

6EM23031
Elín Jónsdóttir

Umhverfisvöktun Hvaleyrarholti og Lónakoti
Mælingar í lofti

Mæligögn 2023

Febrúar 2024
Efnagreiningar
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti og við Lónakot fyrir árið 2023. Mælingarnar eru hluti af umhverfisskránni fyrir Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun, fyrir ISAL.

Mælipættir og mælistaður

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, PM₁₀ og PM_{2,5}, nituroxíð (NO, NO₂, NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO₂), brennisteinsvetni (H₂S) og flúoríð (F gask. og F í ryki). Unnið er úr mæligögnum sem safnað er á stöðvum ISAL og Umhverfisstofnunar á Hvaleyrarholti og við Lónakot. Gögn eru 10 mín. meðaltöl og unnin yfir í meðaltöl klukkustundar og dags. Veðurgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað í Straumsvík.

Veðurfar

Meðalhiti ársins á Hvaleyrarholti mældist 7,4°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,1 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og austlægar áttir. Suðvestanáttir eru óalgengar en árið 2023 var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans, sem er lítilleg hækkun frá síðasta ári. Veðurfar ársins 2023 var að mestu hagstætt. Það var hægviðrasamt, þurr, snjólétt og illviðri tiltölulega fátíð. Árið var þó í svalara lagi ef miðað er við hitafar síðustu ára. Óvenjukalt var fram eftir janúarmánuði og aftur í mars. Árið var tiltölulega þurr og var úrkoma undir meðallagi um mest allt land. Það voru nokkur þurr tímabil á árinu, t.d. í mars og í júlí, en það rigndi líka hressilega inná milli. Það var óvenju þungbúið og blautt á sunnan- og vestanverðu landinu í maí og júní.

Svifryk

Ryk árið 2023 var með hærra móti miðað við undanfarin ár, en ársmeðaltal PM_{2,5} var 4,4 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM_{2,5} 20,1 µg/m³ þ. 8.11 í austan golu en það er undir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Hæsta stundargildi mældist PM_{2,5} 267,9 µg/m³ þ. 1.1 á miðnætti í norðan stinningskalda. Þrjú næsthæstu gildi ársins mældust á síðustu klukkutímum ársins og voru öll af völdum flugelda. Alls mældust 5 stundir yfir 50 µg/m³ af PM_{2,5}.

Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á Hvaleyrarholti var 1,7 µg SO₂/m³ og er það aðeins yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru 20 µg SO₂/m³. Hæsta meðaltal dags mældist 18,1 µg SO₂/m³ þ. 21.11 í suðvestan stinningskalda og er langt undir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³). Hæsta meðaltal klst. mældist 126,9 µg SO₂/m³ þ. 27.7 kl. 18 í suðvestan kalda, sem er einnig undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³). Hlutfall þess SO₂ sem alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2023 var að tæpum helmingi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur. Rúmur helmingur barst þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) við Lónakot var 0,3 µg SO₂/m³. Hæsta meðaltal dags mældist 5,6 µg SO₂/m³ þ. 22.3 í suðaustan golu og hæsta meðaltal klst. mældist 49,8 µg SO₂/m³ þ. 23.7 kl. 10 í norðaustan kuli.

Brennisteinsvetni

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á Hvaleyrarholti var $3,4 \mu g H_2S/m^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu g H_2S/m^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $24,7 \mu g H_2S/m^3$ þ. 3.12 í austan golu og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $85,2 \mu g H_2S/m^3$ þ. 24.10 kl. 15 í norðaustan kuli. Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði.

Flúor

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskenndan flúor, reiknaðan sem HF, var $0,03 \mu g HF/m^3$ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er það undir gróðurverndarmörkunum $0,3 \mu g HF/m^3$. Hæsta mæligildi upp á $0,3 \mu g F/m^3$ mældist þ. 6.4 úr suðri. Þetta mæligildi sker sig nokkuð úr, en næst hæsta gildi mældist $0,16 \mu g F/m^3$ á tímabilinu 1-5.5 í suðaustan átt. Tvo eldgos á Reykjanesi kunna að hafa haft áhrif á flúor mælingar á árinu.

Nituroxíð

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO_2) á Hvaleyrarholti var $5,8 \mu g NO_2/m^3$ og er það í hærra lagi miðað við undanfarin ár. Hæsta meðaltal dags mældist $47,8 \mu g NO_2/m^3$ þ. 5.1 í sunnan kuli og frosti, og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($75 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $106,0 \mu g NO_2/m^3$ þ. 6.1 kl. 15 í norðaustan kuli og frosti, og er það einnig undir heilsuverndarmörkum klukkustundar ($200 \mu g/m^3$).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni var $7,3 \mu g NO_x/m^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum ($30 \mu g/m^3$). Hæstu gildi NO_x mældurst á sama tíma og hæstu gildi NO_2 . Þannig mældist hæsta meðaltal dags $68,2 \mu g NO_x/m^3$ þ. 5.1 og hæsta meðaltal klukkustundar $186,6 \mu g NO_x/m^3$ þ. 6.1 kl. 15.

Heildarsamantekt

Í heild voru mælingar ársins 2023 í hærra lagi og hækkuðu allir mælipættir á milli ára. Mögulega hafa eldgos á Reykjanesi haft einhverv áhrif þar á en einnig hefur umferð aukist mikið eftir Covid-faraldurinn. Suðvestanáttir eru óalgengar en á árinu var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans sem er lítilleg hækkun frá síðasta ári. Ráðandi áttir eru sem fyrr sunnan- til austanáttir og svo norðnorðaustanátt þar á eftir. Mælingar á árinu voru flestar vel undir umhverfismörkum en aðeins fóru 5 stundargildi svifryks yfir mörkin og eru þau öll af völdum flugelda. Nýrri mælistöð við Lónakot var bætt við á árinu en brennisteinstvíoxíð mældist mun lægra þar en á Hvaleyrarholti.

Tafla 1		Samantekt Hvaleyrarholt			
		Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Svifryk	PM₁₀ μm	PM_{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*	
Ársmeðaltal	-	4,4		40/20	Heilsuv.m. PM ₁₀ /PM _{2,5}
Hæsta dagsgildi	-	20,1	(0)	50 (35)	Hvm. PM ₁₀
Hæsta stundargildi	-	267,9	(5)		
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal	1,7			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	18,1		(0)	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	126,9		(0)	350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	3,4			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	24,7		(0)	50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	85,2				
Flúor	HF	F_{ryk}	F_{alls}	HF	
Meðaltal apr-okt	0,03	0,01	0,04	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	0,20	0,10	0,30		
Hæsta 5 daga gildi	0,15	0,04	0,16		
Nituroxíð	NO	NO₂	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,5	5,8	7,3	40/30	Hvm.NO ₂ / Grvm.NO _x
Hæsta dagsgildi	20,3	47,8 (0)	68,2	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	128,3	106,0 (0)	186,6	200(18)	Heilsuv.m.

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

Tafla 2		Samantekt Lónakot			
		Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
			Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*	
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal	0,3			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	5,6		(0)	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	49,8		(0)	350(24)	Heilsuv.m.

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
Efnisyfirlit	4
1. Inngangur	5
2. Mælingar	5
3. Niðurstöður og úrvinnsla.....	7
Veðurgögn og veðurlýsing ársins.....	7
Svifryk (PM ₁₀ og PM _{2,5})	8
Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni.....	11
Flúor.....	15
Nituroxíð	18
Tilvísanir	21
Viðauki 1. Mælingar og gröf	21

1. Inngangur

Mælingar í lofti á Hvaleyrarholti

Fjallað er um niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti og við Lónakot fyrir árið 2023. Mælingar þessar eru hluti af umhverfisvöktun Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun, fyrir ISAL.

