

**6EM13062**  
**Dr. Helga Dögg Flosadóttir**

**Flúormælingar í gróðri í umhverfi  
ISAL – RioTinto Alcan á Íslandi**

**Mæligögn 2013**

**Febrúar 2014**  
**Efnagreiningar,**  
**Nýsköpunarmiðstöð Íslands**

# Ágrip

## Mælingar í gróðri í umhverfi RioTinto Alcan

Fjallað er um niðurstöður mælinga í umhverfi ISALs/RioTinto Alcan fyrir árið 2013. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisvöktun ISAL, álvers RioTinto Alcan í Straumsvík.

Fjallað er um niðurstöður mælinga í vatni og gróðri en skv. lið 5.1 í starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skulu vöktunarmælingar á umhverfi eiga sér stað og skal rekstraraðili framkvæma reglu-bundnar mælingar á styrk mengunarefna í andrúmslofti og gangast fyrir árlegum mælingum á flúoríði í vatni og gróðri (grasi, laufi og barri). Mælistaðir skulu annars vegar vera við íbúðabyggð næst álverinu og hins vegar þar sem dreifireikningar sýna að styrkur mengunar-efna verði mestur. Mælingar skulu gerðar samkvæmt áætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

## Samantekt

Niðurstöður ársins 2013 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal vor- og haustsýna á svæðum 1-3 eru um 3 ppm í óábornu grasi, 3 ppm í ábornu grasi, um 6 ppm í laufi og um 5 ppm í barri. Mælingar í grassýnum 2013 eru lágar, en lauf og barrsýni mælast svipuð og fyrra ár, en þá hafði orðið hækkun frá undanförunum árum. Niðurstöður eru að mestu innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992.

Veruleg lækkun flúormæligilda kom fram á tíunda áratug síðustu aldar. Ástæður lækkunarinnar voru endurbætur á hreinsibúnaði og þekjubúnaði verksmiðjunnar. Meðalflúorgildi í svæðum 1-3 er nú yfirleitt undir 5 ppm í grasi og barri og undir 10 ppm í laufi.

# Efnisyfirlit

---

**Skýrsla:**

A0	Inngangur	s.4
A1	Sýnatökustaðir og svæðaskipting	s.5
A2	Skilgreining svæða	s.7
A3	Umfjöllun	s.8

---

**Viðaukar:**

B1	Gras, áborið og óáborið
B2	Lauf, birki og reynir
B3	Barnálar, fura og greni, eins og tveggja ár
C	Vatn
H2	Vinddreifing maí-ágúst 2013
H3	Vindrósir 2008 til 2013
H4	Vinddreifing apríl-okt og allt árið 2013
H5	Vindrósir 2013
Tafla 1:	Gróður, ppm F í vor- og haustsýnum
Tafla 2:	Gras, ppm F í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltöl
Tafla 3:	Lauf og barr, ppm F í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltal
Tafla 4:	Flokkun sýnatökustaða
Graf 1:	Gróður, ppm F í vor- og haustsýnum
Graf 2:	Gras, ppm F í vor- og haustsýnum
Graf 3:	Gras, ppm F í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltal
Graf 4:	Gras, ppm F í haustsýnum, svæðismeðaltal
Graf 5:	Lauf og barr, ppm F í vor- og haustsýnum.

## Mælingar í gróðri í umhverfi RioTinto Alcan

Fjallað er um niðurstöður mælinga í umhverfi ISAL/RioTinto Alcan fyrir árið 2013. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisvöktun ISAL, iðjuvers RioTinto Alcan í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar fyrir Rio Tinto Alcan á Íslandi af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, sem sá um sýnatöku, mælingar og úrvinnslu gagna. Undirbúningur sýna (þurrkun, skolun og mölun) var unninn af rannsóknastofu Landbúnaðarháskóla Íslands.

