

6EM22027
Elín Jónsdóttir

Umhverfivöktun Hvaleyraholti
Mælingar í lofti

Mæligögn 2022

Mars 2023
Efnagreiningar
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2022. Mælingar á Hvaleyrarholti eru hluti af umhverfissóknunum 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 í stöð ISAL og Umhverfisstofnunar á Hvaleyrarholti. Gögn eru 10 mín. meðaltöl og unnin yfir í meðaltöl klukkustundar og dags. Veðurgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað í Straumsvík.

Veðurfar

Meðalhiti á Hvaleyrarholti mældist 4,9°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,24 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og suðaustlægar áttir. Suðvestanáttir eru óalgengar en árið 2022 var tíðni þeirra ráðandi um 14% tímans, sem er sambærilegt fyrra ári. Veðurfar ársins 2022 var mjög breytilegt en ársmeðaltöl hita og vinds enduðu mikið til í meðallagi. Nokkuð úrkomusamt var á höfuðborgarsvæðinu. Illviðrasamt var fyrstu mánuði ársins. Vorið var nokkuð hlýtt og hægviðrasamt. Sumarið var tiltölulega kalt og voru hlýjir dagar fáir, en September var hlýr og hægviðrasamur. Nóvember var sá hlýjast frá upphafi mælinga og desember var sá kaldasti sem mælst hefur í rúm 100 ár.

Svifryk

Ryk árið 2022 var í meðallagi miðað við undanfarin ár. Aðeins var þó mælt PM_{2,5} vegna bilunar sem varð á PM₁₀ mælitæki árið 2021. Ársmeðaltal PM_{2,5} var 3,8 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM_{2,5} 17,7 µg/m³ þ. 10.6 í norðan golu, og er það vel undir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Hæsta stundargildi mældist PM_{2,5} 132,6 µg/m³ þ. 1.1 á miðnætti í austan stinningsgolu. Alls mældust 5 stundir yfir 50 µg/m³ af PM_{2,5}.

Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á mælistöðinni var 1,4 µg SO₂/m³ og er það lítillega yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru 20 µg SO₂/m³. Hæsta meðaltal dags mældist 19,6 µg SO₂/m³ þ. 22.1 í suðvestan kalda og er langt undir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³). Hæsta meðaltal klst. mældist 106,7 µg SO₂/m³ þ. 13.8 kl. 12 í sunnan golu, sem er einnig undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³). Hlutfall þess SO₂ sem alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2022 var að rúmum þriðjungi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur og tæpir tveir þriðju bárust þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.

Brennisteinsvetni

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H₂S) á mælistöðinni var 2,5 µg H₂S/m³, sem er undir ársheilsuverndarmörkum (5 µg H₂S/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 20 µg H₂S/m³ þ. 23.12 í sunnan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (50 µg/m³). Hæsta meðaltal klukkustundar var 62,1 µg H₂S/m³ þ. 6.6 kl. 7 í suðaustan kuli. Í tilviki H₂S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H₂S 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, er 0,02 $\mu\text{g HF}/\text{m}^3$ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er langt undir gróðurverndarmörkunum 0,3 $\mu\text{g HF}/\text{m}^3$. Hæsta mæligildi upp á 0,06 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ mældist á tímabilinu 22-26.6 í breytilegri suðvestan og norðaustanátt. Eldgos í Meradölum virðist ekki hafa haft merkjanleg áhrif á loftkenndan flúor á mælistöðinni.

Nituroxíð

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO_2) á mælistöðinni var 4,6 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og er það í meðallagi miðað við undanfarin ár. Hæsta meðaltal dags mældist 37 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.12 í sunnan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var 83,4 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ einnig þ. 23.12 kl. 13 í suðlægu kuli, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er 6,0 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist 52,7 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 23.12 í sunnan kuli. Hæsta meðaltal klukkustundar var 169,6 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 12.12 kl. 10 í suðaustlægum andvara.

Heildarsamantekt

Í heild voru mælingar ársins 2022 nokkurn vegin í meðallagi. Suðvestanáttir eru óalgengar en á árinu var tíðni þeirra ráðandi um 14% tímans sem er sambærilegt fyrri árum. Ráðandi áttir eru sem fyrr sunnan- til austanáttir og svo norðnorðaustanátt þar á eftir. Svifryk lækkaði aðeins frá síðasta ári og mældist í meðallagi. Ekki var hægt að mæla PM_{10} á árinu vegna bilunar. Brennisteinstvíoxíð lækkaði verulega frá síðasta ári en mældist þó lítilega yfir meðallagi undanfarinna ára. Brennisteinsvetni og flúor mældust svipuð og undanfarin ár. Nituroxíð hækkuðu í heild nokkuð frá síðasta ári en mældust þó í meðallagi.

Tafla	Samantekt				Mörk*
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM ₁₀ μm	PM _{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk		
Ársmeðaltal	-	3,8		40/20	Heilsuv.m. PM ₁₀ /PM _{2,5}
Hæsta dagsgildi	-	17,7	(0)	50 (35)	Hvm. PM ₁₀
Hæsta stundargildi	-	132,6	(5)		
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal	1,4			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	19,6		(0)	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	106,7		(0)	350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	2,5			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	20,0		(0)	50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	62,1				
Flúor	HF	F_{ryk}	F_{alls}	HF	
Meðaltal apr-okt	0,02	0,01	0,03	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	0,03	0,03	0,05		
Hæsta 5 daga gildi	0,04	0,03	0,06		
Nituroxíð	NO	NO₂	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,4	4,6	6,0	40/30	Hvm.NO ₂ / Grvm.NO _x
Hæsta dagsgildi	19,3	37,0 (0)	52,7	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	95,1	83,4 (0)	169,6	200(18)	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.....	14
Nituroxíð	17
Tilvísanir	19
Viðauki 1. Mælingar og gröf	20

1. Inngangur

Mælingar í lofti á Hvaleyrarholti

Fjallað er um niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2022. Mælingar þessar eru hluti af umhverfismælingum 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 upplýsingar til almennings. Mælingar skulu gerðar samkvæmt áætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

Álfraframleiðsla 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 allt að 212.000 tonn/ár. Framleiðsla ársins 2022 var 202.268 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.

