

Gróðurskýrsla 2016

Dr. Helga Dögg Flosadóttir

Efnisyfirlit

Inngangur	2
Sýnatökustaðir og aðferðafræði	2
Veðurgreining	3
Umhverfisvöktun, gögn og umræða	5
Flúorstyrkur í gróðursýnum 1997	5
Flúorstyrkur í gras og laufsýnum 2003-2016	5
Styrkur flúors í stökum sýnum	9
Flúorstyrkur í barrsýnum 2003-2016	11
Styrkur flúors í stökum sýnum	13
Samantekt	14

Inngangur

Teknar eru saman helstu niðurstöður magngreiningu flúors í grasi, laufi og barri árin 2003-2016, á völdum sýnatökustöðum í Hvalfirði og Kjós í tengslum við umhverfisvöktun vegna iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Leitast er við að komast að því hvort uppsöfnun flúors sé að gæta í Hvalfirði og/eða Kjós vegna iðnaðarsvæðisins, eða hvort mengunarálag í firðinum hefur breyst.

Aðferðafræði við sýnatöku, veðurmælingar og magngreiningar flúors í gróðri hefur verið lýst áður. Hér verður fjallað um leitni gilda flúorstyrks m.t.t. tíma og staðsetningu.

Sýnatökustaðir og aðferðafræði

Sýnatökustaðir eru samtals 12, og sýni eru tekin m.v. gróðurfar á hverju svæði, sjá töflu 1. Við úrvinnslu niðurstaðna og túlkun verður sýnatökustöðum skipt upp í fjóra flokka: austan, norðan, og vestan Grundartanga. Í Hvalfjarðarsveit eru fyrstu þrjú flokkarnir og fjórði flokkurinn inniheldur alla sýnatökustaði í Kjós, eða sunnan við Grundartanga. Stekkjarás telst á mörkum þynningarsvæðis og magngreining flúors þar er því undanskilin þeim meðaltölum sem eru reiknuð til áætlunar á dreifingu flúors og mengunarálags af völdum þess í helstu áttir.

Tafla 1. Sýnatökustaðir, tegund sýna.

Sýnatökustaður	G	B	R	St	Gr	Bf	Upphaf sýnatöku	Athugasemdir
Hvalfjörður, austan Grundartanga								
Ferstikluskáli	X	X	X	X	X		2011	
Hlíð (Múlakot)	X	X	X	X	X		2009	
Hvalfjörður, norðan Grundartanga								
Fellsaxlarkot	X	X	X	X	X			
Fannahlíð	X	X	X	X	X		Reyniviðarlauf, 2011	
Innan þynningarsvæðis flúors								
Stekkarás	X	X		X	X	X		
Hvalfjörður, vestan Grundartanga								
Gröf II, við hús	X	X	X				2009	
Gröf II, vegur	X	X	X	X	X		2009	Úlfareynir
Kjós								
Háls sumarhús	X	X	X		X	X	2011	
Reynivellir	X	X	X	X	X			
Félagsgarður	X	X	X	X	X			
Fossbrekka	X	X	X	X	X	X		

G: Gras, B: Birkilauf, R:Reyniviðarlauf, St: Stafafura, Gr: Greni, Bf:Bergfura

Sýnatökur austan og vestan Grundartanga hófust fyrst árið 2009 og engin gögn eru því til fyrir þessi svæði fyrir þann tíma. Öll meðaltöl Hvalfjarðarsýna fyrir árið 2009 innihalda því einungis gögn frá Fellsaxlarkoti og Fannahlíð. Styrkur flúors í gróðri fylgir lognormal dreifingu. Meðaltalsstyrkur á hverjum sýnatökustað, og staðalfrávik eru því reiknuð m.t.t. þess.

Fyrir gras og laufsýni er meðaltal júní og septembersýna notað til túlkunar og 95% vikmörk t-dreifingar. Hér eru vikmörkin merkt inn á myndir þar sem sýni eru fleiri en tvö. Ef þau eru færri en tvö verða vikmörk mjög há og ef teiknuð inn á graf munu mæligildi ekki sjást. Til einföldunar eru vikmörk

ekki sýnd í þeim tilfellum. Fyrir barrsýni eru notuð 1 árs sýni barnnála. Í þessu tilfalli er einungis tekið eitt sýni á ári á hverjum sýnatökustað og því eru fá sýni eru í hverjum flokki sýna og hér er notast við staðalfrávik við lýsingu dreifingar styrks innan svæðis, en ekki hlutfallsleg vikið t-dreifingar. Í sumum tilfellum er einungis eitt sýni í hverjum sýnaskammti. Í þeim tilfellum eru staðalfrávik ekki reiknuð.

Ef styrkur flúors í sýni mælist undir greiningarmörkum mæliaðferðar er notast við greiningarmörkin sjálf þegar meðaltalsstyrkur flúors í gróðri á ákveðnum svæðum er reiknaður.

Árið 2013 var sýnatökustað í Skorradal bætt við sem viðmiðunarsýni. Þar sem einungis eru til gögn frá og með þeim tíma notumst við hér við flúorgildi í sýnum frá Hvalfirði sem voru tekin fyrir byggingu Norðuráls, árið 1997, eins og hefð er fyrir í skýrslum sem varða umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga.