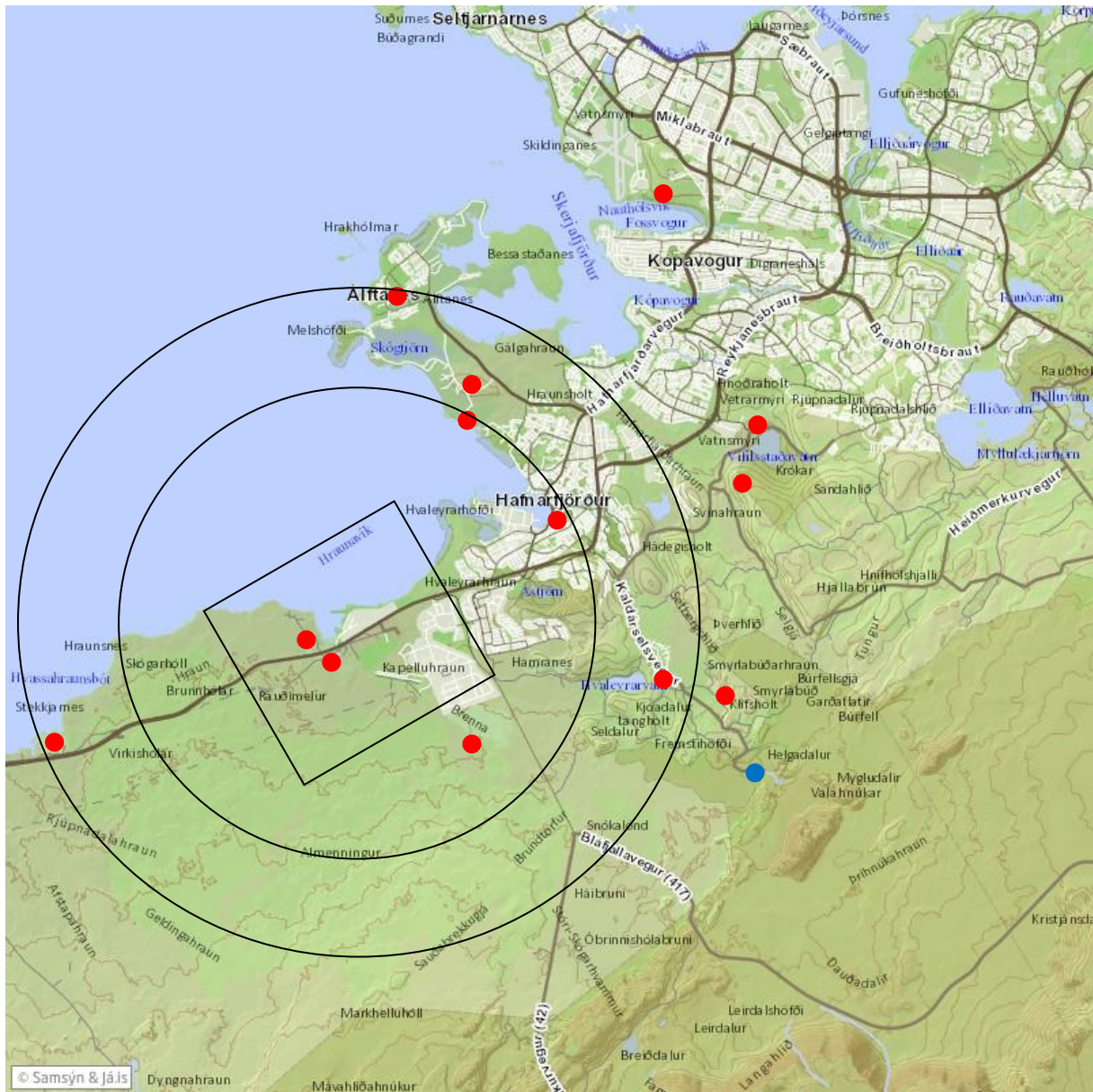
Skv. starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skulu vöktunarmælingar á umhverfi eiga sér stað og skal rekstraraðili framkvæma reglubundnar mælingar á styrk mengunarefna í andrúmslofti og gangast fyrir árlegum mælingum á flúoríði í vatni og gróðri (grasi, laufi og barri). Mælistaðir skulu annars vegar vera við íbúðabyggð næst álverinu og hins vegar þar sem dreifireikningar sýna að styrkur mengunarefna verði mestur. Mælingar skulu gerðar samkvæmt áætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

## Álframleiðsla

Álframleiðsla hófst hjá ISAL í Straumsvík árið 1969. Framleiðslugeta álversins var í upphafi um 33.000 tonn á ári í 120 kerum, en síðar var verkmiðjan stækkuð fjórum sinnum. Árið 1970 voru 40 ker til viðbótar tekin í rekstur, eftir að fyrsti kerskálinn hafði verið lengdur, og 1972 var fyrri áfangi kerskála 2 tekinn í notkun. Síðari áfanginn (40 ker) var svo byggður nokkrum árum seinna og þar hófst framleiðsla árið 1980. Þá var framleiðslugetan orðin um 100.000 tonn á ári. Árið 1995 var ákveðið að stækka verksmiðjuna og byggja kerskála 3 sem var tekinn í notkun síðla árs 1997. Framleiðslugetan er nú um 200.000 tonn á ári. Skv. gildandi starfsleyfi hefur Alcan á Íslandi leyfi til framleiðslu allt að 460.000 tonn/ár.

