

LOFTDREIFILÍKAN

ENDURSKOÐUN Á ÞYNNINGARSVÆÐI OG SVÆÐIS
TAKMARKAÐRAR ÁBYRGÐAR VEGNA ÁLVERSINS Í
STRAUMSVÍK

ÚTGÁFA 1.4
3 NÓVEMBER 2020



RESOURCE INTERNATIONAL EHF
Vallarkór 4
203 Kópavogi
www.resource.is
Tel: +354 571 5864

Samantekt

Í þessari skýrslu eru birtar niðurstöður um áætlaða dreifingu mengunarefna í lofti vegna núverandi starfsemi Álvers ISAL í Straumsvík fyrir tímabilið 2014 - 2018 ásamt tveimur sviðsmyndum. Markmið skýrslunnar var að skoða styrk mengunarefna (SO_2 , PM_{10} og HF) innan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar (fyrir HF) og innan þynningarsvæðis fyrir loftmengun (fyrir SO_2 og PM_{10}). Viðmiðunarmörk fyrir styrk mengunarefna gilda vanalega utan við þessi tvö svæði en þar sem markmið skýrslunnar var að skoða dreifingu innan þessara svæða er notast við viðmiðunarmörk er varða heilsu- og gróðurvernd eins og þau koma fram í reglugerðum og viðmiðum yfirvalda. Mynd 1 sýnir útlínur svæðis takmarkaðrar ábyrgðar (rauð brotalína) og þynningarsvæði vegna loftmengunar (græn brotalína).



Mynd 1 Útlínur svæðis takmarkaðrar ábyrgðar og þynningarsvæði vegna mengunar.

Helstu niðurstöður eru:

Reiknuð gildi innan þynningarsvæðis:

Brennisteinsdíoxíð (SO_2)

- Reiknað 1 klst. meðalgildi fyrir SO_2 fór ekki yfir mörk ($350 \mu\text{g} / \text{m}^3$) á tímabilinu 2014 – 2018. Hæstu einstaka 1 klst. gildi voru á milli 186 til $236 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (Tafla 1).
- Reiknað 24 klst. meðalgildi fór ekki yfir mörk ($125 \mu\text{g} / \text{m}^3$) fyrir árin 2014 til 2017. Árið 2018 fór brennisteinsdíoxíð (SO_2) 11 sinnum yfir sólarhringsmörk. Hæsta 24 klst. gildi var $141,9 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (Tafla 1). Þessi hæstu einstöku gildi mældust yfirleitt í um 150 – 300 m fjarlægð suðvestur og norðaustur af kerskálunum.

- Reiknað langtímameðaltal (almanaksár) fór ekki yfir mörk ($20 \mu\text{g} / \text{m}^3$) fyrir tímabilið 2014 – 2018 (Tafla 1).
- Reiknað vetrarmeðaltal fór ekki yfir mörk ($20 \mu\text{g} / \text{m}^3$) fyrir tímabilið 2014 – 2018 (Tafla 1).

Svifryk (PM_{10})

- Reiknað 24 klst. gildi fór ekki yfir mörk ($50 \mu\text{g} / \text{m}^3$) á tímabilinu 2014 – 2018 (Tafla 1).
- Reiknað langtímameðaltal (almanaksár) fór ekki yfir mörk ($40 \mu\text{g} / \text{m}^3$) á tímabilinu 2014 – 2018 (Tafla 1).

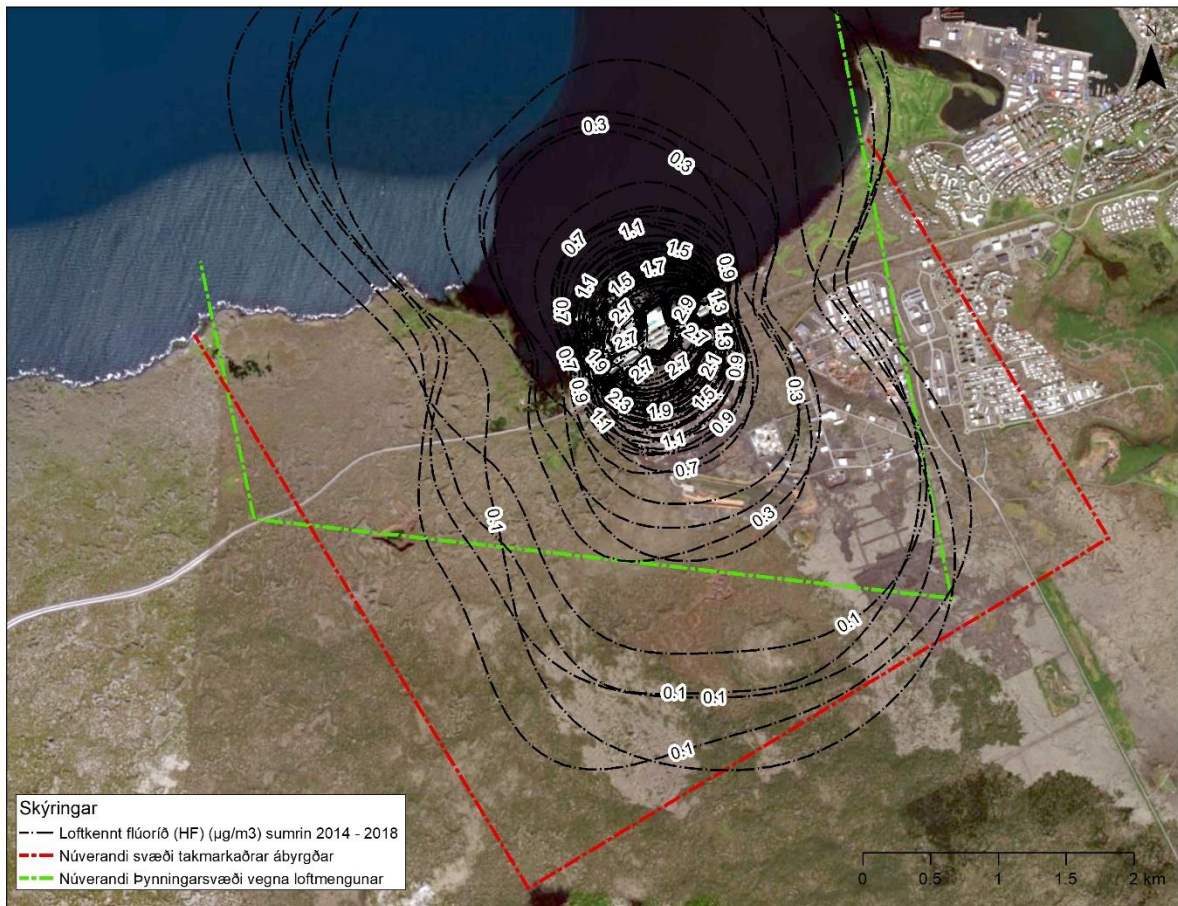
Tafla 1 Styrkur mengunarefna 2014 – 2018 innan þynningarsvæðis

Efni	Reiknaður styrkur ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	Viðmiðunarmörk ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)
Skammtíma meðaltal SO_2		
SO_2 1 klst. gildi (hæstu gildi)	186 – 236 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	350 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
SO_2 24 klst. gildi (hæsta gildi)	78,8 – 141,9* $\mu\text{g} / \text{m}^3$	125 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Skammtíma meðaltal PM_{10}		
PM_{10} 24 klst. (hæsta gildi)	10,7 – 13,4 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	50 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Langtíma meðaltal SO_2		
Almanaksár	11,1 – 13,3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Vetur	11,7 – 17,3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Langtímameðaltal PM_{10}		
Almanaksár	5,51 – 6,78 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	40 $\mu\text{g} / \text{m}^3$

Reiknuð gildi innan svæði takmarkaðrar ábyrgðar:

Loftkennt flúoríð (HF)

Reiknaður styrkur loftkennds flúoríðs fór yfir viðmiðunarmörk ($0,3 \mu\text{g} / \text{m}^3$) á vaxtartíma gróðurs innan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar fyrir öll árin 2014 – 2018 (Mynd 2). Þess ber að geta að reiknaður styrkur úr loftdreifilíkani er hærri en hefur mælst á loftgæðastöðinni á Hvaleyrarholti. Aftur á móti ber spá fyrir dreifingu HF og styrkur uppsafnað flúors í gróðri vel saman, þ.e. styrkurinn er mestur næst álverinu, hærri í ríkjandi vindátt og fellur sem fjær dregur álverinu. Tafla 3 sýnir svo hámarks gildi fyrir loftkennd flúoríðs sem mældust alltaf næst álverinu.