Mælingar eru gerðar í sérhæfðum mælibúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 920/2016, viðauka IX, um mat á styrk brennisteinstvíoxíðs, köfnunarefnistvíoxíðs og köfnunarefnisoxíða og svifryks (PM₁₀ og PM_{2,5}). Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirbyggjandi (1).

Í heild gekk rekstur tækjubúnaðar nokkuð vel, þó með nokkrum hnökrum. Árið 2021 var PM₁₀ mælitæki tekið úr notkun vegna bilunar og því vantar PM₁₀ mælingar alfarið árið 2022. Lofthita- og loftþrýstingsgögn hafa í gegnum tíðina verið notuð frá PM₁₀ mælinum en vegna bilunar eru notuð gögn frá PM_{2,5} mælitæki. Einhver munur gæti verið á þessum gögnum af þeirri ástæðu. Árið 2022 hefur bilun orðið á PM_{2,5} tæki á tímabilinu 25.10-9.12 og vantar því mæligögn á því tímabili. Einnig hefur orðið bilun á NO_x mælitæki 15.9-22.9 og vantar mæligögn á því tímabili.

Skilgreiningar

Svifryk PM₁₀	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, agnir sem eru minni en 10 μm í þvermál.
Svifryk PM_{2,5}	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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, s.s. 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 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 árið 2022.

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.

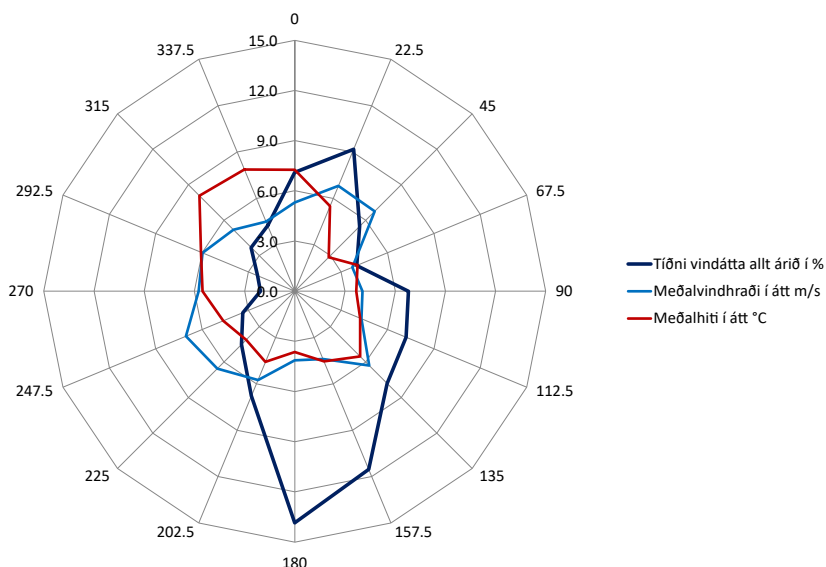
Veðurgögn og veðurlýsing ársins

Meðalhiti á Hvaleyrarholti mældist 4,9°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,24 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og suðaustlægar 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 2022 var tíðni þeirra ráðandi um 14% tímans, sem er sambærilegt síðasta ári.

Tafla 1 Veðurgögn meðaltöl

	2022	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s	2022	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s
Straumsvík	Jan-des		5,2	Apríl-okt		4,8
Hvaleyrarholt	Jan-des	4,9		Apríl-okt	7,5	



Mynd 1. Vindrós Straumsvík 2022, 10 mín. mæligögn.

Veðurlýsing ársins (2)

Veðurfar ársins 2022 var mjög breytilegt, en ársmeðaltöl hita, vinds og loftþrýstings enduðu mikið til í meðallagi. Ársmeðalhiti í byggðum landsins var jafn meðalhita árána 1991 til 2020 en 0,3 stigum undir meðalhita síðustu tíu ára. Að tiltölu var hlýjast við suðurströndina. Ársúrkoma var víðast hvar rétt undir eða yfir meðallagi. Þó var úrkomusamt á höfuðborgarsvæðinu og sums staðar á Norðausturlandi. Loftþrýstingur og vindhraði voru í meðallagi þegar litið er á árið í heild.

Það var illviðrasamt á landinu frá upphafi árs og fram í miðjan mars. Janúar var umhleyppingasamur en snjóléttur. Í febrúar var tiltölulega kalt og snjóþungt á landinu og riðluðust samgöngur margoft bæði vegna hvassviðris og snjóþyngsla. Febrúar var með

snjóþyngri mánuðum í Reykjavík um árabíl. Fram eftir marsmánuði var umhleyppinga- og illviðrasamt. Mars var óvenjuúrkomusamur, þá sérstaklega á sunnan- og vestanverðu landinu og mældist úrkoman þar sums staðar sú mesta sem vitað er um í marsmánuði.

Vorið var hlýtt og hægviðrasamt og tíð almennt góð.

Sumarið (júní til ágúst) var tiltölulega kalt og mjög hlýr dagar voru fáir. September var þó hlýr og hægviðrasamur um land allt.

Árið endaði svo á tveimur óvenjulegum, en afar ólíkum mánuðum.

Nóvember var mjög hlýr. Þetta var hlýjasti nóvembermánuður á landsvísu frá upphafi mælinga. Hljójar austlægar áttir voru ríkjandi allan mánuðinn, með óvenjumikilli vætutíð á Austurlandi. Að tiltölu var hlýjast uppi á hálendi, og landið var nánast alautt allan mánuðinn.

