

**6EM12076  
Hermann Þórðarson**

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

**Mæligögn 2012**

**Mars 2013  
Efnagreiningar,  
Nýsköpunarmiðstöð Íslands**

# Ágrip

## Mælingar í gróðri í umhverfi RioTinto Alcan

Fjallað er um niðurstöður mælinga í umhverfi ISALs/RioTinto Alcan fyrir árið 2012. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisrannsóknnum vegna ISAL, álvers RioTinto Alcan í Straumsvík.

Fjallað er um niðurstöður mælinga í vatni og gróðri en skv. starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skulu vöktunarmælingar á umhverfi eiga sér stað og rekstraraðili skal 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.

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.

## Samantekt

Niðurstöður ársins 2012 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal vor- og haustsýna á svæðum 1-3 eru um 2 ppm í óábornu grasi, 3 ppm í ábornu grasi, um 7 ppm í laufi og um 5 ppm í barri. Mælingar í grassýnum 2012 eru lágar, en lauf og barrsýni mælast ívið hærri en undanfarin ár. Niðurstöður eru innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992.

Veruleg lækkun flúormæligilda kom fram á tíunda áratug síðustu aldar. Ástæður lækkunarinnar voru breytingar á framleiðsluferli og endurbættur hreinsibúnaður á útblæstri 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 2012
H3	Vindrósir 2008 til 2012
H4	Vinddreifing apríl-okt og allt árið 2012
H5	Vindrósir 2012
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 2012. Mælingar þessar eru hluti af umhverfissóknnum vegna 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.

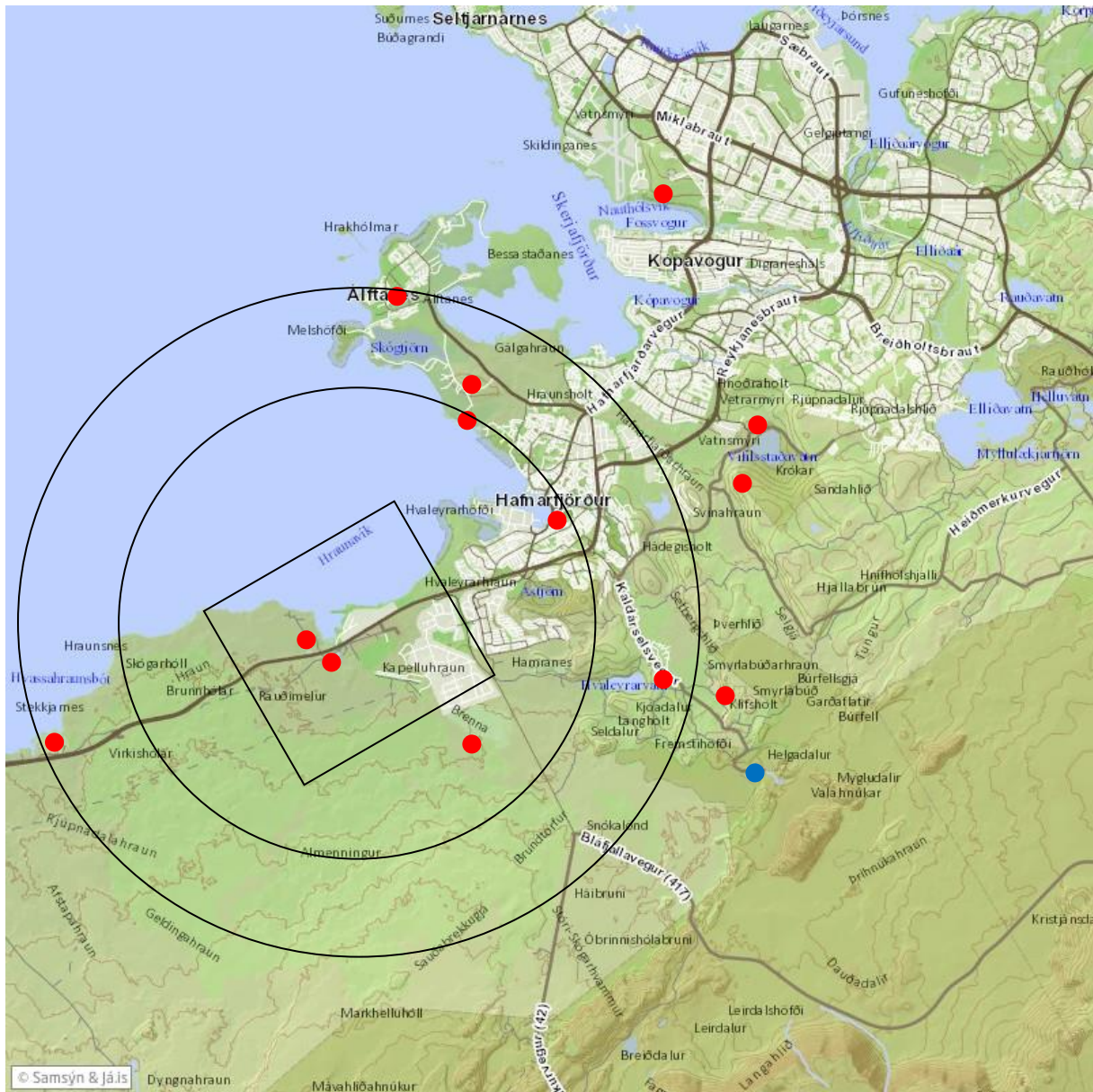
Skv. starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skulu vöktunarmælingar á umhverfi eiga sér stað og rekstraraðili skal framkvæma reglubundnar mælingar á styrk mengunarefna í andrúmslofti og gangast fyrir árlegum mælingum á flúoríði í vatni og gróðri (grasi, laufi og barri). Mælistaðir skulu annars vegar vera 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. 1995 var ákveðið að stækka verksmiðjuna og byggja kerskála 3 sem var tekinn í notkun síðla árs 1997. Framleiðslugetan er nú um 190.000 tonn á ári. Skv. gildandi starfsleyfi hefur Alcan á Íslandi leyfi til framleiðslu allt að 460.000 tonn/ár. Veruleg lækknun flúormæligilda kom fram á tíunda áratug síðustu aldar, eins og sjá má á meðfylgjandi töflum og gröfum. Ástæða lækkunarinnar var breytt framleiðsluaðferð og endurbættur hreinsibúnaður á útblæstri verksmiðjunnar.

