

6EM25012
Elín Jónsdóttir

Umhverfismælingar á Hvaleyrarholti og við Lónakot
Mælingar í lofti

Mæligögn 2024

Mars 2025
Efnagreiningar
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti og við Lónakot fyrir árið 2024. 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, PM_{10} og $PM_{2,5}$, nituroxíð (NO , NO_2 , NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO_2), brennisteinsvetni (H_2S) og flúoríð (gaskennt og 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 og við Lónakot.

Veðurfar

Meðalhiti ársins á Hvaleyrarholti mældist $6,4^\circ C$, meðalvindhraði í Straumsvík mældist $5,6$ m/s og algengustu áttir voru suðlægar og norðnorðaustlægar áttir. Meðalhiti við Lónakot mældist $4,3^\circ C$, meðalvindhraði mældist $4,1$ m/s og algengustu áttir voru vestan og austan áttir. Suðvestanáttir sem bera mengun yfir Hafnarfjörð og Reykjavík hafa verið óalgengar í Straumsvík mörg undanfarin ár en árið 2024 var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans. Árið 2024 var óvenjukalt ef miðað er við hitafar þessarar aldar. Sumarið var blautt á landinu öllu, en aðrir mánuðir ársins voru tiltölulega þurrir. Loftþrýstingur var óvenjulega lágur frá júní og út ágúst og einkenndist sumarið af lægðagangi og óhagstæðri tíð. Á öðrum árstímum var tiltölulega hægviðrasamt og loftþrýstingur og vindhraði voru í kringum meðallag þegar litið er á árið í heild.

Svifryk

Ryk árið 2024 var í meðallagi miðað við undanfarin ár, en ársmeðaltal $PM_{2,5}$ var $4,0$ $\mu g/m^3$. Hæsta meðalgildi dags var $PM_{2,5}$ $53,3$ $\mu g/m^3$, þ. 1.1, og er það yfir heilsuverndarmörkum (50 $\mu g/m^3$). Orsök þessa háa meðaltals eru flugeldar sem sprengdir voru eftir miðnætti á áramótunum og það á einnig við um hæstu klukkustundargildin, en hæsta stundargildið mældist $PM_{2,5}$ $482,1$ $\mu g/m^3$ á miðnætti þ. 1.1. Alls mældust 9 stundir yfir 50 $\mu g/m^3$ af $PM_{2,5}$ á árinu.

Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) á Hvaleyrarholti var $1,8$ $\mu g SO_2/m^3$ og er það aðeins yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru 20 $\mu g SO_2/m^3$. Hæsta meðaltal dags var $91,7$ $\mu g SO_2/m^3$ þ. 23.4 í norð-norðaustan andvara og er undir heilsuverndarmörkum (125 $\mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klst. var $327,5$ $\mu g SO_2/m^3$ þ. 11.6 kl. 10 í norðan kuli, sem er einnig undir heilsuverndarmörkum (350 $\mu g/m^3$). Hlutfall þess SO_2 sem alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2024 var að rúmum helmingi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahnrauni sem líklegar uppsprettur, ásamt fjölda eldgosa á Reykjanesi. Tæpur helmingur barst þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) við Lónakot var $0,3$ $\mu g SO_2/m^3$. Hæsta meðaltal dags var $23,1$ $\mu g SO_2/m^3$ þ. 23.4 í austan andvara og hæsta meðaltal klst. var $94,2$ $\mu g SO_2/m^3$ þ. 11.6 kl. 9 í suðaustan andvara.

Brennisteinsvetni

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á Hvaleyrarholti var $2,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags var $24,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 9.2 í sunnan kuli og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $68,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 5.2 á miðnætti í austlægri golu. 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 $0,01 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er langt undir gróðurverndarmörkunum $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$. Meginuppspretta flúors er álverið til suðvesturs af stöðinni. Hæsta mæligildi upp á $0,12 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ mældist þ. 28.10 í suðlægri golu. Sex eldgos á Reykjanesi kunna að hafa haft áhrif á flúor mælingar á árinu.

Nituroxíð

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO_2) á Hvaleyrarholti var $3,7 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ sem er það lægsta sem mælist hefur undanfarin 10 ár. Hæsta meðaltal dags var $20,7 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 28.2 í austlægu kuli rétt yfir frostmarki, og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $84,7 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 9.2 kl. 8 í sunnan andvara og frosti, og er það einnig undir heilsuverndarmörkum klukkustundar ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni var $4,7 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags var $27,1 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 9.2 í sunnan kuli og frosti. Hæsta meðaltal klukkustundar var $135,6 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ einnig þ. 9.2 kl. 8 í sunnan andvara og frosti.

Heildarsamantekt

Í heild voru mælingar ársins 2024 í meðallagi og lækkuðu flestir mælipættir á milli ára. Eini mælipátturinn sem hækkaði á milli ára, þó lítið hafi verið, var brennisteinstvíoxíð. Sú hækkun er að öllum líkindum vegna eldgosa á Reykjanesi þar sem nokkur óvenju há gildi mældust á dögum þar sem gosmengun lá yfir höfuðborgarsvæðið. Suðvestanáttir eru óalgengar en á árinu var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans sem er sambærilegt fyrri árum. Ráðandi áttir eru sem fyrr sunnan- til austanáttir og svo norðnorðaustanátt þar á eftir. Mælingar á árinu voru flestar vel undir umhverfismörkum en aðeins fór 1 dagur og 9 stundargildi svifryks yfir mörkin og eru þau öll af völdum flugelda. Líkt og á síðasta ári mældist brennisteinstvíoxíð mun lægra við Lónakot en á Hvaleyrarholti.

Tafla 1		Samantekt Hvaleyrarholt			
		Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Svifryk	PM ₁₀ μm	PM _{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*	
Ársmeðaltal	-	4,0		40/20	Heilsuv.m. PM ₁₀ /PM _{2,5}
Hæsta dagsgildi	-	53,3	(1)	50 (35)	Hvm. PM ₁₀
Hæsta stundargildi	-	482,1	(9)		
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal	1,8			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	91,7		(0)	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	327,5		(0)	350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	2,1			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	24,1		(0)	50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	68,1				
Flúor	HF	F_{ryk}	F_{alls}	HF	
Meðaltal maí-nón	0,01	0,01	0,03	0,4	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	0,06	0,06	0,12		
Hæsta 5 daga gildi	0,03	0,03	0,06		
Nituroxíð	NO	NO₂	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,0	3,7	4,7	40/30	Hvm.NO ₂ / Grvm.NO _x
Hæsta dagsgildi	7,1	20,7 (0)	27,1	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	50,9	84,7 (0)	135,6	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	23,1		(0)	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	94,2		(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})	9
Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni.....	12
Flúor.....	17
Nituroxíð	19
Tilvísanir	22
Viðauki 1. Mælingar og gröf	22

1. Inngangur

Mælingar í lofti á Hvaleyrarholti

Fjallað er um niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti og við Lónakot fyrir árið 2024. Mælingar þessar eru hluti af umhverfissvöktun 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 (SO_2) 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.