Mynd 2: Jafngildislinur (svartar brotalinur) fyrir langtíma meðaltalsgildi loftkenns flúoríðs yfir sumartímabil árunna 2014-2018. Viðmiðunarmörkin takmarkaðrar ábyrgðar eru $0,3 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

Tafla 2 Hámarksgildi á vaxtartíma gróðurs

Ár	Hámarks gildi á vaxtartíma gróður	Eining
2014	5,26	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2015	5,38	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2016	4,60	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2017	4,31	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2018	4,95	$\mu\text{g} / \text{m}^3$

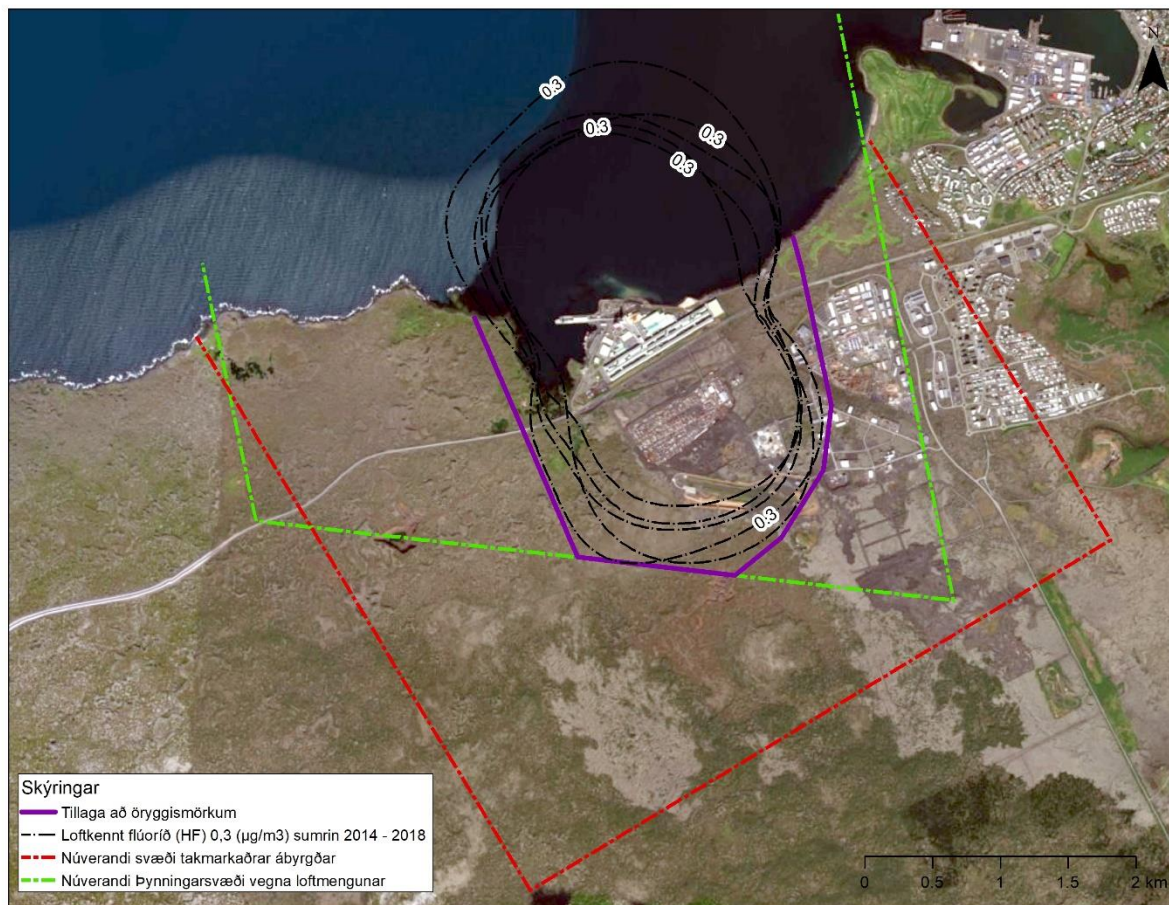
Sviðsmyndir

Auk útreikninga fyrir árin 2014 – 2018 voru settar upp tvær sviðsmyndir. Fyrri sviðsmyndin byggist á hámarks framleiðslugetu álversins miðað við núverandi tækjakost (230 þús. tonn) ásamt því að losun yrði samkvæmt fullnýtingu á viðmiðunarmörkum fyrir ársmeðaltal eins og þau eru í starfsleyfi (Tafla 3). Þessi sviðsmynd var heimfærð á rekstrarárið 2017. Seinni sviðsmyndin er byggð á þriggja klst. bilun í þurrhreinivirki 3 miðað við verstu skilyrði, einnig heimfært á rekstrarárið 2017.

- Sviðsmynd 1. sýnir að miðað við gefnar forsendur fer reiknaður styrkur SO₂ yfir 24 klst. viðmiðunarmörk næst innan þynningarsvæðisins næst álverinu og reiknaður styrkur HF yfir viðmiðunarmörk innan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar. Ekki er farið yfir önnur mörk.
- Sviðsmynd 2. sýnir að miðað við gefnar forsendur fyrir 3 klst. bilun í þurrhreinivirki 3 þá fer reiknaður styrkur HF og PM₁₀ margfalt yfir viðmiðunarmörk.

ReSource gerir eftirfarandi tillögu að öryggismörkum í kringum álverið (sjá Mynd 3) sem byggð er á ofangreindum reiknuðu niðurstöðum og grundvallast á hvar áætlað er að viðmiðunarmörkin 0,3 µg / m³ fyrir loftkennt flúoríð liggja. Ef skoðuð eru viðmiðunarmörk fyrir öll efnin og reiknaða dreifingu á þeim yfir þynningarsvæðið og svæði takmarkaðrar ábyrgðar þá er það einkum reiknaður styrkur flúoríðs sem fer yfir þau mörk innan umhverfismarka í kringum álverið. Því er hægt að draga ný umhverfismörk miðað við jafngildislínurnar 0,3 µg / m³ fyrir loftkennt flúoríð vitandi það að önnur efni fara ekki yfir sín viðmiðunarmörk utan jafngildislínanna fyrir flúoríð. Þetta eru því ystu mörk fyrir þau mengunarefni sem voru skoðuð. Þar sem að ADMS líkanið ofmetur styrk flúoríðs verða þessi mörk að teljast varfærnisleg.

ReSource leggur þó áherslu á að frekari mælingar (loftgæða- og gróðurmælingar) verði gerðar vestan við álverið og á þeim stöðum sem fyrirhugað er að byggja upp til þess að staðfesta betur niðurstöður ADMS líkansins og ná enn betur utan um dreifingu mengunarefna á svæðinu. Einnig er brýnt að horfa til heildarumhverfispáttá þegar metið er hvaða starfsemi henti á fyrirhuguðum uppbyggingarsvæðum. Allar forsendur, uppsetning líkans og tölur voru yfirfarnar og rýndar af CERC ráðgjafastofu í Bretlandi en CERC er leiðandi fyrirtæki í þróun umhverfishugbúnaðar fyrir loftdreifilíkön og tengdri ráðgjöf.



Mynd 3: Tillaga að öryggismörkum í kringum álverið (fjólublá lína).

Skilgreiningar og orðskýringar:

Gróðurverndarmörk: eru mörk sem miða að því að vernda gróður gegn skaðlegum áhrifum af völdum þeirra efna sem reglugerð þessi gildir um.

Heilsuverndarmörk: eru mörk sem eiga að tryggja heilsu manna til lengri tíma.

Mengunarefni: eru efni sem eru í andrúmslofti og líklegt er að hafi skaðleg áhrif á heilbrigði manna og/eða umhverfið í heild.

Svæði takmarkaðrar ábyrgðar: Á svæði takmarkaðrar ábyrgðar gildir varðandi flúoríð, sbr. ákvæði 12. Greinar í Aðalsamningi um lagagildi samnings milli ríkisstjórnar Íslands og Swiss Aluminium Ltd., um álbræðslu við Straumsvík. Aðalsamningur var staðfestur með lögum nr. 76/1966.

Þynningarsvæði: Þynningarsvæði sbr. 22. Gr. Reglugerðar nr. 787/1999 um loftgæði, fylgir gildandi aðalskipulagi Hafnarfjarðar 1995 -2015 varðandi brennisteinsdíoxíð og svifryk.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: Styrkur efnis í rúmmáli, míkrogramm á m^3 .

Loftkennt flúoríð (vetnisflúoríð – HF): Sá hluti flúormengunar sem er á gasformi.

