrra ári voru hins vegar öll töluvert lægri en gildi CP9, eða frá 37 $\mu\text{g/g}$ til 66 $\mu\text{g/g}$ (mynd 43).

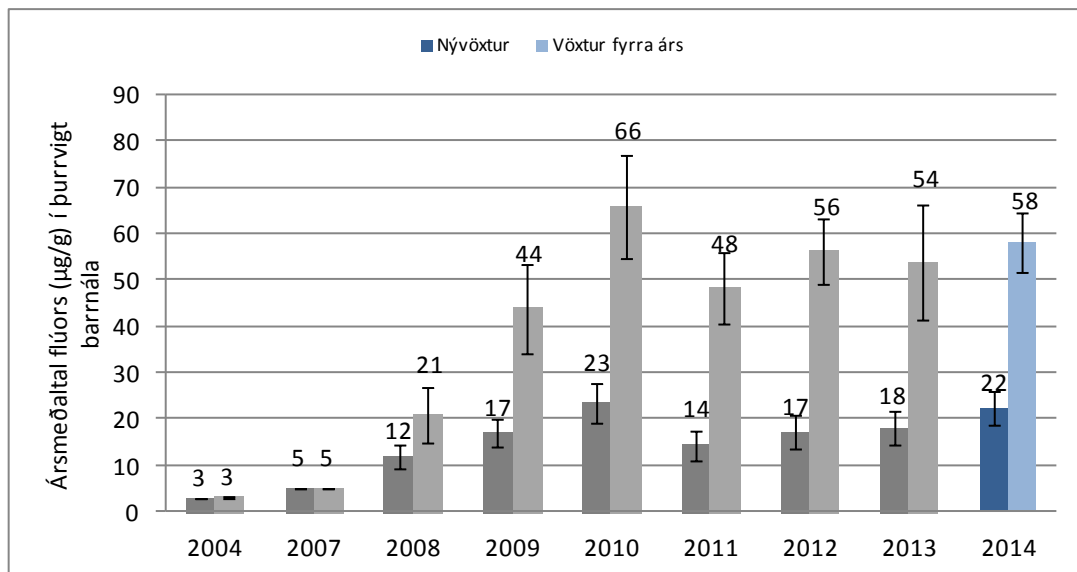


Mynd 42. Sýnatökustaðir barnnála í Reyðarfirði og styrkur flúors í nývöxnum barnnállum í október 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).



Mynd 43. Sýnatökustaðir barnnála í Reyðarfirði og styrkur flúors í barnnállum frá fyrra ári (2013), safnað í október 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Ársmeðaltal flúors í barnnállum árið 2014 var 22 $\mu\text{g/g}$ í nývöxnum nállum og 58 $\mu\text{g/g}$ í barnnállum fyrra árs. Styrkurinn var örlítið hærri en hann mældist árið 2013, bæði í nállum fyrra árs og nývöxnum nállum (mynd 44).



Mynd 44. Ársmeðaltal flúors í barnnálu (ásamt staðalskekkju) árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Gögnin eru byggð á 10 sýnum árin 2004-2009, en 9 sýnum árin 2010-2014. Ártalið á lárétta ásnum vísar í söfnunarár.

Sígræn tré fella ekki laufin á haustin og taka því upp flúor allan ársins hring. Mest er upptakan frá því nýjar nálar fara að myndast að vori og fram á veturinn. Flúor safnast fyrir í nálu og styrkurinn eykst milli ára þannig að eldri nálar mælast alltaf með hærri styrk en yngri nálar (Doley, 2010).

Í viðauka 8 má finna niðurstöður mælinga á styrk flúors í barnnálu á öllum sýnatökustöðum árið 2014.

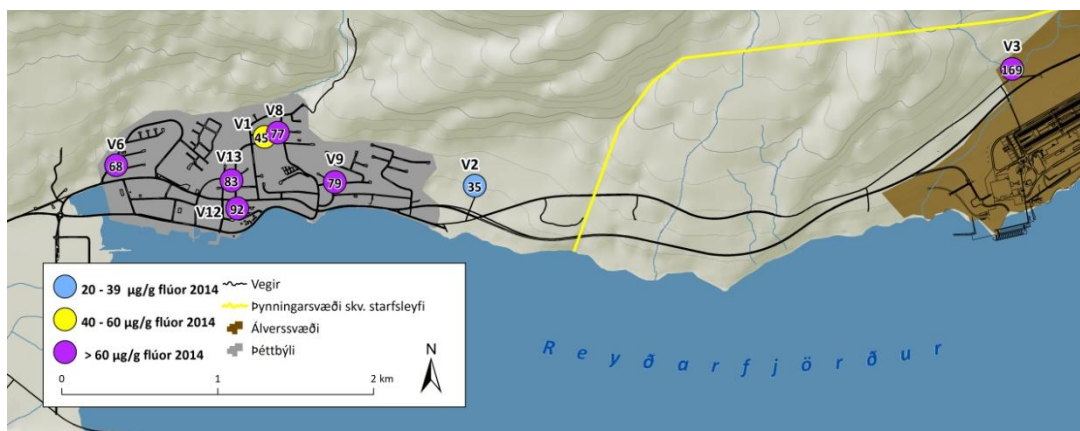
3.2.7 Rabarbari

Stilkum og laufum rabarbara var safnað einu sinni í mánuði frá júní til ágúst á átta sýnatökustöðum (sjö í ágúst). Alls var 46 sýnum safnað dagana 25. júní, 23. júlí og 20. ágúst (mynd 45). Í sýnatökuferð þann 20. ágúst var ekki unnt að safna sýnum af sýnatökustað V9 þar sem þá var búið að fjarlægja allan rabarbarann. Flúor var mælt í öllum sýnum. Þungmálmarnir kopar (Cu), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), blý (Pb), króm (Cr), nikkell (Ni) og kvikasilfur (Hg) voru mældir einu sinni í síðustu sýnatöku sumarsins í rabarbarablöðum og -stilkum. Þar sem hámarksgildi þungmálma í reglugerð nr. 265/2010 eru gefin upp í blautvigt voru gildi sem sýnd eru í niðurstöðum hér umreiknuð miðað við blautvigt.

Flúor í blöðum og stilkum rabarbara

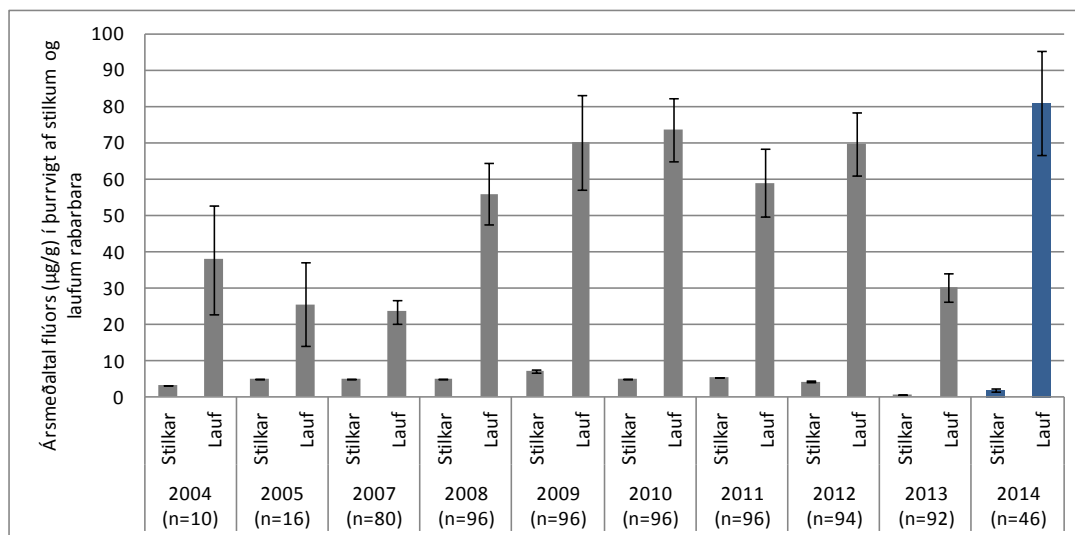
Styrkur flúors í laufblöðum rabarbara mældist frá 26-214 µg/g. Hæsti styrkur flúors í rabarbarablöðum mældist í júlí á sýnatökustað V3 sem er við Sómastaði, innan þynningarsvæðis, en lægsti styrkur flúors mældist í júní á sýnatökustað V2 sem er rétt austan við bæinn á Reyðarfirði. Flúor í stilkum var í nokkrum tilfellum undir greiningarmörkum (<0,2 µg/g) en hæsta gildið í stilkunum mældist 6,6 µg/g á Sómastöðum (V3) í júlí líkt og í laufblöðum. Þessi niðurstaða undirstrikar þá staðreynd að þó að það mælist há gildi í blöðum rabarbara mælast lág gildi í

stilkunum (mynd 46). Ekki eru til nein viðmið hér á landi um hámarksstyrk flúors í grænmeti sem ætlað er til manneldis.



Mynd 45. Sýnatökustaðir rabarbara í Reyðarfirði og meðalstyrkur flúors í laufum í þremur sýnatökuförðum frá júní til ágúst sumarið 2014. Á einum sýnatökustað (V9) voru einungis tvær sýnatökur (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Ársmeðaltal flúors í laufblöðum rabarbara hækkaði mjög milli árána 2013 og 2014 og hefur ekki verið hærra síðan mælingar hófust eða 81 µg/g (mynd 46). Ársmeðaltal flúors í stilkum rabarbara árið 2014 var hins vegar hverfandi og hefur breyst lítið frá því áður en álverið var byggt (mynd 46).



Mynd 46. Ársmeðaltal flúors í þurrvigt af rabarbara árin 2004 til 2014 í Reyðarfirði. Fjöldi sýna er gefinn upp í sviga. Einnig er sýnd staðalskekkja meðaltalanna. Árin 2004-2005 var farin ein sýnatökuförð, árin 2007-2013 voru farnar sex sýnatökuförðir og árið 2014 voru farnar þrjár sýnatökuförðir.

Þungmálmur í rabarbarablöðum og -stilkum

Nokkur lækkun var á meðalstyrk kadmíums, kopars og nikkels í blöðum rabarbara milli áráanna 2013 og 2014. Önnur gildi voru svipuð milli ára eða undir greiningarmörkum (tafla 9). Styrkur þungmálma í rabarbarastilkum var almennt lægri en í laufblöðum. Styrkur kopars, nikkels og sinka hækkaði lítillega milli ára í rabarbarastilkum (tafla 10). Önnur gildi þungmálma í rabarbarastilkum voru svipuð milli ára eða undir greiningarmörkum.

Reglugerð nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum skilgreinir hámarksgildi blýs og kadmíums í grænmeti. Hámarksgildi fyrir bæði kadmíum og blý í stöngul- og rötargrænmeti er 0,1 mg/kg ($\mu\text{g/g}$) í blautvigt. Ekkert sýni af rabarbarastilkum mældist yfir þessum viðmiðum árið 2014. Hámarksgildi fyrir kadmíum í blaðgrænmeti er 0,2 $\mu\text{g/g}$ í blautvigt og fyrir blý í blaðgrænmeti er hámarksgildið 0,3 $\mu\text{g/g}$ í blautvigt. Ekkert sýni af rabarbarablöðum mældist yfir þessum viðmiðum árið 2014. Í reglugerðinni eru engin viðmið fyrir aðra þungmálma í grænmeti. Þá eru ekki til nothæf bakgrunnsgildi á þungmálmum í rabarbara í Reyðarfirði. Því var stuðst við viðmið fyrir mosa (Sigurður H. Magnússon 2013). Styrkur þungmálma í blöðum og stilkum rabarbara í Reyðarfirði árið 2014 fór hvergi yfir viðmið sem talin eru gefa vísbendingu um mengun í mosa.

Tafla 9. Styrkur þungmálma ($\mu\text{g/g}$ blautvigt) í rabarbarablöðum árið 2014 og meðalstyrkur árið 2013. Einnig er sýndur mengunarstuðull í mosa (Sigurður H. Magnússon 2013).