## Dreifing mælipunkta - sýnatökustaðir

Sjá má dreifingu sýnatökustaða eins og hún er nú (og hefur verið frá 2007) á mynd á næstu síðu. Umhverfi ISAL er skipt upp í svæði 0-4, þar sem svæði 0 er þynningarsvæðið, svæði 1 markast af hring með 4,5 km radíus, svæði 2 af hring með 6,5 km radíus, svæði 3 af hring með 15 km radíus og 3a af hring með 50 km radíus. Svæði 4 er þar fyrir utan. Mælingar þessar eiga sér orðið langa sögu og nokkrar breytingar hafa orðið á sýnatökustöðum í gegnum árin, vegna breytinga á landnotkun og/eða gróðurfari. Sýnatökustaðir eru taldir upp á hverju svæði í töflu undir myndinni, frá vinstri til hægri, rangsælis í svæðinu.



**Mynd 1.** Sýnatökustaðir gróðurs í umhverfi ISAL

### Sýnatökustaðir gróðurs, ISAL/RioTinto Alcan:

- Svæði 0 – Straumur og Gerði
- Svæði 1 – Straumsgirðing, Hellisgerði, Dysjar
- Svæði 2 – Hvassahraun, Hvaleyrarytn, Garðaholt, Sviðholt
- Svæði 3 – Sléttuhlíð, Vífilsstaðahlíð, Vífilsstaðir, Öskjuhlíð
- Svæði 4 – Skorradalur (ekki inni á korti)
- Vatn: Kaldársel, á svæði 3.

# Sýnatökustaðir

# A1

Í eftirfarandi töflu má sjá lista yfir sýnatökustaði, ásamt sýnagerð sem tekin er á hverjum stað. Tekin hafa verið sýni af grasi, bæði ábornu og óábornu. Þá eru tekin sýni af laufi af tveimur gerðum, birki og reyni. Að lokum eru tekin barrsýni af tveimur gerðum, þ.e. greni og furu og bæði teknir eins og tveggja ára sprotar til greiningar.

Sýnatökustaður nr.	Sýnagerð*	Nafn	Fjarlægð frá verksm.km	Svæði	Stefna
1	G	Straumur	1,3	0	VSV
6	G,L,N	Hellisgerði Hafnarfjörður	4,3	1	NA
7	G,L,N	Vífilstaðahlíð	7,8	3	A
8	G	Sviðholt	6,1	2	NNA
9	G	Dysjar	4,1	1	NNA
10	G,L	Vífilstaðir	7,7	3	ANA
19	V	Kaldársel	8,4	3	ASA
26	G,L,N	Skorradalur	59	4	NNA
27	G	Hvassahraun	6,3	2	SV
31	N	Gerði	1	0	SSV
32	N	Straumsgirðing	3,7	1	SA
34	G,L,N	Hvaleyrarvatn	5,7	2	ASA
37	N	Garðaholt	5	2	NNA
38	N	Sléttuhlíð	7,3	3	ASA
41	L,N	Öskjuhlíð	10,2	3	NNA

\*) G: Gras, L: Lauf, N: Barrnálar, V: Vatn

Í eftirfarandi töflu má sjá lista yfir fjölda sýna sem tekin eru af hverri gerð árið 2013 eftir svæðum.

## Fjöldi og gerð sýna frá hverju svæði 2013

Svæði	G áborið	G óáborið	L	N	V
0		2		2	
1	2	4	4	6	
2	3	7	6	8	
3		4	6	8	1*
4		2	4	4	
<b>Alls</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>1*</b>

\* Vegna mistaka var sýnataka vatnssýnis endurtekin 14.febrúar 2014.