Efnisyfirlit

Samantekt.....	2
Skilgreiningar og orðskýringar:.....	6
1 Inngangur.....	10
1.1 Bakgrunnur.....	10
1.2 Þróun hreinsibúnaðar og mengunarvarna.....	11
2 Viðmiðunarmörk fyrir mengun.....	12
3 Gögn til grundvallar.....	13
3.1 Veðurmæligögn.....	13
3.2 Veðurlí kangögn.....	13
3.3 Yfirborðsgerðir lands.....	13
4 Útblástur mengunarefna.....	14
5 Reiknilíkan og rýni.....	14
6 Mengunarreikningar 2014 – 2018.....	17
6.1 Skammtíameðaltal brennisteinsdíoxíð (SO ₂).....	17
6.1.1 1 klst. viðmiðunarmörk fyrir SO ₂ (350 µg / m ³).....	17
6.1.2 Sólarhrings viðmiðunarmörk fyrir SO ₂ (125 µg / m ³).....	18
6.2 Langtíma meðaltal fyrir brennisteinsdíoxíð (SO ₂).....	19
6.2.1 Langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs (SO ₂) - almanaksár (20 µg / m ³).....	19
6.2.2 Langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs (SO ₂) fyrir vetrartímabil (20 µg / m ³).....	20
6.3 Skammtíameðaltal svifryks (PM ₁₀).....	21
6.3.1 Sólarhrings viðmiðunarmörk fyrir PM ₁₀ (50 µg / m ³).....	21
6.4 Langtíameðaltal svifryks PM ₁₀	22
6.4.1 Langtíma meðaltal svifryks (PM ₁₀) - almanaksár (40 µg / m ³).....	22
6.5 Langtíameðaltal loftkennds flúoríð (HF).....	23
6.5.1 Langtíma meðaltal loftkennds flúoríðs á vaxtartíma gróðurs (0,3 µg / m ³).....	23
6.6 Önnur gögn um flúormengun.....	24
6.7 Tvær sviðsmyndir.....	25
6.7.1 Sviðsmynd 1. Hámarksframleiðsla (230.000 tonn) miðað við núverandi tækjakost álversins 26	
6.7.2 Sviðsmynd 2. Þriggja klst. bilun í þurrhreinsivirki 3 miðað við verstu veðurskilyrði.....	28
7 Niðurstöður.....	30
Heimildaskrá.....	32
8 Viðauki 1.....	33
9 Viðauki 2.....	37
10 Viðauki 3.....	41

Töfluskrá

Tafla 1 Styrkur mengunarefna 2014 – 2018 innan þynningarsvæðis	3
Tafla 2 Hámarksgildi á vaxtartíma gróðurs.....	4
Tafla 3: Mengunarefni sem eru mæld skv. starfsleyfi	12
Tafla 4: Núverandi viðmiðunarmörk mengunar í starfleyfi ISAL - Frá 1. janúar 2016.....	12
Tafla 5: Viðmiðunarmörk vegna heilsuverndar manna	12
Tafla 6: Gróðurverndarmörk/vernd vistkerfa	13
Tafla 7: Framleiðsla ISAL fyrir árin 2014 – 2018 eftir kerskálum í tonnum.	14
Tafla 8: Losun mengunarefna fyrir árin 2014-2018	14
Tafla 9: Samanburður á niðurstöðum ADMS 5 loftdreifilíkansins og mælingum úr loftgæðastöð fyrir SO ₂ og HF árin 2016-2018.	17
Tafla 10: Hámarks 1.klst. gildi fyrir SO ₂ fyrir árin 2014 – 2018	18
Tafla 11: Hámarks sólarhringsgildi fyrir SO ₂ fyrir árin 2014 - 2018.....	19
Tafla 12: Hámarksgildi fyrir langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs – almanaksár 2014 - 2018.....	20
Tafla 13 Hámarksgildi fyrir langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs – vetur 2014 – 2017	21
Tafla 14: Hámarks sólarhringsgildi svifryks PM ₁₀ á tímabilinu 2014-2018.	22
Tafla 15: Hæstu langtíma meðaltalsgildi fyrir svifryk PM ₁₀ á viðmiðunartímabilinu frá 2014-2018...	23
Tafla 15: Hámarksg gildi fyrir HF á vaxtartíma gróðurs sumrin 2014-2018.	24
Tafla 16: Útreikningar reiknilíkans sem byggir á þeirri sviðsmynd að álverið sé í hámarksframleiðslu (230.000 tonn) miðað við núverandi tækjakost álversins	26
Tafla 17: Þurrhreinsivirki - tölur frá 2014-2018.....	37
Tafla 18: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn á HF gasi árin 2014-2018	37
Tafla 19: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn flúors í ryki árin 2014-2018.....	37
Tafla 20: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn ryks (PM ₁₀) árin 2014-2018.....	38
Tafla 21: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn SO ₂ árin 2014-2018	38
Tafla 22: Kerskálar - tölur frá 2014-2018	38
Tafla 23: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á HF gasi árin 2014-2018	39
Tafla 24: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á flúori í ryki árin 2014-2018	39
Tafla 25: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á ryki (PM ₁₀) árin 2014-2018	39
Tafla 26: Kennistærðir fyrir útblástursop í rjáfrum kerskála.....	39
Tafla 27: Kennistærðir fyrir þurrhreinsivirki.....	40
Tafla 28: Kennistærðir fyrir steypuskála	40
Tafla 29: Dæmi um veðurgögn – 1 klst. gögn frá 1. janúar 2017.....	41
Tafla 30: Sýnatökustaðir fyrir gróðurmælingar innan reiknisvæðis líkansins.....	41

Myndaskrá

Mynd 1: Tillaga að öryggismörkum í kringum álverið (fjólublá lína).	6
Mynd 2: Reiknisvæði AMDS 5 reiknilíkansins og reiknipunktur þess.	15
Mynd 3: Staðsetning og uppspretta mengunar frá álverinu í Straumsvík, staðsetning á strompum og rjáfuropa á kerskálum.	16
Mynd 4: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir hæsta 1 klst. gildi brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014 – 2018 ásamt hámarks gildum (gult letur og stjarna).	18
Mynd 5: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir hæsta 24 klst. gildi brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014-2018 ásamt hámarksgildum (gult letur og stjarna).	19
Mynd 6: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi (almanaksár) brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014-2018.	20
Mynd 7: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi (almanaksár) brennisteinsdíoxíðs fyrir vetrartímabil árunna 2014-2017.	21
Mynd 8: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir sólarhrings meðaltalsgildi svifryks (PM ₁₀) tímabilið 2014-2018 ásamt hámarksgildum (gult letur og rauð stjarna).	22
Mynd 9: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi svifryks PM ₁₀ (almanaksár) fyrir tímabilið 2014-2018.	23
Mynd 10: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir langtíma meðaltalsgildi loftkennds flúoríðs yfir sumartímabil árunna 2014-2018.	24
Mynd 11: Sýnatökustaðir fyrir flúormælingar í gróðri í innan reiknisvæðis ADMS líkansins.	25
Mynd 12: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir brennisteinsdíoxíð miðað við þá sviðsmynd að álverið sé við hámarksframleiðslu (230.000 tonn) ásamt hámarksgildum (gult letur og rauð stjarna).	27
Mynd 13: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir loftkennt flúoríð miðað við þá sviðsmynd að álverið sé við hámarksframleiðslu (230.000 tonn).	28
Mynd 14: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir loftkennt flúoríð miðað við þá sviðsmynd að um 3 klst. bilun verði í þurrhrensivirki við verstu veðurskilyrði.	29
Mynd 15: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir svifryk (PM ₁₀) miðað við þá sviðsmynd að um 3 klst. bilun verði í þurrhrensivirki miðað við verstu veðurastæður.	29
Mynd 16: Vindrós Straumsvík fyrir árin 2014-2018.	33
Mynd 17: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2018.	34
Mynd 18: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2018 yfir vaxtartíma gróðurs, frá 1. apríl til 30. september. .	34
Mynd 19: Vindrós Straumsvík fyrir veturinn 2017-2018.	35
Mynd 20: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2017.	35
Mynd 21: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2017 yfir vaxtartíma gróðurs, frá 1. apríl til 30. september. .	36
Mynd 22: Vindrós Straumsvík yfir veturinn 2016-2017.	36

1 Inngangur

Í byrjun árs 2019 óskaði Hafnarfjarðarbær eftir því að ReSource International ehf. umhverfisráðgjöf¹ myndi gera mat á dreifingu loftmengunar fyrir starfsemi álvers Rio Tinto í Hafnarfirði, sem byggð er á nýjstu gögnum, fyrir hugsanlega endurskoðun á stærð þynningarsvæðis í kringum álverið.

Rio Tinto Aluminium á og rekur ISAL álverið í Straumsvík. Á rekstrarárinu 2018 framleiddi álverið um 212 þús. tonn af áli og hefur framleiðsla síðustu fimm árin (2014 – 2018) verið um og yfir 200 þús. tonn (Tafla 7) (Rio Tinto á Íslandi hf., 2018).

Rekstur álversins felur í sér losun á mengandi efnum út í andrúmsloftið. Til þess að vernda heilsu almennings og vistkerfa voru sett umhverfismörk í kringum álverið. Umhverfismörk álversins er lúta að heilsu- og gróðurvernd eru tvenns konar. Fyrst er það svæði takmarkaðrar ábyrgðar er gildir varðandi flúoríð en það svæði var afmarkað í samningi íslenska ríkisins við Swiss Aluminium Ltd. árið 1966 (Íslenska Ríkið, 1966). Seinna svæðið er þynningarsvæði vegna loftmengunar, sem á einkum við um brennisteinsdíoxíð (SO₂) og svifryk (PM₁₀), en mörk þess voru ákvörðuð af Hollustuvernd Ríkisins (nú Umhverfisstofnun) árið 1997 og koma fram í aðalskipulagi Hafnarfjarðar 2005 – 2025 (Hafnarfjarðarbær, 2007). Fyrir utan þessi tvö svæði gilda núverandi viðmiðunarmörk vegna heilsu- og gróðurverndar (Tafla 5 og Tafla 6).

Í samræmi við beiðni Hafnarfjarðarbæjar er áhersla þessarar skýrslu að áætla hver styrkur og dreifing mengunarefna hefur verið síðustu árin innan þessara tveggja svæða en ekki utan þeirra. Langt er síðan umhverfismörk þessara tveggja svæða voru ákvörðuð (1966 og 1997) og hefur mengunarnarbúnaðar álversins hefur verið bættur umtalsvert síðan og hafa loftgæðastöðvar í nágrenni álversins sýnt fram á lágan styrk mengunarefna.