Veðurgreining

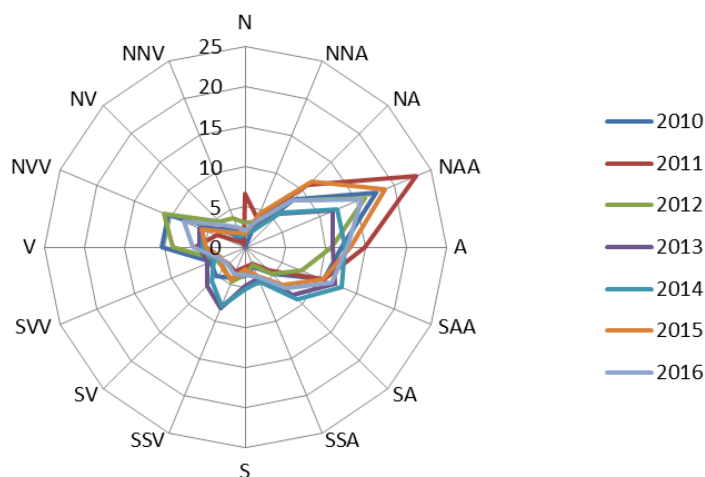
Í töflu 2 eru veðurfarsmælingar á Krúuvörðu bornar saman á milli ára. Notuð eru 10 mínútna mæligildi fyrir tímabilið 1.maí til 30.september fyrir hvert ár. Sjá má að veðurfar var sambærilegt árin 2012 og 2016, lítil úrkoma (< 200 mm), meðalhitastig um 10°C, og lágur meðalvindhraði. Taka ber fram að sumarið 2010 var sérstaklega hlýtt og þurrt sumar, það hlýjasta í Reykjavík frá því að mælingar hófust. Það sést einnig við Krúuvörðu, þar sem meðalhitastig var 11,3°C sumarið 2010. Meðalhitastig árin 2011, 2013, og 2015 var sambærilegt (8,8-9,5°C) en 2014 var aðeins hlýrra. Mest úrkoma mældist árið 2014, úrkoma árin 2013 og 2015 eru í meðallagi en 2012 og 2016 úrkomulægst af þessum árum. Árin 2010 og 2011 var úrkoma ekki mæld á Krúuvörðu.

Tafla 2. Veðurgögn 1.maí-30.september fyrir árin 2010-2016. Vöktunarstöð við Krúuvörðu var fyrst notuð árið 2010.

1.maí-30.september	Úrkoma	Meðalhitastig	Vindhraði
	mm	°C	m/s
2010	*	11,3	4,6
2011	*	9,6	5,0
2012	189	9,9	4,3
2013	314	8,8	4,8
2014	895	10,9	4,2
2015	491	9,0	5,1
2016	195	9,8	4,2

*Úrkomumagn var ekki mælt árin 2010 og 2011

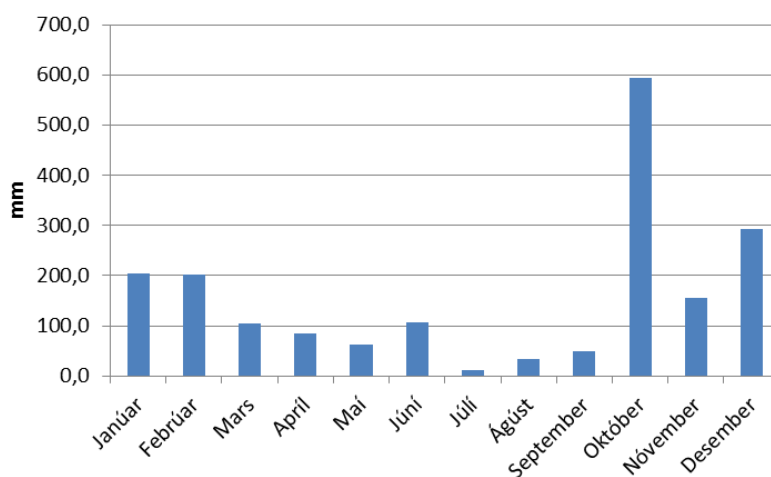
Meginvindáttir í Hvalfirði eru austan áttir, en einnig eru vestanáttir algengar, þetta má sjá á vindáttagreiningu fyrir 1.maí-30.september öll árin sem Krúuvörða hefur verið starfrækt, sjá mynd 1. Þó hlutfallið á milli austanáttu breytist lítið eitt á milli ára eru meginvindáttir almennt þær sömu. Því ætti mengunar á landi frá verksmiðju helst að verða vart vestan og norðvestan megin við Grundartanga. Norðaustanáttir blása á haf út frá Grundartanga.



Mynd 1. Vindáttagreining tímabilið 2010-2016.

Mikill munur getur verið á veðri á milli sumra í Hvalfirði, og þekkt er að staðbundið veðurfar getur haft áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri, næst uppsprettum. Þá er sérstaklega hægt að nefna áhrif úrkomu, sem sýnir öfug tengsl við flúorstyrk, og vindátt sem magnar upp styrk flúors á þeim svæðum sem staðsett eru í meginvindátt frá uppsprettu. Hitastig hefur minni áhrif á uppsöfnun flúors í gróðri.¹

Árið 2016 var hlýtt og milt ár, fyrstu tveir mánuðir ársins voru í kaldara lagi en svo hlýnaði og meðalhiti á Kríuvörðu yfir allt árið var 5,8°C. Fyrstu níu mánuði ársins var heldur þurrt, en eftir það gerði rigningartímabil sem náði hámarki í október (mynd 2) . Megin vindáttir eru austan- og vestanáttir þar sem austanáttir eru tvöfalt algengari, og mest rignir í suðaustanáttum. Því ætti mestrar mengunar að verða vart vestan og norðvestan megin við Grundartanga.



Mynd 2. Heildarúrkoma á Kríuvörðu skipt upp eftir mánuðum árið 2016.