**Viðmiðun staðsetningar** (skv. "Master Agreement", gr. 12.01):

Miðja kerskála fyrsta hluta verksmiðju

**Svæði 0:** Þynningarsvæði (skv. "Master Agreement, Annex II to Exhibit C")  
sem markast af eftirfarandi línnum

- a) 3 km suðaustur frá viðmiðunarpunkti, meðfram langás verksmiðju
- b) 2 km norðaustur frá viðmiðunarpunkti hornrétt á a)
- c) 3 km suðvestur frá viðmiðunarpunkti, hornrétt á a).

**Svæði 1:** Innri mörk: Mörk þynningarsvæðis. Ytri mörk: Hringur í 4,5 km radíus frá viðmiðunarpunkti.

**Svæði 2:** Innri mörk: Ytri mörk svæðis 1. Ytri mörk: Hringur í 6,5 km radíus frá viðmiðunarpunkti.

**Svæði 3:** Innri mörk: Ytri mörk svæðis 2. Ytri mörk: Hringur í 15 km radíus frá viðmiðunarpunkti.

**Svæði 3a:** Innri mörk: Ytri mörk svæðis 3. Ytri mörk: Hringur í 50 km radíus frá viðmiðunarpunkti.

**Svæði 4:** Innri mörk: Ytri mörk svæðis 4. Ytri mörk: ekki skilgreind.

## Sýnataka

Sýnatökuáætlun ársins 2013 var óbreytt frá fyrra ári og breytingar hafa ekki verið gerðar á sýnatöku frá árinu 2007. Nokkrar breytingar hafa orðið á sýnatökustöðum í gegnum árin vegna breytinga á landnotkun og/eða breytinga á gróðurfari og er vísað á eldri skýrslur vegna þeirra.

Sýnatökutími fylgir gróðurtímabili og eru fyrstu sýni af grasi og laufi tekin í seinnihluta júní af því sem kallað eru vorsýni. Haustsýni eru tekin síðan um mánaðamót september/október. Barrsýni eru að lokum tekin í nóvember. Umsjón sýnatöku er hjá Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, en er skipulögð í samvinnu við ISAL og Umhverfisstofnun.

## Undirbúningur og greining

Sýni eru greind með spennumælingu með jónvísu flúormæliskauti. Sýnum er safnað, þau vigtuð og sett í kælingu/frost. Fyrir mælingu eru sýni látin þiðna, þvegin og þurrkuð. Eftir þurrkun eru þau vigtuð aftur og möluð í undir 1 mm kornastærð. Flúor er mældur í bæði möluðu sýni og skoli sem safnað er frá hverju sýni. Flúorinnihald er reiknað síðan á þurrefni sem mælt er eftir þurrkun við 1 klst við 105°C í einingunni ppm (= mg/kg), bæði fyrir flúor í gróðurvef og flúor í skolvatni.

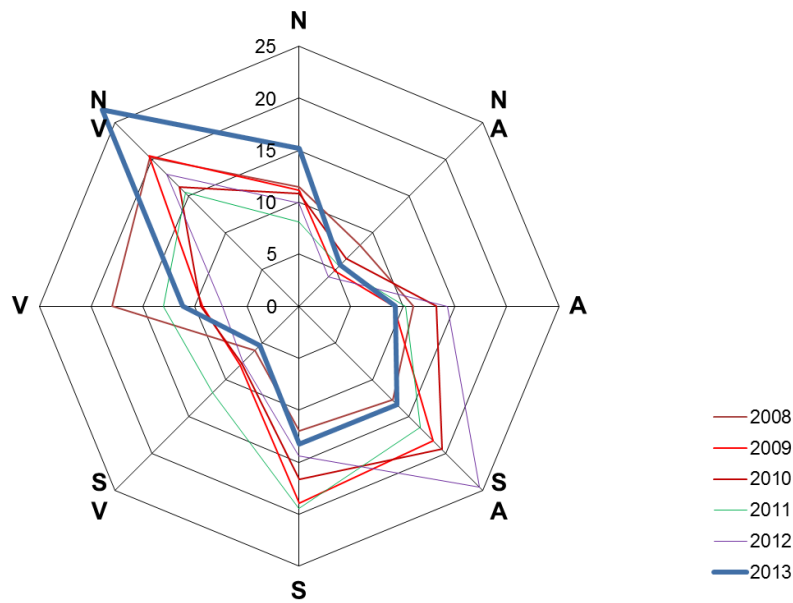
## Niðurstöður

Niðurstöður vorsýna, haustsýna og svæðameðaltöl reiknast úr greiningum. Meðaltal sameinaðra svæða 1 + 2 + 3 reiknast sem meðaltal einstakra mæligilda en ekki sem svæðameðaltal.