Útreikningar á dreifingu mengunarefna eru byggðir á losunartölum frá ISAL, gögnum frá Veðurstofu Íslands ásamt landupplýsingum um landnýtingu og yfirborð umhverfis álverið. Tekin voru saman gögn fyrir fimm ára tímabil (2014 – 2018) og reiknuð áætluð dreifing fyrir loftkennt flúoríð, ryk (PM₁₀) og brennisteinsdíoxíð (SO₂).

Einnig voru settar upp tvær sviðsmyndir. Fyrri sviðsmyndin byggir á hámarks framleiðslugetu álversins miðað við núverandi tækjakost (230 þús. tonn) ásamt því að losun yrði samkvæmt fullnýtingu á viðmiðunarmörkum eins og þau eru í starfsleyfi (Tafla 3). Þessi sviðsmynd var heimfærð á rekstrarárið 2017. Seinni sviðsmyndin er byggð á þriggja klst. bilun í þurrhrensivirki 3 miðað við verstu skilyrði, einnig heimfært á rekstrarárið 2017.

1.1 Bakgrunnur

Álverið í Straumsvík (nú Rio Tinto á Íslandi hf.) er byggt í Kapelluhrauni og er staðsett í samnefndri vík í suðurjaðri Hafnarfjarðarbæjar. Árið 1969 hóf Álverið í Straumsvík framleiðslu sína en formleg vígsla verksmiðjunnar var í maí 1970. Samhliða því að reisa álverið var byggð höfn í vikinni sem nýta átti til uppskipunar á hráefni og útskipunar á áli. Við upphaf framleiðslu var framleiðslugetan um 33 þúsund tonn á ári í 120 kerum (Rio Tinto á Íslandi, n.d.).

Fyrsti kerskálinn var stækkaður og 40 ker til viðbótar tekin til notkunar árið 1970 og var þá framleiðslugetan komin í 44 þúsund tonn. Fyrsti áfangi kerskála tvö var tekinn í notkun árið 1972 og var hann svo stækkaður um 40 ker árið 1980. Á þessum tíma var framleiðslugetan komin í 100 þúsund

¹ Hér eftir ReSource

tonn á ári í um 320 kerum. Árið 1995 hófust framkvæmdir við byggingu kerskála þrjú, en hann var svo tekinn í notkun árið 1997 og kom framleiðslugetunni upp í um 162 þúsund tonn.

Síðan 1997 hafa orðið breytingar á framleiðsluvörum en meðal annars var hafin framleiðsla á ál-stöngum og hætt við framleiðslu ál-barra (ílangt hellulaga form), en ál-stangir eru verðmætari vara. Með því er framleiðslugetan núna (2019) komin yfir 211.000 tonn (Rio Tinto á Íslandi, n.d.). Álverið í Straumsvík hefur í dag starfsleyfi frá Umhverfisstofnun til að framleiða allt að 460 þúsund tonn á ári af áli (Umhverfisstofnun, 2005). Framleiðsla hefur þó aldrei náð þessu marki. Áætlað var að stækka álverið í 460 þúsund tonna framleiðslugetu þegar starfsleyfið var endurnýjað árið 2005 en árið 2007 var tillagan að breyttu deiliskipulagi vegna stækkunarinnar felld í íbúakosningu í Hafnarfirði (Fréttablaðið, 2007).

1.2 Þróun hreinsibúnaðar og mengunarvarna

Mengunarvarnarbúnaður var ekki til staðar fyrstu ár starfseminnar. Aðstæður voru allt aðrar árið 1968 þegar álframleiðsla hófst í álverinu en þær eru í dag. Öll ker voru upphaflega opin í gólfunum án kerkanta og því fór allur reykur frá framleiðslunni beint í skálann og þaðan út í andrúmsloftið. Öll mengun af framleiðslunni slapp því óhindrað út í umhverfið.

Hugmyndir um að setja upp hreinsunartæki komu upp árið 1972 (Íslenska álfélagið hf., 1972). Fyrstu tilraunir með lofthreinsunartæki skiluðu þó ekki nógu góðum árangri og var því ákveðið að setja upp þurrhreinsibúnað á stjórnarfundum álfélagsins árið 1974. Til þess að fanga reykinn sem kom upp frá kerjunum og beina honum í þurrhreinsibúnaðinn voru settar þekjur ofan á þau og lauk þessum framkvæmdum árið 1982. Verkferlar voru síðan bættir og settar voru upp rafstýrðar fellipekjur á öll ker árið 1992.

Þurrhreinsibúnaðurinn virkar á þann hátt að kerunum er lokað og þannig er ryki og gasi safnað saman í sérstakt ryksöfnunarkerfi. Síðan er útblásturinn frá kerunum hreinsaður með því að blanda þurru súráli saman við, sem fer síðan hringrás í kerfinu. Gaskennda flúoríðið binst þannig við þurra súrálið. Árið 1977 fór fyrst fram mæling mengunarefna í útblæstri en þannig mælingar urðu þó ekki reglubundnar fyrr en eftir 1980 (Tómasson & Þormar, 1998).

Losun gróðurhúsalofttegunda fór úr um 570.000 tonnum árið 1990 í 290.000 tonn árið 2007 þrátt fyrir tvöföldun á framleiðslu. Þessa minnkun má helst rekja til minnkunar á losun flúorkolefna vegna betri tölvustýringa, gott viðhalds á búnaði sem gerir súrálínu kleift að renna óhindrað í kerin og að lokum gott eftirlit með kerunum (Alcan á Íslandi hf., 2008).

Árið 2007 var tekin ný loftgæðastöð í notkun á Hvaleyrarholti í Hafnarfirði en hún tók við af eldri loftgæðastöð í nágrenninu. Stöðin mælir ryk (PM₁₀) og fínt ryk (PM_{2.5}), köfnunarefnisoxíð (NO, NO₂ og NOX), brennisteinsdíoxíð (SO₂) og brennisteinsvetni H₂S. Að auki er mælt flúorgas og rykbundinn flúor með síum frá maí til september (Alcan á Íslandi hf., 2009). Á árunum 2010 – 2014 var miklum fjármunum varið í að uppfæra búnað og auka framleiðslugetu álversins í Straumsvík og samhliða því var farið í að uppfæra þurrhreinsibúnað álversins. Tvær elstu þurrhreinsistöðvarnar voru stækkaðar og afköst þeirra aukin (Rio Tinto á Íslandi, 2010; ritsj., 2014).

2 Viðmiðunarmörk fyrir mengun

Tafla 3 sýnir þau mengunarefni sem álverinu ber að mæla og vakta samkvæmt starfsleyfi. Tafla 4 og Tafla 5 sýna þau viðmiðunarmörk vegna brennisteinsdíoxíðs (SO₂), svifryks (PM₁₀) og loftkennds flúoríðs sem eru í gildi vegna heilsu- og gróðurverndar. Þessi mörk eru í gildi fyrir utan umhverfismörkin, þ.e. svæðis takmarkaðrar ábyrgðar og þynningarsvæðis fyrir loftmengun.

Tafla 3: Mengunarefni sem eru mæld skv. starfsleyfi

		Mælipættir	Ákvæði í íslenskum reglugerðum og starfsleyfi
Andrúmsloft	Loftegæði	Loftkennt flúoríð (HF)	Í starfsleyfi
		Flúoríð í ryki	Í starfsleyfi
		Ryk	Í starfsleyfi
		Brennisteinsdíoxíð (SO ₂)	Í starfsleyfi

Reglugerð nr. 920 um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu, styrk ósons við yfirborð jarðar og um upplýsingar til almennings.

Tafla 4: Núverandi viðmiðunarmörk mengunar í starfsleyfi ISAL - Frá 1. janúar 2016

Mengunarefni	Ársmeðaltal	Skammtímameðaltal
	kg/t Al	kg/t Al
Heildarflúoríð	0,65	1,0
Ryk (PM ₁₀)	1,2	2,0
Brennisteinsdíoxíð	18	18

Tafla 5: Viðmiðunarmörk vegna heilsuverndar manna

	Meðaltími	Viðmiðunarmörk	Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega
Brennisteinsdíoxíð (SO₂)	Ein klukkustund	350 µg / m ³	Sem ekki má fara yfir oftari en 24 sinnum á almanaksári
Brennisteinsdíoxíð (SO₂)	Einn sólarhringur	125 µg / m ³	Sem ekki má fara yfir oftari en 3 sinnum á almanaksári
PM₁₀	Einn sólarhringur	50 µg / m ³	Sem ekki má fara yfir oftari en 35 sinnum á almanaksári
PM₁₀	Almanaksár	40 µg / m ³	

Í íslenskri reglugerð er kveðið á um að meðalgildi klukkustundar fyrir styrk SO₂ megi ekki fara oftari en 24 sinnum á ári yfir 350 µg/m³, sem jafngildir því að mörkin skuli uppfyllt með 99,7% líkum (Tafla 5). Samkvæmt íslenskri reglugerð eru einnig sett mörk á sólarhringsmeðaltal SO₂. Styrkurinn má ekki fara oftari yfir 125 µg/m³ en þrisvar sinnum á ári sem jafngildir því að styrkurinn skuli vera undir þessu gildi í 99,2% tilfella.