¹ Franzaring J., et al., *Environmental Pollution* (2006), vol.144, p.158-165

Umhverfissvöktun, gögn og umræða

Flúorstyrkur í gróðursýnum 1997

Áður en álver var byggt á Grundartanga voru tekin gróðursýni í Hvalfirði og Kjós. Þessi sýni eru notuð til samanburðar við árlega sýnatöku, sem grunngildi flúors í náttúrulegu umhverfi Hvalfjarðar (sjá töflu 3). Flest gildi fyrir gras og lauf voru undir greiningarmörkum, eða rétt yfir. Styrkur flúors í gróðurvef barnála var einnig lágur, en flúor í skolvatni af barnálum var vel mælanlegur.

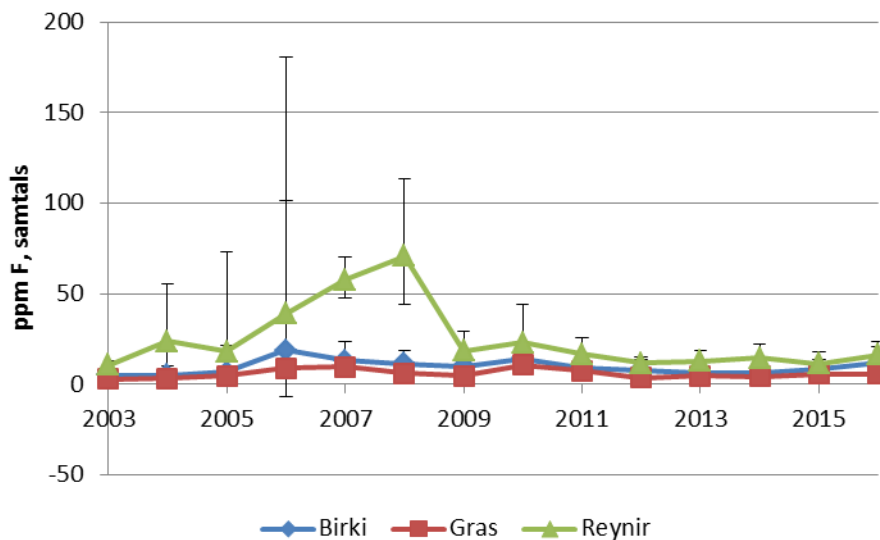
Tafla 3. Styrkur flúors í gróðri 1997.

Gras og lauf	Júní		September		Barnálar	Eins árs		Tveggja ára	
	Þurrefni	Skol	Þurrefni	Skol		Þurrefni	Skol	Þurrefni	Skol
Birki	µgF/g	µgF/g	µgF/g	µgF/g	Stafafura	µgF/g	µgF/g	µgF/g	µgF/g
Fellsaxlarkot	<1	<1	<1	<1	Stekkjjarás	<1	2	<1	4
Fannahlíð	1	1	1	1	Laxá í Kjós	<1	1	1	2
Stekkjjarás	2	1	3	1	Greni				
Fossbrekka	<1	1	1	1	Fellsaxlarkot	1	2	1	<1
Laxá í Kjós	2	1	<1	<1	Fannahlíð	1	2	1	7
Gras					Stekkjjarás	2	5	1	8
Fellsaxlarkot	<1	<1	1	<1	Reynivellir	1	1	1	4
Fannahlíð	<1	<1	1	<1	Fossbrekka	1	1	1	2
Stekkjjarás	1	<1	1	<1	Laxá í Kjós	1	<1	<1	3
Fossbrekka	<1	<1	<1	<1	Bergfura				
Laxá í Kjós	<1	<1	<1	<1	Stekkjjarás	1	2	1	4
Reynir					Fossbrekka	1	1	1	1
Fellsaxlarkot	<1	1	1	<1	Fellsaxlarkot	1	1	<1	1
Fossbrekka	<1	1	<1	<1	Fannahlíð	<1	1	<1	2
Laxá í Kjós	1	2	1	<1	Reynivellir	<1	1	<1	<1

Flúorstyrkur í gras og laufsýnum 2003-2016

Styrkur flúors í grasi og laufum frá fyrstu mælingum árána 2003-2005 var lágur og í meðallagi, þótt hækkun væri greinanleg borið saman við grunngildi. Aukin losun flúors samfara stækkun/framleiðsluaukningu álvers Norðuráls ásamt frávikum í rekstri sem olli bilun í reykheinsivirki árið 2006 veldur hækkun mæligilda flúors í Hvalfirði það ár. Þrátt fyrir áframhaldandi stækkun álversins næstu ár lækka mæligildi flúors í grasi og birki. Þar sem gróðursýni voru ekki tekin vestan eða austan við Grundartanga á þessum tíma er tekið meðaltal af Stekkjarás, Hvalfirði norður og Kjós til 2009, en þá bætast fleiri sýni við, sem einnig eru reiknuð með í meðaltöl Hvalfjarðar og heildarmeðaltöl ára. Mynd 3 sýnir þróun meðaltals flúorstyrks allra sýna sem voru tekin hvert ár. Þar má sjá hvernig hækkun flúorstyrks í birkilaufum og grasi gengur hratt til baka, en flúorstyrkurinn helst hár í reyniviðarlaufum í mörg ár. Árið 2010 mælist aftur hækkun flúorstyrks í grasi, laufi og birki, en þá hækkun má útskýra með veðurfarsbreytingum, þetta ár var stækkunarferli álversins lokið og jafnvægi komið á rekstur þess. En sumarið 2010 var mjög hlýtt og skv. Veðurstofu er því lýst svona: „Sumarið 2010 var hið hlýjasta sem vitað er um síðan mælingar hófust víða um suðvestan- og vestanvert landið.“ Meðalhiti í Reykjavík var 11,68°C, sem er hæsti meðalhiti í Reykjavík síðan mælingar hófust. Sérstaklega er tekið fram á vef Veðurstofunnar að þurrt var í júní og september. Vel