Álfraðleiðsla 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 230.000 tonn/ár. Framleiðsla ársins 2023 var 208.830 tonn.

2. Mælingar

Mælipættir og mælistaðir

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$, nituroxíð (NO , NO_2 , NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO_2), brennisteinsvetni (H_2S) 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 sem brennisteinstvíoxíð (SO_2) er mælt. Einnig er veðurgögnum safnað á stöðinni.

Mælingar eru gerðar með 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 (PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$).

Rekstur tækjabúnaðar gekk nokkuð vel yfir árið, þrátt fyrir nokkra hnökra. NO_x mælitæki bilaði um miðjan október og var tekin ákvörðun um að taka tækið úr notkun frekar en að ráðast í viðgerðir á því. Líkt og áður bárust engin PM_{10} mæligögn vegna bilunar í tæki árið 2021.

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
NO	Nituroxíð
NO₂	Niturtvíoxíð
NO_x	Summa nituroxíða og niturtvíoxíða

Flúor í náttúrulegu ástandi er yfirleitt á formi flúoríðs og 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 samiburðar 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 árið 2024. 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

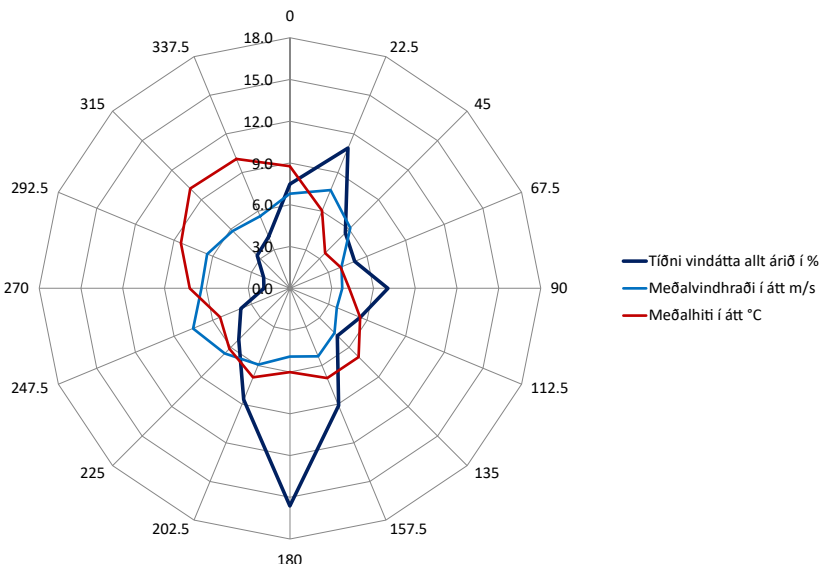
Meðalhiti ársins á Hvaleyrarholti mældist 6,4°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,6 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og norðnorðaustlægar áttir (mynd 1). Nýtt eru gögn frá vindmælistöð Hafnarfjarðarhafna á vesturenda Straumsvíkurhafnar.

Meðalhiti við Lónakot mældist 4,3°C, meðalvindhraði mældist 4,1 m/s og algengustu áttir voru vestan og austan áttir (mynd 2).

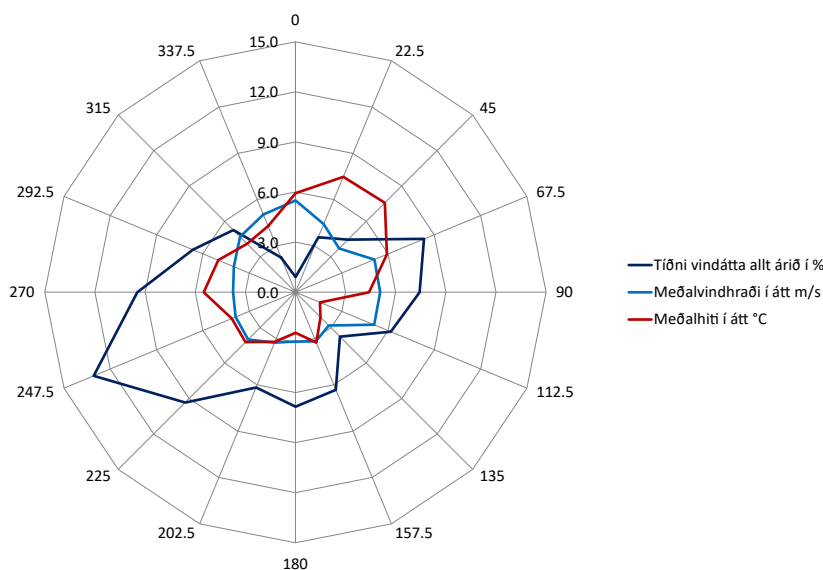
M.t.t. mengunaráhrifa í nærliggjandi íbúabyggð þá má segja að vindáttir séu afar hagstæðar í Straumsvík. Algengustu vindáttir að sunnan til suðaustan blása af iðjuverinu út á haf og langt er til byggðar þegar blæs úr norðnorðaustanátt. Suðvestanáttir sem bera mengun yfir Hafnarfjörð og Reykjavík hafa verið óalgengar mörg undanfarin ár en árið 2024 var tíðni þeirra ráðandi um 17% tímans, sem er sambærilegt fyrri árum.

Tafla 3 Veðurgögn meðaltöl

		Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s		Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s
Straumsvík Hvaleyrarholt Lónakot	2024			2024		
	Jan-des		5,6	Apríl-okt		5,4
	Jan-des	6,4		Apríl-okt	9,5	
	Jan-des	4,3	4,1	Apríl-okt	7,1	3,8



Mynd 1. Vindrós Straumsvík 2024, 10 mín. mæligögn.



Mynd 2. Vindrós Lónakot 2024, 10 mín. mæligögn.

Veðurlýsing ársins (2)

Veturinn 2023 til 2024 var nokkuð hagstæður. Það var tiltölulega hægviðrasamt, þurrt og tíð góð. Illviðri voru með færra móti. En það var kalt og hiti var vel undir meðallagi um land allt.

Meðalhiti vorsins var nærri meðallagi. Apríl var kaldur, sérstaklega á Norðausturlandi. Þar var úrkomusamt og nokkuð snjópungt fram eftir mánuðinum, en þurrt annarsstaðar á landinu. Maí var aftur á móti hlýr. Þá var blautt suðvestanlands, en þurrt og sólríkt á Norðausturlandi.

Sumarið (júní til september) var óvenjukalt miðað við sumur þessara aldar og hlýir dagar voru fáir. Hiti var undir meðallagi á landsvísu alla mánuði sumarsins nema í júlí, en þá voru ágætis hlýindi á Norðaustur- og Austurlandi. Lofþrýstingur var óvenjulega lágur, þá sérstaklega í ágúst. Í Reykjavík var meðalloftþrýstingur t.a.m. sá lægsti sem mælst hefur í ágústmánuði frá upphafi mælinga 1820. Sumarið einkenndist af lægðagangi og óhagstæðri tíð. Nokkuð langvinnt norðanhret gekk yfir landið í byrjun sumars og óvenjumikið snjóaði á norðanverðu landinu miðað við árstíma. Eftir það tók við mikil vætutíð og var sumarið óvenjulega blautt, sérstaklega á Vestur- og Norðurlandi. Júlí var sérstaklega blautur á vestanverðu landinu og ágúst á norðanverðu landinu. Mikil vatnsveður gengu yfir landið nokkrum sinnum yfir sumarið. Því fylgdu miklir vatnavextir í ám og lækjum og aurskriður féllu víða á þeim stöðum þar sem rigndi hvað mest. Tíð var mun hagstæðari í september, sem var tiltölulega þurr og sólríkur en kaldur.