Samkvæmt íslenskri reglugerð eru mörk sett á sólarhringsmeðaltal PM₁₀ og þar má styrkurinn ekki fara oftari yfir 50 µg/m³ en 35 sinnum yfir almanaksárið sem jafngildir því að styrkurinn skuli vera undir þessu gildi í 90,4% tilfella.

Tafla 6: Gróðurverndarmörk/vernd vistkerfa

	Meðaltími	Viðmiðunarmörk	Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega
Brennisteinsdíoxíð	Almanaksár og vetur (1. október til 31. mars)	20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	
Loftkennt flúoríð (HF)	Vaxtartími gróðurs (1. apríl til 30. september)	0,3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	

Meðaltalsstyrkur fyrir flúoríð (HF) er eingöngu skoðaður fyrir vaxtartíma gróðurs (1. apríl til 30. september) (Tafla 6) þar sem horft er til umhverfismarka sem miða að verndun vistkerfa. Engar reglugerðir eru í gildi á Íslandi um slík umhverfismörk fyrir HF en Umhverfisstofnun hefur sett viðmiðunarreglur fyrir HF í andrúmslofti fyrir álver á Íslandi sem byggja á norskum viðmiðum. Þau viðmiðunarmörk byggja á umfjöllun í kafla 10.2 í WHO skýrslunni „Environment Health Criteria 227 Fluorides“, útg. Genf 2002. En þar er fjallað um mengun sem getur skaðað gróður. Jafnframt er stuðst við viðmiðunarmörk um meðalstyrk flúors í heilfóðri búfjár í 1. viðauka reglugerðar nr. 340/2001 um eftirlit með fóðri.

3 Gögn til grundvallar

3.1 Veðurmæligögn

Veðurgögn fengust frá sjálfvirku veðurstöðinni í Straumsvík fyrir 5 ára tímabil, 2014 til 2018. Um er að ræða 1 klst. tímaraðir. Tafla 30 í Viðauka 3 sýnir dæmi frá 2017 um gögnin sem notuð voru úr sjálfvirku stöðinni í Straumsvík (ár, dagur árs, klukkustund, hitastig, rakastig, vindstefna og vindhraði). Einnig fengust skýjahulugögn frá Reykjavík en slíkum gögnum er ekki safnað í sjálfvirkum stöðum. Samtals voru notaðar 8760 klukkustundir fyrir hvert ár til grundvallar veðurútreikninganna.

3.2 Veðurlíkangögn

ADMS 5 nýtir sér veðurmæligögn til þess að reikna út áhrif og lóðréttu hæð jaðarlagsins, þ.e. hvernig vindhraði breytist með hæð sem hefur áhrif á hvernig og hversu langt mengunarefni dreifast frá uppsprettu (CERC, 2017).

3.3 Yfirborðsgerðir lands

Stuðst var CORINE landgerðagrunni frá Landmælingum Íslands (Landmælingar Íslands, 2018) við mat á hryfni yfirborðs og áhrif þess á dreifingu mengunarefna (CERC, 2017). CORINE – verkefnið felur í sér kortlagningu á landgerðum með notkun gervitunglamynda til þess að fylgjast með breytingum sem verða á landnotkun í álfunni með tímanum (Landmælingar Íslands, 2019; Landmælingar Íslands, 2018).

4 Útblástur mengunarefna

Útblásturmagn mengunarefna frá ISAL er nátengt framleiðslumagni. Tafla 7 sýnir framleiðslu eftir kerskálum fyrir fimm ára tímabilið frá 2014-2018. Mesta framleiðsla á sér stað í kerskála þrjú.

Tafla 7: Framleiðsla ISAL fyrir árin 2014 – 2018 eftir kerskálum í tonnum.

	Skáli 1	Skáli 2	Skáli 3	Samtals
2014	65,292	65,545	74,635	205,472
2015	64,079	63,198	73,224	200,501
2016	65,311	65,865	73,710	204,886
2017	68,207	68,161	75,162	211,530
2018	68,576	68,502	75,012	212,090

Frá álverinu berast ýmis mengunarefni út í andrúmsloftið. Helstu uppsprettur eru kerskálar, strompar þurrhrensivirkjana þriggja og steypuskálinn. Tafla 8 sýnir hver losun mengunarefna er í kg per tonn af áli og hvaða tegund af mengunarefni finnst. Fleiri kennistærðir fyrir kerskála má finna í viðauka 2.

Tafla 8: Losun mengunarefna fyrir árin 2014-2018

Ár	Framleiðsla tonn	Kerskálar			Strompar				Steypuskáli
		HF gas kg/t ál	Ryk kg/t ál	F-ryk kg/t ál	SO ₂ kg/t Al	HF gas kg/t ál	Ryk kg/t ál	f- Ryk kg/t ál	SO ₂ kg/t ál
2014	205.501	0,51	0,37	0,11	13,7	0,03	0,22	0,01	0,3
2015	200.501	0,53	0,37	0,12	13,8	0,05	0,36	0,02	0,2
2016	204.886	0,43	0,30	0,10	14,4	0,03	0,22	0,01	0,2
2017	211.534	0,42	0,27	0,09	14,5	0,03	0,18	0,01	0,2
2018	212.091	0,44	0,32	0,10	13,4	0,02	0,30	0,01	0,1

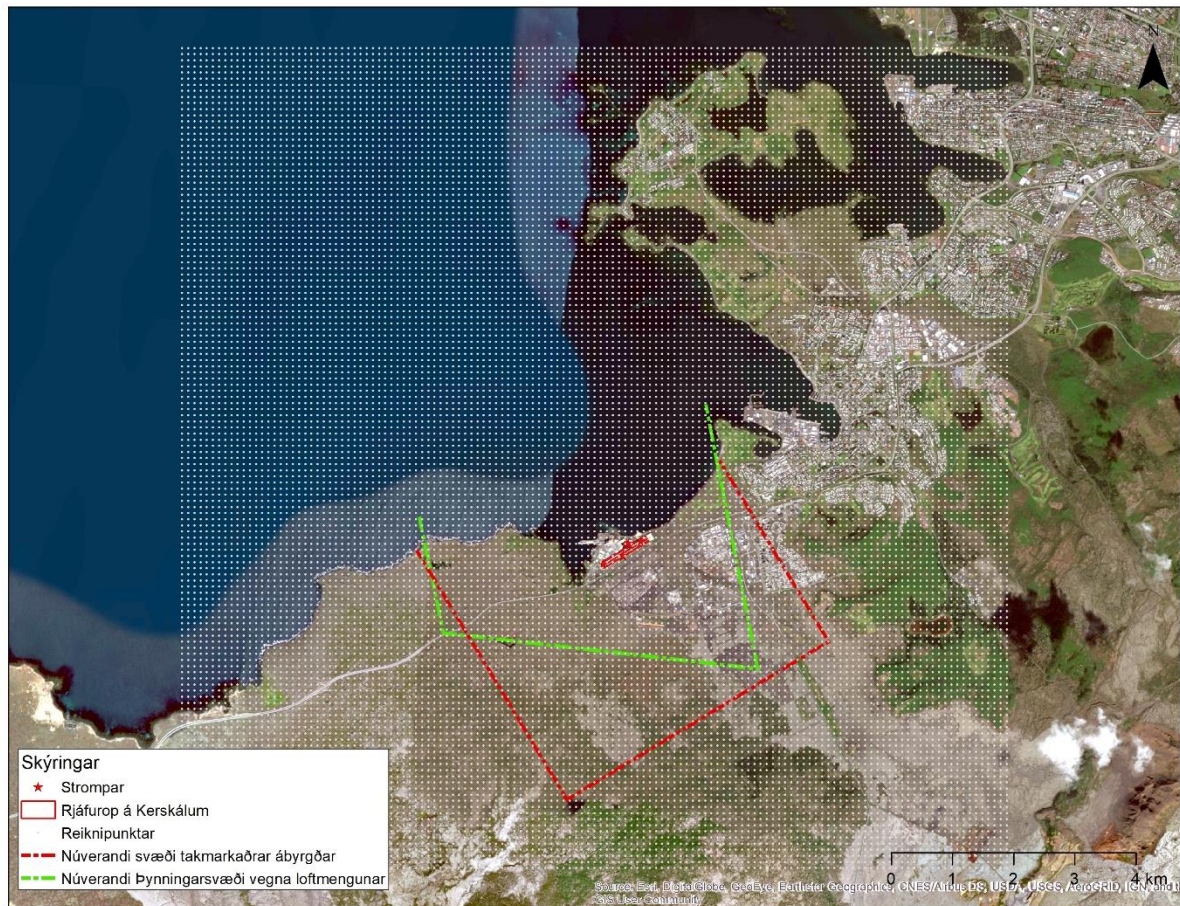
Ryk - meðaltal um 50 mg/Nm³ (sveiflast frá 1-150 mg/Nm³)

5 Reiknilíkan og rýni

Í dreifispá ReSource er notað ADMS 5 líkankerfið sem er þróað af Cambridge Environmental Research Consultants (CERC). CERC er leiðandi fyrirtæki í þróun umhverfishugbúnaðar og tengdri ráðgjöf. ADMS líkankerfið – *Athmospheric Dispersion Modelling System* er flaggskip fyrirtækisins og eru mörg hundruð aðila fyrirtækja, opinbera stofnanir sem og rannsóknarstofnanir sem nota það kerfi². CERC rýndi uppsetningu, gagnaform, forsendur líkans RSI fyrir álverið sem og niðurstöður útreikninga.