Desember var aftur á móti sérlega kaldur. Þetta var kaldasti desembermánuður á landsvísu síðan 1973. Í Reykjavík hefur ekki verið eins kalt í desembermánuði í rúm 100 ár, en desember 1916 var álíka kaldur og nú. Þrýstingur var sérlega hár á landinu í desember, vindur hægur og það var óvenju þurr og bjart, sérstaklega suðvestanlands. Desemberúrkoman var víða sú minnsta sem mælst hefur í áratugi. (Veðurstofa Íslands, 2023)

Svifryk (PM₁₀ og PM_{2,5})

Mælt mánaðarmeðaltal og ársmeðaltal má sjá hér í töflu:

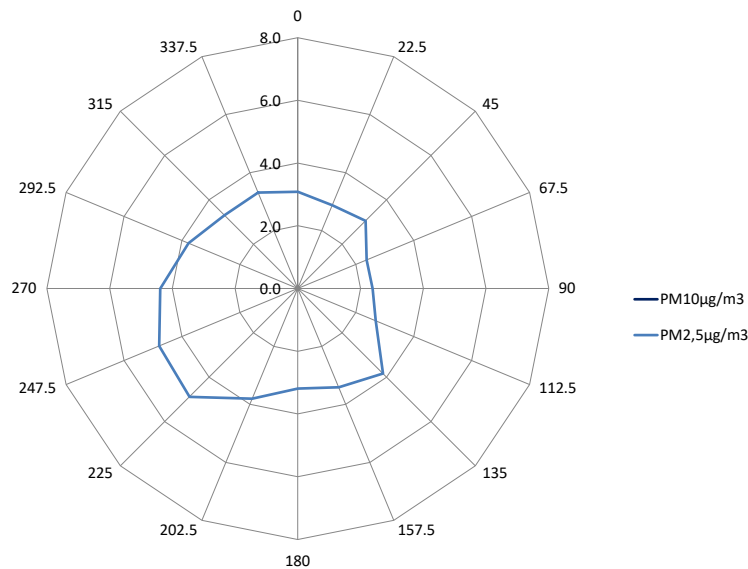
Mán.	Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks í µg/m ³			
	PM10 µm	PM 2,5 µm	PM10 µm	PM 2,5 µm
	2015	7,6	3,6	
	2016	7,2	3,6	
	2017	7,8	3,8	
	2018	7,1	3,5	
	2019	8,1	4,1	
	2020	6,9	3,4	
	2021	8,1	4,4	
	2022	-	3,8	2021 8,1 4,4
Janúar	-	4,9	9,0	5,4
Febrúar	-	3,4	7,9	3,7
Mars	-	3,6	6,0	3,4
Apríl	-	3,9	10,8	5,0
Maí	-	3,5	5,5	5,4
Júní	-	4,6	-	4,5
Júlí	-	3,4	-	5,8
Ágúst	-	3,7	-	5,9
September	-	4,0	-	3,8
Október	-	3,0	-	3,3
Nóvember	-	-	-	2,9
Desember	-	3,4	-	3,0

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2022, mánaðarmeðaltöl ársins 2022 og ársins 2021 til samanburðar.

Ryk árið 2022 var í meðallagi miðað við undanfarin ár. Aðeins var þó mælt PM_{2,5} vegna bilunar sem varð á PM₁₀ mælitæki árið 2021.

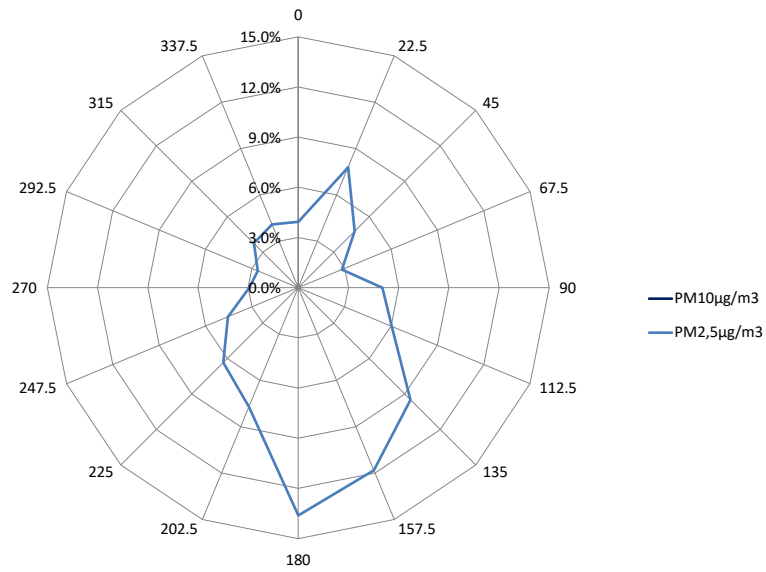
Ársmeðaltal $PM_{2,5}$ var $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hæsta meðalgildi dags var $PM_{2,5}$ $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þ. 10.6 í norðan golu, og er það vel undir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta stundargildi mældist $PM_{2,5}$ $132,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þ. 1.1 á miðnætti í austan stinningsgolu. Árið 2022 mældust tvö hæstu stundargildi $PM_{2,5}$ fyrsta og síðasta klukkutíma ársins 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, jökulsöndum á suðurströndinni eða eldgos eða aska frá þeim. Meðaltal svifryks á Hvaleyrarholti var þó hæst í suðvestanáttum árið 2022, eins og sést á mynd 2.