Skv. starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skal rekstraraðili framkvæma reglubundnar mælingar á styrk brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og flúoríðs (HF og F í ryki) í andrúmslofti og gangast fyrir árlegum mælingum á flúoríði í vatni og gróðri (grasi, laufi og barri). Mælistaðir skulu annars vegar vera við byggð næst álverinu og hins vegar þar sem dreifireikningar sýna að styrkur mengunarefna verði mestur. Mælitíðni skal vera í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 920/2016, um brennisteinstvíoxíð, köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð og svifryk í andrúmslofti og um upplýsingar til almennings. Mælingar skulu gerðar samkvæmt áætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

Áframleiðsla 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 204.000 tonn á ári og skv. gildandi starfsleyfi hefur Rio Tinto á Íslandi leyfi til framleiðslu á allt að 212.000 tonn/ár. Framleiðsla ársins 2023 var 208.830 tonn.

2. Mælingar

Mælipættir og mælistaðir

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, PM₁₀ og PM_{2,5}, nituroxíð (NO, NO₂, NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO₂), brennisteinsvetni (H₂S) og flúoríð (HF og F í ryki og í lofti). Unnið er úr mæligögnum sem safnað er í stöð ISAL og Umhverfisstofnunar við Steinholt 1 á Hvaleyrarholti. Gögn eru 10 mín. meðaltöl og unnin yfir í meðaltöl klukkustundar og dags. Vindgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað í veðurstöð við Straumsvík sem rekin er af Hafnarfjarðarhöfnum. Mælistöð við Lónakot, vestur af álverinu, var tekin í notkun árið 2023. Þar er mælt brennisteinstvíoxíð (SO₂), ásamt vindgögnum (5 mín. meðaltöl).

Mælingar eru gerðar með sérhæfðum mælíbúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 920/2016, viðauka IX, um mat á styrk brennisteins-tvíoxíðs, köfnunarefnistvíoxíðs og köfnunarefnisoxíða og svifryks (PM₁₀ og PM_{2,5}). Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirliggjandi (1). Rekstur tækjabúnaðar gekk nokkuð misjafnlega yfir árið, en bilanir urðu í flestum mælitækjum á árinu. Á tímabilinu 12.7-20.10 vantar NO_x mælingar og 4.9-20.10 vantar SO₂ og H₂S mælingar. Á tímabilinu 26.9-16.10 vantar alfarið vindmælingar en þær voru slitróttar allt frá byrjun ágúst. Þessi bilun getur haft áhrif á vindrósir sem sýndar eru hér á eftir.

Vegna bilunar í PM₁₀ mælitæki hafa ekki borist gögn úr því síðan um mitt árið 2021. Lofthita- og loftþrýstingsgögn hafa í gegnum tíðina verið notuð frá PM₁₀ mælitækinu en vegna bilunar eru notuð gögn frá PM_{2,5} mælitæki. Einhver munur gæti verið á þessum gögnum af þeirri ástæðu.

Skilgreiningar

Svifryk PM₁₀	Svifryk í lofti í µg/m ³ , agnir sem eru minni en 10 µm í þvermál.
Svifryk PM_{2,5}	Svifryk í lofti í µg/m ³ , agnir sem eru minni en 2,5 µm í þvermál.
SO₂	Brennisteinstvíoxíð
H₂S	Brennisteinsvetni

Flúor í náttúrulegu ástandi er yfirleitt á formi flúoríðs, getur verið sem gastegundin vetnisflúoríð, HF eða sem rykkennd sölt eða steindir, t.d. CaF₂. Vetnisflúoríð ásogast auðveldlega á rykagnir eða í úrkomu í lofti. Í skýrslunni er flúor mældur og gefinn upp sem flúorhlutinn eingöngu, nema þar sem starfsleyfi krefst samanburðar og umreiknings til gaskennds vetnisflúoríðs (HF).

Flúor rykkenndur	Flúor sem mælist sem rykkenndur eða bundinn ryki.
Flúor gaskenndur	Flúor sem mælist gaskenndur og óbundinn ryki.
Flúor alls	Summa rykkennds og gaskennds flúors.
Vetnisflúoríð	HF, gaskennt vetnisflúoríð.

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).

Rafræn gögn

Nýtt var gagnasafn af vefsíðu Vista og 10 mínútna grunnmælingar eins og þær liggja fyrir á vefsíðunni notaðar sem grunnur fyrir frekari úrvinnslu. Farið er yfir gögnin og vinsað í burtu það sem ekki tilheyrir eðlilegri mælingu, svo sem toppar vegna kvarðana, frávik vegna bilana eða prófunar á tækjabúnaði.

Neikvæð gildi sem koma fram vegna óvissuflökts í mælingu eru látin standa, enda eðlilegur hluti mælingar. Ef þörf krefur eru gerðar lítilsháttar leiðréttingar á núllstöðu mælinga SO₂, H₂S, NO og NO_x og þær færðar til samræmis yfir árið. Þessar leiðréttingar eru oft innan skammtímagreiningarmarka tækjanna en eru greinanlegar yfir lengri tímabil og geta skipt máli þegar meðalmæligildi eru lág. Gerðar voru leiðréttingar af þessu tagi á núllstöðu mælinga SO₂ og NO_x árið 2023.

Milli þeirra gagna sem sett eru fram hér og grunn gagnanna á vefsíðunni getur verið af ofangreindum ástæðum lítils háttar misræmi.

3. Niðurstöður og úrvinnsla

Samantekt yfir niðurstöður eftir mánuðum er að finna í viðauka 1.

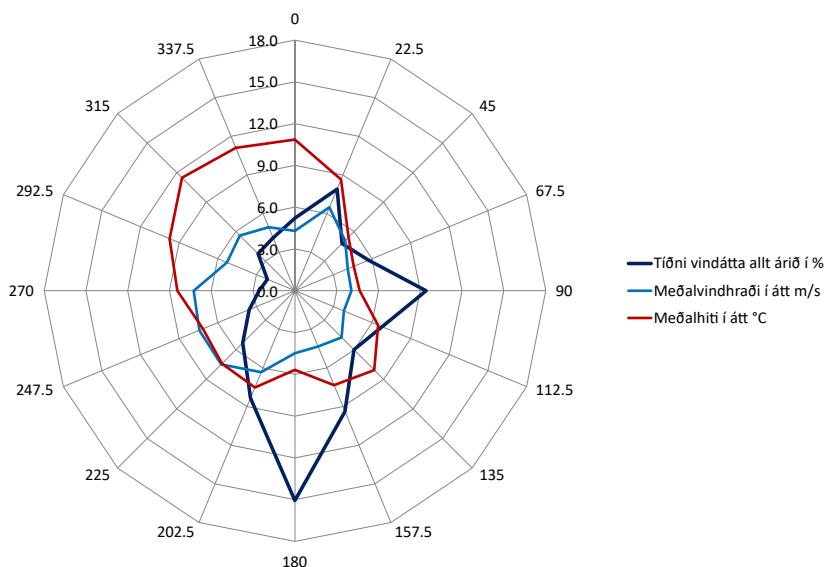
Veðurgögn og veðurlýsing ársins

Meðalhiti á Hvaleyrarholti mældist 7,4°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,1 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og austlægar áttir (mynd 1). Nýtt eru gögn frá vindmælistöð Hafnarfjarðarhafna á vesturenda Straumsvíkurhafnar.

M.t.t. mengunaráhrifa í nærliggjandi íbúabyggð þá má segja að vindáttir séu afar hagstæðar. Algengustu vindáttir að sunnan til suðaustan blása af iðjuverinu út á haf og langt er til byggðar þegar blæs úr norðnorðaustanátt. Suðvestanáttir sem bera mengun yfir Hafnarfjörð og Reykjavík hafa verið óalgengar mörg undanfarin ár en árið 2023 var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans, sem er lítilleg hækkun frá síðasta ári.