Sýni	As $\mu\text{g/g}$	Cd $\mu\text{g/g}$	Cr $\mu\text{g/g}$	Cu $\mu\text{g/g}$	Hg $\mu\text{g/g}$	Ni $\mu\text{g/g}$	Pb $\mu\text{g/g}$	Zn $\mu\text{g/g}$
V1-814 Rabarbaralauf	<0,09	0,018	0,024	0,826	<0,01	0,829	<0,04	4,900
V2-814 Rabarbaralauf	<0,09	0,120	0,019	0,849	<0,01	0,389	<0,04	50,388
V3-814 Rabarbaralauf	<0,09	0,033	0,022	0,808	<0,01	0,820	<0,04	20,801
V6-814 Rabarbaralauf	<0,09	<0,006	0,025	0,844	<0,01	0,305	<0,04	3,074
V8-814 Rabarbaralauf	<0,09	<0,006	0,018	1,061	<0,01	0,826	<0,04	5,591
V12-814 Rabarbaralauf	<0,09	<0,006	0,088	0,940	<0,01	0,775	<0,04	24,175
V13-814 Rabarbaralauf	<0,09	0,045	0,030	0,651	<0,01	0,448	<0,04	31,467
Meðaltal ársins 2014	<0,09	0,033	0,032	0,854	<0,01	0,627	<0,04	20,057
Meðaltal ársins 2013	<0,02	0,087	0,036	0,998	<0,005	0,750	<0,02	20,181
Vísbending um mengun í mosa*	0,32	0,15	6,47	22,18	0,14	9,42	3,46	55,10

*Sigurður H. Magnússon (2013)

Tafla 10. Styrkur þungmálma ($\mu\text{g/g}$ blautvigt) í rabarbarastilkum árið 2014 og meðalstyrkur árið 2013. Einnig er sýndur mengunarstuðull í mosa (Sigurður H. Magnússon 2013).

Sýni	As $\mu\text{g/g}$	Cd $\mu\text{g/g}$	Cr $\mu\text{g/g}$	Cu $\mu\text{g/g}$	Hg $\mu\text{g/g}$	Ni $\mu\text{g/g}$	Pb $\mu\text{g/g}$	Zn $\mu\text{g/g}$
V1-814 Rabarbarastilkar	<0,09	0,011	0,013	0,196	<0,01	0,182	<0,04	1,732
V2-814 Rabarbarastilkar	<0,09	0,042	0,009	0,307	<0,01	0,084	<0,04	8,085
V3-814 Rabarbarastilkar	<0,09	0,007	0,008	0,247	<0,01	0,136	<0,04	3,828
V6-814 Rabarbarastilkar	<0,09	0,010	0,023	0,700	<0,01	0,517	<0,04	6,241
V8-814 Rabarbarastilkar	<0,09	<0,006	<0,007	0,310	<0,01	0,204	<0,04	1,437
V12-814 Rabarbarastilkar	<0,09	<0,006	<0,007	0,145	<0,01	0,044	<0,04	1,697
V13-814 Rabarbarastilkar	<0,09	0,010	0,007	0,149	<0,01	0,068	<0,04	6,097
Meðaltal ársins 2014	<0,09	0,013	0,011	0,294	<0,01	0,176	<0,04	4,159
Meðaltal ársins 2013	<0,02	0,012	0,011	0,254	0,01	0,135	0,029	3,886
Vísbending um mengun í mosa*	0,32	0,15	6,47	22,18	0,14	9,42	3,46	55,10

*Sigurður H. Magnússon (2013)

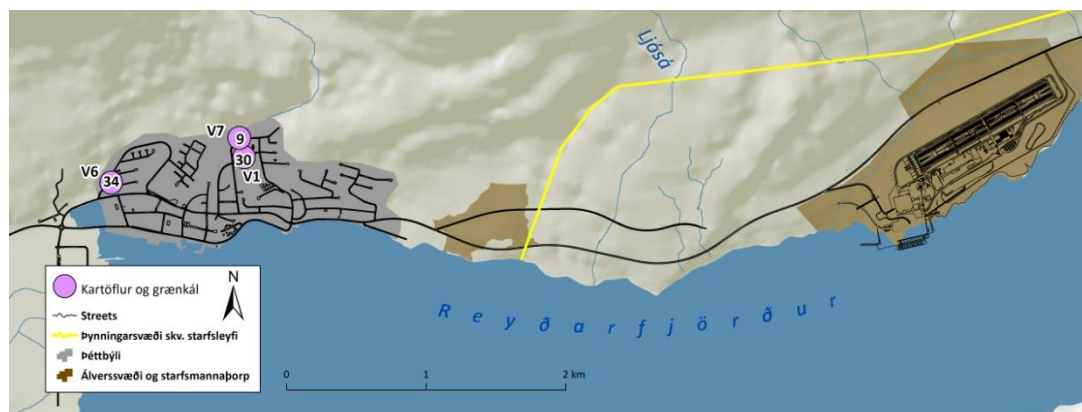
Niðurstöður mælinga á flúor í rabarbarasýnum árið 2014 má sjá í viðauka 9 og niðurstöður mælinga á þungmálmum í rabarbarasýnum má sjá í viðauka 10.

3.2.8 Kartöflur og grænmeti

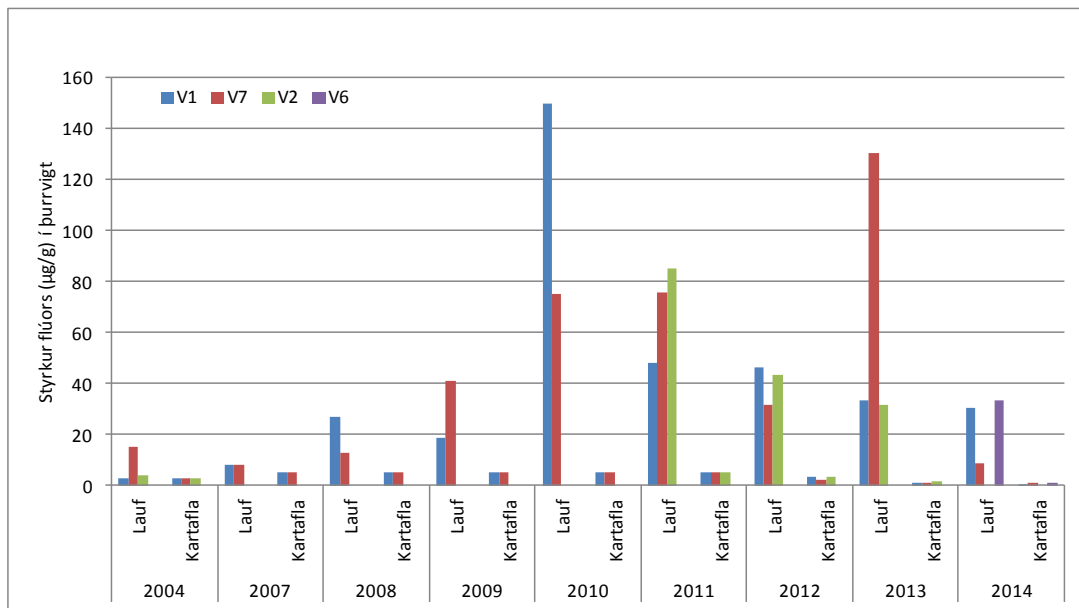
Kartöflugrösum og kartöflum var safnað einu sinni á þremur sýnatökustöðum (V1, V6 og V7) dagana 20. ágúst og 2. september 2014, alls sex sýnum (mynd 47). Einnig var einu sýni af grænkáli safnað þann 20. ágúst á sýnatökustað V6, um leið og kartöflum. Í öllum sýnum var mældur styrkur flúors.

Flúor í kartöflum og grænmeti

Styrkur flúors í kartöflugrösum mældist $30 \mu\text{g/g}$ á sýnatökustað V1, $34 \mu\text{g/g}$ á sýnatökustað V6 og $9 \mu\text{g/g}$ á sýnatökustað V7 (mynd 47). Styrkur flúors í kartöflugrösum var svipaður á sýnatökustað V1 árin 2014 og 2013. Styrkurinn var hins vegar mun lægri árið 2014 á sýnatökustað V7 ($9 \mu\text{g/g}$) en hann var árið 2013 ($131 \mu\text{g/g}$) en þá hafði styrkurinn verið óvenju hár (mynd 48). Kartöflugrösum hefur ekki verið safnað áður á sýnatökustað V6. Styrkur flúors í kartöflum var lágur (um eða undir $1 \mu\text{g/g}$) í þeim þremur sýnum sem tekin voru (mynd 48).



Mynd 47. Sýnatökustaðir kartafna og grænkáls í Reyðarfirði og styrkur flúors í kartöflugrösum sumarið 2014.



Mynd 48. Styrkur flúors í kartöflum og kartöflugrösum á þremur sýnatökustöðum sumrin 2004 og 2011-2014 en tveimur söfnunarstöðum 2007-2010.

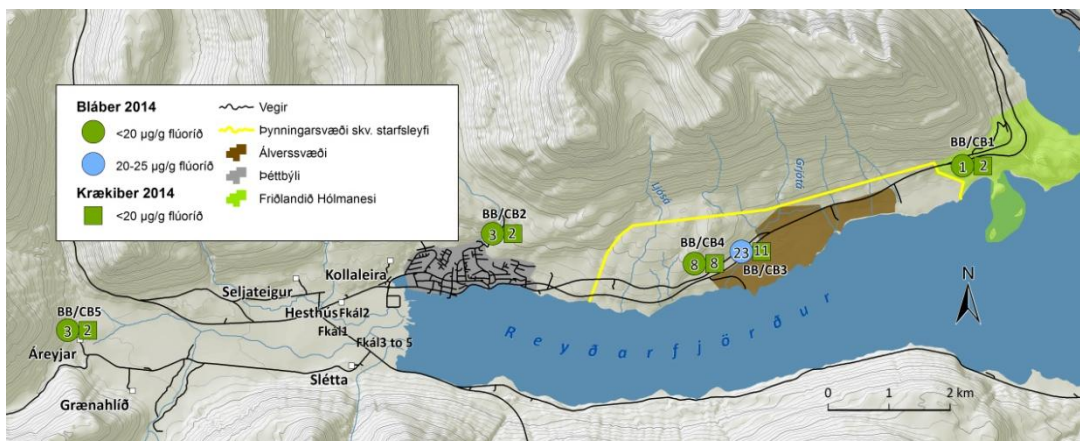
Líkt og með rabarbarann má sjá að þó að styrkur flúors mælist hér í kartöflugrösum er styrkurinn lágur í kartöflunum sjálfum.

Styrkur flúors í grænkáli mældist 2 µg/g, sem er mun lægra en árið 2013 þegar það mældist 19 µg/g, en styrkur þess var <3 µg/g í bakgrunnsúttekt árið 2004.

3.2.9 Bláber og krækiber

Bláberjum og krækiberjum var safnað einu sinni á fimm sýnatökustöðum dagana 14., 15. og 17. ágúst 2014 (mynd 49).

Styrkur flúors í krækiberjum mældist frá 2-11 µg/g og í bláberjum frá 2-23 µg/g. Hæstu gildin í bæði bláberjum og krækiberjum mældust á sama stað, þ.e. rétt fyrir ofan álverið (CB3 og BB3). Á sýnatökustöðum utan þynningarsvæðis mældust gildin í öllum tilvikum mun lægri en innan þess (mynd 49).



Mynd 49. Styrkur flúors í bláberjum og krækiberjum á fimm sýnatökustöðum í Reyðarfirði í ágúst 2014. Tekið var eitt sýni á hverri stöð (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Styrkur flúors í blöðum bláberjalyngs reyndist töluvert hærri en gildin í bláberjum á sömu stöðum. Hæstu gildi ársins í bláberjalyngi mældust á sömu stöðum og í berjasýnunum BB3 og BB4 sem eru innan þynningarsvæðis. Þessar niðurstöður eru í samræmi við erlendar athuganir sem og athuganir í Reyðarfirði undanfarin ár sem hafa sýnt að jafnvel þó að styrkur flúors í andrúmslofti og blöðum plantna sé hár þá hafa ávextir, fræ og rætur lág gildi (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2012 og 2013, Weinstein og Davison, 2004).