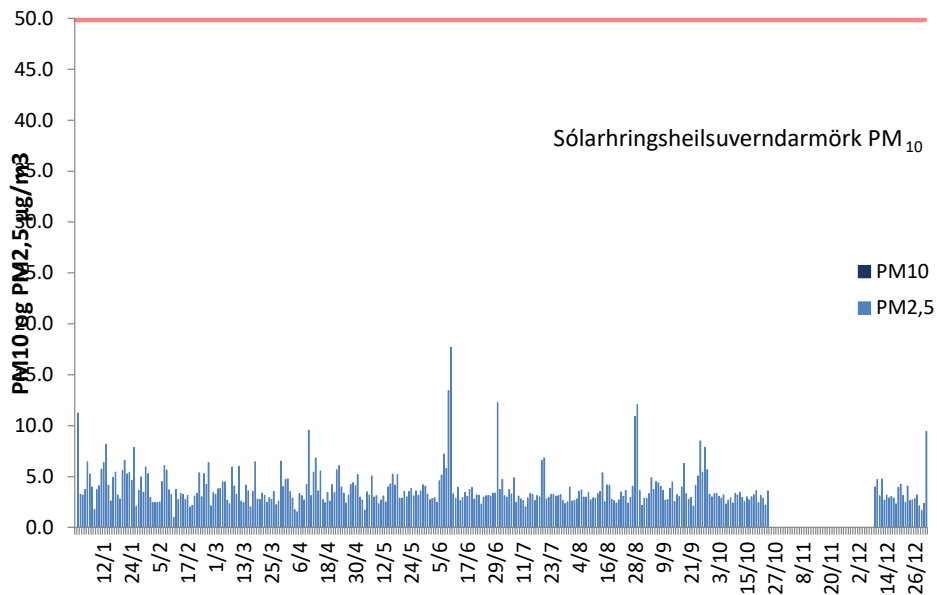


Mynd 2. Meðalstyrkur svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2022 sem fall af vindátt.

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 meginuppþrot ryks í kringum stöðina í venjulegu áferði sé umferðaryrk.



Mynd 3. Magnuppspretta svifryks 2022 sem fall af vindátt.



Mynd 4. Svifryk 2022, dagsmeðaltöl.

Mynd 4 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl $PM_{2,5}$ fyrir árið 2022.

Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni

Mánaðarmeðaltöl á brennisteinssamböndum í lofti má sjá í töflu 2.

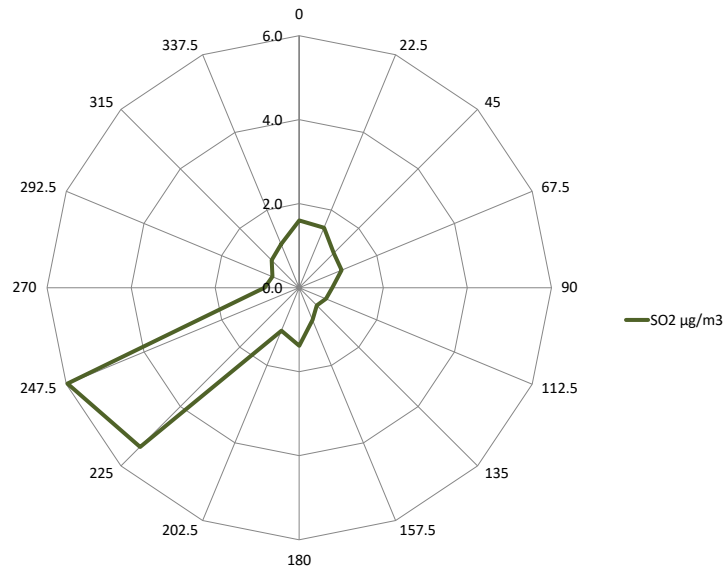
Tímabil	Mánaðarmeðaltöl brennisteinsefna í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Brenni- steins- tvíoxíð SO ₂	Brenni- steinsvetni H ₂ S		Brenni- steins- tvíoxíð SO ₂	Brenni- steinsvetni H ₂ S
2015	1,8	1,7			
2016	1,0	2,2			
2017	1,4	1,8			
2018	1,2	2,1			
2019	1,3	2,7			
2020	1,3	2,2			
2021	2,5	2,6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

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2022, mánaðarmeðaltöl ársins 2022 og ársins 2021 til samanburðar.

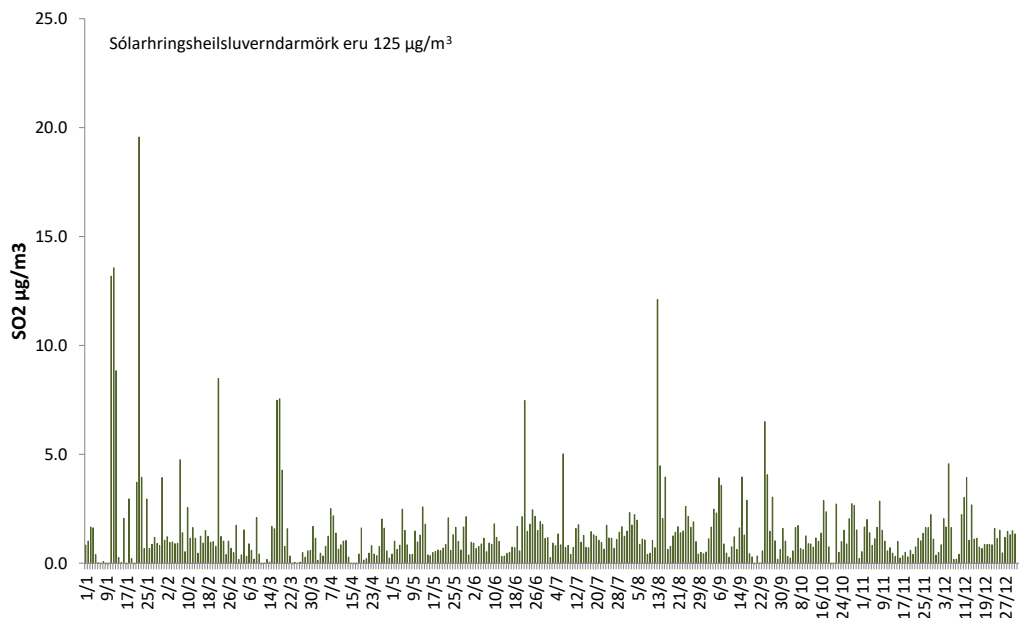
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á mælistöðinni var 1,4 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og er það lítillega yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru 20 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Í venjulegu árferði mælist SO₂ nokkuð jafnt í milli ára. Árin 2015 og 2021 gaus annars vegar í Holuhrauni og hins vegar í Fagradalsfjalli og sést það á hækkuðum SO₂ gildum. Árið 2022 gaus að vísu í Merardölum (á sama svæði og árið 2021) í stuttan tíma, en það virðist ekki hafa haft marktæk áhrif.