Niðurstöður ársins 2013 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal á svæðum 1-3 eru um 3 ppm í óábornu grasi, 2 ppm í ábornu grasi, um 6 ppm í laufi og um 5 ppm í 1 árs barnálum. Mælingar í grassýnum 2013 eru lágar, en magn flúors í lauf og barrsýnum hækkar á svæði 0 og 1 miðað við undanfarin ár. Niðurstöður eru að mestu innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992. Samarið 2013 var vætusamt, og því væri eðlilegt að ætla að flúor í skolvatni gróðurs væri lágt. Engu að síður er greinanlegt magn flúors í skolvatni af öllum sýnum, og það er fylgni á milli háls gildis flúors í gróðurvef og flúors í skolvatni. Dagsetningar sýnatökuferða voru ákvarðaðar m.t.t. veðurfars í þeim tilgangi að lágmarka nýlega útskolun flúors vegna úrkomu.

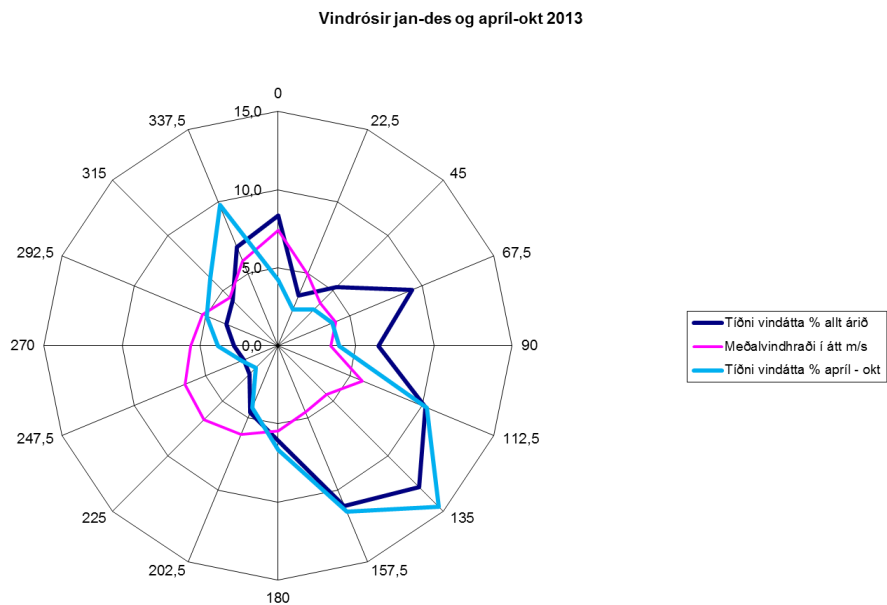
Í vindrós ársins 2013 eru suðaustan- og norðvestanáttir afar ráðandi með mjög lítilli dreifingu í átt til Hafnarfjarðar, eins og sjá má af mynd hér undir. Í þessari vindrós sem hefur verið sett fram skv. hefð í gróðurskýrslum RioTinto Alcan má sjá algengi vindátta sem blása frá álverinu (frá vindmælistöð) á tímabilinu maí-ágúst. Þetta er öfugt eða speglað við það sem gjarnan er sýnt í vindrósum, þar sem sýndir eru vindar sem blása að vindmælistöð. En vindrósin hér undir sýnir að búast mætti helst við flúormengun til norðvesturs af álverinu. Þessi vindátt blæs menguninni aðallega á haf út.





**Mynd 2.** Vindrós (umsnúin) í maí-ágúst 2013 og undanfarin fimm ár, dreifing vinds frá Straumsvík

Á vindrósinni hér undir má sjá hefðbundna vindrós, með 16 punkta stefnugreiningu í stað 8 punkta sem sýnir jafnframt vinddreifingu að miðju (að vindmælistöð). Þessi vindrós sýnir tímabilið apríl-október og einnig allt árið.