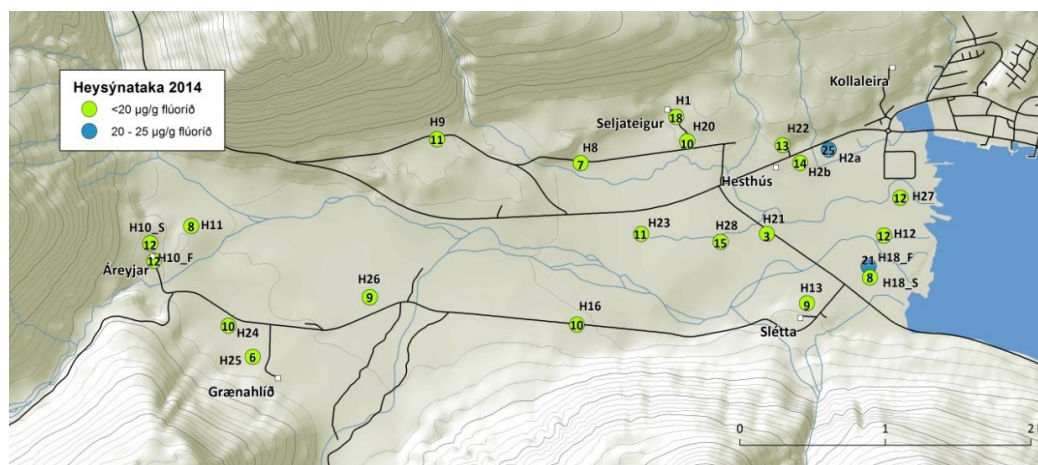
Niðurstöður mælinga á flúor í bláberjum og krækiberjum fyrir árið 2014 er að finna í viðauka 9.

3.2.10 Hey

Dagana 1. og 2. september 2014 var 22 heysýnum safnað frá 20 túnnum í Reyðarfirði (mynd 50). Áhersla var lögð á að safna sýnum af sem flestum túnnum á svæðinu. Jafnframt var leitast við að safna heysýnum af sömu túnnum og haustið 2013.

Við sýnatöku voru plastaðar heyrúllur opnaðar með hníf og heysýni togað út. Að lokinni sýnatöku var límt fyrir heyrúlluna. Á Áreyjum voru sýni einnig tekin úr böggum sem geymdir voru innandyrá. Sýnum var safnað í merkta bréfpoka og þau þurrkuð í blástursofni við 80°C í 24 tíma innan sólarhrings frá söfnun. Sýnin voru send til Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands til efnagreininga á flúor. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 100% þurrvigt heys.

Styrkur flúors í heyi í Reyðarfirði mældist frá 6-25 µg/g. Ekki var hægt að greina augljósan breytileika í styrk flúors eftir því hvenær hey var slegið. Hæstu gildin mælast á túnnum næst álverinu, þ.e. austarlega í botni Reyðarfjarðar. Annars vegar á túnnum austan við hesthúsinn (25 µg/g) og hins vegar í fyrri slætti á svokölluðum Hólma, túni norðaustan við Sléttu (21 µg/g). Það var slegið þann 26. júlí en styrkur flúors í heyi í seinni slætti á sama túni þann 12. ágúst var 8 µg/g (mynd 50). Hugsanlega hefur rigning dagana 5.-10. ágúst orsakað lægri gildi flúors í seinni slætti.



Mynd 50. Yfirlit yfir staðsetningu og styrk flúors í heysýnum sem tekin voru 1. og 2. september 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Sýni hafa einnig verið tekin af heyi sem sett er út fyrir hross yfir vetrarmánuðina (vetrarhey) til að kanna hvort flúor safnist upp í því.

Fjórum heysýnum sem sett voru út fyrir hross var safnað 22. janúar 2015. Sýnunum var safnað við Sléttu, hestúsin, Áreyjar og Seljateigshjáleigu (mynd 50). Styrkur flúors í öllum þessum sýnum var undir viðmiðunarmörkum fyrir búfénað eða frá 1,6 µg/g við hestúsin til 23,7 µg/g við Seljateigshjáleigu. Styrkur flúors við Sléttu var 17,5 µg/g og við Áreyjar 13,4 µg/g.

Niðurstöður mælinga á flúor í heysýnum fyrir árið 2014 er að finna í viðauka 11.

3.3 Sjónræn skoðun á gróðri

Eins og fram hefur komið berst flúor inn í laufblöð um loftaugu á yfirborði laufblaða. Inni í laufblaðinu leysist flúor upp í vatni og berst með því til jaðra blaðsins þar sem það safnast fyrir og ferðast ekki frekar um laufblað plöntunnar.

Ef styrkur flúors verður hár veldur það skemmdum á frumuhimnu 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. Einnig getur myndast röð dökkra strika í laufblaðinu þegar styrkur flúors er hár yfir vaxtartímann. 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 flúor en eldri fullþroskuð blöð. Þannig getur sama plantan sýnt mjög ólík einkenni, háð því á hvaða þroskastigi blöðin eru þegar þau verða fyrir flúormengun (Weinstein og Davison, 2004).

Önnur áhrif eru þau að uppsöfnun flúors 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).

Flúor getur valdið fölnun eða gulnun (e. chlorosis) í laufblöðum. Slík einkenni eru oftast talin vera vegna ónógrar birtu eða vegna skorts á járni eða magnesíum í jarðvegi. Ástæður þess að flúor veldur gulnun er binding þess við magnesíum í plöntunni og verður plantan þá fyrir magnesíumskorti (Weinstein og Davison, 2004).

Dreifingarmynstur skemmda í gróðri ákvarðast einkum af ríkjandi vindátt og að hluta til af landslagi. Í rannsóknnum sem gerðar voru í Noregi á skemmdum á plöntuvef af völdum flúormengunar kom í ljós að skemmdir takmörkuðust við svæði innan tveggja kílómetra frá uppruna mengunar. Tengsl voru á milli skemmda í laufblaði og styrk flúors. Það var hins vegar mjög breytilegt eftir stöðum í Noregi hversu mikinn styrk flúors sömu tegundir þoldu áður en bera fór á skemmdum. Veðurfar og lega svæðis hafði þar mikið að segja (Vike, 1999).

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

Hér verður gerð grein fyrir niðurstöðum sjónrænnar skoðunar á plöntum í Reyðarfirði m.t.t. flúorskemmda sumarið 2014.

3.3.1 Sjaldgæfar tegundir

Sjónrænt mat á heilbrigði fimm sjaldgæfra plöntutegunda sem vaxa í Reyðarfirði var gert 15. júlí 2014. Þessar sjaldgæfu tegundir 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 valista; giljaflækja og þyrnirós (Hörður Kristinsson o.fl., 2007; Náttúrufræðistofnun, 1996).

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

Líkt og fyrri ár er vaxtarstað giljaflækju og fuglaertna ógnað af ágengu tegundunum kerfli (*Myrrhis odorata*) og njóla (*Rumex longifolius*). Vaxtarstaður giljaflækju og fuglaertna hafði nýlega verið sleginn og voru plöntur nokkuð laskaðar eftir sláttinn svo erfitt var að finna einstaklinga. Blóm giljaflækju fundust ekki en fuglaertur voru hins vegar í blóma (mynd 51). Á þeim blöðum þessara tveggja tegunda sem fundust var ekki að greina neinar skemmdir.



Mynd 51. Giljaflækja (t.v.) og fuglaertur (t.h.) í júlí 2014 í Reyðarfirði.

Þyrnirós var í blóma og engar sjáanlegar skemmdir sem líkjast flúorskemmdum fundust á plöntum. Greina mátti rauðan lit á sumum laufblöðum (mynd 52). Um tvo vaxtarstaði er að ræða, annars vegar rétt vestan við Kollaleiru-bæinn og hins vegar nokkuð ofar. Efri vaxtarstaðurinn er staðsettur innan beitarhólfs hrossa. Plöntur voru þar almennt mun minni en á neðra svæðinu.



Mynd 52. Pyrnirós í júlí 2014 í Reyðarfirði, til hægri má sjá einstakling með rauðleit blöð.

Aronsvöndur sýndi engin merki sem líkjast flúorskemmdum. Flestar plöntur voru í blóma og í góðu ásigkomulagi. Sum blöð aronsvandar voru étin eftir skordýr (mynd 53) en hann hefur breitt mikið úr sér á síðustu árum. Líkt og fyrri ár mátti greina skemmdir á endum smáblanda stóraburkna (mynd 53). Þessar skemmdir voru meira áberandi árið 2014 en síðustu ár. Blöð á þeim hluta burknans sem vísuðu í austur voru ekki með sambærilegar skemmdir.



Mynd 53. Stóriburkni (t.v.) og aronsvöndur (t.h.) í júlí 2014 í Reyðarfirði.

3.3.2 Garðaplöntur og tré

Undanfarin ár hefur helst mátt greina skemmdir á garðagróðri sem eru taldar vera af völdum flúors í næsta nágrenni við álverið, einkum á trjám við Teigagerði og Framnes (Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl, 2013 og 2012; Kristín Ágústsdóttir o.fl., 2011).

Garðagróður í þéttbýlinu á Reyðarfirði og í trjáræktarsvæðum milli álversins og bæjarins var skoðaður þann 12. ágúst 2014. Gróður var ljósmyndaður og skoðaður m.t.t. mögulegra ummerkja um skemmdir á plöntuvef af völdum flúors.

Öll tré kringum Sómastaði voru fjarlægð árið 2009 en sprotar af víði (*Salix* sp.), ösp (*Populus* sp.) og reyni (*Sorbus* sp.) hafa vaxið upp á ný. Greina mátti flúorskemmdir á nýjum laufblöðum. Á víði og reyni voru blaðendar nýrra laufblaða dauðir (e. necrosis) og blöð kúpt (mynd 54). Svipuð einkenni mátti sjá á nýjum laufblöðum hjá öspinni, blaðendar voru svartir og vaxtarlag þeirra afbrigðilegt (mynd 54).



Mynd 54. Flúorskemmdir (necrosis) og afbrigðilegt vaxtarlag laufa á víði (t.v.), reyni (í miðju) og ösp (t.h.) við Sómastaði í Reyðarfirði í ágúst 2014.

Fyrir ofan álverið á milli gamla og nýja vegarins vex birki (*Betula pubescens*) í þyrpingu. Það hefur stækkað töluvert frá því byrjað var að fylgjast með því árið 2007. Blöð voru kúpt og gulleit í endana (e. chlorosis).

Í ræktunarreit á neðsta hjallanum norðvestur af álverinu er samansafn af ýmsum trjátegundum, einkum birki og reyni. Flest tré voru í nokkuð góðu ástandi samanborið við fyrri ár, fyrir utan skemmdir af völdum skordýra. Þó sáust gulnaðir endar á blöðum birkis og greina mátti dauðan vef á endum laufblaða reynis í einhverjum tilfellum.

Við Framnes var sigurskúfur (*Chamaenerion angustifolium*) í blóma. Flestar plöntur voru ekki með sjáanleg einkenni sem líkjast flúorskemmdum en þó voru u.þ.b. 2% plantna með dauða blaðenda (e. necrosis). Ný blöð á víði voru einnig með dauða blaðenda. Blöð birkis, elris (*Alnus* sp.) og blátoppis (*Lonicera caerulea*) voru kúpt og gulnuð í jöðrunum og auk þess voru skemmdir af völdum skordýra birkinu. Flest blöð blæspar (*Populus tremula*) og hvannar (*Angelica* sp.) voru einnig gulnuð í jöðrunum auk þess sem sumir blaðendar hvannarinnar voru dauðir (mynd 55). Á bergfuru (*Pinus uncinata*) mátti greina dauða enda á nýjum og gömlum nálum auk gulnunar á nýjum nálum efstu greina (mynd 55). Blöð maríustakks (*Alchemilla filicaulis*) voru krumpuð og greina mátti hvítt duft á blöðunum (mynd 55). Merki um mögulegar flúorskemmdir sáust á endum smáblaða á nýjum laufum koparreynis (*Sorbus frutescens*) en hann var að öðru leyti án athugasemda.



Mynd 55. Hvönn (t.v.), bergfura (í miðju) og mariustakur (t.h.) við Framnes í Reyðarfirði í ágúst 2014.

Við Teigagerði var allur gróður í góðum vexti og án athugasemda.

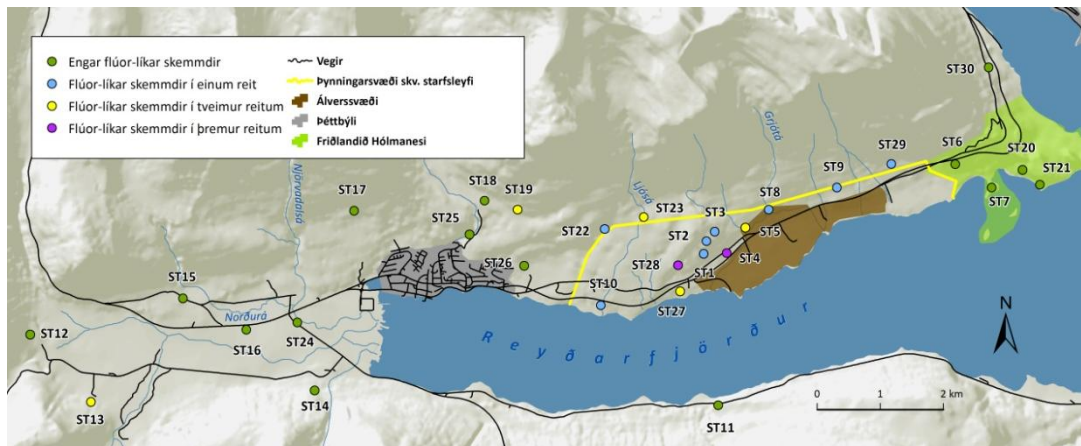
Við kirkjugarðinn sem er staðsettur rétt utan þéttbýlisins á Reyðarfirði var flestur gróður án athugasemda fyrir utan skemmdir af völdum skordýra í birki og víði.