Hæsta meðaltal dags mældist 19,6 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 22.1 í suðvestan kalda og er langt undir heilsuverndarmörkum (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klst. mældist 106,7 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 13.8 kl. 12 í sunnan golu, sem er einnig undir heilsuverndarmörkum (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Uppruni SO₂ sem mælist í umhverfi stöðvarinnar 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 2022 var að rúmum þriðjungi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur og tæpir tveir þriðju bárust þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.



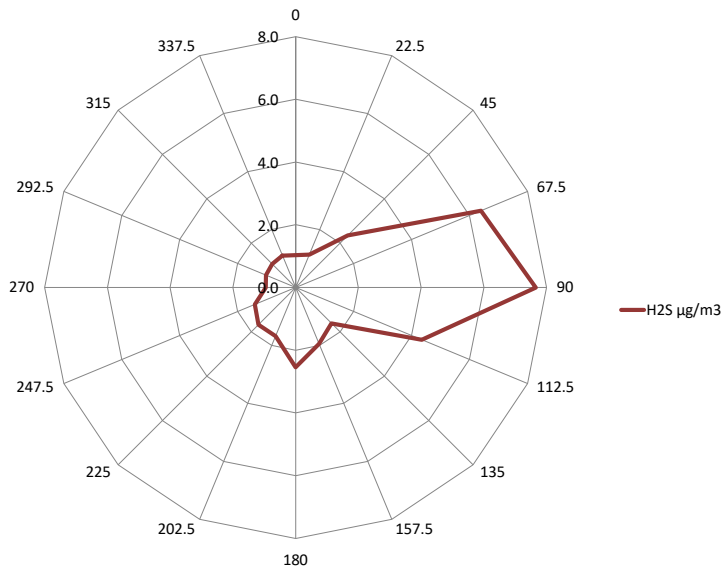
Mynd 5. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs 2022 sem fall af vindátt.



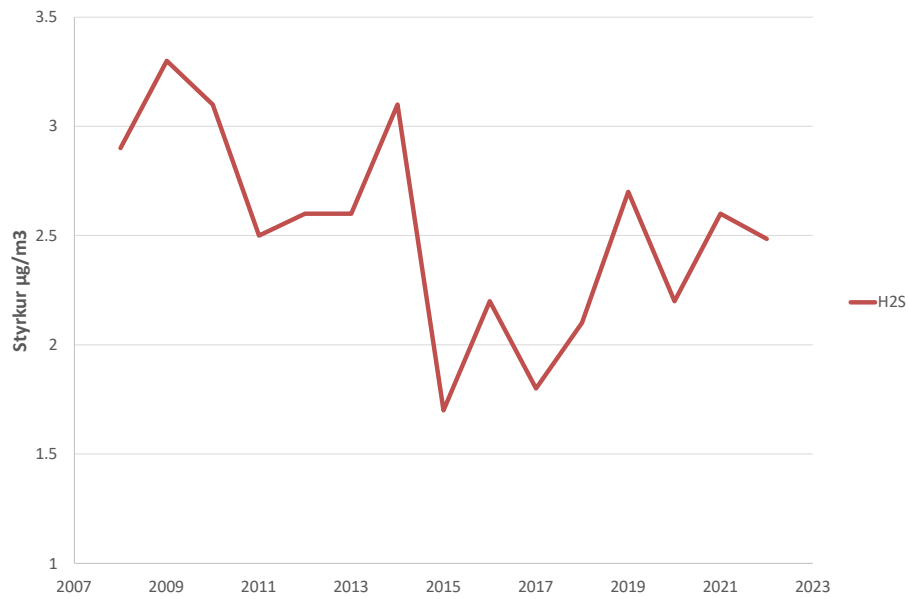
Mynd 6. Brennisteinstvíoxíð, SO₂, dagsmeðaltöl 2022.

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H₂S) á mælistöðinni var 2,5 µg H₂S/m³, sem er undir ársheilsuverndarmörkum (5 µg H₂S/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 20,0 µg H₂S/m³ þ. 23.12 í sunnan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (50 µg/m³). Hæsta meðaltal klukkustundar var 62,1 µg H₂S/m³ þ. 6.6 kl. 7 í suðaustan kuli.

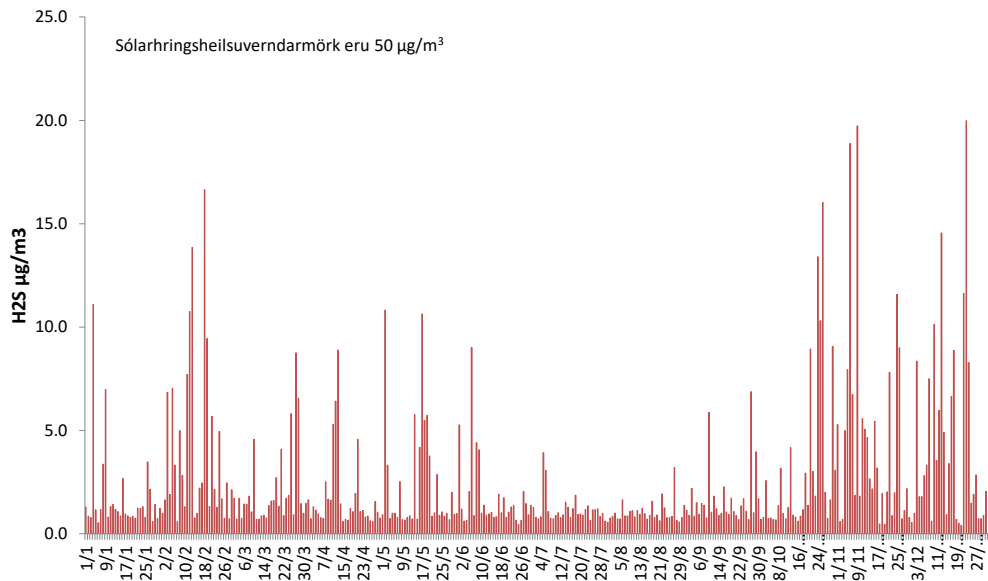
Í tilviki H₂S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H₂S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði. Ársmeðaltal brennisteinsvetnis á Hvaleyrarholti hefur farið lækkandi síðan 2008 með allnokkrum breytileika, sjá mynd 8. Þessi lækkun stafar mögulega af H₂S hreinsistöð sem Orka Náttúrunnar tók í notkun árið 2014 en sjá má að mikil lækkun varð það ár og það næsta. Síðan 2018 hefur meðaltalið þó farið aðeins hækkandi á ný.