Október var kaldur, hægviðrasamur og þurrari en í meðalári. Nóvember var svo alveg tvískiptur. Fyrri hlutinn var óvenjuhlýr og á mörgum veðurstöðvum hafa þessir fyrstu fjórtán nóvemberdagar aldrei mælst eins hlýir. Hlýjar og tiltölulega hvassar sunnanáttir voru allsráðandi þessa daga, með vætutíð sunnan- og vestanlands, en þurru og hlýju veðri á Norður- og Austurlandi. Nóvemberhitamet voru slegin á fjölda veðurstöðva um land allt. Hæstur fór hitinn í 23,8 stig á Kvískerjum í Örfæm, sem er hæsti hiti sem mælst hefur á landinu í nóvembermánuði. Það kólnaði hratt á landinu um miðjan nóvemberber og var hiti vel undir meðallagi út mánuðinn. Meðalhiti haustsins (október og nóvember) var undir meðallagi þrátt fyrir hlýindakafinn í byrjun nóvember.

Desember var svo tiltölulega kaldur. Það var þurrt á Norðaustur- og Austurlandi, en blautara vestanlands.

(Veðurstofa Íslands, 2025)

Svifryk (PM₁₀ og PM_{2,5})

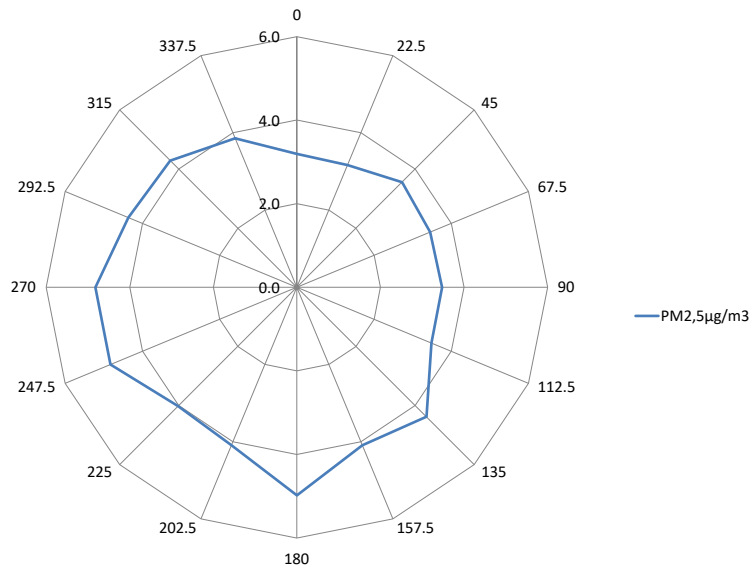
Mælt mánaðarmeðaltal og ársmeðaltal má sjá hér í töflu:

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			
2024	-	4,0	2023	-	4,4
Janúar	-	5,0	-	-	3,9
Febrúar	-	3,2	-	-	4,8
Mars	-	3,9	-	-	4,6
Apríl	-	4,3	-	-	3,9
Maí	-	3,4	-	-	4,7
Júní	-	4,6	-	-	4,7
Júlí	-	3,8	-	-	5,2
Ágúst	-	4,5	-	-	4,1
September	-	3,6	-	-	3,9
Október	-	3,6	-	-	3,3
Nóvember	-	4,1	-	-	5,5
Desember	-	3,9	-	-	3,9

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2024, mánaðarmeðaltöl ársins 2024 og ársins 2023 til samanburðar. Síðan 2021 hefur aðeins verið mælt PM_{2,5} vegna bilunar á PM₁₀ mælitæki.

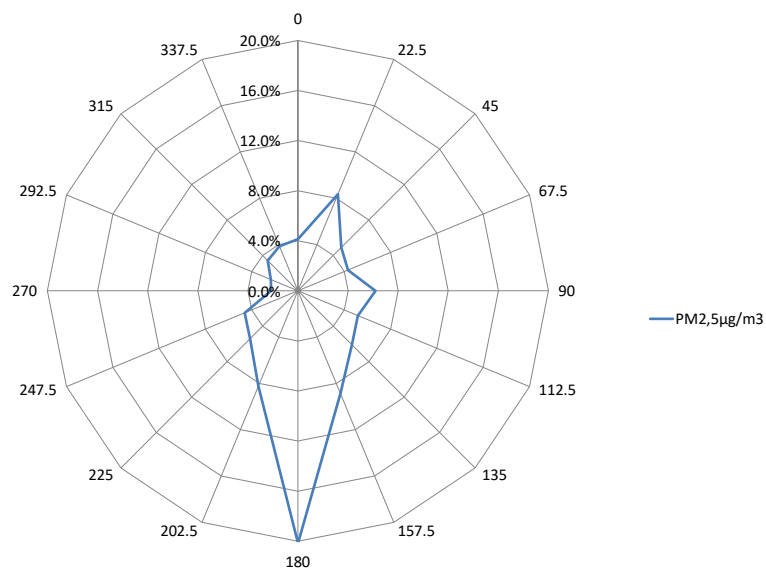
Ryk árið 2024 var í meðallagi miðað við undanfarin ár, en ársmeðaltal PM_{2,5} var 4,0 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM_{2,5} 53,3 µg/m³, þ. 1.1, og er það yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Orsök þessa háa meðaltals eru flugeldar sem sprengdir voru eftir miðnætti á áramótunum og má einnig sjá það í klukkustundargildunum þar sem 9 hæstu gildin mælast í kringum þann tíma. Hæsta stundargildið mældist PM_{2,5} 482,1 µg/m³ á miðnætti og eru hin átta gildin öll yfir 50 µg/m³ af PM_{2,5}. Næsthæsta dagsgildi ársins var PM_{2,5} 18,6 µg/m³, þ. 27.8 í austan golu, sem er undir heilsuverndarmörkum. Það sama á við um hæsta stundargildi sem ekki orsakast af flugeldum, en það var PM_{2,5} 47,5 µg/m³, þ. 10.4, í suðaustlægu kuli.

Svifryk (PM_{2,5}) er upprunið nokkuð jafnt úr öllum áttum árið 2024, eins og sjá má á mynd 3. Hæstu gildi ársins sem mældust á fyrstu og síðustu klukkustundum ársins eru öll upprunnin úr sunnanátt og eru af sökum flugelda. Í suðvestan til vestanáttum eru líklegar uppsprettur ryks Reykjanesbrautin, álverið, iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni og bílastæði Golfklúbbs Keilis, ásamt fjölmörgum eldgosum á Reykjanesi. Í norðaustan til suðaustanáttum eru líklegar uppsprettur sandstormar frá þurrum svæðum á hálendinu eða jökulsöndum á suðurstöndinni og umferð á höfuðborgarsvæðinu.