**Mynd 3.** Vindrós í apríl-okt og allt árið 2013, dreifing vinds að Straumsvík

Það sem lesa má úr þessari vindrós er að mengunar á landi ætti helst að gæta sunnan og suðaustan megin álversins, en einnig með nokkurri mengun til vestsuðvesturs. Mengun til norðausturs í átt að höfuðborgarsvæðinu ætti að vera áberandi minnst. Algengustu áttir eru aftur á móti suðaustanáttir og blása mengun þá á haf út.

## Niðurstöður grassýni

SÝNI FRÁ		GRAS					GRAS ÁBORIÐ				
		VOR		HAUST		MEÐALTAL	VOR		HAUST		MEÐALTAL
		Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Vor+haust Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Vor+haust Flúor í gróðurvef ppm
Staður	Svæði										
1	0	7	4	1	1	4					
6	1	2	2	4	4	3					
9	1	2	1	5	3	3	2	1	4	4	3
8	2	1	1	3	2	2	1	1	2	1	2
27	2	2	1	1	1	2	2	1	**	**	2
34	2	*	*	1	1	1					
37	2	2	1	8	3	5					
7	3	2	1	2	2	2					
10	3	3	2	4	2	4					
26	4	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**

### Svæðismeðaltal

0	7	4	1	1	4					
1	2	2	5	4	3	2	1	4	4	3
2	2	1	3	2	2	2	1	2	1	2
3	2	2	3	2	3					
1+2+3	2	1	4	2	3	2	1	3	3	2
4	1	1	1	1	1	**	**	**	**	**

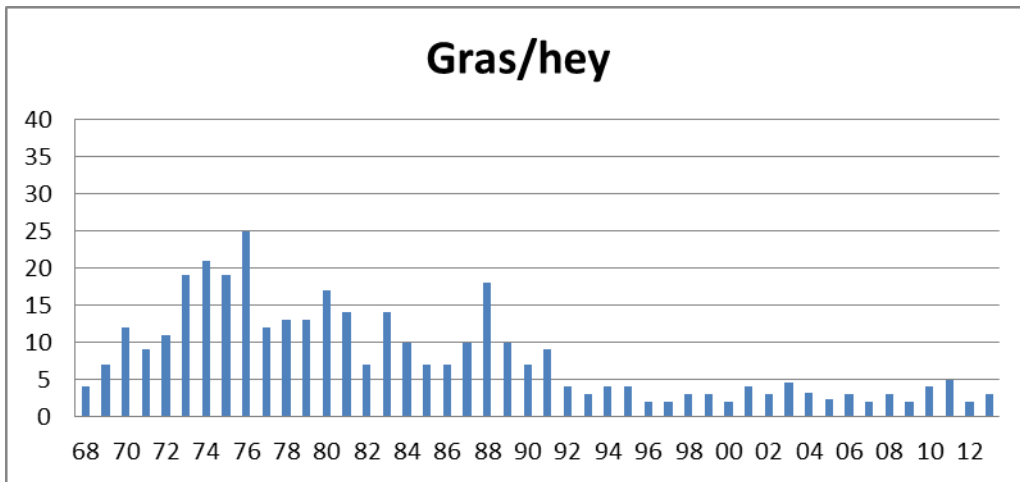
Sýnatökustaðir eru: (1)Straumur; (6)Hellisgerði, (9)Dysjar; (8) Sviðholt, (27)Hvassahraun, (34)Hvaleyrvatn, og (37)Garðaholt; (7)Vífilsstaðahlíð, (10)Vífilsstaðir og svo (26) Skorradalur.

\* Sýni ekki tekið

\*\* Ekkert áborið gras til staðar

Grassýni verða að teljast fremur lág, á öllum svæðum. Nú sker svæði 37, Garðaholt, sig úr, en flúormagn þar að hausti er það hæsta sem mælist í gróðurvef grass árið 2013, og er töluvert hærra en í öðrum grassýnum frá sama svæði. Grassýni á Garðaholti 2013 er ekki verulega hátt í sögulegu samhengi, en þó hærri en eðlilegur breytileiki í mæligildum gerir ráð fyrir.

Meðaltal sameinaðra svæða 1 + 2 + 3 reiknast sem meðaltal einstakra mæligilda en ekki sem svæðameðaltal. Hér undir má sjá mælingar á meðaltali gras- og heysýna frá svæði 1+2+3, vor- og haustsýna, frá árinu 1968 (frá 2001 eingöngu grassýni).