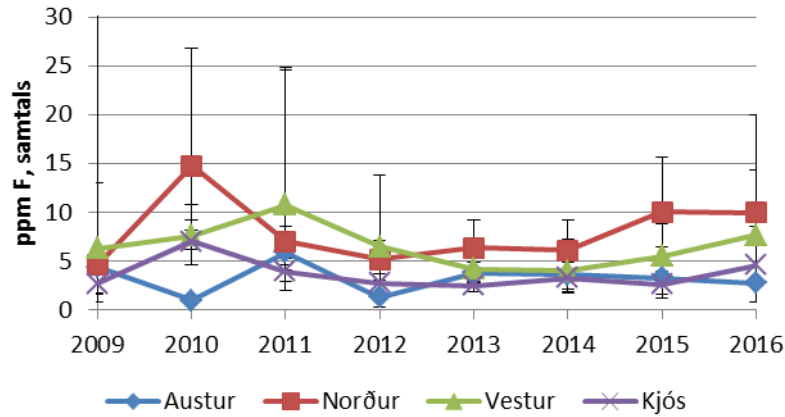
er þekkt að flúórstyrkur í gróðursýnum er mjög háður veðurfari, en úrkomusamt tíðarfar hreinsar rykborinn flúor vel af gróðri, á meðan þurr og hlýtt veður getur ýtt undir tímabundna uppsöfnun flúors í gróðri.¹ Einnig má ekki útiloka áhrif eldgossins í Eyjafjallajökli og öskufalls þaðan, á gildi flúórstyrks í gróðri sumarið 2010. Á árunum 2011-2013 má sjá samfellda lækkun flúórstyrks í öllum gróðurtegundum. Undanfarnir tvö ár (2015 og 2016) eru svo vísbendingar um aukinn styrk flúors í grasi og laufi, en breytingar eru ekki marktækar á milli ára, né heldur á milli áruna 2012 og 2016, en árið 2012 mældist lægsti styrkur í grasi og laufi undanfarnir 10 ár.



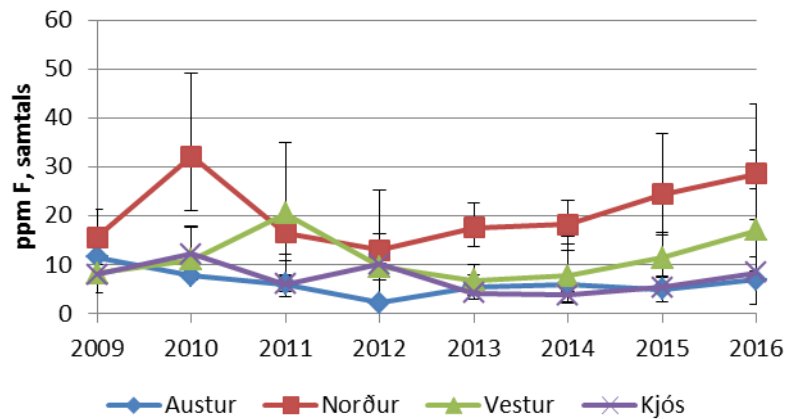
Mynd 3. Þróun meðaltals allra gras og lauf sýna í Hvalfirði í júní og september, samanlagður flúor í gróðurvef og ryki.

Frá og með 2009 hófust sýnatökur austan og vestan Grundartanga. Þegar flúórstyrkur í grasi, birki og reyni er skoðaður útfrá staðsetningu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga fyrir tímabilið 2009-2016, má sjá að norðlægir sýnatökustaðir og sýnatökustaðir í Kjós (sunnan Grundartanga) fylgja sömu leitni, og hækka og lækka samtímis, á meðan sýnatökustaðir vestan iðnsvæðisins hækka þegar hinir lækka. Austlæg sýnatökusvæði virðast ekki verða útsett fyrir miklum mengunaráhrifum og eru með sambærilegan flúórstyrk og sýni frá Kjós. Þá virðist styrkur flúors í gróðri hækka hraðast norðan og vestan Grundartanga, sem samsvarar vel meginvindáttum Hvalfjarðar og afstöðu til Grundartanga.

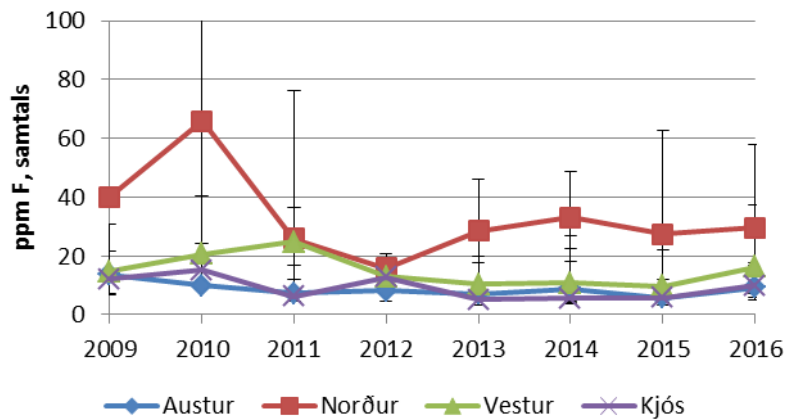
Myndir 4, 5 og 6 sýna meðalstyrk flúors í sýnum eftir staðsetningu. Árið 2010 hækkaði flúórstyrkur í öllum sýnum norðan Grundartanga, þeirrar hækkunar verður einnig vart að einhverju leyti í Kjós, en ekki vestan Grundartanga eða austan. Þar má líta til veðuráhrifa vegna sérstaklega milds sumars og ekki má útiloka aðrar flúor uppsprettur s.s. eldgosíð í Eyjafjallajökli og öskufalls í kjölfar þess. Ári seinna hækkar styrkur flúors í öllum sýnategundum í sýnatökustöðum vestan Grundartanga, en lækkar töluvert norðan og sunnan.