Mynd 2 sýnir reiknisvæði ADMS 5 og reiknipunkta. Svæði afmarkast af hornpunktunum (ÍSNET 2004) (1544924, 191981) í suðvestri og (1558417, 205396) í norðaustri. Svæðið sem var notað í líkanið er 18,225 reiknipunktar af stærð og nær yfir álverið í Straumsvík og nágrenni. Svæðið er 13,5 km lengd og 13,5 km á breidd eða 182 km². Hver reiknipunktur er 100 m² af stærð (10m*10m) og styrkur mengunarefna var reiknaður í hverjum punkti fyrir öll árin.

² www.cerc.co.uk



Mynd 2: Reiknisvæði AMDS 5 reiknilíkansins og reiknipunktur þess.

Upplýsingar um mengunarefni voru fengin frá Rio Tinto. Heildarútblastur fyrir brennisteinsdíoxíð (SO_2), loftkennt flúoríð (HF) og svifryk (PM_{10}) (Tafla 8) komu frá þremur megin uppsprettum á athafnarsvæði álversins; úr rjáfri kerskálana þriggja, úr strompum frá þurrhreinistöðvum og strompum frá steypuskála (Mynd 3). Áhrif bygginga voru tekin með í útreikninga og í samræmi við ráðgjöf frá CERC var ákveðið að reikna inn áhrif fjögurra bygginga; álversskálanna þriggja og steypuskálans en þær byggingar standa næst mengunaruppsprettunum og eru líklegastar til þess að hafa áhrif á dreifingu loftmengunar.



Mynd 3: Staðsetning og uppspretta mengunar frá álverinu í Straumsvík, staðsetning á strompum og rjáfuroþa á kerskálum.

Útreikningar líkansins voru bornir saman við mælingar frá loftgæðastöðinni á Hvaleyrarholti, þ.e. reiknaður og mældur styrkur á sömu gps hnitum (Tafla 9). Þar má sjá að mældur og reiknaður langtíma styrkur brennisteinsdíoxíð ber vel saman. ADMS 5 líkanið ofmetur styrk HF samanborið við niðurstöður frá loftgæðastöð. Þó ber að geta þess að bæði mældur og reiknaður styrkur HF er mjög lágur og vel innan viðmiðunarmarka. Ekki er gagnlegt að bera saman mældan og reiknaða langtímastyrk fyrir PM_{10} þar sem um fleiri ryk uppsprettur er að ræða í grennd við álverið sem hafa áhrif á mældan styrk þess, t.d. Colas malbikunarstöð, fjölfarin umferðagata o.s.frv. (Pálmarrson, 2006).

Tafla 9: Samanburður á niðurstöðum ADMS 5 lofdreifilíkansins og mælingum úr loftgæðastöð fyrir SO₂ og HF árin 2016-2018.

	SO ₂ langtíma meðaltal		HF sumar meðaltal	
	Loftgæðastöð	ADMS 5	Loftgæðastöð	ADMS 5
2016	1.0	0.8	0.01	0.045
2017	1.4	1.4	0.02	0.061
2018	1.2	1.2	0.02	0.078

6 Mengunarreikningar 2014 – 2018

Mengunarreikningar fyrir 2014 -2018 tóku til eftirfarandi:

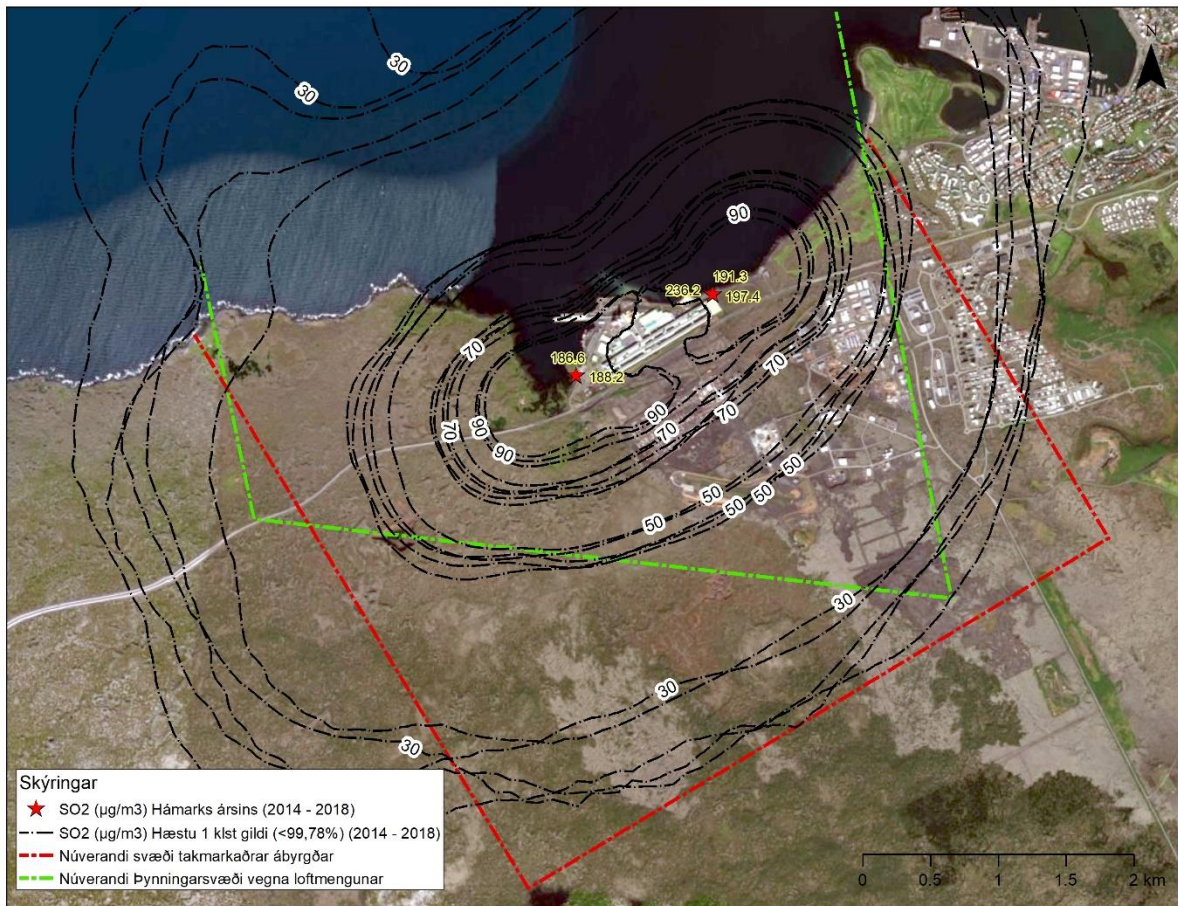
1. Skammtímameðaltals fyrir SO₂ (1 klst. og 24 klst.) og langtímameðaltals (almanaksár og vetrartímabil)
2. Skammtímameðaltals fyrir PM₁₀ (24 klst.) og langtímameðaltals (almanaksár)
3. Langtímameðaltal fyrir HF (sumartímabil)

6.1 Skammtímameðaltal brennisteinsdíoxíð (SO₂)

6.1.1 1 klst. viðmiðunarmörk fyrir SO₂ (350 µg / m³)

Í reglugerð nr. 920 er tekið fram að einnar klst. meðalgildi SO₂ megi ekki fara oftar yfir 350 µg / m³ en 24 sinnum á ári (verður að vera undir 350 µg / m³ í 99,73% tilfella) og á þetta við utan þynningarsvæðis álversins. Samkvæmt útreikningum fór einnar klst. meðalgildi ekki yfir 350 µg / m³ innan þynningarsvæðis á tímabilinu 2014 – 2018.

Mynd 4 sýnir jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir hæstu 1 klst. gildi brennisteinsdíoxíð (0,27% tilfella) og hámarks ársins (gult letur og stjarna) fyrir tímabilið 2014 – 2018. Hæstu einstaka gildin (Tafla 10) voru öll næst álverinu, fyrir suðvestan og norðaustan.



Mynd 4: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir hæsta 1 klst. gildi brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014 – 2018 ásamt hámarks gildum (gult letur og stjarna). Viðmiðunarmörkin eru $350 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (Svæði takmarkaðrar ábyrgðar).