Tafla 3 Veðurgögn meðaltöl

	2023	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s	2023	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s
Straumsvík	Jan-des		5,1	Apríl-okt		4,7
Hvaleyrarholt	Jan-des	7,4		Apríl-okt	10,8	



Mynd 1. Vindrós Straumsvík 2023, 10 mín. mæligögn.

Veðurlýsing ársins (2)

Veturinn 2022 til 2023 var óvenjulega kaldur á landinu öllu. Nær samfelld kuldatíð ríkti á landinu frá 7. desember til 19. janúar. Kuldatíðin var sérstaklega óvenjuleg á Suðvesturlandi og voru þessar 6 vikur t.d. þær köldustu í Reykjavík síðan 1918. Á þessu tímabili var þrýstingur sérlega hár, vindur hægur og það var óvenju þurr og bjart, sérstaklega suðvestanlands. Það var umhleyppingasamt seinni hluta janúar og í febrúar, hlýrra og blautara. En í mars kólnaði aftur og önnur samfelld kuldatíð stóð yfir frá 6. til 28. mars. Það var óvenju þurr og sólríkt á suðvesturlandi á þessu tímabili.

Vorið var tiltölulega hlýtt ef frá er talið vikulangt kuldakast í lok apríl. Það var þurr og sólríkt norðanlands en úrkomusamt suðvestanlands. Maí var sérlega úrkomusamur og þungbúinn sunnan og vestan til og var mánuðurinn víða á meðal blautustu maímánaða frá upphafi mælinga. Nokkur slæm suðvestan- og sunnanhvasviðri gengu yfir landið seint í maí sem ollu töluverðum skemmdum á gróðri. Tré, runnar og annar gróður misstu lauf og létu á sjá langt fram eftir sumri.

Fyrstu tveir sumarmánuðirnir voru mjög ólíkir. Óvenjuleg hlýindi voru á Norður- og Austurlandi í júní. Á meðan var óvenju þungbúið og úrkomusamt á sunnan- og vestanverðu landinu. Í júlí voru aftur á móti norðan- og norðaustanáttir ríkjandi allan mánuðinn. Þá var kalt á Norður- og Austurlandi en hlýrra suðvestanlands. Það var óvenju þurr og sólríkt á sunnan- og vestanverðu landinu og var þetta víða langþurrasti júlímánuður frá upphafi mælinga. Ágúst mánuður var tiltölulega hlýr um meginhluta landsins, hægviðrasamur og þurr framan af. September var svalari og úrkomusamari.

Haustið var hægviðrasamt, snjólétt og veður almennt gott. Það var tiltölulega hlýtt sunnanlands en kaldara fyrir norðan.

Desember var svo tiltölulega kaldur, en hægviðrasamur og þurr. (Veðurstofa Íslands, 2024)

Svifryk (PM₁₀ og PM_{2,5})

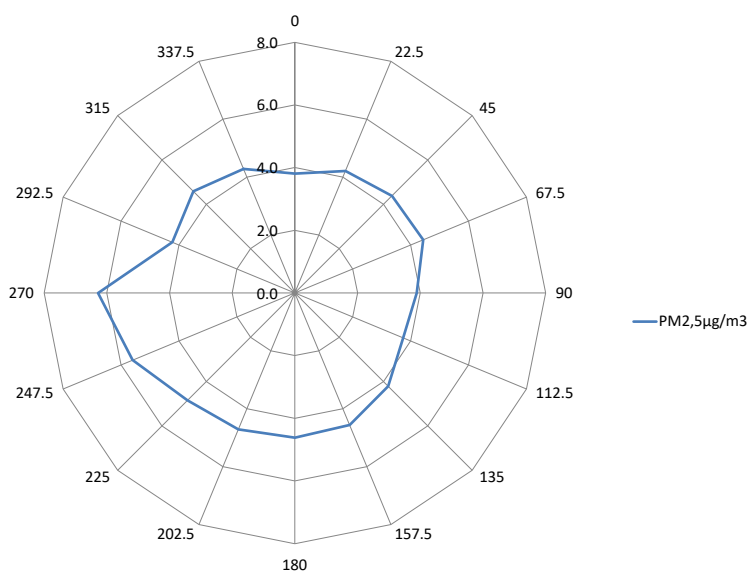
Mælt mánaðarmeðaltal og ársmeðaltal má sjá hér í töflu:

Tafla 4		Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks í µg/m ³			
Mán.		PM10 µm	PM 2,5 µm	PM10 µm	PM 2,5 µm
	2015	7,6	3,6		
	2016	7,2	3,6		
	2017	7,8	3,8		
	2018	7,1	3,5		
	2019	8,1	4,1		
	2020	6,9	3,4		
	2021	8,1	4,4		
	2022	-	3,8		
	2023	-	4,4	2022	-
					3,8
Janúar		-	3,9	-	4,9
Febrúar		-	4,8	-	3,4
Mars		-	4,6	-	3,6
Apríl		-	3,9	-	3,9
Maí		-	4,7	-	3,5
Júní		-	4,7	-	4,6
Júlí		-	5,2	-	3,4
Ágúst		-	4,1	-	3,7
September		-	3,9	-	4,0
Október		-	3,3	-	3,0
Nóvember		-	5,5	-	-
Desember		-	3,9	-	3,4

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2023, mánaðarmeðaltöl ársins 2023 og ársins 2022 til samanburðar. Síðan 2021 hefur aðeins verið mælt PM_{2,5} vegna bilunar á PM₁₀ mælitæki.

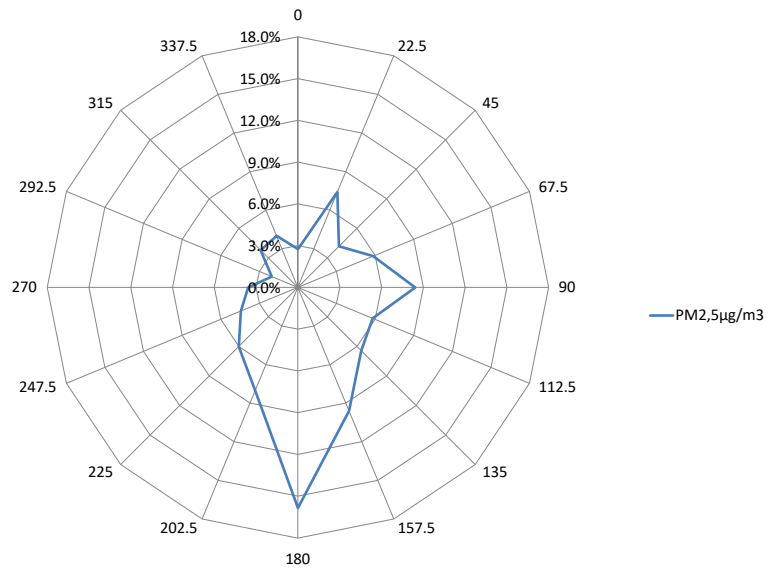
Ryk árið 2023 var með hærra móti miðað við undanfarin ár, en ársmeðaltal $PM_{2,5}$ var $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hæsta meðalgildi dags var $PM_{2,5}$ $20,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þ. 8.11 í austan golu en það er undir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta stundargildi mældist $PM_{2,5}$ $267,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þ. 1.1 á miðnætti í norðan stinningskalda. Þrjú næsthæstu gildi ársins mældust á síðustu klukkutímum ársins og voru öll af völdum flugelda. Alls mældust 5 stundir yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ af $PM_{2,5}$.

Hæstu einstöku rykgildi koma að jafnaði fram í norðaustan- og suðaustanáttum og orsakir þessara rykgilda hafa verið margvíslegar: sandstormar frá þurrum svæðum á hálendinu eða jökulsöndum á suðurströndinni, eða eldgos og aska frá þeim. Meðalstyrkur svifryks á Hvaleyrarholti var þó hæstur í suðvestanáttum árið 2023, eins og sést á mynd 2.