Mynd 4. Styrkur flúors í grassýnum, meðaltöl fjögurra svæða eftir afstöðu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga.



Mynd 5. Styrkur flúors í birkilaufi, meðaltöl fjögurra svæða eftir afstöðu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga.



Mynd 6. Styrkur flúors í reyniviðarlaufi, meðaltöl fjögurra svæða eftir afstöðu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga.

Árin 2015 og 2016 virðast gras og birkilaufsýni hafa hækkað aftur, nokkuð jafnt bæði árin, en hækkunin er ekki marktæk á milli ára. Engu að síður má ekki líta framhjá þessum hækkunum og í öllum tilfellum er styrkur flúors í gróðurvef og ryki samtals hærri en árið 1997.

Ljóst er að mengunarálag á landsvæði norðan og vestan Grundartanga er hærra en austan og sunnan, og þar sem meginvindáttir innan fjarðarins eru suðaustan og austsuðaustan áttir má færa rök fyrir því að flúormengunin eigi uppruna sinn frá Norðuráli á Grundartanga. Þannig má einnig færa rök fyrir því að hækkun í flúorstyrk sumarið 2010 sé að einhverju leyti frá öðrum uppsprettum en álverinu, þar sem styrkur jókst að sama hlutfalli í Kjós og í sýnum norðan Grundartanga, en ekki vestan og austan sama ár, og því fylgir sú hækkun ekki sömu leitni og meginvindáttir og veðurfar bendir til ef aðal uppsprettan væri á Grundartanga.

Styrkur flúors í stökum sýnum

Tafla 4 sýnir flúorstyrk í gras og laufsýnum árið 2016. Þar má sjá að sýni birkis frá júní og september við Stekkjarás innihélt hærri styrk flúors en 30 ppm þegar flúorstyrkur í plöntuvef og rykbundið flúor utan vefs er lagt saman. Styrkur flúors í þessum sýnum er þar með hærri en talin þolmörk grasbíta í fóðri. Þolmörk lauftrjáa eru 200 ppm, og þar er miðað við styrk flúors í plöntuvef. Engin sýni innihalda flúorstyrk sem nálgast þolmörk lauftrjáa. Stekkjarás telst á mörkum þynningarsvæðis.

Tafla 4. Flúorstyrkur í grasi og laufsýnum árið 2016.

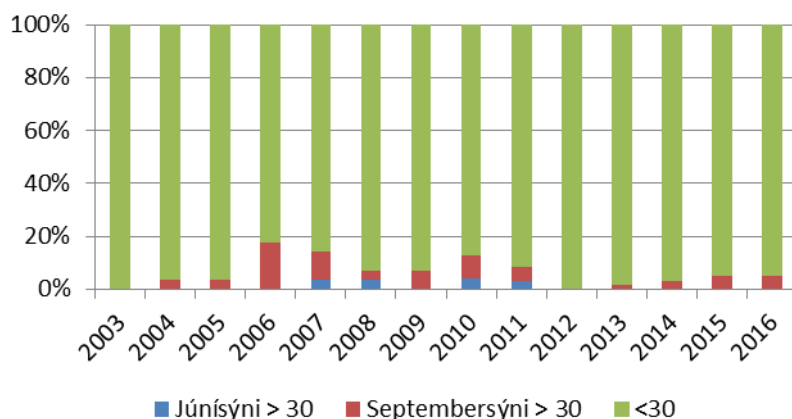
Sýni Birki	Júní		September	
	Plöntuvefur µg F/g þurrefni	Ryk µg F/g þurrefni	Plöntuvefur µg F/g þurrefni	Ryk µg F/g þurrefni
Ferstikla	2,8	1,4	1,8	0,6
Hlíð	15,7	3,8	9,5	2,5
Fellsaxlarkot	17,5	2,1	24,2	4,8
Fannahlíð	24,8	4,3	36,9	3,6
Stekkarás	22,1	6,0	55,7	4,1
Gröf II hús	10,4	1,6	20,9	2,8
Gröf II vegur	9,1	1,4	26,5	2,1
Háls sumarhús	5,2	0,1	7	0,6
Reynivellir	11,0	1,5	11,1	0,6
Félagsgarður	10,5	0,9	13,4	1
Fossbrekka	4,0	0,2	6	0,4
Skorradalur	2,2	0,9	2,6	0,3
Gras				
Ferstikla	0,8	0,7	0,7	0,5
Hlíð	4,3	2,7	2,2	2,2
Fellsaxlarkot	5,4	3,2	10,8	3,6
Fannahlíð	5,5	2,5	7,2	3
Stekkarás	9,0	4,8	7,8	2
Gröf II hús	2,5	1,0	10,6	5,1
Gröf II vegur	3,5	1,6	8,5	3,7
Háls sumarhús	2,1	0,5	1,9	0,4
Reynivellir	3,3	1,0	5,2	1,3
Félagsgarður	4,0	1,1	10,5	1,8
Fossbrekka	2,8	1,1	4	1,1
Skorradalur	0,5	0,8	0,2	0,2
Reynir				
Ferstikla	3,3	2,5	0,6	6
Hlíð	8,7	5,8	8,2	5
Fellsaxlarkot	14,5	6,6	33,2	10,1
Fannahlíð	10,8	7,2	40,8	6,6
Gröf II hús	6,6	2,9	19,9	5,7
Gröf II vegur	7,6	1,9	25,4	4,3
Háls sumarhús	3,1	1,4	7,5	2,2
Reynivellir	7,3	6,0	18	2,3
Félagsgarður	8,3	4,8	23,1	4,2
Fossbrekka	1,9	0,9	6,4	1,3
Skorradalur	0,9	0,9	1,6	0,7