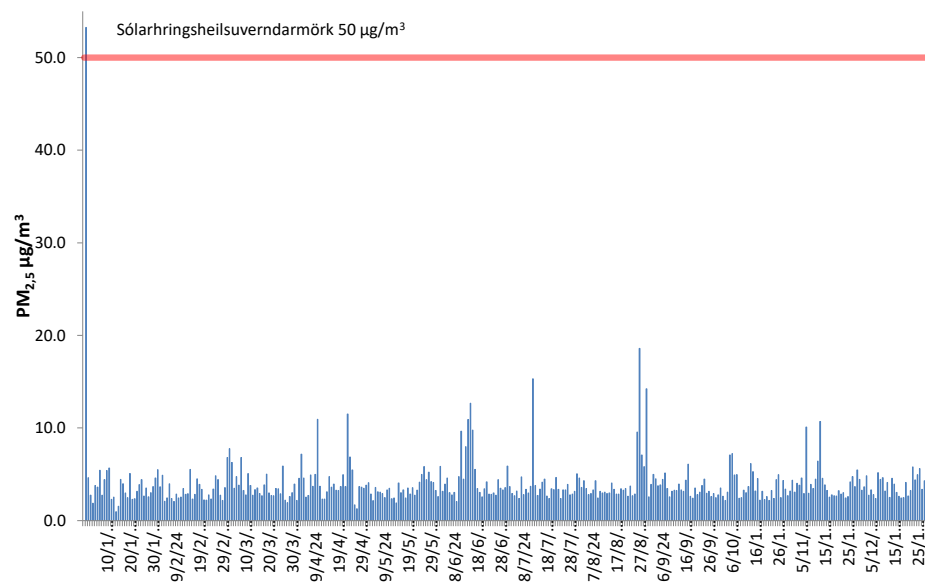


Mynd 3. Meðalstyrkur svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2024 sem fall af vindátt.

Stór hluti svifryks sem mælist á svæðinu fæst úr suðlægum áttum, eins og sjá má mynd 4, 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. Einnig má telja líklegt að svifryk hafi borist frá fjölda eldgosa á Reykjanesskaga á árinu.



Mynd 4. Magnuppspretta svifryks 2024 sem fall af vindátt.



Mynd 5. Svifryk 2024, dagsmeðaltöl.

Mynd 5 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl PM_{2.5} fyrir árið 2024.

Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni

Mánaðarmeðaltöl á brennisteinssamböndum í lofti má sjá í töflu 5.

Tafla 5		Mánaðarmeðaltöl brennisteinsefna í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Tímabil	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2 Hvaleyrraholt	Brenni- steinsvetni H_2S Hvaleyrraholt	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2 Lónakot		Brenni- steins- tvíoxíð SO_2 Hvaleyrraholt	Brenni- steinsvetni H_2S Hvaleyrraholt	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2 Lónakot
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				
2024	1,8	2,1	0,3	2023	1,7	3,4	0,3
Janúar	1,2	3,7	0,3		1,8	4,3	0,3
Febrúar	0,9	4,1	0,2		2,2	1,2	0,0
Mars	1,1	4,6	0,0		1,0	4,0	0,9
Apríl	4,9	1,9	1,1		0,8	3,0	0,2
Maí	0,4	0,8	0,1		1,8	1,2	0,1
Júní	2,6	0,8	0,6		1,1	1,2	0,0
Júlí	0,1	0,7	0,1		2,2	1,5	0,6
Ágúst	1,8	1,0	0,6		1,3	2,7	0,2
September	0,5	1,4	0,2		(1,9)	(1,0)	0,4
Október	1,0	3,6	0,2		(0,7)	(9,3)	0,2
Nóvember	3,3	1,0	0,4		1,6	5,9	0,6
Desember	3,4	1,6	0,2		2,0	6,4	0,4

Í töflunni má sjá meðaltöl árána 2015-2024, mánaðarmeðaltöl ársins 2024 og ársins 2023 til samanburðar.

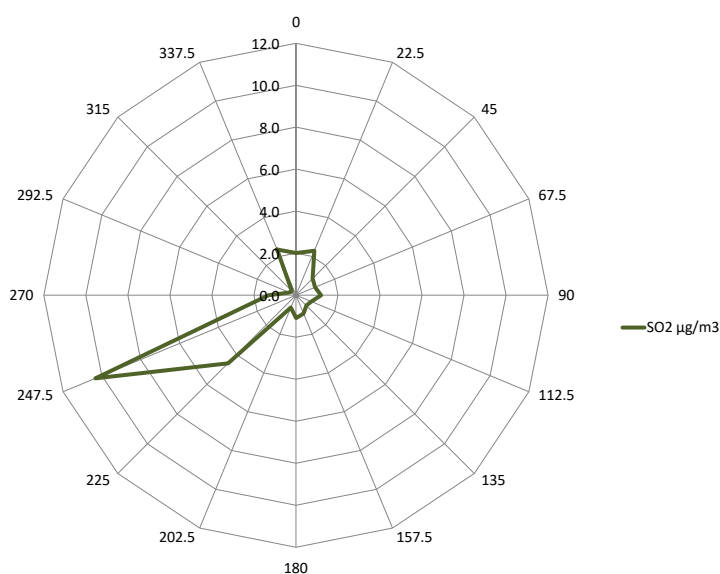
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) á Hvaleyrraholti var $1,8 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og er það aðeins yfir meðallagi miðað við undanfarin ár. Gróðurverndarmörk árs eru $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Í venjulegu árferði mælist SO_2 nokkuð jafnt í milli ára. Gera má ráð fyrir að fjölmörg eldgos á Reykjanesi á árinu hafi haft áhrif niðurstöður brennisteinstvíoxíðs, en alls gaus sex sinnum á árinu. Eins má sjá hækkun í ársmeðaltali árið 2015 þegar gaus í Holuhrauni og aftur árin 2021 og 2023 þegar gaus á Reykjanesi.

Hæsta meðaltal dags var $91,7 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.4 í norð-norðaustan andvara og er undir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klst. var $327,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 11.6 kl. 10 í norðan kuli, 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 var $23,1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.4 í austan andvara og hæsta meðaltal klst. var $94,2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 11.6 kl. 9 í suðaustan andvara.