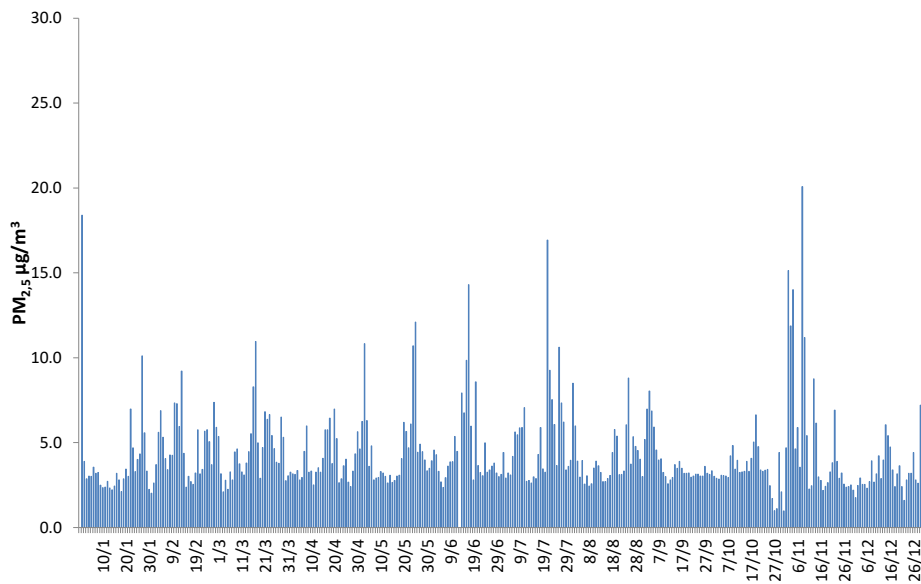


Mynd 2. Meðalstyrkur svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2023 sem fall af vindátt.

Stór hluti svifryks sem mælist á svæðinu fæst úr sunnan- og suðaustanáttum, eins og sjá má mynd 3, enda eru það algengar vindáttir og geta borið að ryk frá mikilli umferðaræð, Reykjanesbraut. Færð hafa verið rök fyrir því áður að líkleg meginuppspretta ryks í kringum stöðina í venjulegu árferði sé umferðarryk.



Mynd 3. Magnuppspretta svifryks 2023 sem fall af vindátt.



Mynd 4. Svifryk 2023, dagsmeðaltöl.

Mynd 4 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl $PM_{2.5}$ fyrir árið 2023.

Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni

Mánaðarmeðaltöl á brennisteinssamböndum í lofti má sjá í töflu 5.

Tímabil	Mánaðarmeðaltöl brennisteinsefna í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2	Brenni- steinsvetni H_2S	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2 Lónakot		Brenni- steins- tvíoxíð SO_2	Brenni- steinsvetni H_2S
2015	1,8	1,7				
2016	1,0	2,2				
2017	1,4	1,8				
2018	1,2	2,1				
2019	1,3	2,7				
2020	1,3	2,2				
2021	2,5	2,6				
2022	1,4	2,5				
2023	1,7	3,4	0,3	2022	1,4	2,5
Janúar	1,8	4,3	0,3		2,7	1,8
Febrúar	2,2	1,2	0,0		1,5	4,2
Mars	1,0	4,0	0,9		1,2	2,1
Apríl	0,8	3,0	0,2		0,8	1,8
Maí	1,8	1,2	0,1		1,1	2,4
Júní	1,1	1,2	0,0		1,4	1,7
Júlí	2,2	1,5	0,6		1,2	1,2
Ágúst	1,3	2,7	0,2		1,8	1,0
September*	(1,9)	(1,0)	0,4		1,6	1,7
Október**	(0,7)	(9,3)	0,2		1,3	3,1
Nóvember	1,6	5,9	0,6		1,0	4,6
Desember	2,0	6,4	0,4		1,4	4,5

* Aðeins 4 dagar liggja á bakvið niðurstöðurnar vegna bilunar í mælitæki.

** Aðeins 12 dagar liggja á bakvið niðurstöðurnar vegna bilunar í mælitæki.

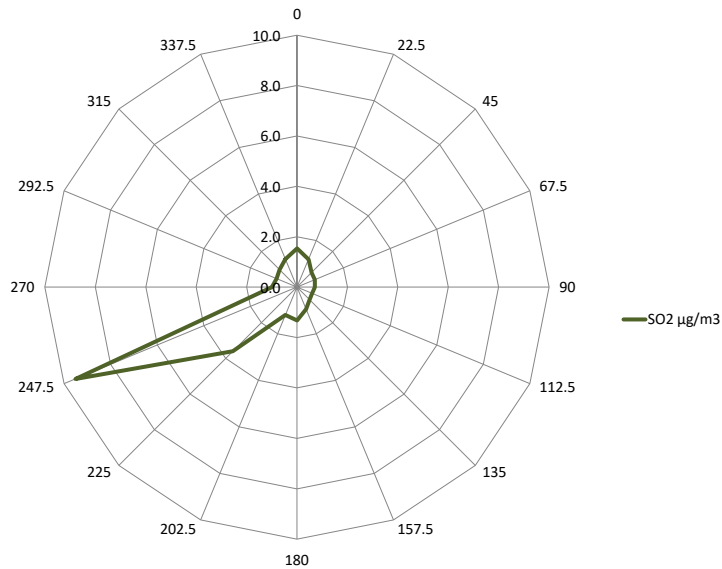
Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2023, mánaðarmeðaltöl ársins 2023 og ársins 2022 til samanburðar. Einnig eru skráð árs- og mánaðarmeðaltöl ársins 2023 við Lónakot, en sú stöð var tekin í notkun á árinu.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) á Hvaleyrarholti var $1,7 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og er það aðeins yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Í venjulegu árferði mælist SO_2 nokkuð jafnt í milli ára. Árin 2015 og 2021 gaus annars vegar í Holuhrauni og hins vegar í Fagradalsfjalli og sést það á hækkuðum SO_2 gildum. Árið 2023 gaus tvisvar á Suðurnesjum, annars vegar í júlí og hins vegar í desember, en lítileg hækkun sést í þeim mánuðum.

Hæsta meðaltal dags mældist $18,1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 21.11 í suðvestan stinningskalda og er langt undir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klst. mældist $126,9 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 27.7 kl. 18 í suðvestan kalda, sem er einnig undir heilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

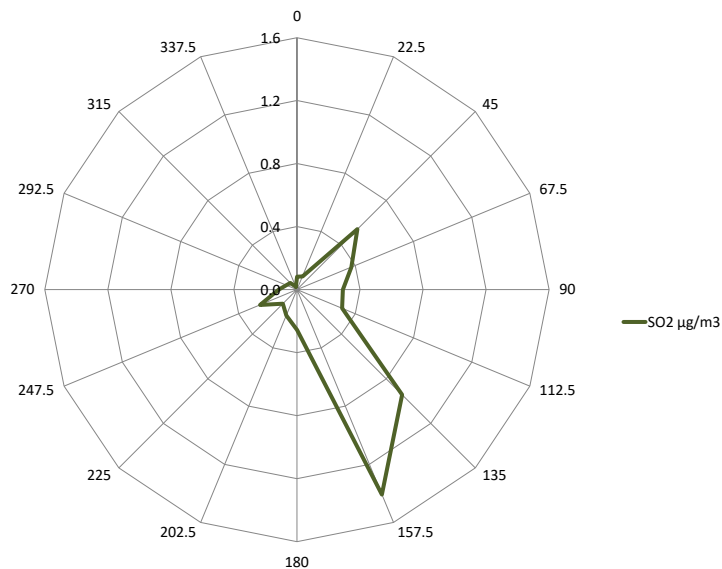
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) við Lónakot var $0,3 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Hæsta meðaltal dags mældist $5,6 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 22.3 í suðaustan golu og hæsta meðaltal klst. mældist $49,8 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.7 kl. 10 í norðaustan kuli.