Septembersýni birkis við Fannahlíð og reynis við Fannahlíð og Fellsaxlarkot mælast yfir 30 ppm og teljast því ekki æskilegt fóður fyrir búfénað. Hins vegar mældust engin grassýni með flúormagn yfir 30 ppm. Grassýni í Hvalfirði hafa aldrei mælst með flúorstyrk yfir 30 ppm, nema við Stekkjarás í september árið 2006, þegar flúorstyrkur hækkaði skyndilega í öllum sýnum, sem var bein afleiðing áðurnefnds frávíks í rekstri reykahreinsivirkis, og hefur ekki komið upp aftur. Athuga ber að Stekkjarás telst sem fyrr innan þynningarsvæðis og búast má við hærri styrk flúors í gróðri þar.

Tafla 5 sýnir fjölda sýna sem innihalda flúorstyrk hærri en 30 ppm (samanlagður plöntuvefur og ryk) á hverju ári, flokkað eftir tegund sýnis. Stekkjarás er undanskilinn þessari töflu, þar sem sú staðsetning liggur á mærum þynningarsvæðis flúors. Árið 2015 innihéldu þrjú sýni flúorstyrk yfir 30 ppm (septembersýni, Fellsaxlarkot birki og reynir, Fannahlíð reynir) og árið 2014 voru sömu reynissýni (Fellsaxlarkot og Fannahlíð) með gildi yfir 30 ppm. Árið 2012 voru engin sýni yfir þessum mörkum, en þar á undan síðast árið 2005. Í öllum tilfellum eru það sýni sem liggja norðan við Grundartanga sem fyrst hækka í flúorstyrk og stíga upp fyrir 30 ppm viðmiðunargildið. Algengara er að sýni tekin í september innihaldi hærri flúorstyrk, og í flestum tilfellum innihalda reyniviðarlaufa sýni hærri styrk en önnur. Gras og birki virðast síður taka upp flúor. Síðustu tveir dálkarnir í töflu 5 telja fram heildar fjölda sýna sem eru skoðuð fyrir hvert ár. Þá má sjá að þó fjöldi sýna sem mælist yfir töldum þolmörkum búfjár hafi aukist m.v. fyrir 2006, þá hefur fjöldi sýnatökustaða einnig aukist og hlutfallið er því sambærilegt eins og sjá má á mynd 7. Fjöldi sýna á svæðum sem eru meira útsett fyrir mengunarálagi frá Grundartanga hefur aukist til jafns við fjölda sýna á öðrum svæðum og því er réttara að skoða hlutfall sýna af heild en að telja stök sýni.

Tafla 5. Fjöldi sýna sem innihalda heildar flúorstyrk (í gróðri og ryki) yfir 30 ppm, árin 2003-2016.

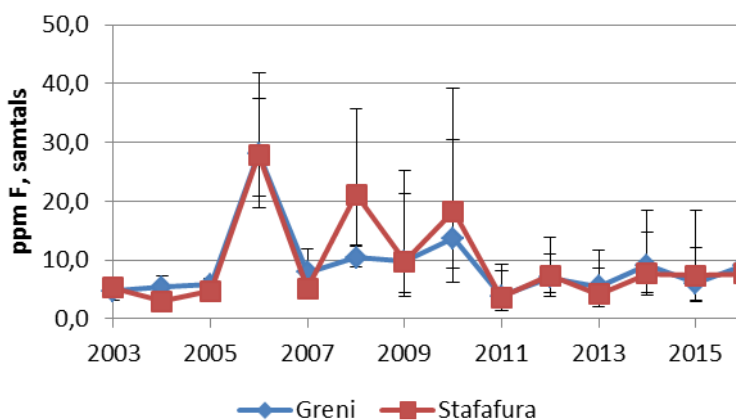
Ár	Júní				September				Heildarfjöldi sýna	
	Birki	Gras	Reynir	Samtals	Birki	Gras	Reynir	Samtals	Júní	September
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14
2004	0	0	0	0	0	0	1	1	14	14
2005	0	0	0	0	0	0	1	1	14	14
2006	0	0	0	0	3	0	2	5	14	14
2007	0	0	1	1	2	0	1	3	14	14
2008	0	0	1	1	0	0	1	1	14	14
2009	0	0	0	0	0	0	3	3	22	22
2010	0	0	2	2	2	0	2	4	23	23
2011	1	0	1	2	1	0	2	3	30	30
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
2013	0	0	0	0	0	0	1	1	30	30
2014	0	0	0	0	0	0	2	2	30	30
2015	0	0	0	0	1	0	2	3	30	30
2016	0	0	0	0	1	0	2	3	30	30



Mynd 7. Fjöldi sýna sem innihalda styrk flúors hærra en 30 ppm á hverju ári settur fram sem hlutfall af heildarfjölda sýna sem tekin voru.