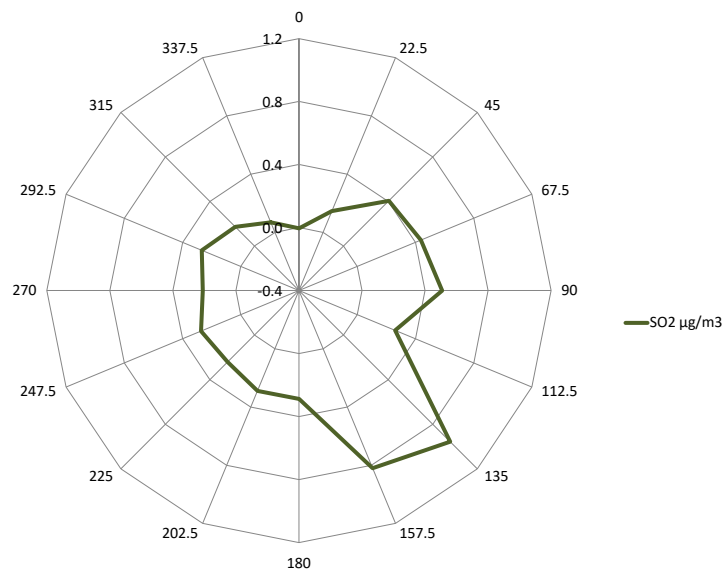
Hæstu SO₂ gildi sem mældust á báðum stöðvum voru á dögum þar sem mikil gosmóða frá eldgosum á Reykjanesi lá yfir öllu höfuðborgarsvæðinu og víðar. Þetta á sérstaklega við um toppa sem komu fram dagana 23.4, 11.6, 26.8 og 26-27.11. Það má því telja mjög líklegt að eldgos séu orsök þessara hágilda.

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 6. Hlutfall þess SO₂ sem alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2024 var að rúmum helmingi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur, ásamt fjölda eldgosa á Reykjanesi. Tæpur helmingur barst þá úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.

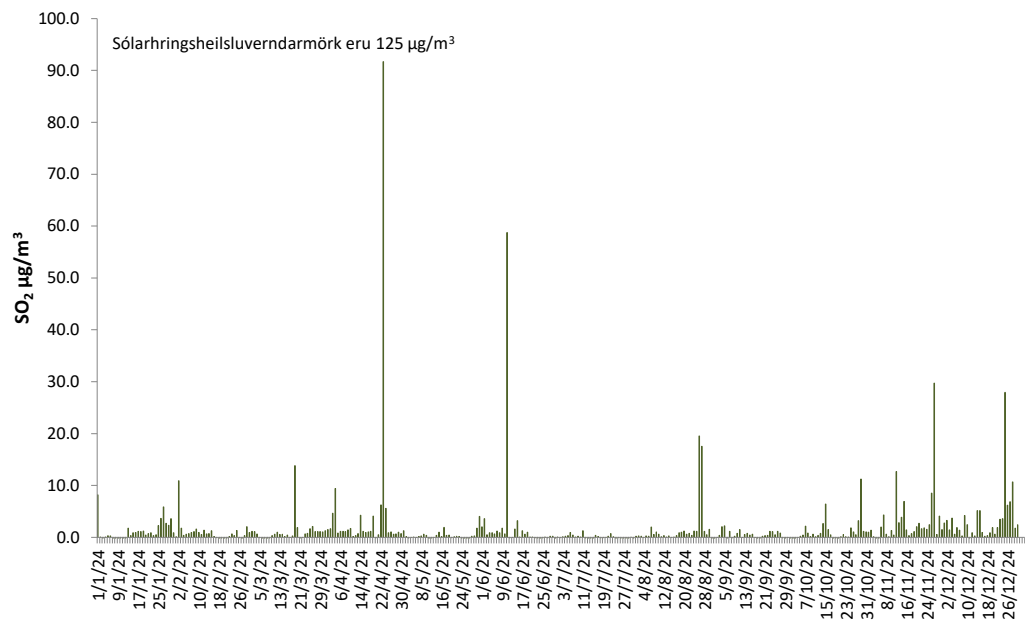


Mynd 6. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs á Hvaleyrarholti 2024 sem fall af vindátt.

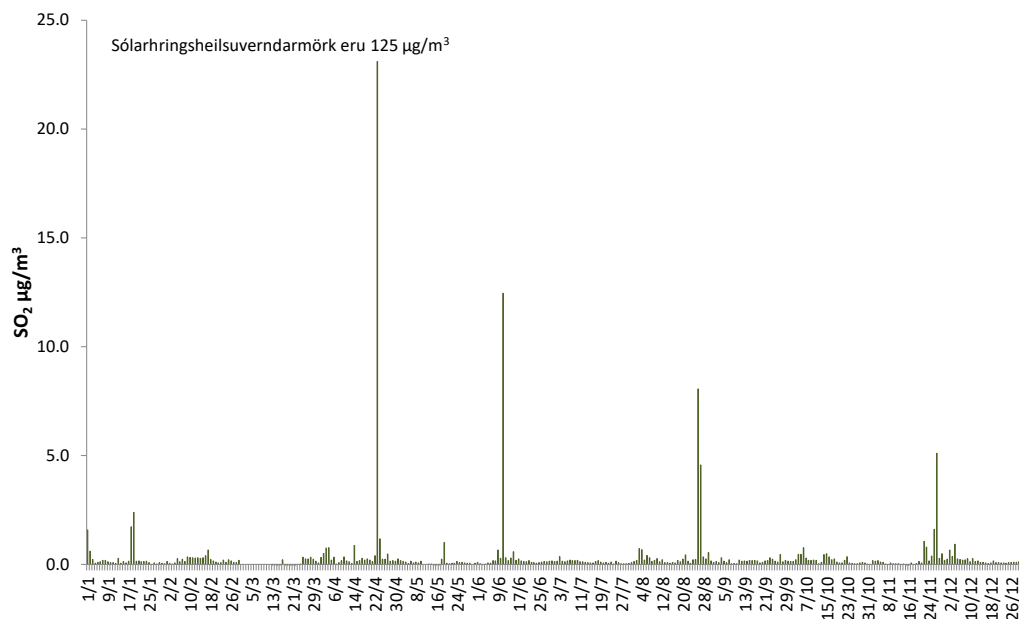
Við Lónakot barst þriðjungur þess SO₂ sem mældist á stöðinni úr sunnan- og suðaustanátt. Það má því áætla að meginuppspretta SO₂ á stöðinni sé umferð á Reykjanesbrautinni enda liggur stöðin nálægt henni. Rúmur fjórðungur SO₂ barst úr norðaustanátt með álverið sem líklega uppsprettu, og tæpur fjórðungur barst úr suðvestanátt með eldgos á Reykjanesi sem líklega uppsprettu.



Mynd 7. Meðalstyrkur brennisteinvíoxíðs við Lónakot 2024 sem fall af vindátt.



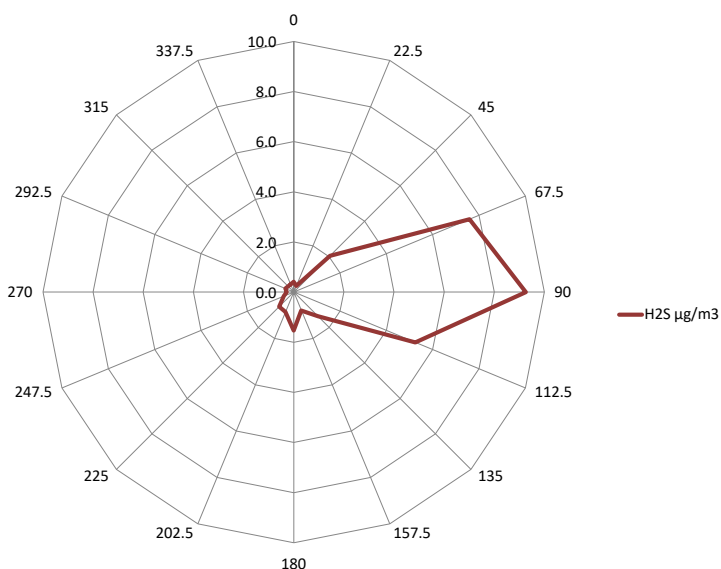
Mynd 8. Brennisteinvíoxíð á Hvaleyrarholti, dagsmeðaltöl 2024.