Gróður í þéttbýlinu á Reyðarfirði var að mestu leyti án athugasemda en þó mátti sjá skemmdir af völdum skordýra, einkum í víði og birki. Líkt og fyrri ár sáust skemmdir sem líkjast flúorskemmdum á íris (*Iris sp.*). Einnig sáust einkenni sem líkjast flúorskemmdum á nálum nokkurra furutrjáa (aðallega á nálum frá fyrra ári) og blöð kvists voru kúpt og gulnuð.

3.3.3 Gróður í rannsóknarreitum

Villtur gróður í 150 rannsóknarreitum á 30 vistfræðistöðvum í Reyðarfirði var skoðaður dagana 7., 9., 11., 13-15. og 17.-18. ágúst 2014 (mynd 56). Reitir voru ljósmyndaðir og ummerkja leitað um mögulegar skemmdir á plöntuvef af völdum flúors.

Almennt var gróður á stöðvunum í góðu ásigkomulagi og án athugasemda. Einkenni sem líkjast skemmdum af völdum flúors fundust hins vegar á þónokkrum stöðvum. Einkenni fundust á öllum stöðvum innan þynningarsvæðis álversins (mynd 56) og sáust einkennin aðallega á stinnastör (*Carex bigelowii*) en einnig á bláberjalyngi (*Vaccinium uliginosum*), birki (*Betula pubescens*), kornsúru (*Bistorta vivipara*), holtasóley (*Dryas octopetala*), ljónslappa (*Alchemilla alpina*), mariustakki (*Alchemilla filicaulis*) og fífli (ógreint). Utan þynningarsvæðis fundust einkenni á fimm stöðvum (mynd 56) og sáust einkennin á bláberjalyngi, birki, ljónslappa og stinnastör. Einkenni sem líkjast skemmdum af völdum flúors fundust einnig á nokkrum stöðvum utan reita en þau voru ekki merkt á korti.



Mynd 56. Rannsóknastöðvar í Reyðarfirði. Einkenni sem líkjast skemmdum af völdum flúors sáust á 15 stöðvum sumarið 2014 (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

Töluverð aukning var á sýnilegum skemmdum á gróðri sem líkjast flúorskemmdum árið 2014 frá árinu áður þegar sýnilegar skemmdir fundust aðeins á þremur stöðvum og einungis innan þynningarsvæðis. Líkt og fyrri ár sáust ýmiskonar skemmdir á gróðri af völdum annarra þátta s.s. skordýra og sveppasýkinga.

Ásigkomulag gróðurs utan rannsóknareita hefur ekki verið skráð kerfisbundið. Samt sem áður er vert að benda á að á nokkrum svæðum utan afmarkaðra reita var bláberjalyng áberandi rautt og blöðin oft mjög lítil (mynd 57). Þetta var mest áberandi innan þynningarsvæðisins, uppi á hjöllum norðvestur af álverinu og í brekkunum beint upp af álverinu. Til dæmis umhverfis stöðvar 1-5, stöðvar 8 og 28 (mynd 56). Svipuð einkenni sáust víðar í Reyðarfirði sumarið 2014.



Mynd 57. Rauðleit blöð bláberjalyngs við stöð 5.

Allar ljósmyndir af rannsóknareitum er að finna á mynddisk sem fylgir þessari skýrslu. Myndalista er að finna í viðauka 15.

3.3.4 Fléttur og mosar á grjóti

Frá árinu 2005 hefur verið fylgst með fléttum og mosum í föstum reitum á steinum og klöppum í Reyðarfirði. Reitirnir hafa verið ljósmyndaðir til að fylgjast með breytingum á þekju þeirra. Árið 2014 voru 28 reitir myndaðir.

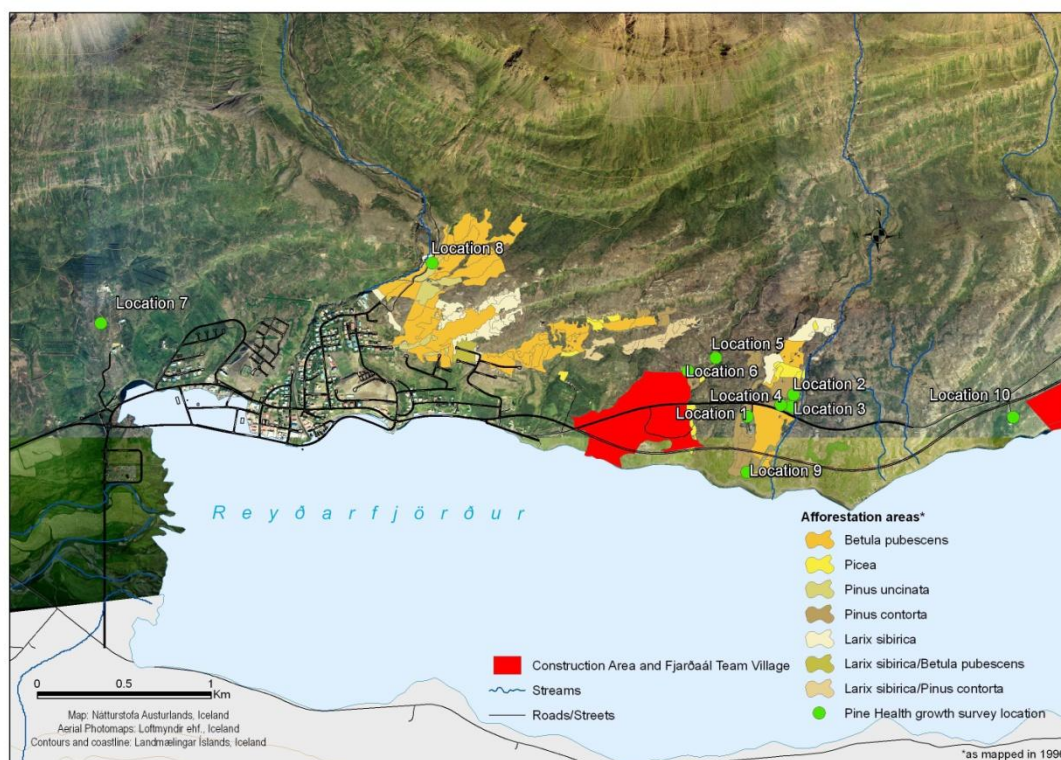
Fléttureitir voru ljósmyndaðir dagana 23. og 25. september og 7. október 2014. Engar augljósar breytingar voru á þekju fléttna og mosa í reitum milli ára.

Allar ljósmyndir sem teknar voru af fléttureitum er að finna á mynddisk sem fylgir þessari skýrslu. Myndalista er að finna í viðauka 15.

3.4 Trjávöxtur

Furutegundir (*Pinus* spp.) eru taldar viðkvæmar fyrir flúor. Þolmörk viðkvæms gróðurs gagnvart loftbornu flúor (F gaskennt) eru talin vera um $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yfir 5-6 mánaða tímabil og koma skemmdir fram í nálum plöntunnar og í minni vexti (Weinstein og Davison, 2004; R. Liteplo o.fl., 2002; Ongstad o.fl., 1994). Vert er að benda á það að vöxtur og lífsskilyrði trjáa eru einnig háð veðurfari.

Í Reyðarfirði hefur furutrjám verið plantað víða. Mest er af stafafuru (*Pinus contorta*) en einnig er bergfura (*P. uncinata*) á Framnesi (staðsetning 10) og víðar. Staðsetningu trjámælieita má sjá á mynd 58.



Mynd 58. Staðsetning 10 trjámælieita í Reyðarfirði og tegundir trjáa sem finnast í þeim. Kortlagning skógræktarsvæðis var gerð af Skógræktarfélagi Íslands árið 1996. Breytingar hafa orðið síðan þá (Landmælingar Íslands, 2012, 2013 og 2014).

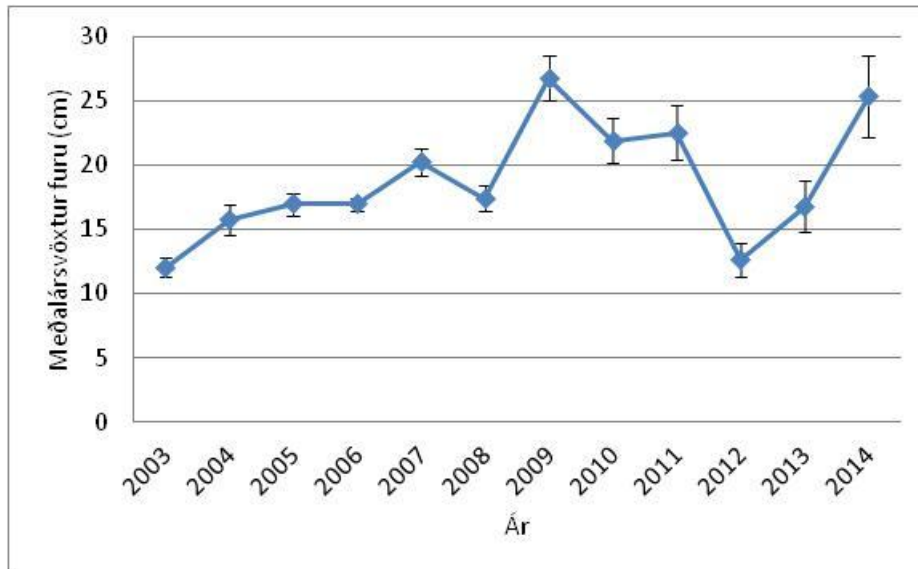
Árið 2005 voru gerðar frumathuganir á vexti furu á 10 stöðum í Reyðarfirði. Toppsprotar voru mældir með tommustokk. Tíu tré voru mæld í trjáræktarreit 1-9 en átta tré í trjáræktarreit 10 eða samtals 98 tré. Öll tré voru staðsett með GPS tæki og merkt með númeri og borða til að hægt væri að finna þau aftur.

Mælingar hafa verið endurteknar árin 2009, 2011, 2012, 2013 og 2014. Hægt er að bera saman vöxt furu fyrir og eftir að álver hóf rekstur því þegar fyrstu mælingar voru gerðar árið 2005 var mældur vöxtur aftur til ársins 2003 (mynd 59). Árið 2014 voru mælingar framkvæmdar 13. október og þá var vöxtur ársins 2014 mældur.

Meðalársvöxtur vaxtarsprota stafafuru á öllum svæðum árið 2014 var 25,3 cm. Vöxturinn var nokkuð breytilegur milli staðsetninga eða frá 12,4-39,2 cm (staðsetningar 1-9) og 12,1 cm hjá bergfuru (staðsetning 10). Vöxturinn var meiri árið 2014 miðað við árið á undan á öllum svæðum. Mestur var munurinn á meðalvexti stafafuru milli ára á svæði nr. sjö, við Kollaleiru en minnstur var munurinn á svæði nr. 10 sem er hjá Framnesi (tafla 11 og mynd 58).

Tafla 11. Meðalvöxtur vaxtarsprota (cm) á stafafuru (staðsetning 1-9) og bergfuru (staðsetning 10) frá árinu 2003-2014 á tíu svæðum í Reyðarfirði. Staðalskekkja meðaltalanna segir til um breytileika í vexti fyrir hverja staðsetningu.

