

**6EM23023**  
**Egill Antonsson**

**Flúormælingar í gróðri í umhverfi**

**Rio Tinto á Íslandi**

**Mæligögn 2023**

**Febrúar 2024**  
**Efnagreiningar,**  
**Hafrannsóknastofnun**

# Ágrip

## Mælingar í gróðri í umhverfi Rio Tinto

Fjallað er um niðurstöður mælinga vegna umhverfsvöktunar í umhverfi Rio Tinto fyrir árið 2023. Mælingar eru gerðar árlega á gróðri (grasi, laufi og barri) og á vatni úr Kaldá.

Flúorinnihald í grassýnum er hátt, á öllum svæðum, ef miðað er við meðaltal tímabilsins 1992-2023. Meðaltal 2023 er um 5 ppm í óábornu grasi. Öll gildi utan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar eru lægri en viðmiðunargildi um hámarksinnihalf flúors í fóðri (30 ppm fyrir mjólkandi dýr, tilskipun framkvæmdastjórnar ESB ESB 2005/87/EB). Magn flúors í laufsýnum árið 2023 er einnig hátt miðað við meðaltal tímabilsins frá 1992. Ársmeðaltal 2023 fyrir lauf er um 11 ppm. Styrkur flúors í öllum sýnum er undir þolmörkum lauftrjáa sem eru um 200 ppm af flúor í plöntuvef. Flúormagn í barrsýnum lækkar milli ára og er ársmeðaltal um 2 ppm fyrir 1. árs barr. Flúormagn í barrsýnum er undir meðaltali tímabilsins frá 1992. Öll mæligildi utan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar eru lægri en 30 ppm en barrtré eru með þolmörk við 30-100 ppm F eftir tegund.

Á árinu varð eldgas við Litla-Hrút á Reykjanesi sem hófst 10. júlí og stóð til 5. ágúst.

Í ár mældist vatnssýni frá Kaldá 0,07 mg/L en mælingar hafa að jafnaði verið um 0,07-0,09 mg/L. Manneldisviðmið fyrir flúor í drykkjarvatni er 1,5 mg/L.

## EFNISYFIRLIT

A0. Inngangur .....	5
Mælingar í gróðri í umhverfi Rio Tinto .....	5
Álframleiðsla .....	5
Dreifing mælipunkta – sýnatökustaðir .....	5
A1. Sýnatökustaðir og svæðaskipting .....	6
Sýnatökustaðir gróðurs, Rio Tinto: .....	6
Sýnatökustaðir .....	7
A2. Skilgreining svæða .....	8
A3. Umfjöllun .....	9
Sýnataka .....	9
Undirbúningur og greining .....	9
Vindáttir og veðurfar 2023 .....	9
Niðurstöður .....	11
Niðurstöður grassýni .....	11
Niðurstöður laufsýni .....	12
Niðurstöður barrsýni .....	14
Niðurstöður vatnssýni .....	15
Samantekt .....	15

**Viðaukar:**

B1	Gras, áborið og óáborið
B2	Lauf, birki og reynir
B3	Barrnálar, fura og greni, eins og tveggja ára
C	Vatn
H3	Vindrósir 2019 til 2023
H4	Vinddreifing maí-ágúst 2023
Tafla 1:	Gróður, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum
Tafla 2:	Gras, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltöl
Tafla 3:	Lauf og barr, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltal
Tafla 4:	Flokkun sýnatökustaða
Graf 1:	Gróður, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum
Graf 2:	Gras, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum
Graf 3:	Gras, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum, svæðismeðaltal
Graf 4:	Gras, flúorstyrkur í haustsýnum, svæðismeðaltal
Graf 5:	Lauf og barr, flúorstyrkur í vor- og haustsýnum.

## A0. INNGANGUR

### MÆLINGAR Í GRÓÐRI Í UMHVERFI RIO TINTO

Fjallað er um niðurstöður mælinga í umhverfi Rio Tinto fyrir árið 2023. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisvöktun Rio Tinto á Íslandi, iðjuvers í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar fyrir Rio Tinto á Íslandi af Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun sem sá um sýnatöku, mælingar og úrvinnslu gagna. Undirbúningur sýna (þurrkun, skolon og mölun) var unninn af Efnagreiningu ehf., Akranesi.