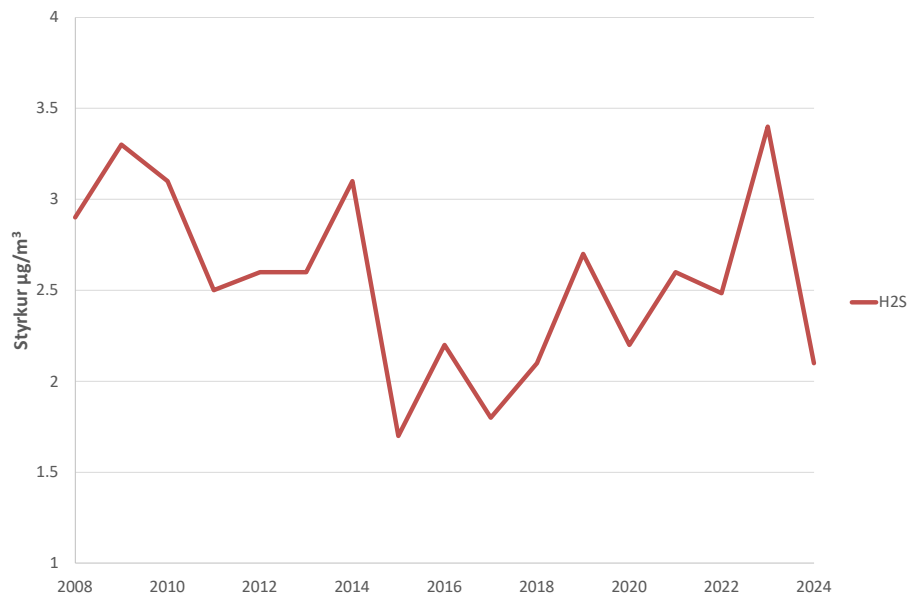
Mynd 9. Brennisteinstvíoxíð við Lónakot, dagsmeðaltöl 2024.

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á Hvaleyrarholti var $2,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags var $24,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 9.2 í sunnan kuli og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $68,1 \mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 5.2 á miðnætti í austlægri golu.

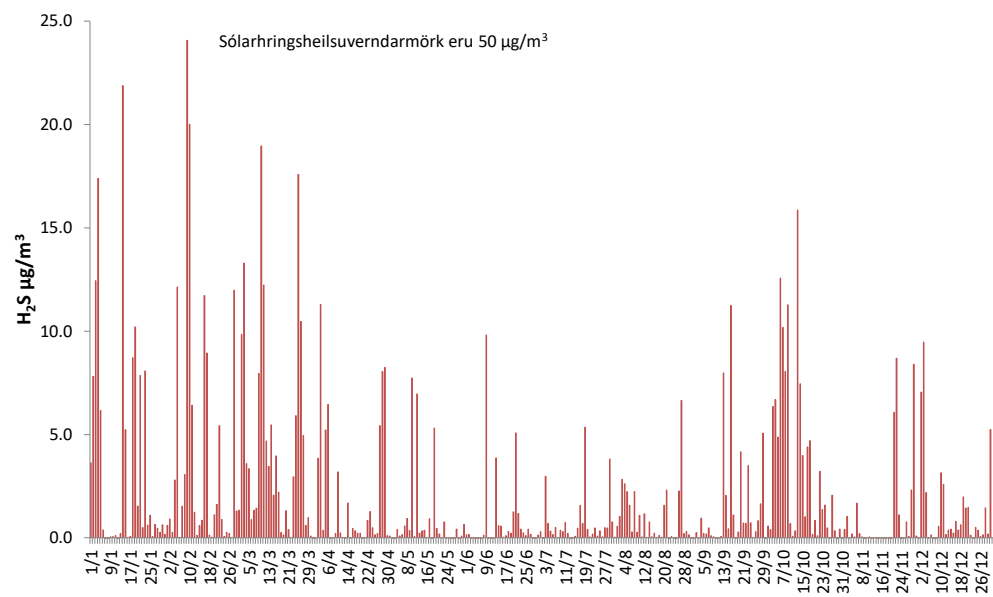
Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði. Ársmeðaltal brennisteinsvetnis á Hvaleyrarholti hefur rokkað nokkuð mikið á milli ára. Mikil lækun árið 2015 gæti stafað af H_2S hreinsistöð sem Orka Náttúrunnar tók í notkun árið 2014, en síðan þá hefur styrkur H_2S farið hækkandi aftur, þó með miklum breytileika.



Mynd 10. Meðalstyrkur brennisteinsvetnis 2024 sem fall af vindátt.



Mynd 11. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis 2008-2024.



Mynd 12. Brennisteinsvetni, H₂S, dagsmeðaltöl 2024.

Flúor

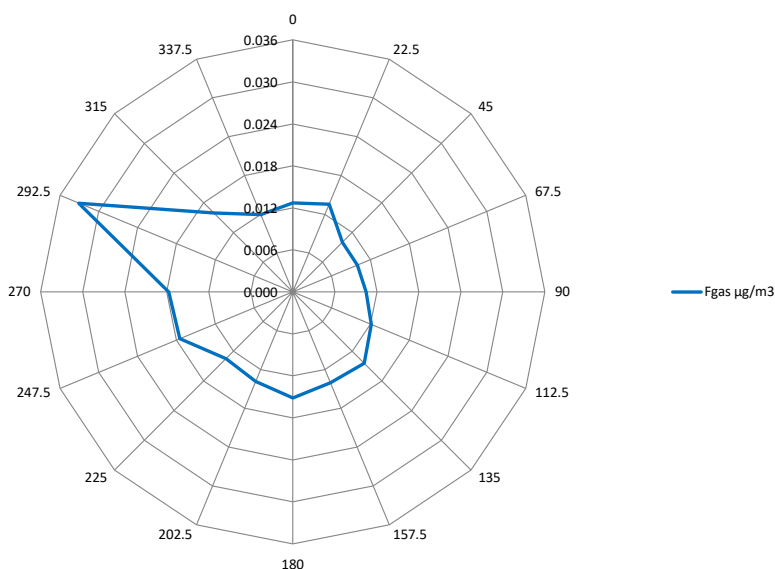
Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti má sjá í töflu 6.

Tafla 6		Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti			
		í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
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	
	2023	0,01	0,03	0,04	
	2024	0,01	0,01	0,03	2023 0,04
Apríl					0,04
Maí		0,01	0,01	0,02	0,06
Júní		0,01	0,01	0,02	0,03
Júlí		0,01	0,02	0,03	0,03
Ágúst		0,01	0,02	0,03	0,05
September		0,01	0,01	0,02	0,03
Október		0,01	0,01	0,03	0,03
Nóvember		0,02	0,02	0,04	

*Galli í sýnatöku 2020.