Staðsetning	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Meðalvöxtur	9,4	14	12,8	15,2	18,3	12,5	25,1	20,8	18,9	12,2	13,8	17,5
1 Staðalskekkja	1,1	1,5	1,1	2,2	2,2	2,3	1,8	2,4	2,3	2	2,9	3,4
Meðalvöxtur	12,7	18	17,3	16,7	24,1	17,4	21,2	15,4	13,8	8,9	10,6	12,4
2 Staðalskekkja	1,7	1,8	2,1	1,7	1,6	1,9	1,6	2,2	2,5	1,9	2,4	3,4
Meðalvöxtur	12,1	14,6	15,5	15,9	21	14,7	19,7	17,9	18,2	11,6	12,6	19,9
3 Staðalskekkja	1,1	1,8	1,2	2,3	1,4	1,8	3,6	1,7	2,5	1,8	2,4	3,6
Meðalvöxtur	10,8	11,5	15,9	17,1	21,6	15,1	30,3	24,9	23,5	10,2	12,4	24,4
4 Staðalskekkja	1,4	1,2	1,3	2	1,1	1,6	1,4	0,8	1,5	1,3	1,8	1,9
Meðalvöxtur	13,3	12,5	17,7	18,3	18,8	20,6	28,2	25,7	28,4	13,8	19,8	33
5 Staðalskekkja	1,3	1,1	2,2	1,7	2,6	2,3	2,5	2	1,5	1,7	1,9	2,6
Meðalvöxtur	9,1	14	14,6	15,1	16,4	15,5	27,1	22,2	23,7	10,9	18	28,8
6 Staðalskekkja	1,1	2	1,5	2,6	2,4	2,4	2,6	1,7	2	0,9	1,7	3,4
Meðalvöxtur	11,5	14,8	21,4	19,3	15,7	20,1	30	27	29,5	12	19	36,8
7 Staðalskekkja	1,3	1,3	1,5	1,9	2,8	3,5	3,4	2,5	1,9	1,3	2,2	1,3
Meðalvöxtur	14,8	21,4	20,2	18,2	24,2	21,2	22,5	14,1	15,1	11,2	14,9	16,1
8 Staðalskekkja	0,9	1,4	1,3	1,2	2,7	3,8	3,1	1,1	1,4	1,4	0,9	2,1
Meðalvöxtur	14,9	21,1	17	16,5	22,3	19,5	36,3	29,1	31,4	22,6	30,1	39,2
9 Staðalskekkja	1,3	2	1,3	1,7	1,5	2,9	1,7	3,8	3,9	3	3,2	3,5
Meðalvöxtur	7,3	9,4	10,9	6,8	9	5,9	9,4	12,1	9,2	11,3	11,3	12,1
10 Staðalskekkja	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7
Meðaltal staðsetninga 1-9	12,1	15,8	16,9	16,9	20,2	17,4	26,7	21,9	22,5	12,6	16,8	25,3



Mynd 59. Meðalársvöxtur stafafuru í níu trjámælitum í Reyðarfirði tímabilið 2003-2014.

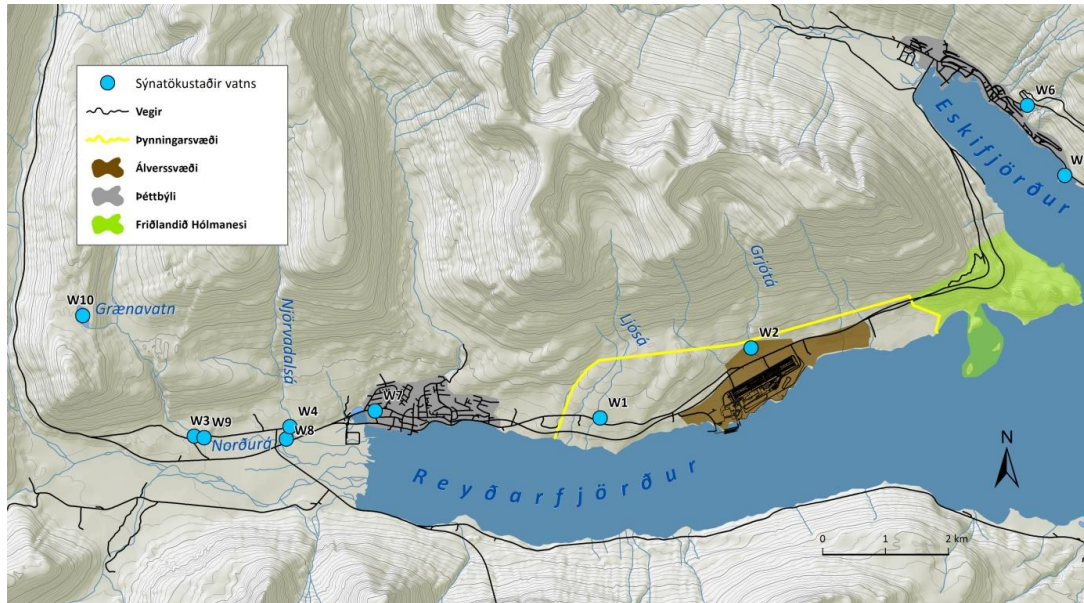
Niðurstöður trjávaxtarmælinga árið 2014 má finna í viðauka 12.

4 Yfirborðsvatn

4.1 Inngangur

Sýni voru tekin á samtals 10 sýnatökustöðum. Fjögur árvatnssýni voru tekin úr eftirfarandi ám: Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3) og Njörvadalsá (W4). Fimm neysluvatnssýni voru tekin á eftirfarandi stöðum: úr krana á Mjóeyri á Eskifirði (W5), vatnstanki á Eskifirði (W6), úr krana í Olís sjoppu á Reyðarfirði (W7) og tveimur vatnstönkum á Reyðarfirði, gamla (W8) og nýja (W9). Auk þess var sýni tekið úr Grænavatni (W10) (mynd 60). Sýni voru tekin fjórum sinnum yfir árið á stöðum W1-W9; þann 22. janúar, 28. apríl, 15. júlí og 8. október en tvisvar á stað W10; 15. júlí og 8. október. Í öllum sýnamengjum var mælt sýrustig, basarýmd (alkalinity), styrkur flúors og styrkur brennisteins hjá Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Auk þess var ákvarðaður styrkur fjölhringa arómatískra vetniskolefna (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) í sýnum sem tekin voru í október. PAH mælingar voru framkvæmdar hjá Eurofins GfA Lab Service GmbH í Þýskalandi.

Niðurstöður efnamælinga í vatnssýnum fyrir árið 2014 má finna í viðauka 13.

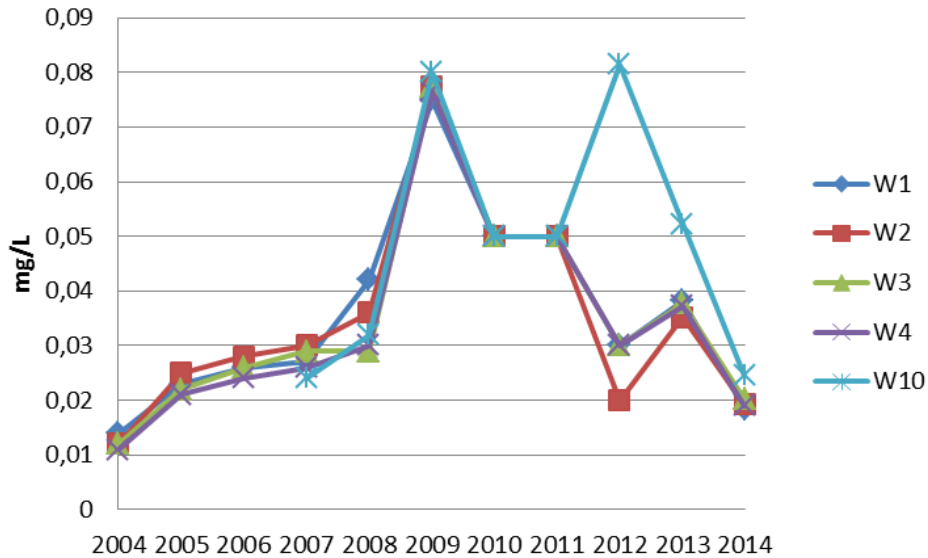


Mynd 60. Sýnatökustaðir árvatnssýna (W1-W4) og neysluvatnssýna (W5-W9) auk Grænavatns (W10).

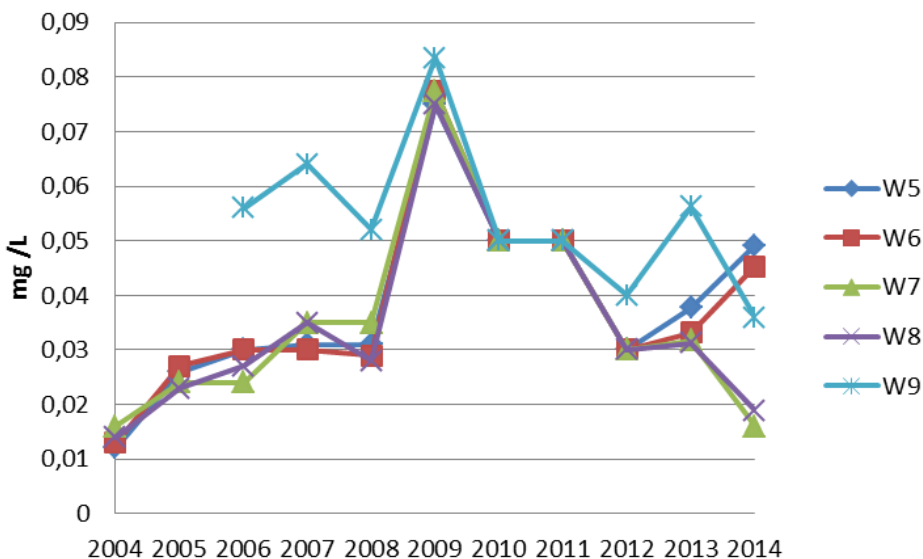
4.2 Niðurstöður

4.2.1 Flúor

Samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 er hámarksgildi fyrir flúorinnihald neysluvatns 1,5 mg/L. Meðaltal flúors í öllum vatnssýnum árið 2014 var 0,027 mg/L. Meðaltal fyrir ár (W1-W4) er 0,019 mg/L en það hefur lækkað frá síðasta ári (0,04 mg/L árið 2013). Styrkur flúors í Grænavatni lækkaði úr 0,05 mg/L niður í 0,025 mg/L. Ársmeðaltal fyrir neysluvatn (W5-W9) mældist 0,032 mg/L sem er lægra en ársmeðaltal neysluvatns 2013 (0,040 mg/L). Magn flúors í neysluvatni hefur lækkað stöðugt frá árinu 2009. Styrk flúors í vatni fyrir árin 2004 til 2014 má sjá á myndum 61 og 62. Greiningarmörk (LOD) fyrir magngreiningar flúors í vatni eru 0,009 mg/L, og magngreiningarmörk (LOQ) 0,03 mg/L.



Mynd 61. Meðalstyrkur flúors í Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4) og Grænavatni (W10) árin 2004 til 2014.

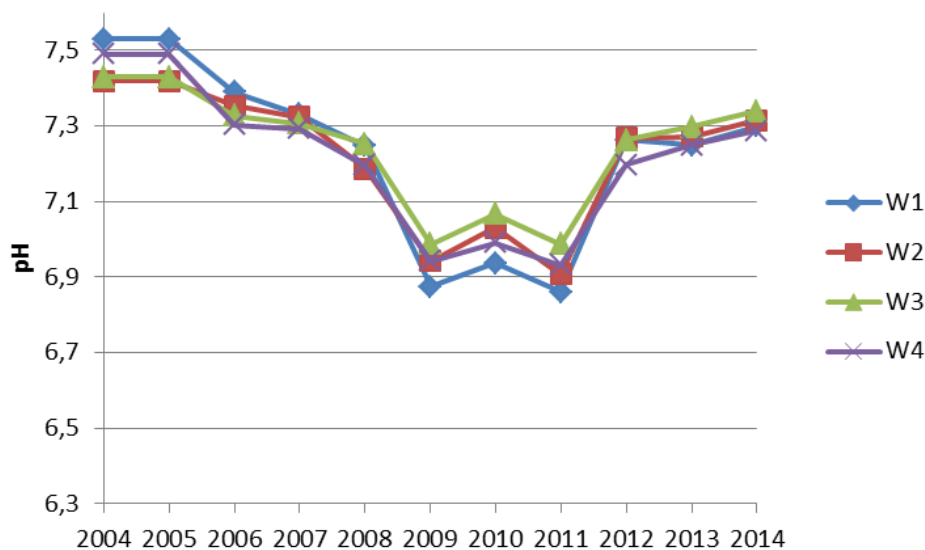


Mynd 62. Meðalstyrkur flúors í neysluvatni á Eskafirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W7-W9) árin 2004-2014.