Uppruni SO₂ sem mælist í umhverfi stöðvarinnar á Hvaleyrarholti er nokkuð blandaður en hæstu meðalgildi í átt mældust úr suðvestri eins og sjá má á mynd 5. Hlutfall þess SO₂ sem alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2023 var að tæpum helmingi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur. Rúmur helmingur barst þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu. Einnig má nefna að eldgos á Reykjanesi gætu haft einhver áhrif.

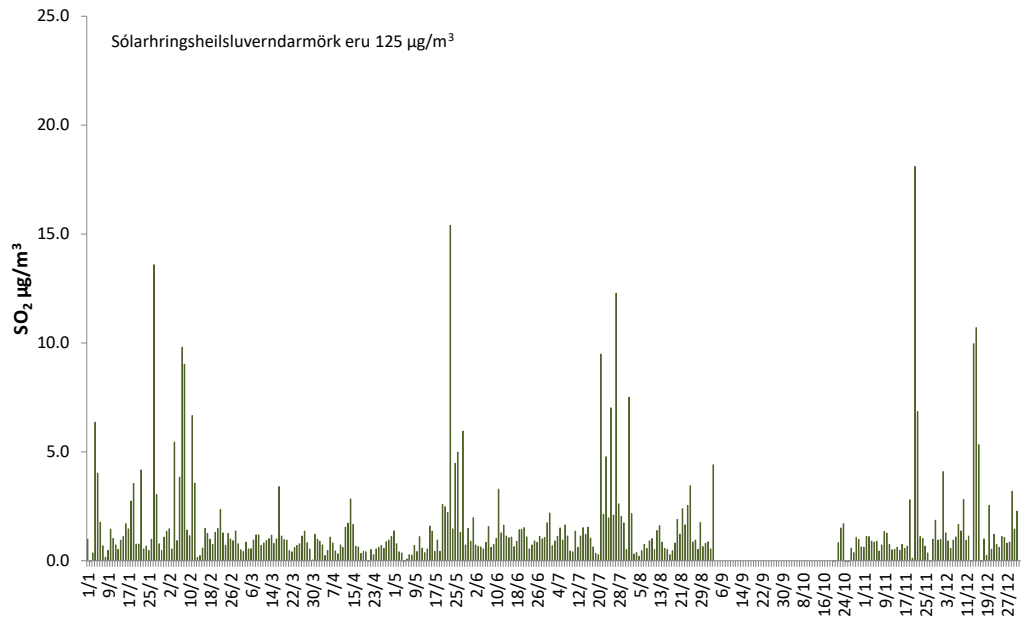


Mynd 5. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs á Hvaleyrarholti 2023 sem fall af vindátt.

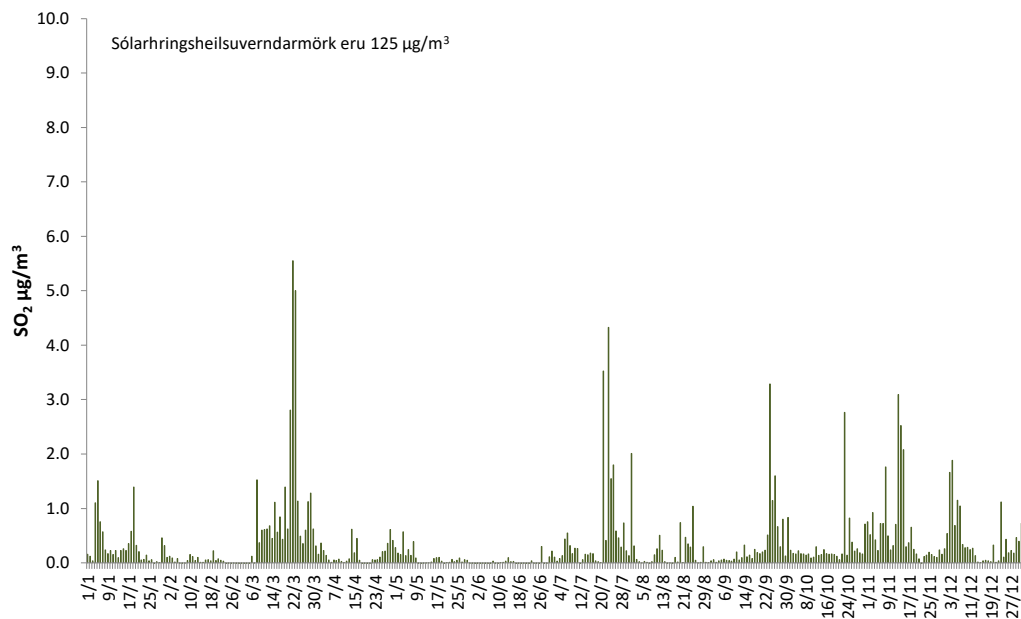
Við Lónakot barst tæplega helmingur þess SO₂ sem mældist á stöðinni úr suðsuðaustanátt. Það má því áætla að meginuppspretta SO₂ á stöðinni sé umferð á Reykjanesbrautinni enda liggur stöðin nálægt henni. Tæpur fimmtungur SO₂ mældist úr norðaustanátt með álverið sem líklega uppsprettu.



Mynd 6. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs við Lónakot 2023 sem fall af vindátt.



Mynd 7. Brennisteinstvíoxíð á Hvaleyrarholti, dagsmeðaltöl 2023.

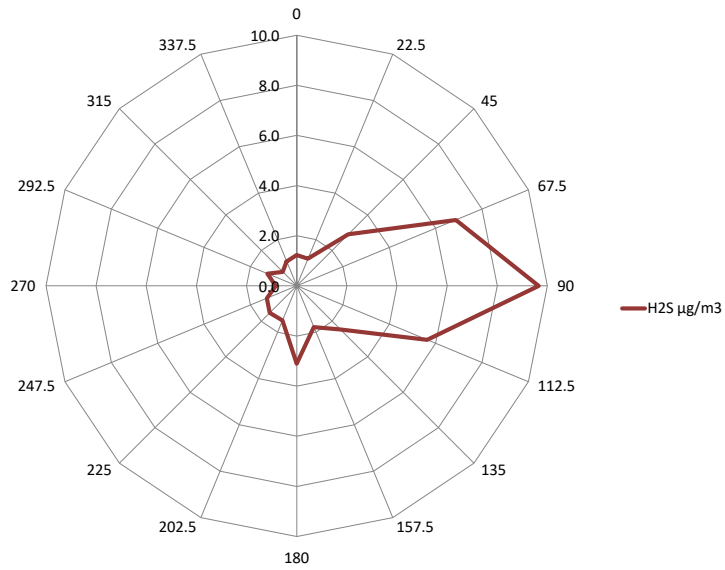


Mynd 8. Brennisteinstvíoxíð við Lónakot, dagsmeðaltöl 2023.