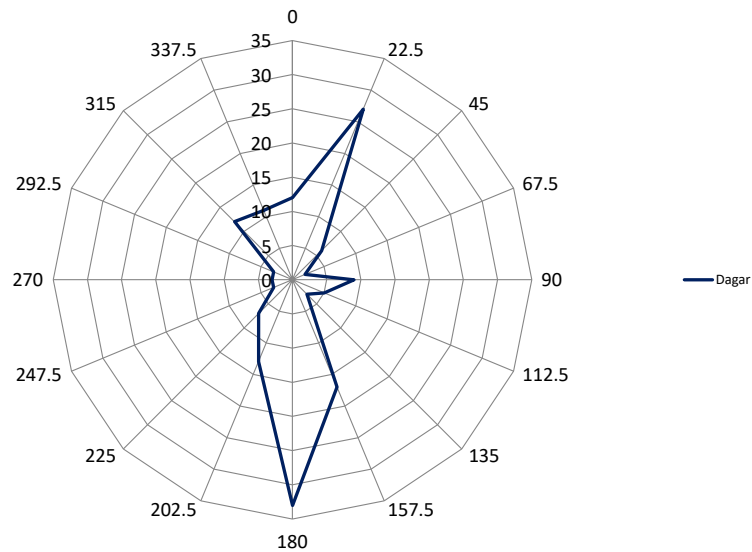
Mistök voru gerð við uppsetningu á fyrsta síuskammti ársins og féll því sýnataka niður í apríl. Vegna þessara mistaka var auka síuskammti bætt við í lokin, sem náði fram í miðjan nóvember.

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskenntan flúor, reiknaðan sem HF, var $0,01 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er langt undir gróðurverndarmörkunum, $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$. Meginuppspretta flúors er álverið til suðvesturs af stöðinni, en á mynd 13 má sjá að hæstu flúorgildin koma fram í vestlægum áttum. Hæsta mæligildi upp á $0,12 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ mældist þ. 28.10 í suðlægrí golu.



Mynd 13. Flúor í lofti, sem fall af vindátt, allir mældagar apríl-sept 2024.

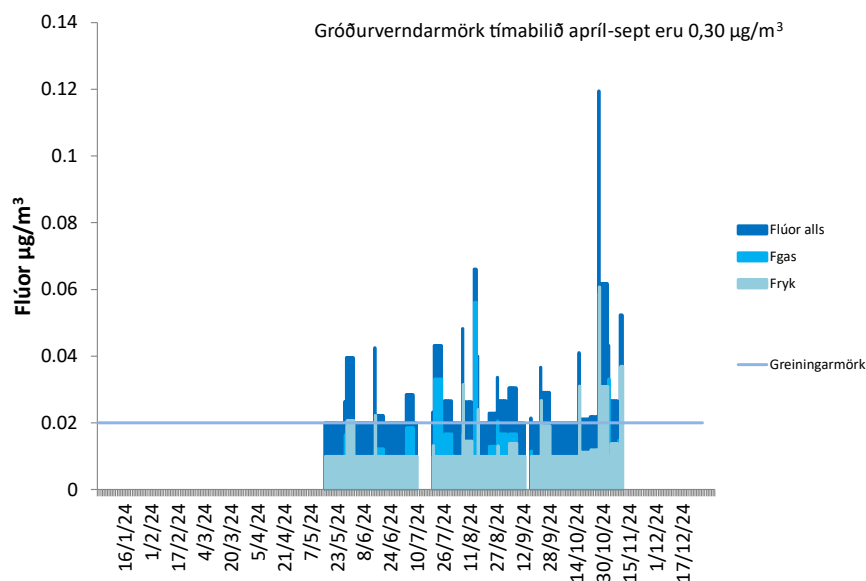
Styrkur flúors ræðst að mestu leyti af vindáttum en suðvestanáttir þannig að standi af álverinu á stöðina eru ekki algengar. Árið 2024 voru 23 dagar á mælitímabilinu sem flokkuðust í suðvestan megináttir ($202,5^{\circ}$ - $247,5^{\circ}$), sem er sambærilegt og undanfarin ár.



Mynd 14. Vindrós, mældagar flúors flokkaðir í megináttir 2024.

Sjá má á mynd 14 vindrós fyrir mældaga flúors á tímabilinu maí-nóvember, hver dagur flokkaður í eina meginátt sem taldist ríkjandi þann dag. Mæliásinn sýnir fjölda daga sem flokkaðast í hverja átt og alls má t.d. sjá að sjö dagar eru skilgreindir með ríkjandi suðvestanátt (225°) á þessu tímabili. Á mynd 15 má sjá mæligildi flúors (1 og 5 daga) á tímabilinu frá maí fram í nóvember.

Sex sinnum gaus á Reykjanesi á árinu, þar af tvisvar á mælitímabilinu. Þessi eldgos kunna að hafa haft áhrif á flúor í lofti þó það sjáist ekki með afgerandi hætti í niðurstöðum.



Mynd 15. Flúor í lofti, 1 dags og 5 daga meðaltöl á vaxtartímabili gróðurs 2024.

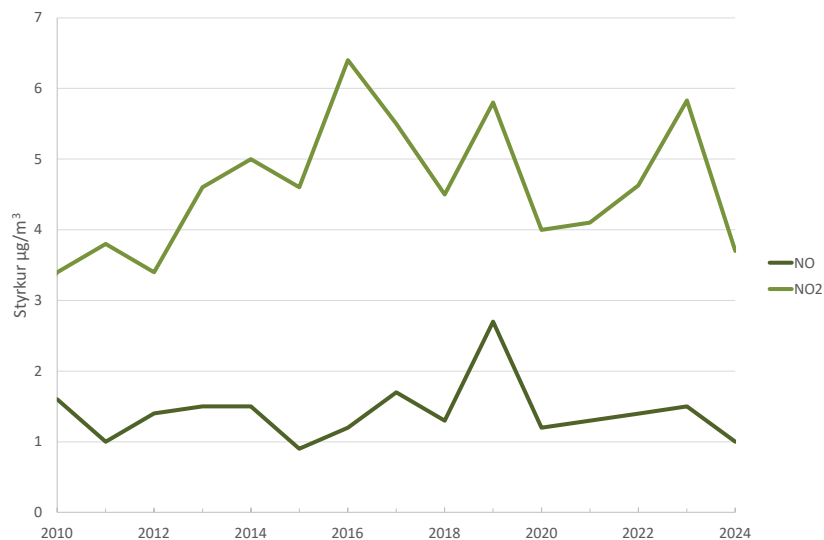
Nituroxíð

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 NO ₂	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		
2024	1,0	3,7	4,7	2023	7,3
Janúar	0,5	6,3	6,8		
Febrúar	1,3	8,5	9,8		
Mars	0,9	4,4	5,3		
Apríl	0,6	3,1	3,7		
Maí	1,0	2,0	2,9		
Júní	0,9	1,3	2,2		
Júlí	1,2	2,0	3,2		
Ágúst	1,3	2,3	3,6		
September	1,0	2,9	3,9		
Október	1,5	5,3	6,8		
Nóvember					
Desember					