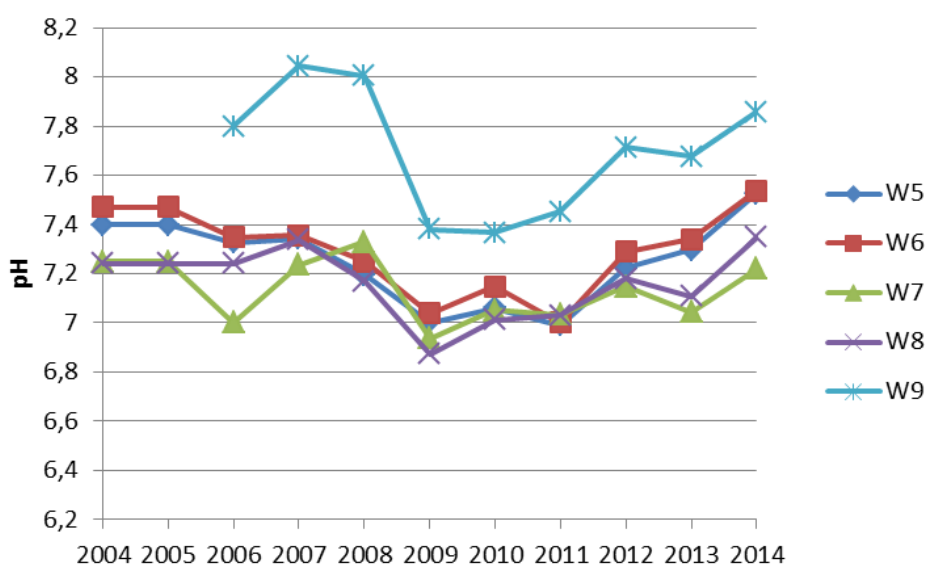
4.2.2 Sýrustig (pH)

Í reglugerð um neysluvatn (reglugerð nr. 536/2001) er tekið fram að sýrustig neysluvatns skuli vera á bilinu 6,5 til 9,5. Meðaltal sýrustigs í öllum vatnssýnum árið 2014 var 7,41 og sýrustig hefur því lítið breyst frá fyrra ári. Hæst mældist ársmeðaltalið í neysluvatnssýni W9 (pH 7,86) og lægst í neysluvatnssýni W7 (pH 7,22). Ársmeðaltal sýrustigs í ám (W1-W4) var 7,31 og í neysluvatni (W5-W9) var ársmeðaltalið 7,50. Sýrustigsbreyting í ám telst ekki veruleg á milli ára, en sýrustig í

neysluvatni hefur í öllum tilfellum hækkað lítillega á milli ára. Sýrustig allra sýna voru innan leyfilegra marka reglugerða (myndir 63 og 64).



Mynd 63. Meðal sýrustig í Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4) og Grænavatni (W10) árin 2004-2014.



Mynd 64. Meðal sýrustig í neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W7-W9) árin 2004-2014.

4.2.3 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)

Í reglugerð um neysluvatn (reglugerð nr. 536/2001) er gefið hámarksgildið 0,10 µg/L þar sem viðmiðunargildið er summa af styrk efnasambandanna benzó(b)flúoranten, benzó(k)flúoranten, benzó(ghi)perýlen og indenó(1,2,3-cd)pýren. Öll sýni mældust undir greiningarmörkum PAH efnasambandanna

fjögurra (0,008 µg/L) og því eru tölurnar gefnar upp sem <X (minna en). Þetta er sambærilegt við niðurstöður frá og með 2011. Niðurstöður fyrir heildarmagn PAH efna fyrir árin 2006-2014 má sjá í töflu 12.

Tafla 12. Heildarmagn PAH efna í árvatni (Ljósá (W1), Grjótá (W2), Norðurá (W3), Njörvadalsá (W4)) og Grænavatni (W10) á Reyðarfirði og neysluvatni á Eskifirði (W5 og W6) og Reyðarfirði (W6-W9) árin 2006-2014.

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	Meðaltal
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
2006	0,100	0,260	0,250	0,530	0,090	0,130	0,110	0,240	0,690		0,267
2007	1,190	0,000	0,140	0,000	0,110	0,120	0,110	0,170	0,150	0,630	0,262
2008	0,460	0,080	7,880	0,090	0,080	0,080	0,140	0,090	0,070	8,830	1,780
2009	0,000	2,370	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,242
2010	0,160	4,610	0,070	1,530	0,130	0,090	0,090	0,090	0,090	0,120	0,698
2011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2012	*	<0,0796	<0,0607	*	<0,0618	*	<0,0578	<0,0588	<0,0549	<0,145	<0,0073
2013	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
2014	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,0083	<0,008

4.2.4 Brennisteinn og basarýmd

Styrkur brennisteins hækkaði lítillega frá árinu 2013, bæði í árvatni og neysluvatni (töflu 13). Styrkur brennisteins í Grænavatni (W10) hækkaði einnig frá fyrra ári og er nú sambærilegur við styrk brennisteins árin 2011 og 2012.

Tafla 13. Meðalstyrkur brennisteins (mg/L) í árvatni (W1-W4), neysluvatni (W5-W9) og Grænavatni (W10) í fjórum sýnatökuferðum árin 2010-2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Árvatn	0,35	0,36	0,31	0,37	0,40
Neysluvatn	0,43	0,47	0,39	0,43	0,55
W10	0,33	0,6	0,56	0,36	0,59

Basarýmd (alkalinity) vatnssýna hækkaði lítillega miðað við árið 2013 í neysluvatni (tafla 14) en er innan þeirra marka sem áður hafa mælst. Basarýmd árvatns 2014 lækkaði hinsvegar miðað við fyrri ár þetta er líklega vegna tiltölulega mikillar úrkomu árið 2014.

Tafla 14. Meðalstyrkur basarýmdar (mg CaCO₃/L) í árvatni (W1-W4) og neysluvatni (W5-W9) í fjórum sýnatökuferðum árin 2010-2014.

	2010	2011	2012	2013	2014
Árvatn	15,3	16,3	13,0	13,6	11,79
Neysluvatn	20,9	22,3	18,2	18,3	20,36

5 Búfánaður

5.1 Inngangur

Vegna háls styrks flúors í grasi sumarið 2012 var ákveðið í samráði við Umhverfisstofnun að kanna áhrif þess á búfánað í Reyðarfirði. Í samráði við Umhverfisstofnun og Matvælastofnun verður þessum rannsóknum haldið áfram til og með árinu 2015. Rannsóknirnar felast í mælingu á styrk flúors í kjálkum sauðfjár og sjónrænni skoðun á búfánaði. Ákvörðun verður tekin um framhald þessara sérstöku rannsókna þegar niðurstöður fyrir árið 2015 liggja fyrir.

Á árinu 2014 var þessum rannsóknum framfylgt. Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum skoðaði kjálka úr sauðfé sem gekk í Reyðarfirði sumarið 2014. Kjálkar voru skoðaðir með tilliti til sýnilegra vísbendinga um skemmdir í tönnum og beinum af völdum flúors. Efnagreiningar, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, annaðist mælingar á styrk flúors í sömu kjálkabeinum. Þá var dýralæknir fenginn til að framkvæma sjónræna skoðun á lifandi búfánaði m.t.t. mögulegra einkenna flúoreitrunar.

Hér á eftir verður fjallað um helstu niðurstöður rannsókna á kjálkum úr sláturfé og sjónrænnar skoðunar á lifandi búfánaði árið 2014. Samantektin er unnin upp úr skýrslum sérfræðinga sem finna má í viðauka 14.

5.2 Niðurstöður

5.2.1 Sjónræn skoðun á búfánaði

Dýralæknir framkvæmdi sjónræna skoðun á búfánaði í Reyðarfirði þann 29. október 2014. Skoðunin fól í sér sjónmat og þreifingu á framtönnum.

Öll dýr sem skoðuð voru virtust heilbrigð, í góðum holdum og sýndu ekki holti eða stirðleika í hreyfingum (Silvia Windmann, 2014). Tennur sauðfjár voru heilbrigðar og engin ummerki sáust um breytingar af völdum flúors, fyrir utan tvær nýuppkomnar tennur í einni kind (u.þ.b. 2,5 ára), en á þeim mátti greina brúna bletti. Flúortengdar breytingar á tönnum verða við mikla inntöku flúors á þeim tíma þegar glerungur á tönnum er að myndast, þ.e. áður en tennur vaxa í gegnum tannholdið. Ekki var hægt að fullyrða að um áhrif af völdum flúormengunar væri að ræða en hugsanlega gekk umrædd kind á svæði þar sem flúorgildi mældust há á þeim tíma sem þessar tennur voru að myndast. Dýralæknir taldi ólíklegt að kindin komi til með að finna fyrir neikvæðum afleiðingum þessara tannskemmda (Silvia Windmann, 2014).

Ekki reyndist mögulegt að skoða alla sömu hesta og skoðaðir voru árin 2012 og 2013 þar sem sumir voru ekki á svæðinu eða ekki tiltækir þegar skoðun fór fram. Flestir hestar sem skoðaðir voru árið 2014 voru ekki í áhættuhópi. Engar breytingar sem benda til flúoreitrunar sáust á tönnum hestanna og almennt virtist ástand tanna í þessari skoðun betra en í fyrri skoðunum (Silvia Windmann, 2014).

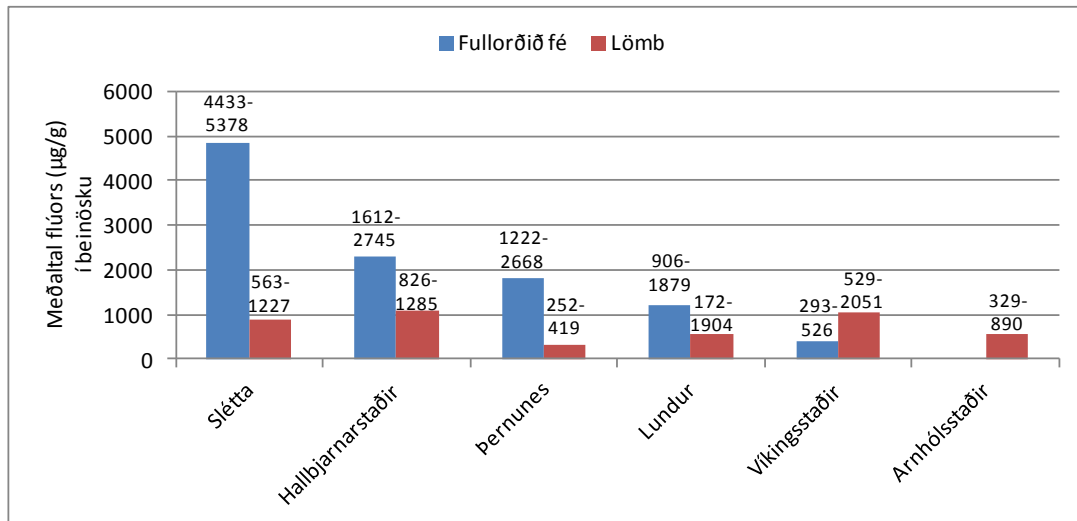
5.2.2 Kjálkar úr sláturfé

Hausum af sauðfé var safnað haustið 2014 frá öllum bæjum sem eiga fé sem gengur í Reyðarfirði að sumarlagi, þ.e. Sléttu og Þernunesi í Reyðarfirði, Víkingsstöðum og Lundi á Héraði og Hallbjarnarstöðum og Arnhólsstöðum í Skriðdal. Þetta var í fyrsta skipti sem hausum var safnað frá bæjum ofan af Héraði og úr Skriðdal. Gagnasöfnun var unnin í samvinnu við bændur og sláturhús. Óskað var eftir fimm hausum af lömbum og fimm af fullorðnu fé (æskilegur aldur 4-5 vetra) frá hverjum bæ. Þar sem fé frá Héraði og Skriðdal gengur ekki allt í Reyðarfirði voru bændur beðnir um að velja fé sem talið var ganga í og við Reyðarfjörð. Frá Arnhólsstöðum fengust aðeins hausar af lömbum. Samtals voru því 55 hausar skoðaðir.

Merki vantaði í allt fullorðið fé sem sent var í flúormælingu, fyrir utan fé frá Sléttu og því vantaði nákvæmar upplýsingar um aldur þess. Áætlaður aldur fullorðins fjár var mjög mismunandi eftir bæjum. Fullorðið fé frá Víkingsstöðum var sennilega allt veturgamlir hrútar, fé frá Lundi og Þernunesi var sennilega allt fjögurra vetra eða eldra en aldur fjár frá Hallbjarnarstöðum var óþekktur. Kindurnar frá Sléttu voru 6-9 vetra og því sennilega nokkuð eldri en hitt féð (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014).