## 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 í landnotkun 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 2012 eftir svæðum.

## Fjöldi og gerð sýna frá hverju svæði 2012

Svæði	G áborið	G óáborið	L	N	V
0		2		2	
1	2	4	4	6	
2	2	8	6	8	
3		4	6	8	1
4	2	2	4	2	
<b>Alls</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>1</b>

**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 línum

- 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 2012 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 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.

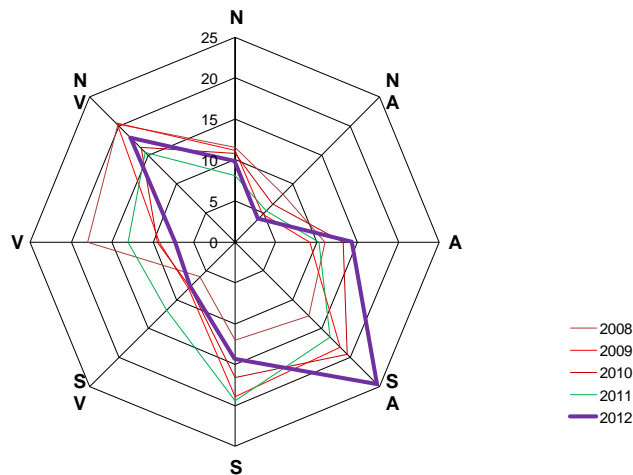
Veruleg lækkun flúormæligilda kom fram á tíunda áratug síðustu aldar, eins og sjá má á meðfylgjandi töflum og gröfum. Ástæður lækkunarinnar voru breytingar á framleiðsluferli og endurbættur hreinsibúnaður á útblæstri verksmiðjunnar. Meðalflúorgildi í svæðum 1-3 er nú yfirleitt undir 5 ppm í grasi og barri og undir 10 ppm í laufi.

Niðurstöður ársins 2012 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal á svæðum 1-3 eru um 2 ppm í óábornu grasi, 3 ppm í ábornu grasi, um 7 ppm í laufi og um 5 ppm í barri. Mælingar í grassýnum 2012 eru lágar, en lauf og barrsýni mælast ívið hærri en undanfarin ár.