Mynd 7. Meðalstyrkur brennisteinsvetnis 2022 sem fall af vindátt.



Mynd 8. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis 2008-2022.



Mynd 9. Brennisteinsvetni, H₂S, dagsmeðaltöl 2022.

Flúor

Mánaðarmeðaltöl á flúor í lofti má sjá í töflu 3.

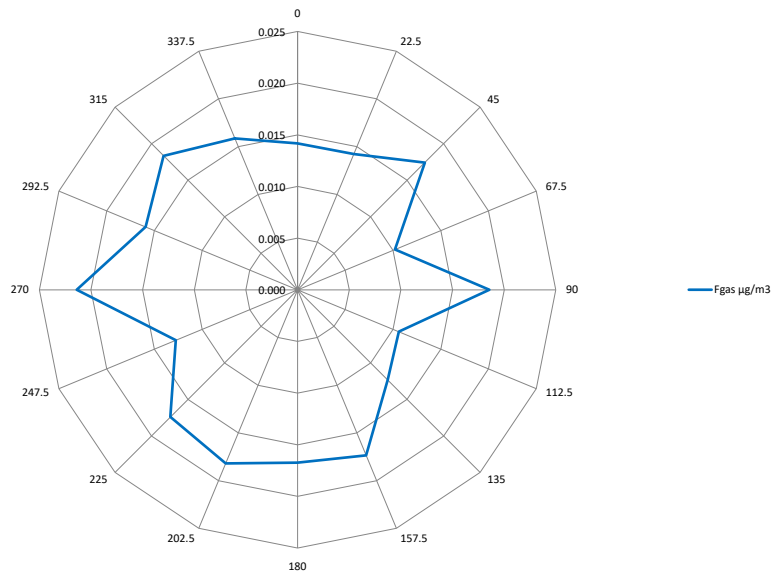
Tafla 3		Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti			
		í µg/m³			
Tímabil		F rykkennt	F gaskennt	F alls	F alls
	2015	0,02	0,02	0,04	
	2016	0,01	0,02	0,03	
	2017	0,01	0,02	0,03	
	2018	0,01	0,02	0,03	
	2019	<0,01	0,03	0,03	
	2020*	(<0,01)	(0,02)	(<0,03)	
	2021	0,01	0,02	0,04	
	2022	0,01	0,02	0,03	2021
					0,04
Apríl		0,01	0,01	0,02	0,03
Maí		0,01	0,01	0,02	0,02
Júní		0,01	0,03	0,04	0,03
Júlí		0,01	0,02	0,03	0,05
Ágúst		0,01	0,01	0,02	0,04
September		0,02	0,01	0,03	0,04
Október		0,01	0,02	0,03	0,03
Nóvember		0,02	0,02	0,03	

*Galli í sýnatöku 2020.

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskennan flúor, reiknaðan sem HF, er 0,02 µg HF/m³ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er undir gróðurverndarmörkunum 0,3 µg HF/m³. Hæsta mæligildi upp á 0,06 µg F/m³ mældist á tímabilinu 22-26.6 í breytilegri suðvestan og norðaustanátt.

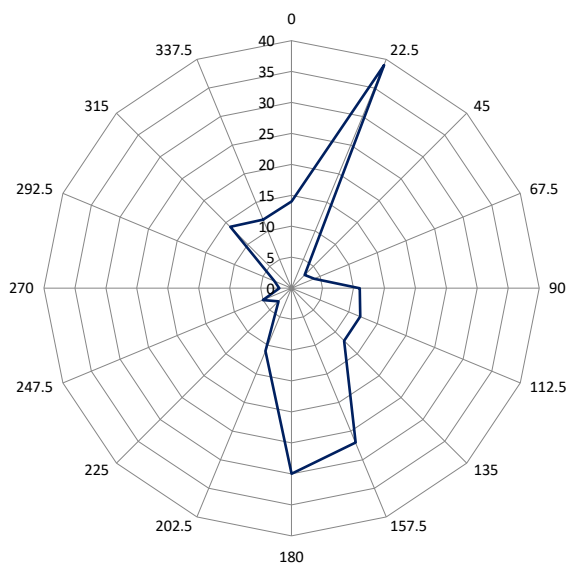
Flúor er safnað á síur í 1 og 5 daga í senn á tímabilinu apríl-október. Venja var að reikna meðaltal flúoríðs þannig að sólarhrings gildi vógu til jafns við 5 daga gildi í útreikningum á meðaltalsgildum. Úttekt á niðurstöðum og samanburður við

símælingar á SO₂ hafa hins vegar bent til þess að réttari mynd á meðaltals flúorálagi fengist með því að taka vegið meðaltal af niðurstöðum, þar sem 5 daga gildi veða fimmfalt á við sólarhringsgildi. Þessi aðferð við útreikninga á meðaltali var samþykkt af Umhverfisstofnun og verða meðaltalsgildi framvegis reiknuð með henni.



Mynd 10. Flúor í lofti, sem fall af vindátt, allir mæld dagar apríl-nóv 2022.