Flúorinnihald í kjálkabeinum var mjög breytilegt eftir bæjum en var einnig breytilegt innan nokkurra bæja (mynd 64). Flúorinnihald var mjög hátt í kjálkabeinum fullorðins fjár frá Sléttu þar sem fjórar kindur voru með $>4000 \mu\text{g/g}$ beinösku og sú fimmta með $>5000 \mu\text{g/g}$ (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014). Einnig var fremur hátt magn af flúor í kjálkabeinum frá fullorðnu fé á Hallbjarnarstöðum, Þernunesi og Lundi en fremur lágt frá Víkingsstöðum (mynd 64). Hæsta meðaltal flúors í kjálkabeinum lamba mældist í lömbum frá Hallbjarnarstöðum ($1093 \mu\text{g/g}$) en hæsta gildið mældist hins vegar í lambi frá Víkingsstöðum ($2051 \mu\text{g/g}$) (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014).

Flúorinnihald var almennt lægra í lömbum en í fullorðnu fé frá sama bæ, þó misjafnlega mikið sem má líklega rekja til mismunar í aldri fullorðna fjárins (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014). Þannig var meðalflúorinnihald í kjálkabeinum lamba frá Sléttu mun lægra en meðalflúorinnihald í kjálkabeinum fullorðins fjár þaðan (mynd 65), enda var fullorðna féð 6-9 vetra. Meðalflúorinnihald í kjálkabeinum lamba frá Víkingsstöðum var hins vegar töluvert hærra en meðalflúorinnihald í kjálkabeinum fullorðins fjár (mynd 65) en það var allt sennilega aðeins veturgamalt (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014).



Mynd 65. Meðaltal flúors í kjálkabeinum sauðfjár (ásamt lágsta og hæsta gildi) sem slátrað var haustið 2014.

Engar greinilegar breytingar sem benda til flúoreitrunar sáust í þeim kjálkabeinum og tönnum sem send voru í flúormælingu (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014). Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði telur niðurstöður flúormælinga í beinösku gefa til kynna að hætta sé á flúorskemmdum (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014).

6 Samantekt

6.1 Loftgæði

6.1.1 Veðurgögn

Meðalhiti á Reyðarfirði árið 2014 mældist 5,3°C og meðalvindhraði 4,0 m/s. Hitastigsmeðaltalið var heilli gráðu hærra en 2013 og vindur var með hægasta móti og ljóst að árið 2014 í Reyðarfirði einkenndist af hlýindum og hægviðri. Árið einkenndist almennt af miklum hlýindum en víða var mjög úrkomusamt og sumarið sólarryrt. Við norðurströndina og víða austanlands var árið það hlýjasta frá upphafi mælinga. Úrkoma var yfir meðallagi um mest allt land og tíðarfar þótti blendið (Veðurstofa Íslands, 2015). Austan- og vestanáttir voru langalgengastar og ráðandi 75% af tímanum.

6.1.2 Svifryk

Heildarmeðaltal svifryks mældist 11,0 µg/m³ og var svipað á öllum stöðvum. Þetta er töluvert hærra en árið 2013. Nokkur aukning var í ryki vegna þurrviðris og góðviðriskafla á Reyðarfirði frá og með vori. Þá varð veruleg hækkun sem virtist fylgja gosmengun frá Holuhrauni í september og október. Svifryk mældist einn dag yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³-dag); þann 13. september mældist svifryk á bilinu 63-85 µg/m³ og mældist yfir mörkunum á öllum stöðvunum fjórum.

6.1.3 Brennisteinstvíoxíð

Ein meginuppspretta brennisteinstvíoxíðsmengunar í Reyðarfirði hefur verið álver Fjarðaáls en árið 2014 var mengun frá gosinu í Holuhrauni yfirgnæfandi. Heildarmeðaltal ársins á stöðvum 1-3 var $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og er engan veginn sambærilegt við næstu ár á undan. Ef skoðað er tímabilið janúar-ágúst, þ.e. áður en gosið hófst, þá var heildarmeðaltal brennisteinstvíoxíðs $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er mjög svipað og árin á undan.

Fjölmarginir dagar fóru yfir gróðurverndarmörk ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), um 15-18 alls eftir því um hvaða stöð var að ræða, en hæstu dagsgildi mældust um $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 13. september á öllum stöðvum. Hæsta dagsgildi utan gostímabilsins mældist $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þann 8. júní á stöð 2 í hægri austanátt. Þar þétt á eftir kemur mæligildi upp á $19,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á stöð 4 þann 24. ágúst í norðaustanblæ.

6.1.4 Flúor í lofti

Meðaltal flúors alls í lofti árið 2014 mældist $0,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og flúor gaskennt $0,010 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Styrkur flúors í ryki mældist um helmingi lægri en árið áður, en niðurstaðan fyrir gaskennt flúor var afar svipuð og árið 2013. Styrkur flúors er svolítið breytilegur á hverri stöð yfir árið og meðaltalsgildi fyrir flúor á stöð 2 í júní með hæsta móti, en hún er innan þynningarsvæðis. Viðmiðunarmörk fyrir gaskennt flúor eru $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en meðaltöl á tímabilinu apríl-september fara ekki yfir þau mörk utan þynningarsvæðis.

Styrkur flúors í ryki í lofti er líka mældur í stórum svifrykssíum; í einni slíkri síu í hverjum mánuði frá hverri stöð er mælt flúoríð í ryki, alls 48 mælingar árlega. Heildarmeðaltal ársins var $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og var um fjórðungi lægra en árið áður.

6.1.5 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH)

Niðurstaða ársins 2014 var svipuð og undanfarin ár; fjölhringa arómatísk vetniskolefni greindust í litlum mæli og mældust um $0,07 \text{ng}/\text{m}^3$ á árinu 2014 að heildarmeðaltali.

Umhverfismörk fyrir bensó[a]pýren (BaP) eru $1 \text{ng}/\text{m}^3$ skv. reglugerð nr. 410/2008. Öll mæld BaP gildi 2014 eru vel undir þeim mörkum. BaP greindist í 17 síum af 48 yfir greiningarmörkum og mældist hæst þann 7. september á stöð 2 eða $0,018 \text{ng}/\text{m}^3$, annars eru gildin undir $0,005 \text{ng}/\text{m}^3$. Af öðrum PAH efnum tilteknum í reglugerðinni, þ.e. benzó[a]antrasen, benzó[b]flúoranten, benzó[j]flúoranten, benzó[k]flúoranten, indenó[1,2,3-cd]pýren og díbenz[a,h]antrasen, mældist hæsta gildið $0,120 \text{ng}/\text{m}^3$ á stöð 2 þann 7. september af benzó[b]flúoranten og benzó[j]flúoranten (mæld saman sem summa).

6.1.6 Efnainnihald í úrkomu

Sýrustig í úrkomu er svipað og árið á undan. Nokkur súrnun í úrkomu hefur átt sér stað frá upphafi rekstrar álversins. Það er líklegt að þetta tengist auknum styrk brennisteinstvíoxíðs og koltvíoxíðs. Breytingarnar eru nokkuð skýrar og súrnunin er um 0,5-1 pH stig frá upphafi.

Brennisteinninn í úrkomu lækkaði töluvert að meðaltali. Ársmeðalgildi mældist $0,75 \text{mg}/\text{L}$ árið 2014 en mældist $1,52 \text{mg}/\text{L}$ árið 2013. Árið 2014 var úrkoma tiltölulega

mikil og jöfn í hverjum mánuði en þó með lágmarki í júní. Í heild virðist áfall brennisteins árið 2014 hafa minnkað um allt að fjórðung frá árinu 2013.

Flúorgildi í úrkomu lækkuðu verulega að meðaltali árið 2014. Einfalt meðaltal fellur úr 1,45 mg/L árið 2013 í 0,20 mg/L árið 2014. Með tilliti til úrkomumagns virðist áfall flúors árið 2014 í heild vera einungis um fimmtungur af áfalli ársins 2013 en árin 2012 og 2013 voru reyndar sérstaklega há.

6.1.7 Heildarniðurstaða

Töluvert dró úr flúormengun á árinu 2014 miðað við næstu tvö ár á undan og kemur það bæði fram í ryki og úrkomu. Mengun frá gosinu í Holuhrauni setti nokkurn svip á haustið.

6.2 Gróður

6.2.1 Styrkur flúors í gróðri

Yfir sumarið 2014 mældist styrkur flúors í grasi í Reyðarfirði hæstur í júní þegar styrkur flúors í lofti var í hámarki, en lækkaði síðan verulega í byrjun júlí og mældist lægstur í lok ágúst. Styrkur flúors utan þynningarsvæðis var nokkuð lægri árið 2014 en 2013 og styrkur innan þynningarsvæðis töluvert lægri. Vegna breytinga á sýnatökustöðum grass ber þó að fara varlega í samanburð á milli áranna.

Töluverð lækkun var á styrk flúors í mosa árið 2014 samanborið við árið 2013. Árið áður hafði orðið veruleg hækkun á styrk flúors í mosa en árið 2014 var meðalársstyrkurinn svipaður og árið 2012. Meðalstyrkur flúors í bláberjalyngi hækkaði þriðja árið í röð og hefur ekki mælst hærra frá því mælingar hófust. Styrkur flúors í fléttum hefur aftur á móti farið lækkandi síðan árið 2012. Þá lækkaði einnig styrkur flúors í reynivið milli áranna 2013 og 2014. Styrkur flúors í barrnálum var örlítið hærra árið 2014 en 2013 sem er svipað mynstur og hefur verið frá 2011; hæg og bitandi hækkun. Öll meðaltalsgildi fyrir þessar tegundir miðast við samanlögð gildi innan og utan þynningarsvæðis.

Umtalsverð hækkun var á styrk flúors í rabarbaralaufum árið 2014 samanborið við árið 2013 og hefur hann ekki mælst hærra frá því starfsemi álversins hófst. Í því samhengi er þó vert að benda á að sýnatökuferðum var fækkað úr sex í þrjár milli áranna. Styrkur flúors í kartöflugrösnum var frekar lágur árið 2014 samanborið við fyrri ár. Styrkur flúors í grænkáli var mun lægri árið 2014 en árið 2013 og sambærilegur við bakgrunnsúttekt sem gerð var árið 2004. Tekið skal fram að niðurstöður á styrk flúors í grænkáli byggja aðeins á einu sýni.

Styrkur flúors í rabarbarastilkum, kartöflum og berjum var í öllum tilfellum mun lægri heldur en styrkurinn í laufblöðum sömu plantna. Þetta sýnir að þó styrkur flúors í andrúmslofti og í blöðum plantna sé hár þá innihalda ávextir, fræ og rætur mun lægri styrk flúors. Þessar niðurstöður eru í samræmi við eldri rannsóknir (Weinstein og Davison, 2004; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2013, 2012; Kristín Ágústsdóttir o.fl., 2011; Davison o.fl., 2010, 2009; Erlín Jóhannsdóttir og Krisín Ágústsdóttir, 2008).

6.2.2 Dreifing flúors frá álveri

Þrátt fyrir að styrkur flúors hafi verið breytilegur eftir tegundum þá var dreifingarmynstur þess mjög sambærilegt á milli plöntuhópa og virtist skýrast aðallega af ríkjandi vindáttum, fjarlægð frá álveri og landslagi. Flúor berst frá álveri meðfram hlíðum norðan megin í Reyðarfirði til vesturs með ríkjandi vindátt. Styrkur flúors í gróðri fór lækkandi þegar innar dró en mismikið eftir plöntuhópum. Í öllum gróðursýnum mældist styrkur flúors lægri austan og sunnan við álverið heldur en vestan þess. Þetta er í samræmi við fyrri niðurstöður sem og erlendar rannsóknir sem sýnt hafa fram á að styrkur flúors er hæstur undan ríkjandi vindátt næst mengunarvaldi (Vike og Håbjorg, 1995; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl., 2013, 2012; Kristín Ágústsdóttir o.fl., 2011; Davison o.fl., 2010, 2009).

6.2.3 Styrkur þungmálma í rabarbara

Nokkur lækkun var á meðalstyrk kadmíums, kopars og nikkels í blöðum rabarbara milli áráanna 2013 og 2014. Önnur gildi voru svipuð milli ára eða undir greiningarmörkum. Styrkur þungmálma í rabarbarastilkum var almennt lægri en í laufblöðum. Styrkur kopars, nikkels og sinks í rabarbarastilkum hækkaði lítillega milli áráanna 2013 og 2014. Önnur gildi þungmálma í rabarbarastilkum voru svipuð milli ára eða undir greiningarmörkum. Öll sýni af rabarbarastilkum og -blöðum voru undir viðmiðum reglugerðar nr. 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum árið 2014.