**Mynd 4.** Meðaltal flúors í grassýnum á svæðum 1+2+3, vor- og haustsýni frá 1968.

## Niðurstöður laufsýni

SÝNI FRÁ		VOR		HAUST		MEDALTAL
Staður	Svæði	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef Vor+haust ppm

### BIRKI

6	1	Hellisgerði	5	1	14	6	9
34	2	Hvaleyrv.	4	1	3	2	3
37	2	Garðaholt	2	1	16	6	9
7	3	Vífilssthl.	2	1	2	1	2
10	3	Vífilsst.	6	2	7	4	7
41	3	Öskjuhlíð	3	1	5	2	4
26	4	Skorradalur	2	1	3	1	2

### REYNIR

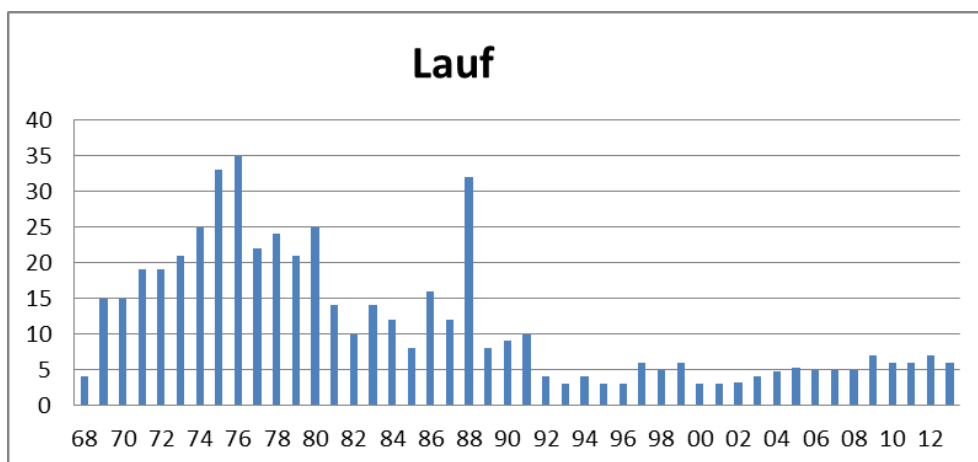
6	1	Hellisgerði	3	2	11	6	7
34	2	Hvaleyrv.	5	1	8	1	6
26	4	Skorradalur	1	1	2	1	2

### BIRKI + REYNIR

#### Svæðismeðaltal

1	4	2	12	6	8
2	4	1	9	3	6
3	4	1	5	2	4
1+2+3	4	1	8	3	6
4	2	1	2	1	2

Magn flúors í laufsýnum árið 2013 er svipað og árið 2012. Mestu munar um svæði 1 og 2 í haustsýnum þar sem hækkun er greinileg á milli ára í Hellisgerði (sýnatökustaður 6). En flúormagn í laufum frá Garðaholti hefur aftur lækkað frá fyrra ári þar sem sást óútskýrður toppur flúorsmagns í lafum. Gildi flúors í lafum árið 2013 eru innan eðlilegs breytileika í mæligildum frá árinu 1992.



Mynd 5. Meðaltal flúors í laufsýnum á svæðum 1+2+3, vor- og haustsýni frá 1968.

### Niðurstöður barrsýni

SÝNI FRÁ		BARRNÁLAR 1 ÁRS		BARRNÁLAR 2 ÁRA	
Staður	Svæði	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm

#### GRENI

31	0	Gerði	43	11	85	9
6	1	Hellisgerði	4	3	6	2
32	1	Straumsg.	16	3	20	1
34	2	Hvaleyrv.	3	0	3	0
37	2	Garðaholt	7	2	10	3
38	3	Sléttuhlíð	4	1	5	0
41	3	Öskjuhlíð	2	1	3	1
26	4	Skorradalur	1	1	1	1