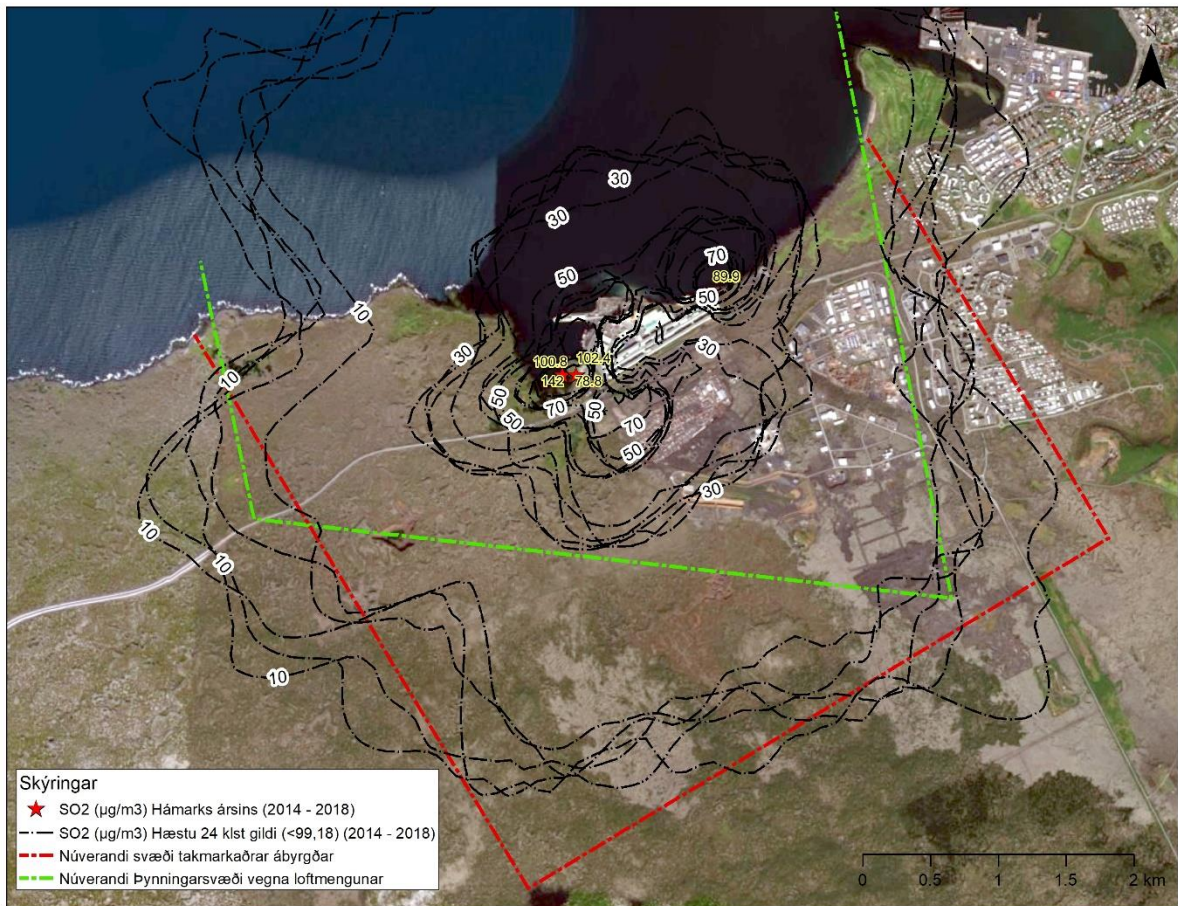
Tafla 10: Hámarks 1.klst. gildi fyrir SO_2 fyrir árin 2014 – 2018

Ár	Hæstu 1 klst. gildi	Eining
2014	186,6	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2015	191,3	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2016	188,2	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2017	197,4	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2018	236,2	$\mu\text{g} / \text{m}^3$

6.1.2 Sólarhrings viðmiðunarmörk fyrir SO_2 ($125 \mu\text{g} / \text{m}^3$)

Í reglugerð nr. 920 er tekið fram að sólarhrings gildi SO_2 megi ekki fara oftar yfir $125 \mu\text{g} / \text{m}^3$ en þrisvar sinnum á ári (verður að vera undir $125 \mu\text{g} / \text{m}^3$ í 99,18% tilfella) og á þetta við utan þynningarsvæðis álversins. Samkvæmt útreikningum fór sólarhringsgildið yfir $125 \mu\text{g} / \text{m}^3$ mörkin 11 sinnum árið 2018. Sólarhringsgildið fór ekki yfir $125 \mu\text{g} / \text{m}^3$ fyrir hin árin.

Mynd 5 sýnir jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir hæstu 24 klst. gildi brennisteinsdíoxíð ($0,82\%$ tilfella) og hámarks ársins (gult letur og stjarna) fyrir tímabilið 2014 – 2018. Hæstu einstaka gildin (Tafla 11) voru öll næst álverinu, fyrir suðvestan og norðaustan.



Mynd 5: Jafngildislinur (svört brotalína) fyrir hæsta 24 klst. gildi brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014-2018 ásamt hámarks-gildum (gult letur og stjarna). Viðmiðunarmörkin eru 125 µg / m³.

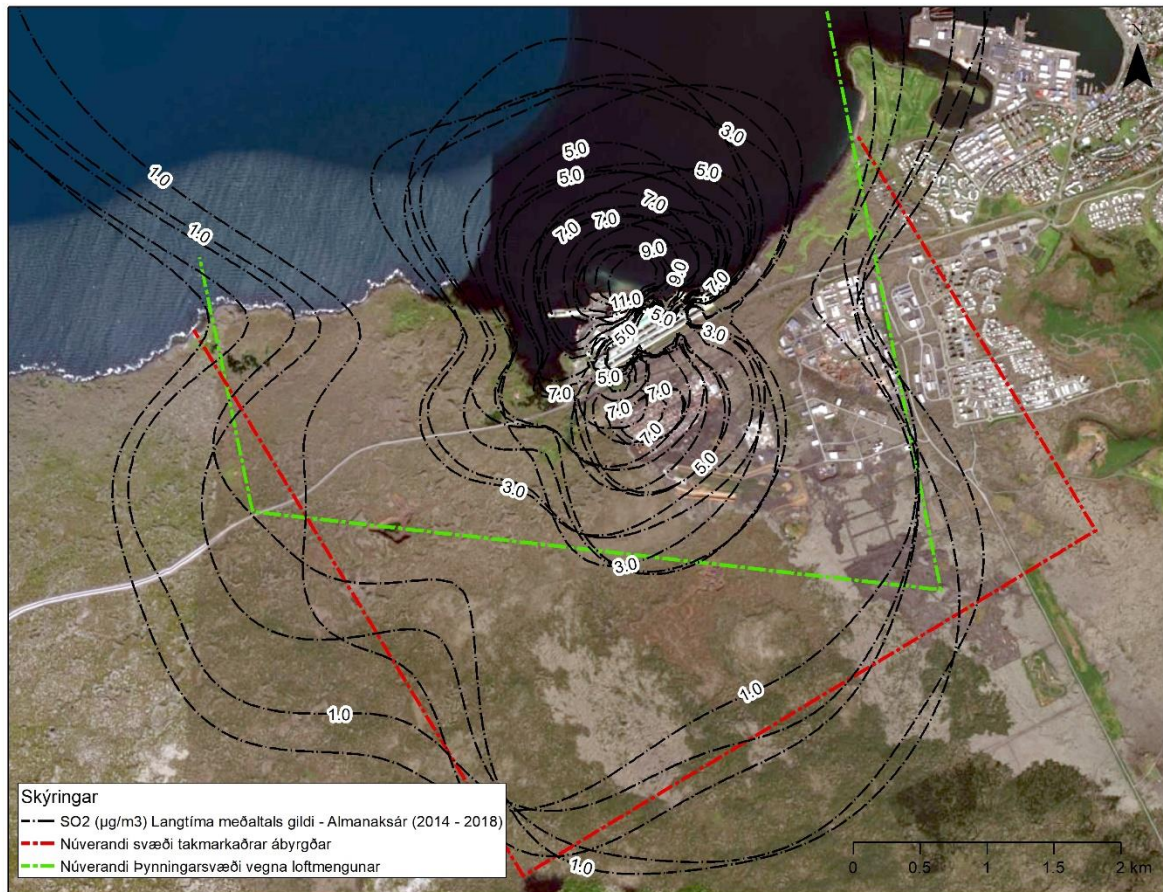
Tafla 11: Hámarks sólarhringsgildi fyrir SO₂ fyrir árin 2014 - 2018

Ár	Hámarks 24 klst. gildi	Eining
2014	102,4	µg / m ³
2015	89,9	µg / m ³
2016	78,8	µg / m ³
2017	100,8	µg / m ³
2018	141,9	µg / m ³

6.2 Langtíma meðaltal fyrir brennisteinsdíoxíð (SO₂)

6.2.1 Langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs (SO₂) - almanaksár (20 µg / m³)

Í reglugerð nr. 920 eru viðmiðunarmörk fyrir langtíma meðaltal SO₂ 20 µg / m³ fyrir almanaksárið (Mynd 7). Reiknaður styrkur var undir viðmiðunarmörkum fyrir öll árin innan þýnningarsvæðisins. Hámarks gildi langtíma meðaltals er að finna næst álverinu (Tafla 12).