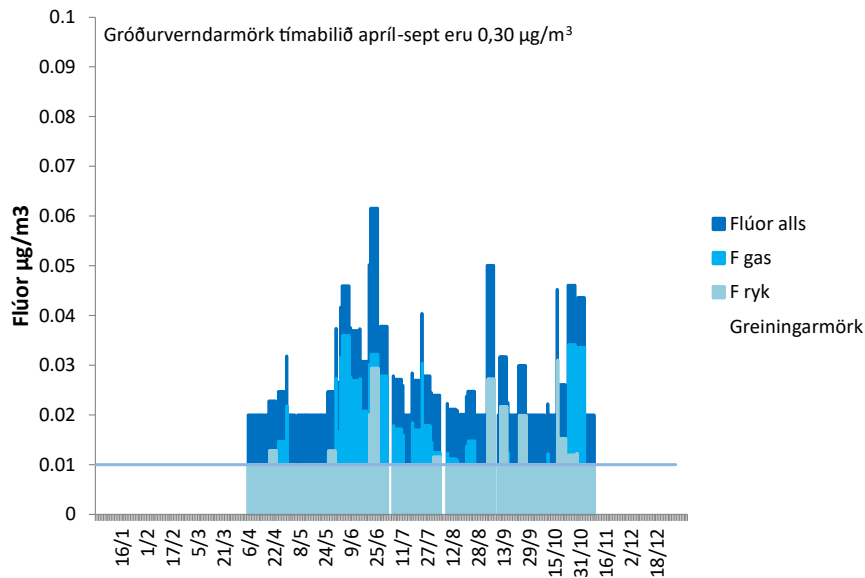
Gaskennt flúor á sér enga náttúrulega uppsprettu aðra en eldgos. Því má áætla að meginuppspretta flúors sé álverið til suðvesturs af stöðinni. Suðvestanáttir sem standa af álverinu á stöðina eru þó ekki algengar. Árið 2022 voru 19 dagar á mælitímabilinu sem flokkuðust í suðvestan megináttir (202,5°-247,5°), sem er sambærilegt undanfarinna ára. Eins og sést á mynd 10 er munur á styrk flúors sem mælist í suðvestanáttum og úr öðrum áttum tæplega marktækur. Ástæðan er að tíðni mælinga er ekki þétt, ýmist einn dagur eða 5 dagar og flokkun mælinga og þessara daga í vindáttir mjög gróf og ef suðvestanáttir eru skammvinnar og fátíðar geta áhrif þeirra á styrk birst á dögum eða dagahópum sem flokkast í aðrar áttir.



Mynd 11. Vindrós, mæld dagar flúors flokkaðir í megináttir 2022.

Sjá má á mynd 11 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 þrír dagar eru skilgreindir með ríkjandi suðvestanátt (225°) á þessu tímabili. Á mynd 12 má sjá mæligildi flúors (1 og 5 daga) á tímabilinu frá apríl fram í nóvember.

Búast hefði mátt við hærri flúorgildum en sáust í raun í kjölfarið á eldgosí í Meradölum sem stóð yfir í 18 daga í ágúst 2022. Gróðursýni sem tekin voru á stóru svæði umhverfis álverið í september sýna hins vegar hærri flúorgildi en í venjulegu árferði (3). Því er ljóst að eldgosíð hafði meiri áhrif á flúormengun en loftgæðastöðin leiðir í ljós.



Mynd 12. Flúor í lofti, 1 dags og 5 daga meðaltöl á vaxtartímabili gróðurs 2022.

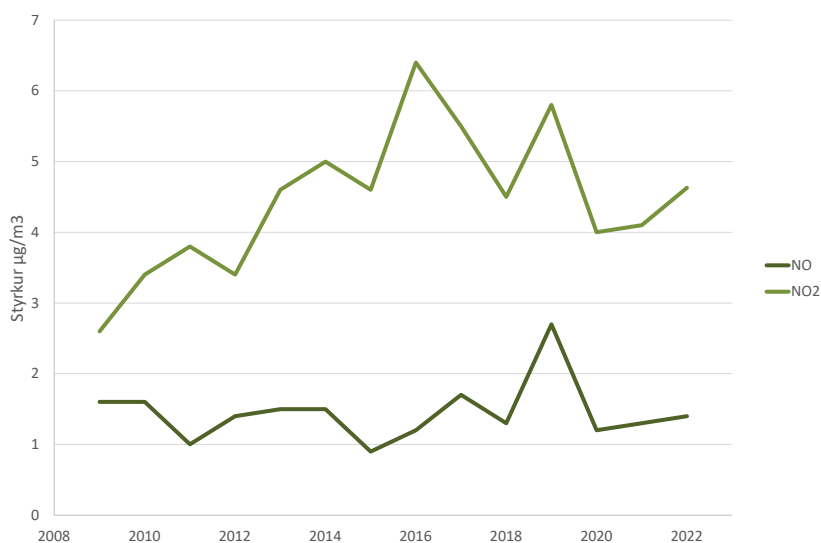
Nituroxíð

Mánaðarmeðaltöl á nituroxíðum í lofti má sjá í töflu 4.

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

Í töflunni má sjá meðaltöl ársins 2015-2022, mánaðarmeðaltöl ársins 2022 og NO_x mánaðarmeðaltöl ársins 2021 til samanburðar.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO₂) á mælistöðinni var 4,6 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og er það í meðallagi miðað við undanfarin á. Síðan 2009 hefur meðaltalið þó farið nokkuð hækkandi með tiltölulegum breytileika milli ára.



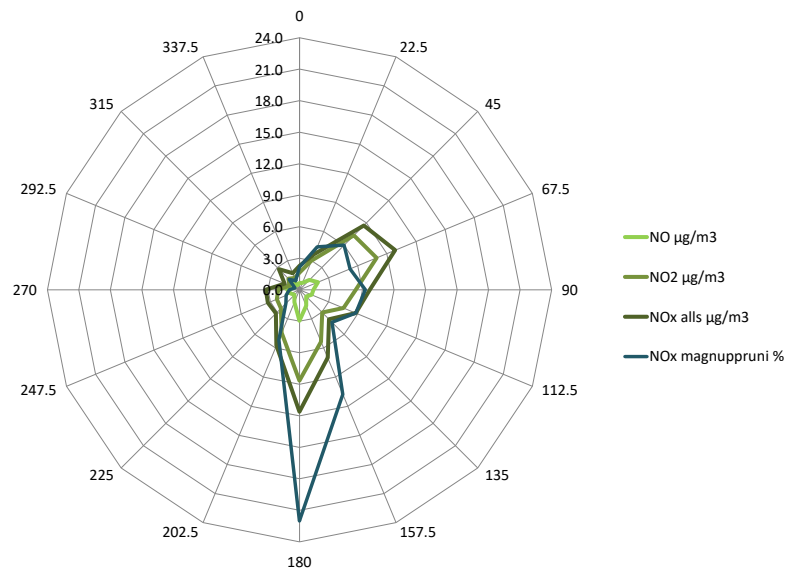
Mynd 13. Ársmeðalstyrkur nituroxíðs og niturtvíoxíðs 2009-2022.