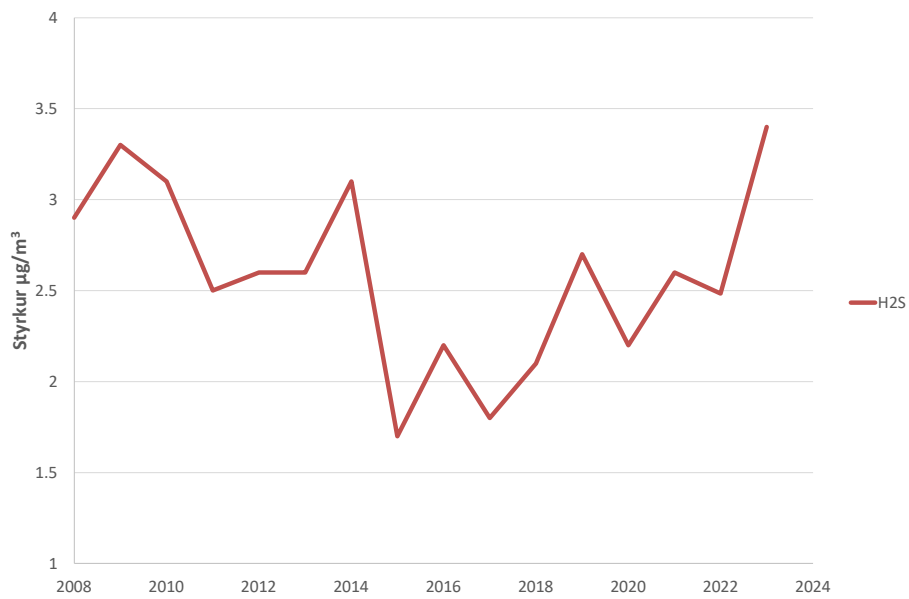
Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á Hvaleyrarholti var $3,4 \mu g H_2S/m^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu g H_2S/m^3$). Einn og hálfan mánuð vantar inn í mælingar í september og október vegna bilunar í mælitæki og getur verið að það skekki ársmeðaltalið nokkuð. Hæsta meðaltal dags mældist $24,7 \mu g H_2S/m^3$ þ. 3.12 í austan golu og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $85,2 \mu g H_2S/m^3$ þ. 24.10 kl. 15 í norðaustan kuli.

Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði. Ársmeðaltal brennisteinsvetnis á Hvaleyrarholti hefur rokkað nokkuð mikið á milli ára. Mikil lækkun árið 2015 gæti stafað af H_2S

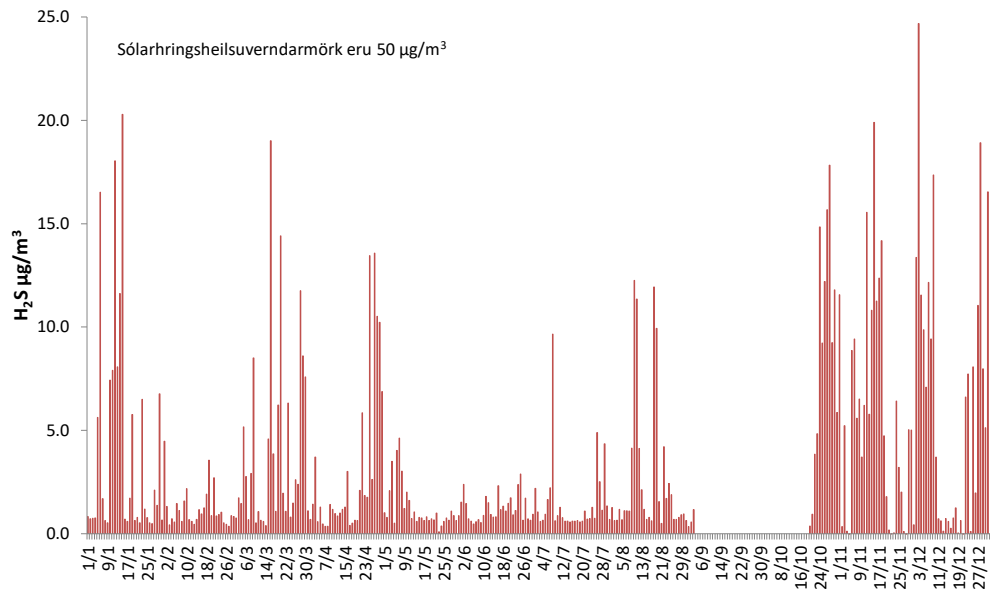
hreinsistöð sem Orka Náttúrunnar tók í notkun árið 2014, en síðan þá hefur styrkur H₂S farið hækkandi aftur.



Mynd 9. Meðalstyrkur brennisteinsvetnis 2023 sem fall af vindátt.



Mynd 10. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis 2008-2023.



Mynd 11. Brennisteinsvetni, H₂S, dagsmeðaltöl 2023.

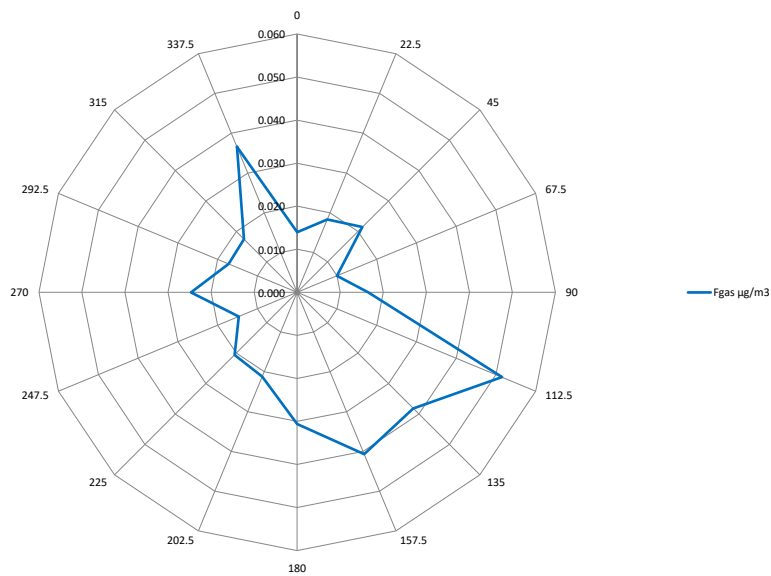
Flúor

Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti má sjá í töflu6.

Tímabil	Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti í µg/m ³			
	F rykkennt	F gaskennt	F alls	F alls
2015	0,02	0,02	0,04	
2016	0,01	0,02	0,03	
2017	0,01	0,02	0,03	
2018	0,01	0,02	0,03	
2019	<0,01	0,03	0,03	
2020*	(<0,01)	(0,02)	(<0,03)	
2021	0,01	0,02	0,04	
2022	0,01	0,02	0,03	
2023	0,01	0,03	0,04	2022
Apríl	0,01	0,03	0,04	0,02
Maí	0,02	0,04	0,06	0,02
Júní	0,01	0,02	0,03	0,04
Júlí	0,01	0,02	0,03	0,03
Ágúst	0,01	0,03	0,05	0,02
September	0,01	0,02	0,03	0,03
Október	0,02	0,01	0,03	0,03
Nóvember				0,03

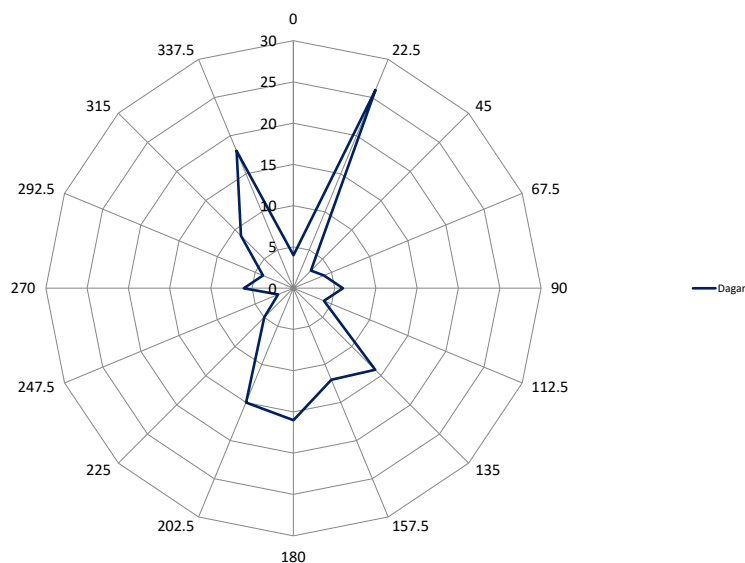
*Galli í sýnatöku 2020.