Flúorstyrkur í barrsýnum 2003-2016

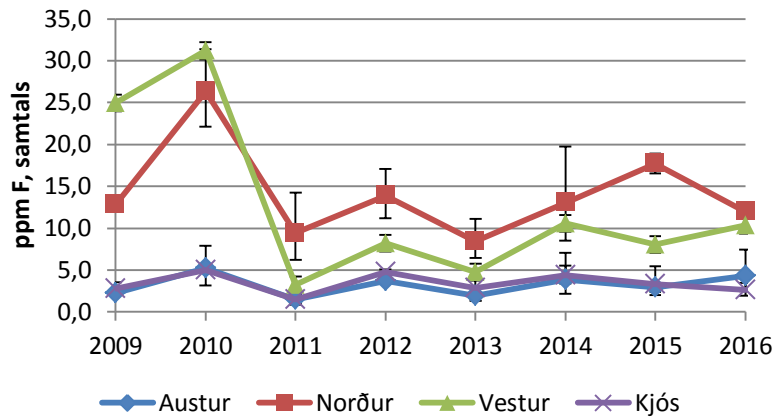
Mynd 8 sýnir meðalstyrk flúors í eins árs barrnálum í Hvalfirði, á árunum 2003-2016. Greni og stafafura fylgja sambærilegum breytingum á milli ára og meðalstyrkur í grasi og laufi (mynd 3), mikillar hækkunar varð vart árið 2006, sem lækkaði aftur næsta ár. Næst hækkaði styrkur flúors í barrnálum árið 2010, en árið 2011 var styrkurinn aftur sambærilegur þeim sem hafði mælst árið 2005. Síðan þá hefur meðalstyrkur flúors í stafafuru sveiflast um 5-8 ppm. Styrkur flúors í greninálum hins vegar hefur einnig sveiflast á milli ára með litlu útslagi þó ekki sé marktækur munur á milli ára.



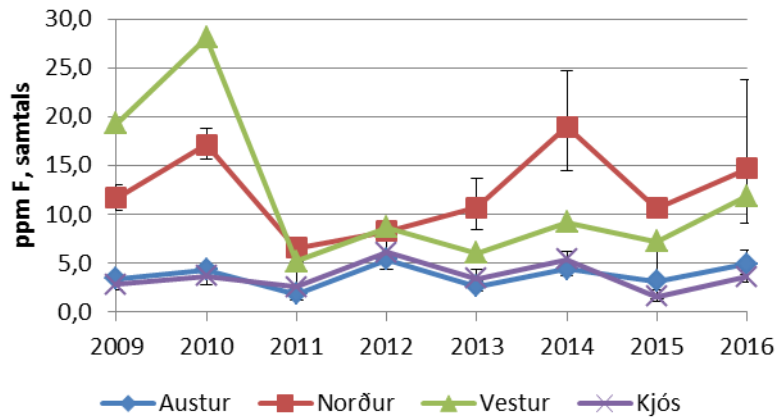
Mynd 8. Meðalstyrkur flúors í eins árs barrnálum í Hvalfirði, á tímabilinu 2003-2016.

Myndir 9 og 10 sýna meðalstyrk flúors í greninálum og stafafurunálum eftir staðsetningu árin 2009-2016. Sjá má að sýnatökustaðir norðan og vestan Grundartanga eru útsettir fyrir meira mengunarálagi en sýnatökustaðir austan Grundartanga, sem og sýnatökustaðir í Kjós (sunnan Grundartanga). Styrkur flúors sveiflast þannig með meira útslagi norðan og vestan megin. Sveiflur flúorstyrks hafa ekki verið marktækar þó styrkbreytingar mælist norðan og vestan Grundartanga á milli ára. Árið 2010 er öll hækkun að mestu mælanleg í sýnum norðan og vestan Grundartanga. Frá 2011 hefur hins vegar lítið borið til tíðinda hvað varðar styrk flúors í barri, þar sem allar sveiflur virðast vera innan eðlilegs breytileika sýnanna, að undanteknum sýnum greninála norðan

Grundartanga, þar sem skyndilegrar hækkunar styrks varð vart árið 2014. Sú hækkun er engu að síður ekki marktæk og hún gekk aftur áður en sýni voru tekin næsta ár (2015).



Mynd 9. Meðalstyrkur flúors í stafafurunálum árin 2009-2016, eftir afstöðu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga.



Mynd 10. Meðalstyrkur flúors í gresi árin 2009-2016, eftir staðsetningu sýnatökustaða m.t.t. Grundartanga.

Styrkur flúors í stökum sýnum

Í töflu 2 má sjá að grunnstyrkur flúors í barrsýnum í Hvalfirði áður en álver var reist á Grundartanga var um 1 µg F/g þurrefni, eða undir greiningarmörkum. Flúorstyrkur í ryki, eða skolvatni var töluvert hærri, allt að 8 µg F/g þurrefni á tveggja ára nálum. Tafla 6 sýnir niðurstöður magngreiningar flúors í barnálum árið 2016.

Styrkur flúors í stafafuru og greni er hærri en árið 1997, og tveggja ára nálar innihalda hærri styrk en eins árs nálar, sem sýnir að uppsöfnun á sér stað á milli ára. Flúorstyrkur í ryki á barnálum virðist hins vegar vera sambærilegur árið 1997, og ekki hærri. Engin barrsýni eru hærri en 30 ppm árið 2016. Árið 2010 varð 1 árs sýni stafafuru við Gröf II, veg, hærra en 30 ppm, og 1 árs sýni grenis við Stekkjarás, en eins og áður hefur verið nefnt telst Stekkjarás ekki með þar sem þynningarmörk flúors liggja alveg upp að svæðinu. Þannig hefur styrkur flúors í barri alltaf nema einu sinni mælst undir viðmiðunarmörkum fyrir grasbíta á tímabilinu 2003-2016, utan þynningarsvæðis, og undir töldum þolmörkum trjáanna (30-100 µg/g)

Tafla 6. Styrkur flúors í barrsýnum árið 2016.