Skv. starfsleyfi álvers Rio Tinto í Straumsvík skulu gerðar vöktunarmælingar á umhverfi og skal rekstraraðili láta 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 Rio Tinto 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 og var framleiðsla á árinu 2023 208.830 tonn. Skv. gildandi starfsleyfi hefur ISAL leyfi til framleiðslu allt að 212.000 tonn/ár.

### DREIFING MÆLIPUNKTA – SÝNATÖKUSTAÐIR

Sjá má dreifingu sýnatökustaða eins og hún er nú á mynd 1. Myndin er tekin frá umhverfisvöktunaráætlun ISAL 2021-2029. Umhverfi Rio Tinto á Íslandi er skipt upp í svæði 0-4, þar sem svæði 0 er svæði takmarkaðrar ábyrgðar, 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 innan svæðis.

## A1. SÝNATÖKUSTAÐIR OG SVÆÐASKIPTING



MYND 1. Sýnatökustaðir gróðurs og vatns. Rauðir hringir eru sýnatökustaðir fyrir gras, grænir fyrir lauf, fjólubláir fyrir barnnár og blár hringur er sýnatökustaður fyrir vatn. Svartir hringir marka 4,5, 6,5 og 15 km fjarlægð frá ISAL. Mynd er úr umhverfisáætlun ISAL 2021-2029, mynd 3.

### SÝNATÖKUSTAÐIR GRÓÐURS, RIO TINTO:

Svæði 0 – Straumur og Gerði

Svæði 1 – Straumsgirðing, Helligerði, Dysjar, Hvaleyrarholt, Sýnatökustaður 6, Sýnatökustaður B

Svæði 2 – Hvassahraun, Hvaleyrarvatn, Garðaholt, Sviðholt

Svæði 3 – Sléttuhlíð, Vífilsstaðahlíð, Vífilsstaðir, Öskjuhlíð

Svæði 4 – Skorradalur (ekki inni á korti)

Vatn: Kaldársel, á svæði 3.

## SÝNATÖKUSTAÐIR

Í eftirfarandi töflu má sjá lista yfir sýnatökustaði, ásamt sýnagerð sem tekin er á hverjum stað. Tekin eru sýni af grasi og laufi af tveimur trjategundum, 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.

TAFLA 1.

Sýnatökustaður nr.	Sýnagerð*	Nafn	Fjarlægð frá verk-sm. (km)	Svæði	Stefna
1	G	Straumur	1,3	0	VSV
6	G,L,N	Hellisgerði	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
28	L	Hvaleyrarholt	2,3	1	NA
31	N	Gerði	1	0	SSV
32	L, N	Straumsgirðing	3,7	1	SA
34	G,L,N	Hvaleyrarvatn	5,7	2	ASA
37	G,L,N	Garðaholt	5	2	NNA
38	N	Sléttuhlíð	7,3	3	ASA
41	L,N	Öskjuhlíð	10,2	3	NNA
42	L	Sýnatökustaður B	1,6	1	SV
43	L	Sýnatökustaður 6	1,5	1	V

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

Í töflu 2 má sjá lista yfir fjölda sýna sem tekin eru af hverri gerð árið 2023 eftir svæðum.

TAFLA 2.

Fjöldi og gerð sýna frá hverju svæði 2023				
Svæði	G	L	N	V
0	2		2	
1	4	12	6	
2	8	6	8	
3	4	6	8	1
4	2	4	4	
<b>Alls</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>1</b>

## A2. SKILGREINING SVÆÐA

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

Miðja kerskála fyrsta hluta verksmiðju

**Svæði 0:** Svæði takmarkaðrar ábyrgðar (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 svæðis takmarkaðrar ábyrgðar. 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.



## A3. UMFJÖLLUN

### SÝNATAKA

Sýnatökuáætlun ársins 2023 var óbreytt frá árinu 2022. 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 um miðjan júní af því sem kallað eru vorsýni. Haustsýni eru tekin síðan um miðjan september. Barrsýni eru að lokum tekin í nóvember. Umsjón sýnatöku er hjá Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun, en er skipulögð í samvinnu við Rio Tinto og Umhverfisstofnun. Reynt er að haga tímasetningu sýnatökuferða þannig að nýleg útskolun flúors vegna mikillar úrkomu hafi ekki átt sér stað.

Farið var í vor-sýnatöku 13. júní. Á sýnatökudag var bjart veður og norðanátt. Sýnatökudagur var þurr og ekkert hafði rignt í tvo daga fyrir ferðina. Haustsýni voru tekin 5. september. Engin úrkoma var á sýnatökudag og lítil úrkoma tvo dagana áður. Barrsýni voru tekin 9. nóvember. Engin úrkoma var á sýnatökudag en minni háttar úrkoma daginn áður.