Niðurstöður eru innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992. Flúor í skolvatni gróðurs er fremur lágur árið 2012, en þessi niðurstaða er allháð tímasetningu sýnatöku og veðurfari fyrir sýnatökuna. Júnímánuður var reyndar mjög þurr, með norðvestanátt ráðandi, en einhver úrkoma dagana fyrir sýnatöku virðist hafa skolað flúorryki nokkuð af gróðrinum. Í september voru allmargir rigningadagar og lág skolgildi því viðbúin.

Í vindrós ársins 2012 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 suðausturs af álverinu.

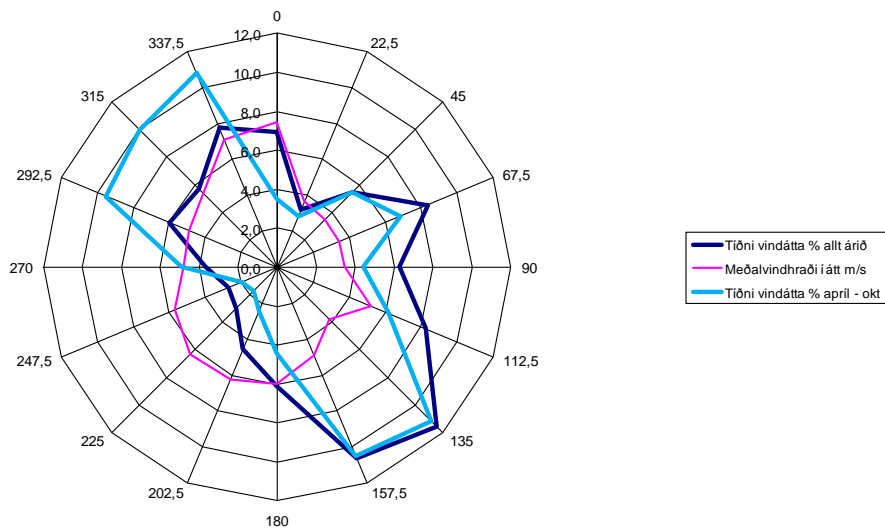




**Mynd 2.** Vindrós (umsnúin) í maí-ágúst 2012 og undanfarin ár, dreifing vinds frá Straumsvík

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.

Vindrósir jan-des og apríl-okt 2012



**Mynd 3.** Vindrós í apríl-okt og allt árið 2012, dreifing vinds að Straumsvík

Það sem lesa má úr þessari vindrós er að mengunar á landi ætti helst að gæta suðaustan megin álversins, en einnig með nokkurri mengun til vestsuðvesturs. Mengun til norðausturs í átt að höfuðborgarsvæðinu ætti að vera áberandi minnst. Mjög lítil flúormengun mældist á mælistöðinni við golfvöll Keilis á Hvaleyrarholti á síðasta ári og hefur verið venju fremur lág undanfarandi 5 ár eða um eða innan við  $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Algengustu áttir eru svo reyndar suðaustanáttir og blása mengun þá á haf út.

## Niðurstöður grassýni

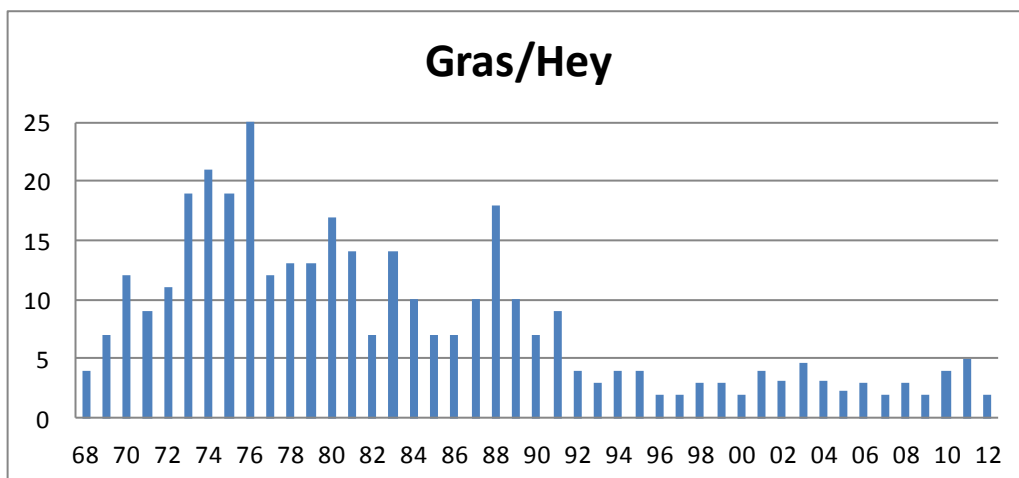
SÝNI FRÁ		GRAS					GRAS ÁBORIÐ				
		VOR		HAUST		MEÐALTAL	VOR		HAUST		MEÐALTAL
		Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm		Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	
Staður	Svæði	Vor+haust Flúor í gróðurvef ppm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