Stafafura	1 árs		2ja ára	
	Vefur µg F/g	Skol µg F/g	Vefur µg F/g	Skol µg F/g
Ferstikla	3	0,3	4	1,4
Hlíð	5	1,6	6	2,1
Fellsaxlarkot	7	4,5	11	6,3
Fannahlíð	8	3,6	13	4,5
Stekkarás	10	2,1	20	2,6
Gröf II vegur	6	4,0	10	4,8
Reynivellir	3	0,2	4	0,4
Félagsgarður	2	0,1	3	0,1
Fossbrekka	2	1,1	3	1,4
Greni				
Ferstikla	3	3,3	3	0,6
Hlíð	3	0,9	4	1,3
Fellsaxlarkot	8	2,9	12	4,7
Fannahlíð	16	4,4	22	4,2
Stekkarás	22	3,2	25	2,4
Gröf II vegur	7	4,8	7	3,3
Háls sumarhús	3	0,3	3	0,4
Reynivellir	4	0,2	5	0,3
Félagsgarður	4	0,4	5	0,5
Fossbrekka	3	0,7	4	1,0
Bergfura				
Stekkarás	11	1,2	21	3,4
Háls sumarhús	3	0,3	2	0,2
Fossbrekka	2	0,4	2	1,1

Samantekt

Styrkur flúors í gróðursýnum árið 2016 er í hærra lagi, en þó innan marka náttúrulegs breytileika frá ári til árs, fyrir öll sýni nema sýni birkilaufa sem hækka töluvert á milli ára og nálgast sömu gildi og mældust árið 2010. Flúorstyrkur í sýnum teknum í júní er lágur, og því er ekki líklegt að um uppsöfnun sé að ræða á milli ára. Sýni tekin í september innihéldu hækkaðan styrk flúors miðað við júnísýnin. Í þremur sýnum teknum í september mældist flúorstyrkur í laufi (tvö reynilaufasýni og eitt birkilaufssýni) yfir töldum þolmörkum grasbíta. Þessum sýnum var safnað norðan Grundartanga, en þar gætir helst mengunar af völdum flúors. Birki og reyniviðarlausfýni vestan Grundartanga mældust einnig hækkuð (20-30 ppm) en eru þó undir þolmörkum grasbíta. Hæstu gildi í grasi voru á sýnatökustöðum vestan Grundartanga, en þau voru töluvert lægri en viðmiðunarmörk fyrir grasbíta.

Niðurstöður flúorstyrks í grasi og birki benda til þess að mengunarálag vegna flúors hafi aukist lítillega síðustu 2-3 ár og með hliðsjón af vindáttargreiningu sé líklegt að sú mengun komi að mestu frá Norðuráli. Ekki má þó útiloka mengunarálag af völdum annarra þátta s.s. eldgosa. Það á sérstaklega við þegar hækkuð gildi mælast á sýnatökustöðum sem vindáttargreining bendir til að eigi ekki að verða fyrir mengunarálagi frá iðnaðarsvæðinu. Mesta útslag styrkbreytinga sést á sýnatökusvæðum norðan og vestan Grundartanga. Sýnatökusvæði í Kjós virðast fylgja stórum sveiflum, en útslag styrksveiflna er mun minna þar, enda er fjarlægðin frá Grundartanga meiri, og meginvindáttir beina ekki mengun frá Grundartanga að Kjós. Flúorgildin í laufum og grasi þar eru engu að síður hærrí en upprunaleg gildi frá 1997, eins og vænta má sé horft til þeirrar starfsemi sem fer fram á Grundartanga. Flúorstyrkur í öðrum sýnategundum, reyniviðarlaufum, greni og furunálum virðist hafa haldist í jafnvægi undanfarin fjögur ár.

Til þess að skoða hvar mengunarálags er mest vart innan Hvalfjarðar var sýnatökustöðum skipt upp eftir staðsetningu m.t.t. Grundartanga, í norður, suður, austur og vestur. Þannig má sjá að mengunarálag er mest norðan og vestan iðnaðarsvæðisins, og fyrir birkilauf og gras virðist styrkurinn þar hafa aukist undanfarin ár. Við skiptingu sýnatökustaða í fjögur svæði eru einungis tvö sýni í hverjum flokk Hvalfjarðarmegin (norður, vestur og austur) en í Kjós sem liggur sunnan megin í firðinum eru fleiri sýni. Vegna fárra sýna er erfitt að greina hvort breytingar eru marktækar á milli ára eða milli svæða eftir atvikum, þar sem 95% vikmörk eru mjög breið. Gerð er tilraun til þess í þessari skýrslu að útskýra tengsl staðsetningar og mengunarálags, og veðuráhrifa á dreifingu flúors, og sjá hvort um uppsöfnun flúormengunar í umhverfinu sé að ræða, en einungis er hægt að túlka gróflega þar sem engar breytingar eru marktækar. Sé þess vænst að greiningarhæfni mælinganna geti skorið úr um hækun flúorgilda í gróðri á milli ára, þarf að bæta við sýnatökustöðum norðan og vestan við álverið, og á móti má fækka sýnatökustöðum í Kjós, þar sem mengunarálagið er minnst.