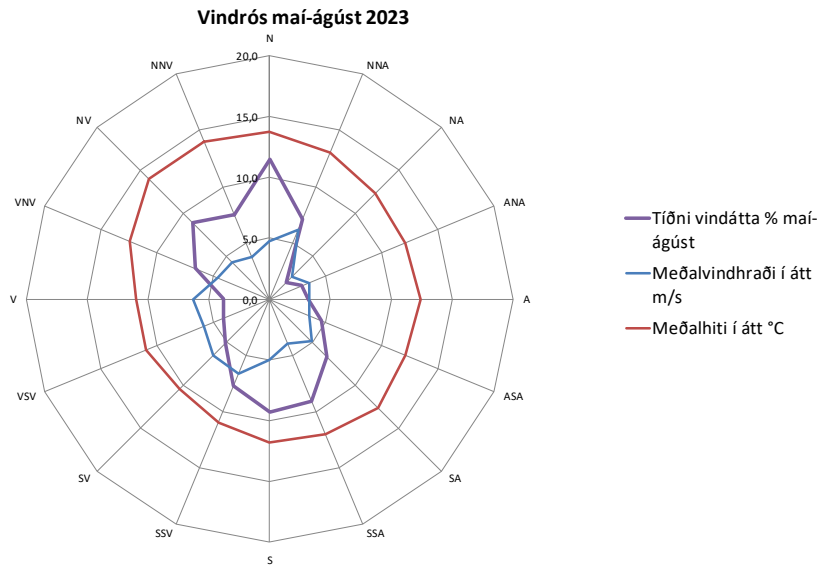
### UNDIRBÚNINGUR OG GREINING

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 kornastærð undir 1 mm. Flúor er mældur í bæði möluðu sýni og skoli sem safnað er frá hverju sýni. Flúorinnihald er reiknað sem hlutfall af þurrefni í einingunni ppm (= mg/kg), bæði fyrir flúor í gróðurvef og flúor í skolvatni. Þurrefni er mælt með þurrkun við 105°C í 4 klst.

### VINDÁTTIR OG VEÐURFAR 2023

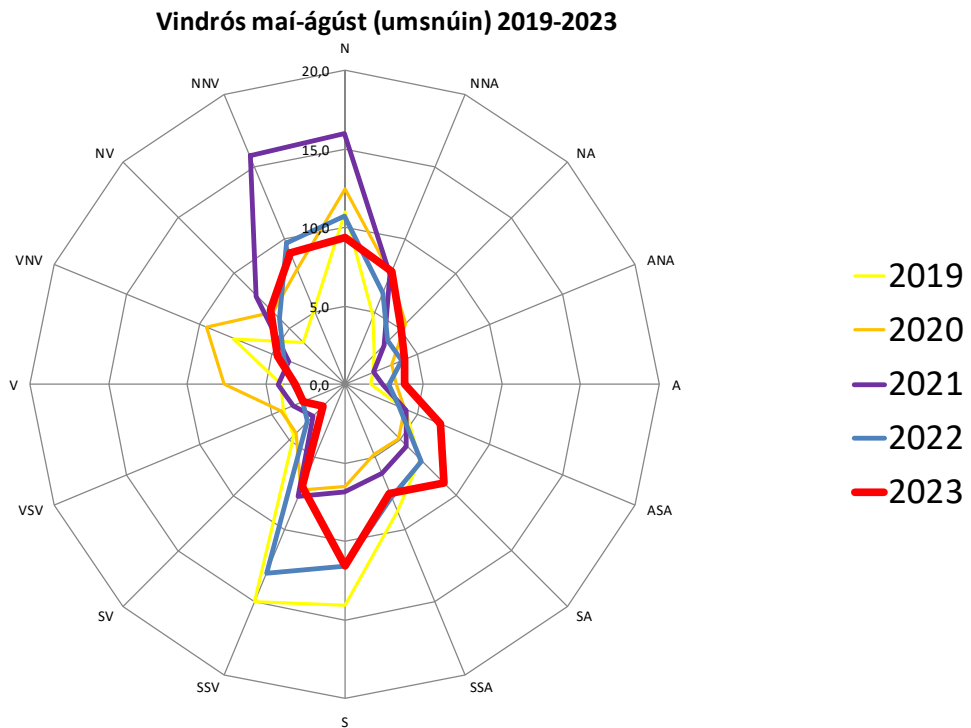
Vorið var tiltölulega hlýtt en úrkomusamt suðvestanlands. Hvassviðri ollu töluverðum skemmdum á gróðri seint í maí. Júní var úrkomusamur og sólarlítill á vestanverðu landinu en júlí var óvenju þurr og sólríkur. Ágúst var hlýr og hægviðrasamur og þurr framan af. Meðalhiti í Reykjavík sumarið 2023 var 10,5°C sem er yfir meðallagi áráanna 1991-2020. Úrkoma sumarsins í Reykjavík var 235,4 mm sem er undir meðallagi áráanna 1991-2020. Í júní var úrkoma mikil en í júlí óvenju lítil.