### Svæðismeðaltal

0	8	4	8	2	8					
1	2	1	4	1	3	2	1	6	2	4
2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1
3	1	1	2	1	2					
1+2+3	2	1	2	1	2	1	1	4	2	3
4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0

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

Grassýni verða að teljast fremur lág, á öllum svæðum og eru eins og þau hafa verið lægst á undanförunum árum. 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		MEÐALTAL
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	4	1	8	2	6
34	2	Hvaleyrv.	2	1	6	1	4
37	2	Garðaholt	14	2	23	3	18
7	3	Vífilssthl.	3	1	6	1	5
10	3	Vífilsst.	7	1	8	1	7
41	3	Öskjuhlíð	2	1	2	1	2
26	4	Skorradalu	2	1	3	0	3

### REYNIR

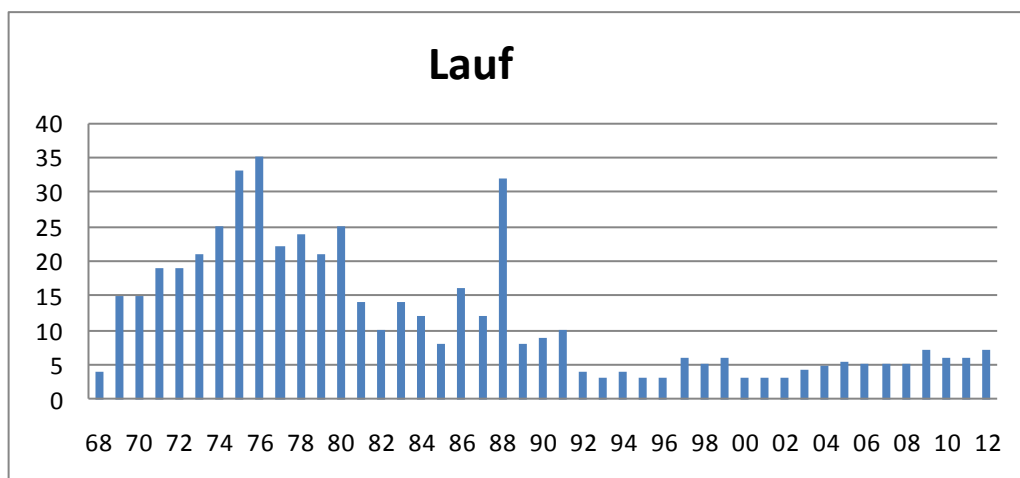
6	1	Hellisgerði	3	1	9	2	6
34	2	Hvaleyrv.	2	2	6	2	4
26	4	Skorradalu	3	1	3	0	3

### BIRKI + REYNIR

#### Svæðismeðaltal

1	3	1	9	2	6
2	6	2	12	2	9
3	4	1	5	1	5
1+2+3	5	1	9	1	7
4	2	1	3	0	3

Laufsýni eru svipuð og undanfarið ár en þó ekki með lægsta mótí. Það er reyndar einn staður sem sker sig svolítið úr miðað við fjarlægð og staðsetningu, þ.e. Garðaholt (nr.37). Það er ekki sérstök skýring á því hversvegna því er svo varið. Þó liggur Garðaholt nokkuð opið við álverinu handan Hafnarfjarðar, en algengi suðvestanáttu var lítið á árinu og því frekar búist við lægra gildi en herra. Grassýni á Garðaholti 2012 var ekki verulega hátt í sögulegu samhengi, en þó nokkuð herra en grassýni á sama svæði.