Hæsta meðaltal dags mældist 37,0 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.12 í sunnan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var 83,4 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ einnig þ. 23.12 kl. 13 í suðlægu kuli, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er 6,0 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist 52,7 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 23.12 í sunnan kuli. Hæsta meðaltal klukkustundar var 169,6 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 12.12 kl. 10 í suðaustlægum andvara.

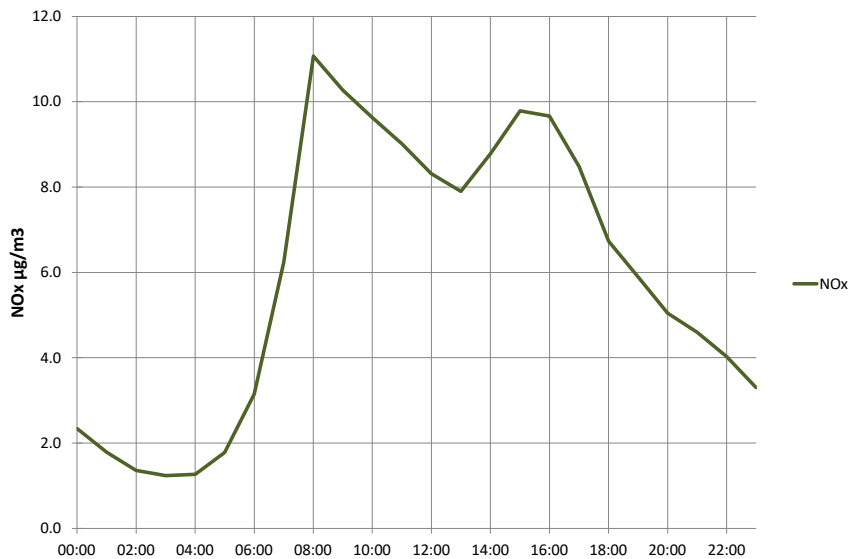
Mynd 14 sýnir nituroxíð (NO_x) sem fall af vindátt 2022, en þar má sjá hvortveggja meðalstyrk sem fall af vindátt og svo hlutfallslega uppsprettu nituroxíðmengunar en vegna algengi sunnan- og austanátta kemur meginhluti þeirrar mengunar úr þeim áttum.

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 15. Meginuppspretta NO_x er bílaumferð í nærumhverfi og Reykjanesbraut og frá umferð á höfuðborgarsvæðinu úr norðaustri.



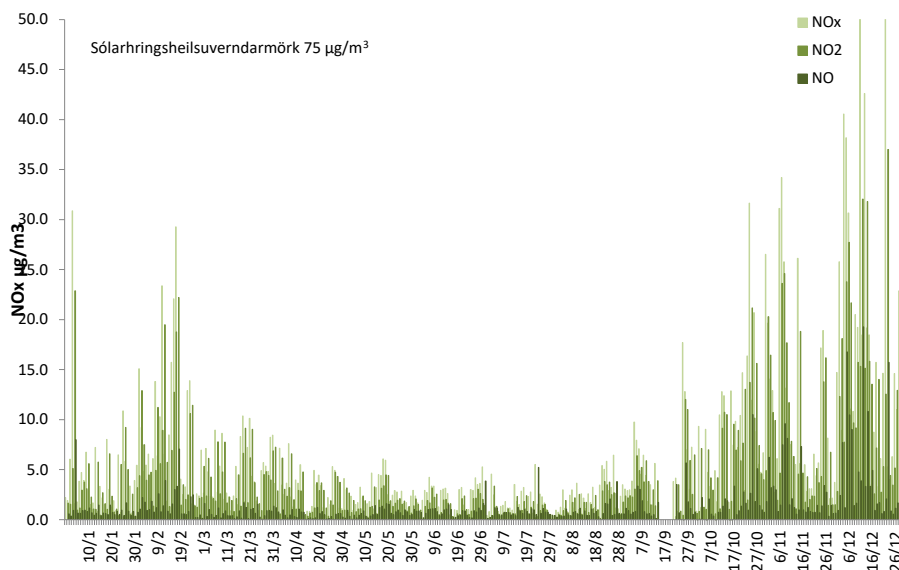
Mynd 14. Nituroxíð (NO_x) 2022 sem fall af vindátt, meðalstyrkur í átt og magnuppruni.

Mynd 15 sýnir breytileika meðaltals nituroxíðs eftir tíma dags.



Mynd 15. Nituroxíð (NO_x) 2022, meðalstyrkur sem fall af tíma dags.

Mynd 16 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl NO , NO_2 og NO_x fyrir 2022. 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 16. Nituroxíð, dagsmeðaltöl 2022.

Tilvísanir

- 1 Wojciech Sasinowski. (2023). Kvörðunarskýrsla, mælistöð Hvaleyrarholti, haust 2022. Hafrannsóknastofnun.
- 2 Veðurstofa Íslands. (2023, 1. febrúar). *Tíðarfar ársins 2022*. <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-arsins-2022>
- 3 Dr. Kristmann Gíslason. (2023). *Flóurmælingar í gróðri í umhverfi Rio Tinto á Íslandi, Mæligögn 2022*. Hafrannsóknastofnun

Viðauki 1. Mælingar og gröf

Sjá meðfylgjandi Excel skrá

Samantekt Hvaleyrarholt 2022 send