Mynd 2 sýnir hefðbundna vindrós fyrir tímabilið maí-ágúst 2023. Þessi vindrós er með 16 punkta stefnugreiningu, sem sýnir vinddreifingu að miðju (að vindmælistöð). Á mynd 3 má sjá annarskonar vindrós sem hefur verið sett fram skv. hefð í gróðurskýrslum Rio Tinto en þar má sjá algengi vindátta sem blása frá álverinu (frá vindmælistöð) á tímabilinu maí-ágúst fyrir síðastliðin 5 ár. Þetta er öfugt eða speglað við það sem gjarnan er sýnt í vindrósum eins og á mynd 2, þar sem sýndir eru vindar sem blása að vindmælistöð.



MYND 2. Vindrós í maí-ágúst 2023, dreifing vinds **að** Straumsvík

Fyrir gróðurtímabilið maí-ágúst 2023 eru norðan- og sunnanáttir algengastar og útblástur frá álverinu því bæði legið til út á haf og inn í land til suðurs. Sem áður eru vestlægar og austlægar áttir óalgengar með lítilli dreifingu í átt til Hafnarfjarðar eða í átt að Reykjanesi.



MYND 3. Vindrós (umsnúin) í maí-ágúst 2023 og undanfarin fjögur ár, dreifing vinds **frá** Straumsvík

## NIÐURSTÖÐUR

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

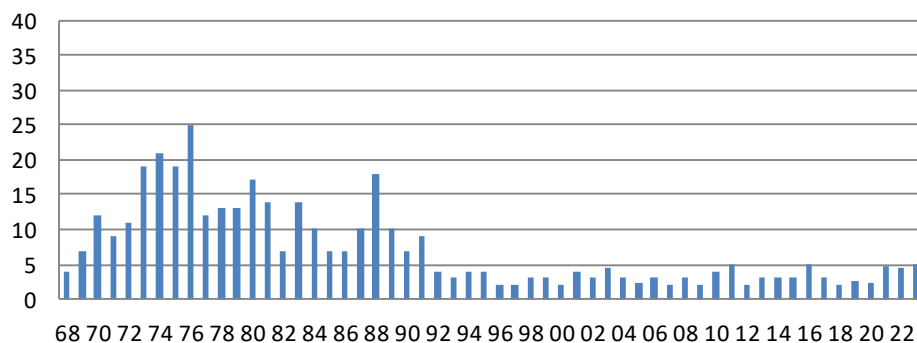
## NIÐURSTÖÐUR GRASSÝNI

SÝNI FRÁ			GRAS				
			VOR		HAUST		MEÐALTAL
Svæði	Staður		Flúor í Gróðurvef [ppm]	Flúor í skolvatni [ppm]	Flúor í Gróðurvef [ppm]	Flúor í skolvatni [ppm]	Vor+haust Flúor í gróðurvef [ppm]
0	1	Straumur	7	1	6	1	6
1	6	Hellisgerði	5	2	4	1	5
1	9	Dysjar	7	2	9	2	8
2	8	Sviðholt	5	1	5	1	5
2	27	Hvassahraun	2	0	3	0	2
2	34	Hvaleyrarvatn	5	1	3	1	4
2	37	Garðaholt	5	2	15	3	10
3	7	Vífilstaðahlíð	3	0	3	0	3
3	10	Vífilstaðir	2	1	4	1	3
4	26	Skorradalur	1	0	4	1	3
0			7	1	6	1	6
1			6	2	7	1	6
2			4	1	7	1	5
3			3	1	3	0	3
1+2+3			4	1	6	1	5
4			1	0	4	1	3

Flúorinnihald í grassýnum er í hærra lagi ef miðað er við tímabilið frá 1992, en svipað og síðastliðin tvö ár. Öll gildi utan svæðis takmarkarðar ábyrgðar eru lægri en viðmiðunargildi hámarksinnihald flúors í fóðri (30 ppm fyrir mjólkandi dýr, 50 ppm fyrir önnur skv. tilskipun framkvæmdastjórnar ESB 2005/87/EB sem gildir á Íslandi).