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

Staður	Svæði	Gerði	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm
31	0	Gerði	39	9	61	9
6	1	Hellisgerði	7	1	9	1
32	1	Straumsg.	11	1	13	1
34	2	Hvaleyrv.	5	0	6	0
37	2	Garðaholt	6	0	6	0
38	3	Sléttuhlíð	3	0	4	0
41	3	Öskjuhlíð	3	0	4	0
26	4	Skorradalur	2	0	2	0

### FURA

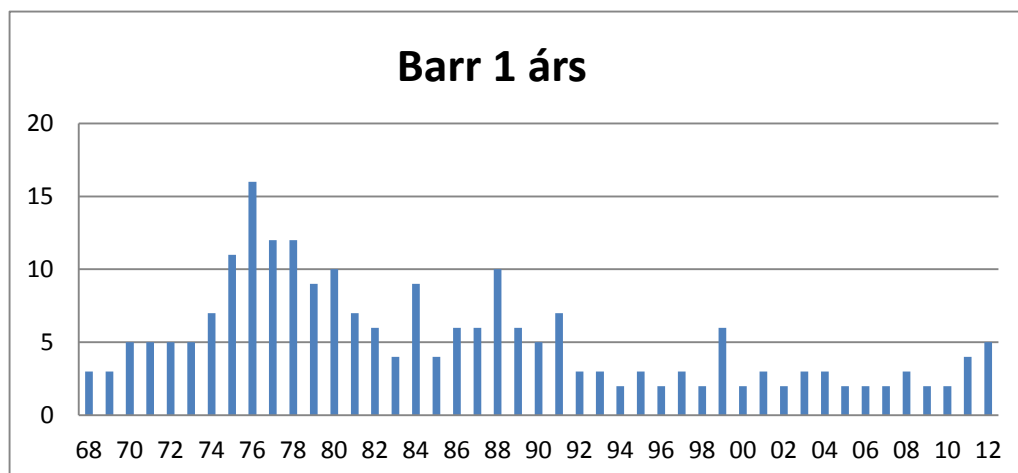
Staður	Svæði	Gerði	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm
32	1	Straumsg.	7	0	8	0
34	2	Hvaleyrv.	3	0	6	0
37	2	Garðaholt	3	0	4	0
7	3	Vífilssthl.	4	0	6	0
41	3	Öskjuhlíð	2	0	4	0

### GRENI + FURA

#### Svæðismeðaltal

Svæði	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm
0	39	9	61	9
1	8	1	10	0
2	4	0	5	0
3	3	0	4	0
1+2+3	5	0	6	0
4	2	0	2	0

Barrsýni eru hærri en undanfarin ár, þó fyrst og fremst innan þynningarsvæðis og á svæði 1. Þetta hækkar sameinað meðaltal ársins (svæði 1+2+3) nokkuð.



Mynd 6. Meðaltal flúors í 1 árs barrsýnum á svæðum 1+2+3, vor- og haustsýni frá 1968.

## Niðurstöður vatnssýni

Niðurstöður mælinga á vatnssýni úr Kaldárseli hafa verið um 0,07-0,08 mg/L. Engin breyting er á því í ár.

SÝNI FRÁ			Flúor ppm
Staður	Svæði		
19K	3	Kaldársel	0,08

K: kalt vatn

## Samantekt

Niðurstöður ársins 2012 eru svipaðar og undanfarin ár og meðaltal vor- og haustsýna á svæðum 1-3 eru um 2 ppm í óábornu grasi, 3 ppm í ábornu grasi, um 7 ppm í laufi og um 5 ppm í barri. Mælingar í grassýnum 2012 eru lágar, en lauf og barrsýni mælast ívið hærri en undanfarin ár. Niðurstöður eru innan eðlilegs breytileika í mæligildum sem mælst hafa frá 1992.

Veruleg lækkun flúormæligilda kom fram á tíunda áratug síðustu aldar, eins og sjá má hér ofar á meðfylgjandi gröfum. Ástæður lækkunarinnar voru breytingar á framleiðsluferli og endurbættur hreinsibúnaður á útblæstri verksmiðjunnar. Meðalflúorgildi í svæðum 1-3 er nú yfirleitt undir 5 ppm í grasi og barri og undir 10 ppm í laufi.