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskenndan flúor, reiknaðan sem HF, var 0,03 µg HF/m³ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er það undir gróðurverndarmörkunum 0,3 µg HF/m³. Hæsta mæligildi upp á 0,3 µg F/m³ mældist þ. 6.4 úr suðri. Þetta mæligildi sker sig nokkuð úr, en næst hæsta gildi mældist 0,16 µg F/m³ á tímabilinu 1-5.5 í suðaustan átt.



Mynd 12. Flúor í lofti, sem fall af vindátt, allir mæld dagar apríl-sept 2023.

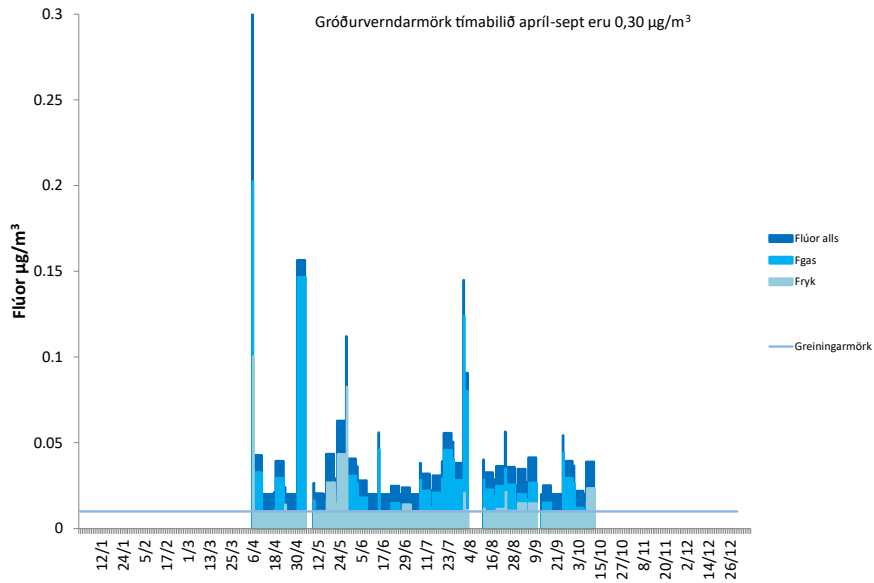
Gaskennt flúor á sér enga náttúrulega uppsprettu aðra en eldgos. Því má áætla að meginuppspretta flúors sé álverið til suðvesturs af stöðinni. Suðvestanáttir sem standa af álverinu á stöðina eru þó ekki algengar. Árið 2023 voru 22 dagar á mælitímabilinu sem flokkuðust í suðvestan megináttir (202,5°-247,5°), sem er sambærilegt og undanfarin ár. Mynd 12 sýnir mældan flúor í lofti sem fall af vindátt. Það er athyglisvert að flúor greindist helst í suðaustan áttum og norðnorðvestanátt á árinu, en nokkur óvenju há gildi mældust úr þeim áttum. Þá má nefna að tíðni mælinga er ekki þétt, ýmist einn dagur eða 5 dagar, og flokkun mælinga og þessara daga í vindáttir er mjög gróf. Ef suðvestanáttir eru skammvinnar og fátíðar geta áhrif þeirra á styrk birst á dögum eða dagahópum sem flokkast í aðrar áttir. Einnig vantar 25 daga af vindmælingum sem gætu haft áhrif á niðurstöður.



Mynd 13. Vindrós, mæld dagar flúors flokkaðir í megináttir 2023.

Sjá má á mynd 13 vindrós fyrir mældidaga flúors á tímabilinu apríl-október, hver dagur flokkaður í eina meginátt sem taldist ríkjandi þann dag. Mæliásinn sýnir fjölda daga sem flokkast í hverja átt og alls má t.d. sjá að fimm dagar eru skilgreindir með ríkjandi suðvestanátt (225°) á þessu tímabili. Á mynd 14 má sjá mæligildi flúors (1 og 5 daga) á tímabilinu frá apríl fram í október.

Tvisvar gaus á Reykjanesi á árinu og það kann að vera að þau hafi haft áhrif á flúor í lofti. Lítillega hækkun má sjá í flúor gildum í júlí þegar fyrra eldgosið stóð yfir.



Mynd 14. Flúor í lofti, 1 dags og 5 daga meðaltöl á vaxartímabili gróðurs 2023.

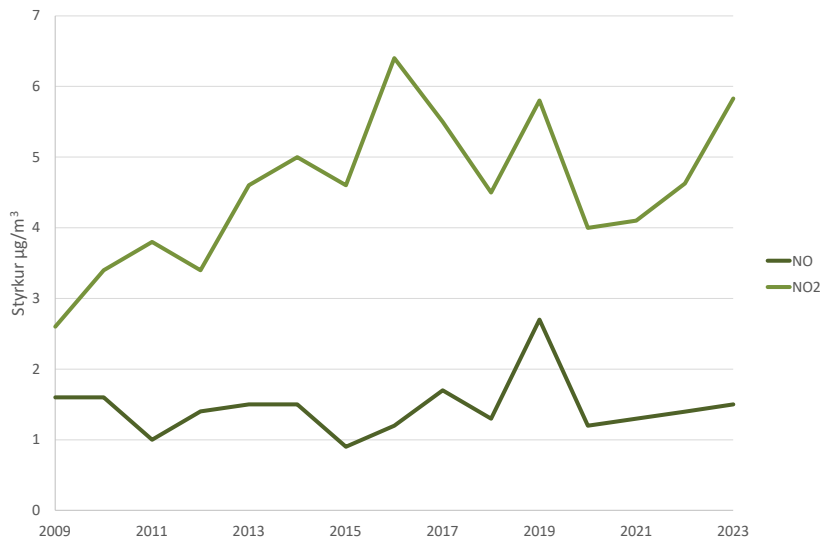
Nituroxíð

Mánaðarmeðaltöl nituroxíða í lofti má sjá í töflu 7.

Tafla 7		Mánaðarmeðaltöl nituroxíða í lofti			
		í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Tímabil		Nitur- einoxíð NO	Nitur- tvíoxíð NO₂	Nituroxíð NO_x	Nituroxíð NO_x
	2015	0,9	4,6	5,5	
	2016	1,2	6,4	7,6	
	2017	1,7	5,5	7,2	
	2018	1,3	4,5	5,8	
	2019	2,7	5,8	8,5	
	2020	1,2	4,0	5,3	
	2021	1,3	4,1	5,4	
	2022	1,4	4,6	6,0	
	2023	1,5	5,8	7,3	2022
					6,0
Janúar		3,1	12,1	15,1	4,3
Febrúar		0,7	3,5	4,2	8,5
Mars		1,4	5,3	6,7	4,7
Apríl		1,0	2,7	3,7	3,2
Maí		0,7	1,6	2,2	2,5
Júní		0,9	1,5	2,4	2,3
Júlí		1,3	2,3	3,6	1,9
Ágúst					2,4
September					5,3
Október		2,9	10,8	13,6	7,9
Nóvember		1,7	8,6	10,3	10,9
Desember		2,0	10,6	12,6	18,4

Í töflunni má sjá meðaltöl ársins 2015-2023, mánaðarmeðaltöl ársins 2023 og NO_x mánaðarmeðaltöl ársins 2022 til samanburðar. Vegna bilunar í mælitæki í júlí-október getur verið að niðurstöður séu eitthvað skakkar.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO₂) á Hvaleyrarholti var 5,8 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og er það í hærra lagi miðað við undanfarin ár. Síðan árið 2009 hefur meðaltalið farið hækkandi þó með nokkrum breytileika milli ára. Þessi hækkun skýrist líklega af aukinni umferð á Reykjanesbraut og höfuðborgarsvæðinu í heild. Dýfa sést árið 2020 þegar Covid skall á en þá minnkaði umferð töluvert.