Meðaltal sameinaðra svæða 1 + 2 + 3 reiknast sem meðaltal einstakra mæligilda en ekki sem svæðameðaltal. Hér undir á mynd 4 má sjá mælingar á meðaltali gras- og heysýna frá svæði 1+2+3, vor- og haustsýna, frá árinu 1968 (frá 2001 er þó eingöngu um að ræða grassýni).

## GRAS/HEY

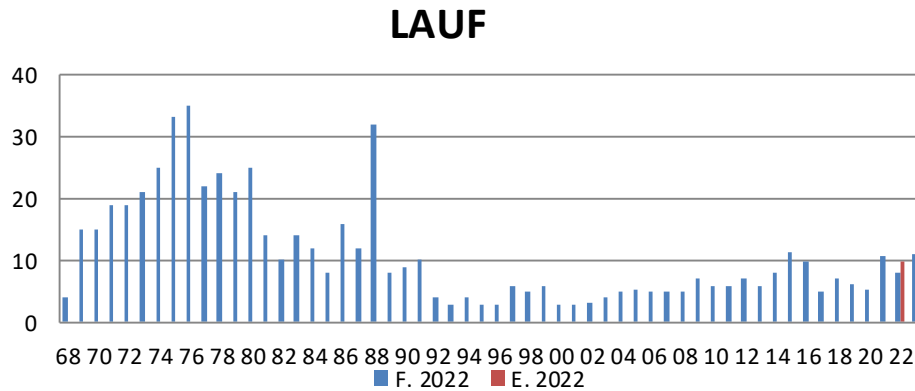


MYND 4. Meðaltal flúors í grassýnum á svæðum 1+2+3, vor- og haustsýni frá 1968.

## NIÐURSTÖÐUR LAUFSÝNI

SÝNI FRÁ			VOR		HAUST		MEÐALTAL
Svæði	Staður		Flúor í gróðurvef [ppm]	Flúor í skolvatni [ppm]	Flúor í gróðurvef [ppm]	Flúor í skolvatni [ppm]	Flúor í Gróðurvef Vor+haust [ppm]
			<b>BIRKI</b>				
1	6	Hellisgerði	14	2	9	1	11
1	28	Hvaleyrarholt	36	3	14	1	25
1	32	Straumsgirðing	5	0	25	1	15
1	42	Sýnatökustaður B	4	0	8	0	6
1	43*	Sýnatökustaður 6(A)	7	1	27	1	17
2	34	Hvaleyrarvatn	12	3	14	1	13
2	37	Garðaholt	30	2	26	2	28
3	7	Vífilsstaðahlíð	3	0	7	0	5
3	10	Vífilsstaðir	9	1	8	1	8
3	41	Öskjuhlíð	3	0	6	1	5
4	26	Skorradalur	3	1	6	1	4
			<b>REYNIR</b>				
1	6	Hellisgerði	9	4	9	1	9
2	34	Hvaleyrarvatn	7	4	10	1	9
4	26	Skorradalur	2	0	3	1	2
			<b>BIRKI + REYNIR</b>				
			<b>Svæðismeðaltal</b>				
1		Með viðbættum stöðum	12	2	15	1	14
1		Án viðbættra staða	10	3	10	1	10
2			16	3	17	1	17
3			5	0	7	1	6
1+2+3		Með viðbættum stöðum	11	2	14	1	13
1+2+3		Án viðbættra staða	11	2	11	1	11
4			2	0	5	1	3

Magn flúors í laufsýnum árið 2023 er hátt ef miðað er við tímabilið frá 1992 og hækkar frá fyrra ári (Mynd 5). Hæsta gildi flúors í gróðurvef laufa mælist í birki frá Hvaleyrarholti að vori og næsthæst í Garðaholti að vori. Árið 2022 var nýjum sýnatökustöðum fyrir lauf bætt við og á mynd 5 eru sýnd bæði meðaltal allra sýnatökustaða og til samanburðar meðaltal sýnatökustaða sem voru notaðir fyrir 2022. Meðaltal var lítillega hærra með viðbættum sýnatökustöðum en hefði verið án þeirra. Styrkur flúors í öllum sýnum er undir þölmörkum lauftrjáa sem eru um 200 µg/g af flúor í plöntuvef. Ekki eru til viðmiðunarmörk í reglugerðum fyrir lauf.