#### FURA

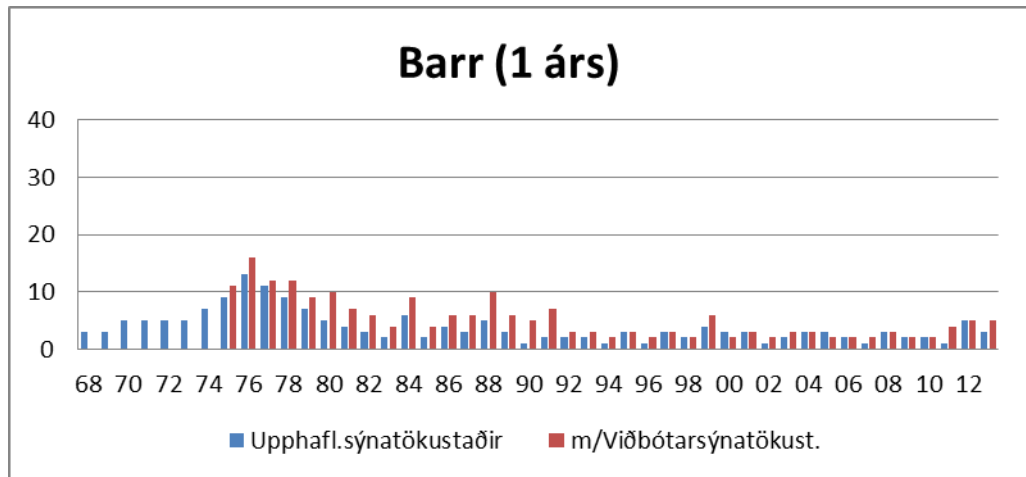
32	1	Straumsg.	6	1	12	1
34	2	Hvaleyrv.	2	0	2	1
37	2	Garðaholt	3	1	4	2
7	3	Vífilssthl.	2	0	3	2
41	3	Öskjuhlíð	2	1	3	1
26	4	Skorradalur	1	1	1	1

#### GRENI + FURA

##### Svæðismeðaltal

	0	43	11	85	9
	1	9	2	13	1
	2	4	1	5	1
	3	2	1	3	1
	1+2+3	5	1	6	1
	4	1	1	1	1

Barrsýni eru svipuð og fyrra ár, en hækkun er greinanleg innan þynningarsvæðis og á svæði 1. Lækkun flúorsmagns á öðrum svæðum m.v. 2012 vegur upp á móti þeirri hækkun og því er meðaltal flúors í barri á svæðum 1-3 lægra en árið 2012.



**Mynd 6.** Meðaltal flúors í 1 árs barrsýnum á svæðum 1+2+3, frá 1968. Magn flúors í barrsýnum teknum á upphaflegum sýnatökustöðum er sýnt sérstaklega með bláum stólpum við hlið mæliniðurstaðna allra sýnatökustaða þar sem einnig eru taldir með viðbótarsýnatökustöðum sem var bætt við 1975 (rauðir stólpur).

## Niðurstöður vatnssýni

Vegna mistaka var vatnssýni sem var tekið í september ekki efnagreint m.t.t. flúors. Nýtt sýni var tekið af krana í Kaldársseli þann 14. febrúar 2014. Kranavatnið í Kaldársseli rennur frá vatnsstöðinni og því besti samanburðurinn að vetri, en þá rennur ekki vatn í Kaldá. Niðurstöður mælinga á vatnssýni úr Kaldárseli hafa verið um 0,07-0,08 mg/L. Í ár mældist vatnssýnið 0,04 ppm

### VATN

### Flúorgreining 2013

C

Flúorstyrkur (mg/L)

Sýni tekið um vetur

SÝNI FRÁ		Flúor ppm
Staður	Svæði	
19K	3 Kaldársel	0,04

K: kalt vatn

### Samantekt

Niðurstöður ársins 2013 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal vor- og haustsýna á svæðum 1-3 eru um 3 ppm í óábornu grasi, 3 ppm í ábornu grasi, um 6 ppm í laufi og um 5 ppm í barri. Mælingar í grassýnum 2014 eru lágar, en styrkur flúors í lauf og barrsýnum svipar til fyrra árs, sem sýndi hækkuð gildi miðað við 2011. Niðurstöður eru að mestu innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992. Haustsýni grass frá Garðaholti mælist hæst af grassýnunum (8 ppm) og er marktækt hærra en mæligildi undanfarin ár. Engin greinanleg ástæða er fyrir því eins og er. Þó er styrkur flúors í grasi í garðaholti ekki hátt í sögulegu samhengi, og þetta gildi þarf ekki að merkja hækkun á flúor í umhverfinu þar. Meðalflúorgildi í svæðum 1-3 hefur undanfarin ár verið undir 5 ppm í grasi og barri og undir 10 ppm í laufi.