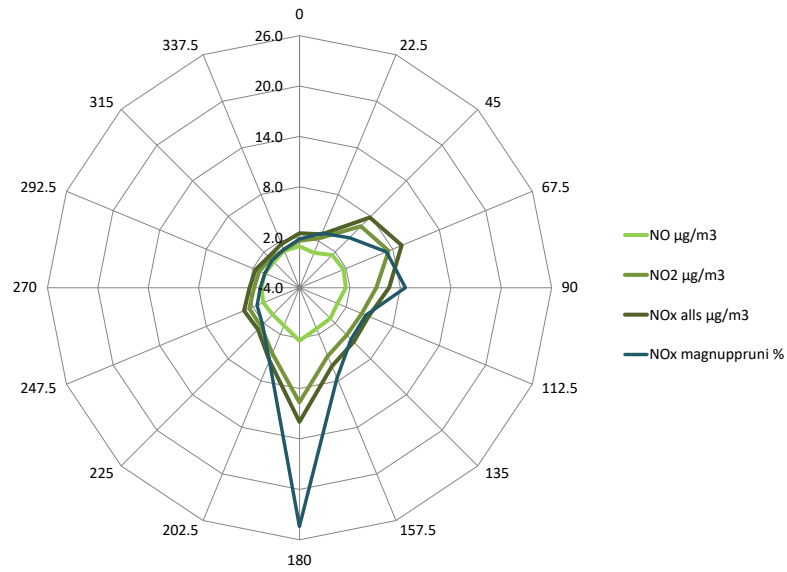
Mynd 15. Ársmeðalstyrkur nituroxíðs og niturtvíoxíðs 2009-2023.

Hæsta meðaltal dags mældist 47,8 µg NO₂/m³ þ. 5.1 í sunnan kuli og frosti, og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 µg/m³). Hæsta meðaltal klukkustundar var 106,0 µg NO₂/m³ þ. 6.1 kl. 15 í norðaustan kuli og frosti, og er það einnig undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 µg/m³).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni var 7,3 µg NO_x/m³. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum (30 µg/m³). Hæstu gildi NO_x mældust á sama tíma og hæstu gildi NO₂. Þannig mældist hæsta meðaltal dags 68,2 µg NO_x/m³ þ. 5.1 og hæsta meðaltal klukkustundar 186,6 µg NO_x/m³ þ. 6.1 kl. 15.

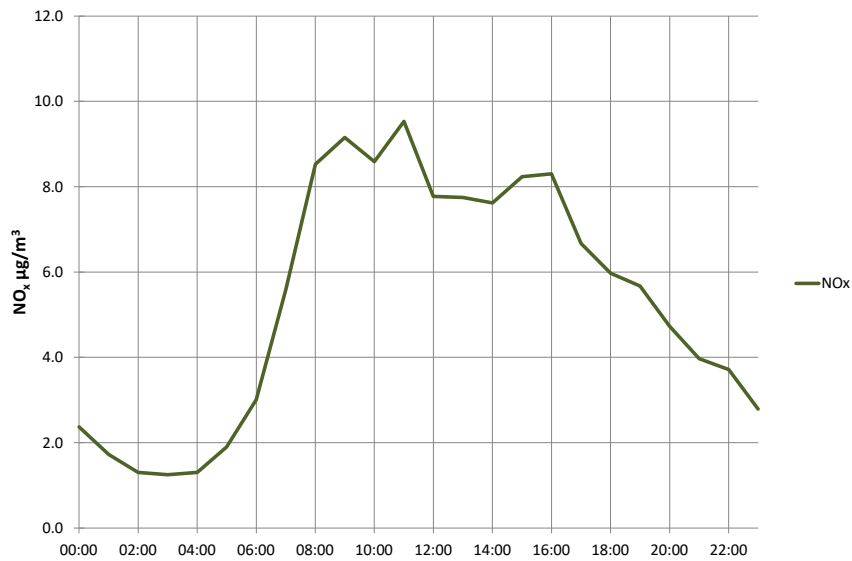
Mynd 14 sýnir nituroxíð (NO_x) sem fall af vindátt 2023, en þar má sjá hvortveggja meðalstyrk sem fall af vindátt og svo hlutfallslega uppsprettu nituroxíðmengunar en vegna algengi sunnan- og austanáttu kemur meginhluti þeirrar mengunar úr þeim áttum.

Stórar uppsprettur nituroxíða virðast vera í suðri og í norðaustri. Af þeim mengunarefnum sem eru mæld á Hvaleyrarholti eru nituroxíð þau sem sýna mestan breytileika eftir tíma dags. Meðalstyrkur þeirra rís hratt á morgnana og nær hámarki um 8 leytið, eins og sjá má á mynd 17. Meginuppspretta NO_x er bílaumferð í nærumhverfi og Reykjanesbraut og frá umferð á höfuðborgarsvæðinu úr norðaustri.



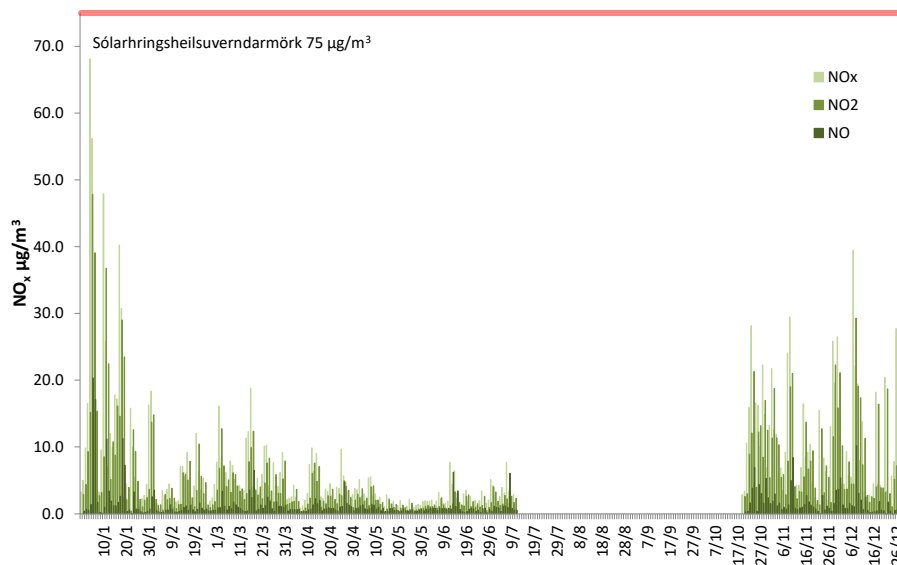
Mynd 16. Nituroxíð (NO_x) 2023 sem fall af vindátt, meðalstyrkur í átt og magnuppruni.

Mynd 17 sýnir breytileika meðaltals nituroxíðs eftir tíma dags.



Mynd 17. Nituroxíð (NO_x) 2023, meðalstyrkur sem fall af tíma dags.

Mynd 18 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl NO, NO₂ og NO_x fyrir 2023. Sjá má mikla árstíðarbundna sveiflu í mæligildum þar sem þau eru hæst yfir vetrarmánuðina en lægst yfir sumarið. Þessi sveifla fylgir nokkuð vel hitatölum ársins en við aukin lofthita hvarfast nituroxíð frekar við önnur efni í andrúmsloftinu.



Mynd 18. Nituroxíð, dagsmeðaltöl 2023.

Tilvísanir

- 1 Wojciech Sasinowski. (2024). Kvörðunarskýrsla, mælistöð Hvaleyrarholti, haust 2023. Hafrannsókastofnun.
- 2 Veðurstofa Íslands. (2024, 29. janúar). *Tíðarfar ársins 2023*. <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-arsins-2023>

Viðauki 1. Mælingar og gröf

Sjá meðfylgjandi Excel skrá

Samantekt Hvaleyrarholt 2023 send

Samantekt Lónakot 2023 send