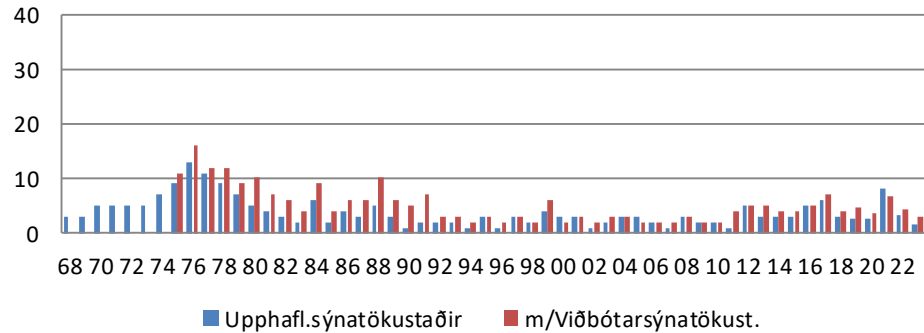
MYND 5. Meðaltal flúors í laufsýnum á svæðum 1+2+3, vor- og haustsýni frá 1968. Meðaltal með þeim sýnatökustöðum sem bætt var við árið 2022 er sýnt sérstaklega (rauðir stólpar)

## NIÐURSTÖÐUR BARRSÝNI

SÝNI FRÁ			BARRNÁLAR 1 ÁRS		BARRNÁLAR 2 ÁRA	
Svæði	Staður		Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm	Flúor í gróðurvef ppm	Flúor í skolvatni ppm
			<b>GRENI</b>			
0	31	Gerði	24	19	37	13
1	6	Hellisgerði	2	0	5	1
1	32	Straumsg.	6	0	8	0
2	34	Hvaleyrarv.	3	0	5	0
2	37	Garðaholt	3	0	7	0
3	38	Sléttuhlíð	3	0	5	0
3	41	Öskjuhlíð	2	0	4	0
4	26	Skorradalur	0	0	2	0
			<b>FURA</b>			
1	32	Straumsg.	4	0	7	0
2	34	Hvaleyrarv.	2	0	4	0
2	37	Garðaholt	2	0	4	0
3	7	Vífilsstaðahlíð	1	0	2	0
3	41	Öskjuhlíð	2	0	3	0
4	26	Skorradalur	0	0	1	0
			<b>GRENI + FURA</b>			
			<b>Svæðismeðaltal</b>			
0			24	19	37	13
1			4	0	7	0
2			2	0	5	0
3			2	0	3	0
1+2+3			3	0	5	0
4			0	0	1	0

Meðalflúormagn í barrsýnum lækkar miðað við 2022. Miðað við tímabilið frá 1992 er árið 2023 undir meðaltali. Flúorinnihald í gróðurvef í sýnum frá Straumsgirðingu eru hæstu mæligildi í 1. árs barri þetta árið. Öll mæligildi utan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar eru lægri en 30 ppm en barrtré eru með þolmörk við 30-100 µg/g F eftir tegund. Ekki eru til viðmiðunarmörk í reglugerðum fyrir barr.

## BARR (1 árs)



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

Í ár mældist vatnssýnið 0,07 mg/L en niðurstöður mælinga á vatnssýni úr Kaldárseli hafa að jafnaði verið um 0,07-0,09 mg/L (ppm). Árið 1968, áður en að álframleiðsla hófst, mældist flúor 0,09 mg/L. Manneldisviðmið fyrir flúormagn í drykkjarvatni er 1,5 mg/L.

SÝNI FRÁ		Flúor ppm
Staður	Svæði	
19K	3 Kaldársel	0,07

### SAMANTEKT

Miðað við meðaltal tímabilsins 1992-2023 er stykur flúors í gróðri í kringum iðnaðarsvæðið í Straumsvík yfir meðaltali fyrir gras og lauf en undir meðaltali fyrir barr. Engin gildi utan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar mælast yfir þolmörkum planta eða viðmiðunarmörkum í reglugerðum. Flúor í vatnssýni frá Kaldá var innan eðlilegra gilda frá fyrri árum.