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2024, mánaðarmeðaltöl ársins 2024 og NO_x mánaðarmeðaltöl ársins 2023 til samanburðar. NO_x mælitækið bilaði um miðjan október og vantar af þeim sökum mælingar fyrir síðustu mánuði ársins.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO₂) á Hvaleyrarholti var 3,7 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ sem er það lægsta sem mælst hefur undanfarin 10 ár. Þó verður að taka inn í reikninginn að mælingar vantar fyrir síðustu 2,5 mánuð ársins, en nituroxíð mælast að jafnaði hærri á veturna. Hæsta meðaltal dags var 20,7 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 28.2 í austlægu kuli rétt yfir frostmarki, og er það undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var 84,7 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 9.2 kl. 8 í sunnan andvara og frosti, og er það einnig undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

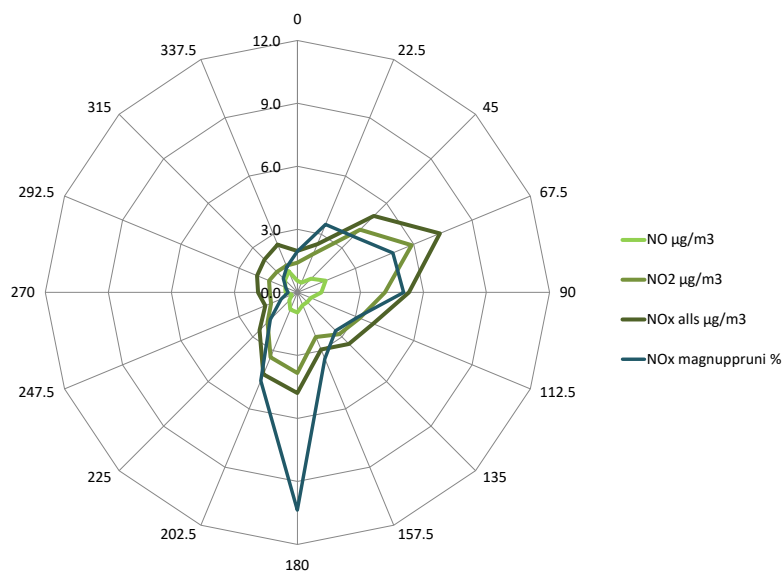


Mynd 16. Ársmeðalstyrkur nituroxíðs og niturtvíoxíðs 2010-2024.

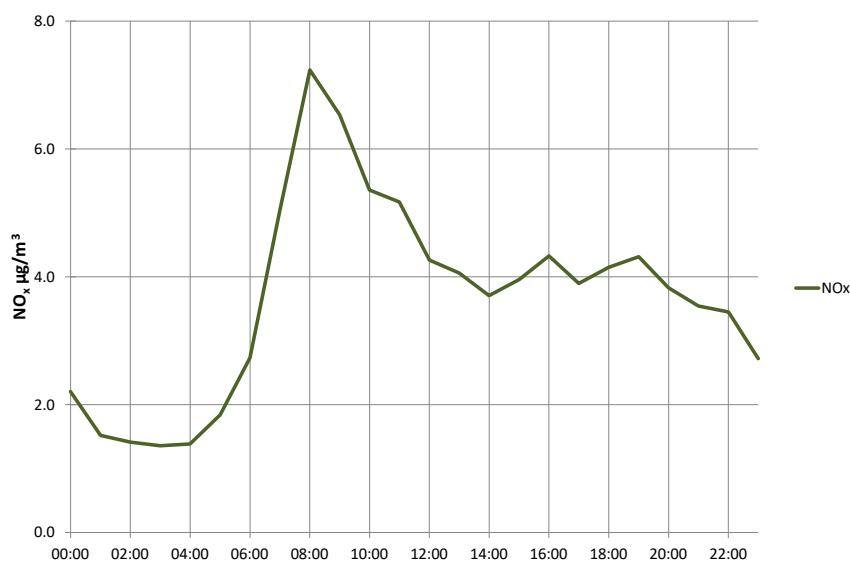
Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni var $4,7 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags var $27,1 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ þ. 9.2 í sunnan kuli og frosti. Hæsta meðaltal klukkustundar var $135,6 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ einnig þ. 9.2 kl. 8 í sunnan andvara og frosti.

Mynd 17 sýnir nituroxíð (NO_x) sem fall af vindátt 2024, 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 18. Meginuppspretta NO_x er bílaumferð í nærumhverfi og Reykjanesbraut og frá umferð á höfuðborgarsvæðinu úr norðaustri.

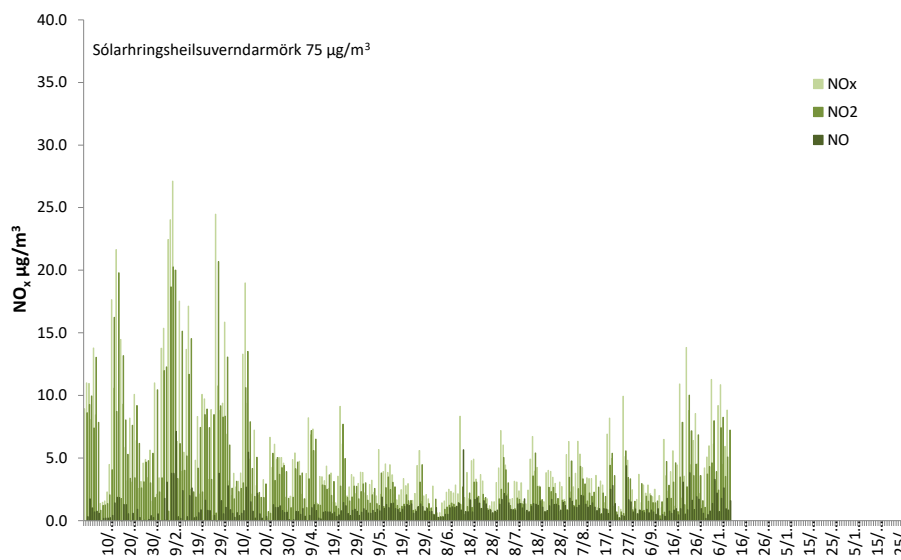


Mynd 17. Nituroxíð (NO_x) 2024 sem fall af vindátt, meðalstyrkur í átt og magnuppruni.



Mynd 18. Nituroxíð (NO_x) 2024, meðalstyrkur sem fall af tíma dags.

Mynd 19 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl NO , NO_2 og NO_x fyrir 2024. 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 19. Nituroxíð, dagsmeðaltöl 2024.

Tilvísanir

- 1 Veðurstofa Íslands. (2025, 18. febrúar). *Tíðarfar ársins 2024*.
<https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-arsins-2024>

Viðauki 1. Mælingar og gröf

Sjá meðfylgjandi Excel skrá

Samantekt Hvaleyrarholt 2024 send
Samantekt Lónakot 2024 send