6.2.4 Sjónræn skoðun á gróðri

Mögulegar skemmdir af völdum flúors sáust aðallega á gróðri innan þynningar-svæðis álversins og voru þær meira áberandi árið 2014 en árið 2013. Tíðni skemmda á gróðri utan þynningarsvæðis var minni en þó mátti greina mögulegar skemmdir af völdum flúors á laufum nokkurra plöntutegunda í rannsóknarreitum utan þynningarsvæðis auk einhverra skemmda á laufum og barri nokkurra trjá- og runnategunda í trjáræktarreitum og í þéttbýlinu.

6.2.5 Trjávöxtur

Toppsprotar á furu (*Pinus* spp.) voru mældir á 10 stöðum í Reyðarfirði. Meðalársvöxtur vaxtarsprota stafafuru (*P. contorta*) á öllum stöðum árið 2014 var 25,3 cm. Vöxturinn var nokkuð breytilegur milli staðsetninga. Vöxturinn var meiri árið 2014 miðað við árið á undan á öllum stöðum. Mestur var munurinn á meðalvexti stafafuru milli ára á athugunarstað nr. 7 við Kollaleiru, en minnsti munur á meðalvexti var á bergfuru (*P. uncinata*), á athugunarstað nr. 10 sem er hjá Framnesi.

6.3 Búfánaður

6.3.1 Styrkur flúors í fódri búfánaðar

Meðalstyrkur flúors í grasi sumarið 2014 utan þynningarsvæðis var undir mörkum sem sett eru fyrir hámarksgildi flúors í heilfóðri fyrir jórturdýr og einnig undir mörkum fyrir mjólkandi jórturdýr (Reglugerð um eftirlit með fódri nr. 340/2001). Ef horft er á einstaka sýnatökustaði var meðalstyrkur flúors í grasi fyrir sumarið 2014 yfir hámarksgildum fyrir jórturdýr á tveimur stöðum utan þynningarsvæðis, á einum stað í þéttbýlinu á Reyðarfirði og á einum stað á beitarsvæðum norðan fjarðar, við Teigagerði.

Meðalstyrkur flúors í grasi á beitarsvæðum og túnum lækkaði milli áranna 2013 og 2014. Vert er að benda á að nokkrum sýnatökustöðum var breytt milli áranna svo niðurstöðurnar eru ekki fullkomlega samanburðarhæfar.

Styrkur flúors í 22 heysýnum sem safnað var í september 2014 mældist frá 6-25 $\mu\text{g/g}$. Ekki var hægt að greina augljósan breytileika í styrk flúors eftir því hvenær hey var slegið. Hæstu gildin mælast á túnum næst álverinu, þ.e. austarlega í botni Reyðarfjarðar. Styrkur flúors í vetrarheyi sem safnað var í janúar 2015 var samþærilegur eða frá 2-24 $\mu\text{g/g}$. Styrkur flúors í heyi fór aldrei yfir viðmiðunarmörk fyrir heilfóður sem í gildi eru á Íslandi fyrir mjólkandi jórturdýr.

6.3.2 Styrkur flúors í kjálkum sauðfjár

Styrkur flúors í kjálkum fullorðins sauðfjár mældist frá 293-5378 $\mu\text{g/g}$. Styrkur flúors í lömbum mældist almennt mun lægri, eða frá 252-2051 $\mu\text{g/g}$. Til samanburðar mældist styrkur flúors í fullorðnu fé á bilinu 617-780 $\mu\text{g/g}$ áður en álverið hóf rekstur. Þessar niðurstöður gefa til kynna að hætta geti mögulega verið til staðar á flúorskemmdum en við sjónræna skoðun á kjálkum sáust ekki greinilegar breytingar á tönnum eða kjálkabeinum sem bentu til flúoreitrunar (Ólöf G. Sigurðardóttir, 2014).

Erfitt reyndist að bera saman flúorinnihald í kjálkabeinum fullorðins sauðfjár árið 2014 við árið 2013 þar sem aldur fjár frá Þernunesi var ekki þekktur árið 2014 auk þess sem meðalaldur fjár frá Sléttu var töluvert hærri árið 2014 (7,4 vetra) en árið 2013 (4,5 vetra). Það kemur því ekki á óvart að meðalstyrkur flúors í kjálkum úr fullorðnu sauðfé frá Sléttu var töluvert hærri árið 2014 (4863 $\mu\text{g/g}$) en árið á undan (3058 $\mu\text{g/g}$). Meðalstyrkur flúors í kjálkum lamba frá Sléttu var aftur á móti lægri árið 2014 (879 $\mu\text{g/g}$) en árið 2013 (1293 $\mu\text{g/g}$).

6.3.3 Sjónræn skoðun á lifandi búfánaði

Við sjónræna skoðun dýralæknis í lok október 2014 voru engin greinileg áhrif flúormengunar að sjá á sauðfé og hestum og öll dýr voru heilbrigð að sjá. Þó voru brúnir blettir á tönnum einnar kindar en ekki er hægt að fullyrða að um áhrif af völdum flúormengunar hafi verið að ræða. Kindin var talin hafa gengið á svæði þar sem flúorstyrkur mældist hár árin áður en að mati dýralæknis þykir ekki líklegt að kindin komi til með að finna fyrir neikvæðum áhrifum af völdum þessara tannskemmda (Silvia Windmann, 2014).

6.4 Yfirborðsvatn

Engar stórvægilegar breytingar urðu á þeim gildum sem mæld voru í vatnssýnum árið 2014 miðað við fyrri ár. Styrkur flúors í Grænavatni lækkaði enn og er nú sambærilegur við fyrstu mælingar þar frá 2007. Þar er styrkurinn kominn undir magngreiningarmörk. Litlar breytingar sjást á ársmeðaltölum sýrustigs, brennisteins og basarýmdar í árvötnum árið 2014 en gildin hafa haldist nokkuð stöðug undanfarin þrjú ár. Sýrustig neysluvatns hefur hins vegar hækkað líttillaga en jafnt á öllum sýnatökustöðum og hefur sú þróun átt sér stað frá árinu 2009. Þó ekki mælist marktækur munur á milli samliggjandi ára þá er marktækur munur á árunum 2009 og 2014 ($p < 0,001$). Árið 2009 virðist hafa haft sögulega lægð í sýrustigi (árvatn pH 6,94 og neysluvatn pH 7,05) miðað við fyrri og seinni ár og passar það við sögulega hæð í styrk flúors (árvatn 0,08 mg/L og neysluvatn 0,08 mg/L). Ekki liggja fyrir gögn um styrk brennisteins í ánum fyrir 2010. Styrkur PAH efnasambanda í árvatni og neysluvatni er undir greiningarmörkum en sú staða hefur haldist stöðug frá 2011 þrátt fyrir lækkun greiningarmarka í þeim mælingum.

7 Heimildir

- Alcoa Fjarðaál (2013). *Vöktunaráætlun*. Útbúið fyrir Umhverfisstofnun.
Reyðarfjörður: Álver Alcoa Fjarðaáls.
- Davison, A.W. & Weinstein, L.H. (2006). *Investigation of the sources of elevated fluoride in vegetation in the Reyðarfjörður area*. Í: *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of NA activities in 2006*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Davison, A.W., Erlín Jóhannsdóttir og 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 og Kristín Ágústsdóttir (2009). *External Environmental Monitoring. Fjarðaál-Alcoa Smelter Reyðarfjörður. Summary of activities in 2008 by Náttúrustofa Austurlands*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Doley, D. (2010). Rapid quantitative assessment of visible injury to vegetation and visual amenity effects of fluoride. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160, 181-198.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Hermann Þórðarson og Kristmann Gíslason (2013). *Alcoa Fjarðaál, umhverfsvöktun árið 2012*. Skýrsla unnin af Náttúrustofu Austurlands og Nýsköpunarmiðstöð Íslands fyrir Alcoa Fjarðaál. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Kristín Ágústsdóttir og Davison, A.W. (2012). *Umhverfsvöktun í Reyðarfirði 2011. Gróður og yfirborðsvatn*. Unnið fyrir HRV. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Jóhannsdóttir og 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 og Kristín Ágústsdóttir (2005). *Baseline Survey Report. External Environmental Monitoring – Ecological Survey*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hermann Þórðarson (2014). *Viðhald og kvörðun loftmælingastöðva. Skýrsla vor og haust*. Nýsköðunarmiðstöð Íslands, 6EM14011.
- Hörður Kristinsson, Eva G. Þorvaldsdóttir og Björgvin Steindórsson (2007). *Vöktun vástaplantna 2002-2006*. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Kristín Ágústsdóttir, Erlín Emma Jóhannsdóttir og Davison, A.W. (2011). *Álver Alcoa Fjarðaáls Umhverfsvöktun í Reyðarfirði 2010. Gróður og yfirborðsvatn*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.

- Landmælingar Íslands (2012). *Landhæðarlíkan Landmælinga Íslands, byggt á 20-m-hæðarlínum úr IS 50V gögnum LMI, útgáfu 3.0.* Desember, 2012.
- Landmælingar Íslands (2013). *Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, fyrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands.* Skoðað 5. desember 2013 á <http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Almskilm.pdf>
- Landmælingar Íslands (2014). *IS 50V Kortagrunnur á vektoraformi.* Útgáfa 4.1. 01072013. Sótt á vef Landmælinga Íslands.
- Liteplo, R., Gomes, R., Hower, P. & Malcolm, H. (2002). *Fluorides. Environmental Health Criteria 227.* World Health Organization.
- Matvælastofnun (2015). *Hvað er fóður?* Skoðað í apríl 2015 á <http://www.mast.is/frettaflokkar/frett/2015/03/26/Hvad-er-fodur/>
- Náttúrufræðistofnun Íslands (1996). *Válisti 1. Plöntur.* Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Ongstad, L., Stoll, C.I. & Aasland, T. (1994). *The Norwegian aluminium industry and the local environment. Project to study the effects of industrial emission from primary aluminium plants in Norway- Summary report.* Oslo: Hydro Media.
- Ospar commission (2001). *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).* Ospar priority substance series.
- Ólöf G. Sigurðardóttir (2014). *Vöktun á áhrifum flúors á kjálka sauðfjár fyrir Alcoa Fjarðaál - Reyðarfjörður.* Reykjavík: Tilraunastöð Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum.
- Reglugerð um arsen, kadmíum, kvikasilfur, nikkell og fjölhringa arómatísk vetniskolefni í andrúmslofti nr. 410/2008.
- Reglugerð um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýringu, svifryk og blý í andrúmslofti nr. 251/2002.
- Reglugerð um eftirlit með fóðri nr. 340/2001.
- Reglugerð um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum nr. 265/2010.
- Reglugerð um neysluvatn nr. 536/2001.
- Sigurður H. Magnússon (2013). *Þungmálmur og brennisteinn í mosa á Íslandi 1990-2010: áhrif iðjuvera.* Garðabær: 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
- Silvia Windmann (2014). *Eftirlitsskýrsla – fjórða skoðun dýralæknis á grasbitum á svæði þar sem gildi flúors í grasi hefur mælst hátt sumrin 2012 og 2013. Skoðun framkæmd á Sléttu, Áreyjum og hesthúsasvæði í Reyðarfirði.* Vopnafjörður: Hágangur ehf.
- Umhverfisstofnun (2010). *Starfsleyfi fyrir álver Alcoa Fjarðaáls sf., Hrauni 1 í Reyðarfirði. kt. 5203034210.* Skoðað í apríl 2014 á

http://www.ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfi-i-gildi/alver/Alcoa_Fjardaal_2026.pdf

- Veðurstofa Íslands (2015). *Mánaðaryfirlit Veðurstofu Íslands fyrir árið 2014*.
Skoðað í mars 2015 á <http://www.vedur.is/vedur/vedurfar/manadayfirlit/>
- 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.
- 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.
- Weinstein, L.H. & Davison, A.W. (2003). Native plant species suitable as bioindicators and biomonitors for airborne fluoride. *Environmental Pollution*, 125, 3-11.
- 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.
- Þuríður E. Pétursdóttir (2012). *Reglugerð um flúoríð í fóðri*. Tölvupóstur dags 23. október 2012.

NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Mýrargötu 10 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Fax 477-1923 • Netfang: na@na.is
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • Sími: 471-2813 og 471-2774 • www.na.is