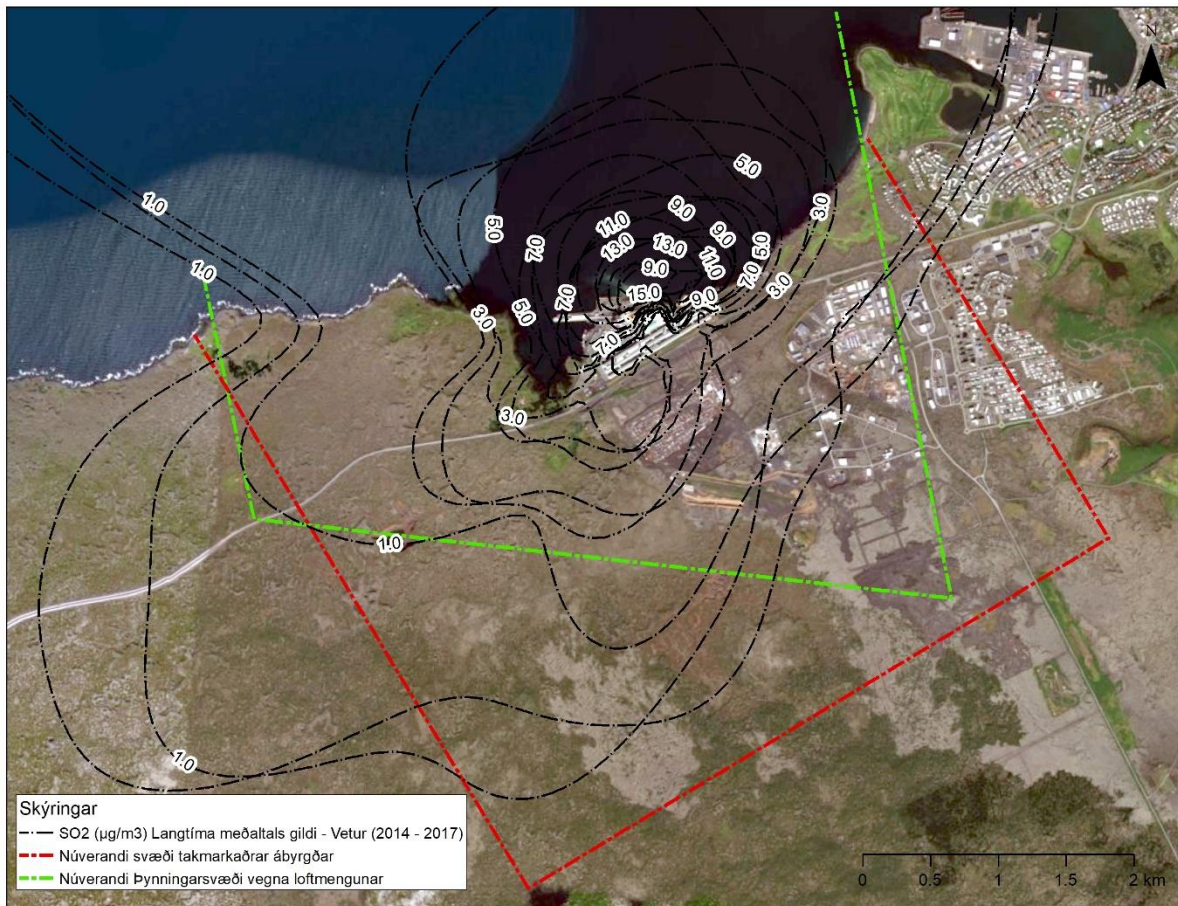
Mynd 6: Jafngildislínur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi (almanaksár) brennisteinsdíoxíðs fyrir tímabilið 2014-2018. Viðmiðunarmörkin eru $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

Tafla 12: Hámarksgildi fyrir langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs – almanaksár 2014 - 2018

Ár	Hámarks gildi langtíma meðaltal almanaksár	Eining
2014	12,4	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2015	12,0	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2016	12,9	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2017	11,1	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2018	13,3	$\mu\text{g} / \text{m}^3$

6.2.2 Langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs (SO₂) fyrir vetrartímabil ($20 \mu\text{g} / \text{m}^3$)

Í reglugerð nr. 920 eru viðmiðunarmörk fyrir langtíma meðaltal SO₂ $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$ fyrir vetrartímabil. Reiknaður styrkur var undir viðmiðunarmörkum fyrir öll vetrartímabil (2014 – 2017) innan þynningarsvæðisins (Mynd 7). Hámarks gildi langtíma meðaltals er að finna næst álverinu (Tafla 13).



Mynd 7: Jafngildislinur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi (almanaksár) brennisteinsdíoxíðs fyrir vetrartímabil árunna 2014-2017. Viðmiðunarmörkin eru $20 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

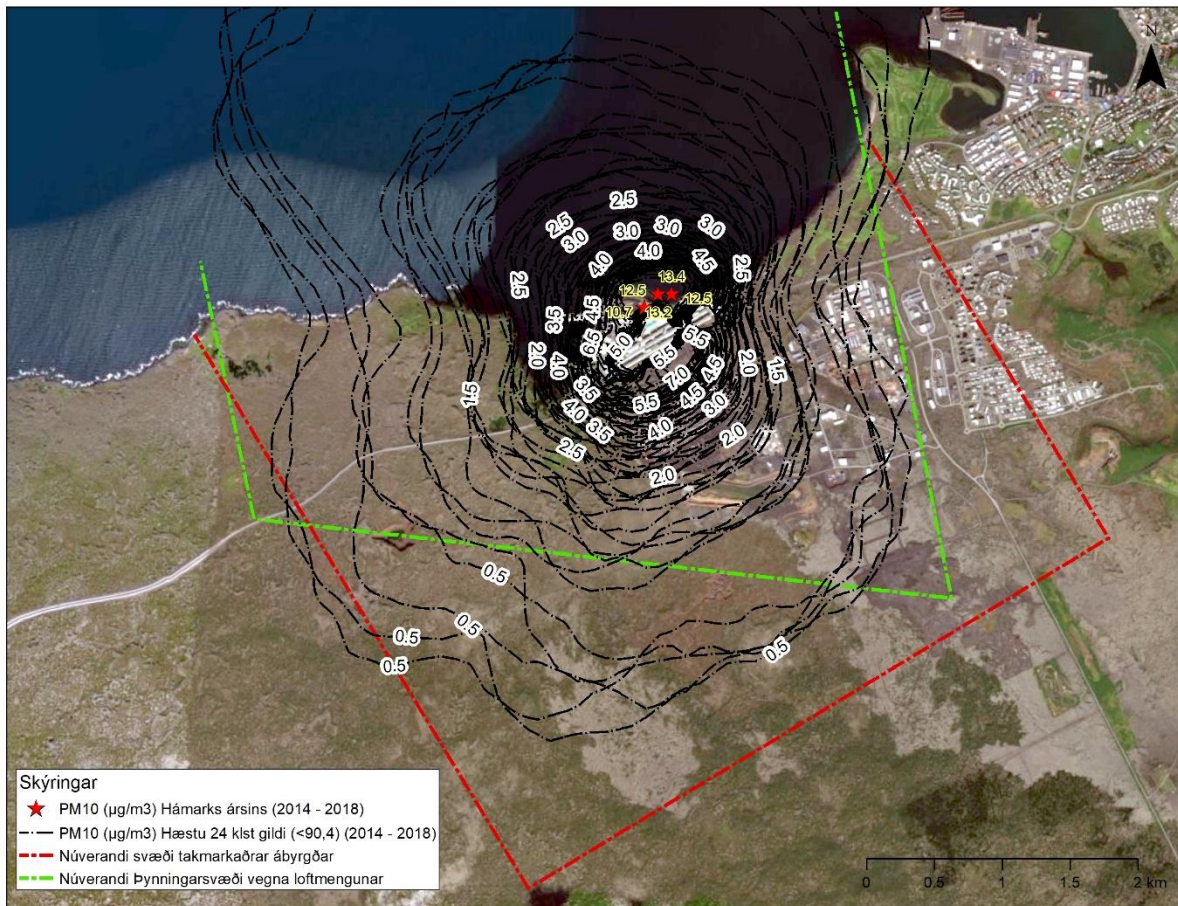
Tafla 13 Hámarks gildi fyrir langtíma meðaltal brennisteinsdíoxíðs – vetur 2014 – 2017

Ár	Hámarks gildi langtíma meðaltals vetur	Eining
2014	15,2	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2015	11,7	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2016	17,3	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2017	12,9	$\mu\text{g} / \text{m}^3$

6.3 Skammtímameðaltal svifryks (PM_{10})

6.3.1 Sólarhrings viðmiðunarmörk fyrir PM_{10} ($50 \mu\text{g} / \text{m}^3$)

Í reglugerð nr. 920 er tekið fram að sólarhrings gildi svifryks (PM_{10}) megi ekki fara oftar yfir $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ en 35 sinnum á ári sem jafngildir því að styrkurinn skuli vera undir þessu gildi í 90,4% tilfella. Þetta á við utan þýnningarsvæðis álversins. Samkvæmt útreikningum fór sólarhrings gildi ekki yfir $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ innan þýnningarsvæðis á tímabilinu 2014 – 2018. Tafla 14 sýnir hæstu einstöku sólarhringsgildin fyrir tímabilið en þau fundust öll næst álverinu. Á Mynd 8 sést svo hver reiknaður styrkur PM_{10} er við jaðar þýnningarsvæðis.



Mynd 8: Jafngildislinur (svört brotalína) fyrir sólarhrings meðaltalsgildi svifryks (PM₁₀) tímabilið 2014-2018 ásamt hámarksgildum (gult letur og rauð stjarna). Viðmiðunarmörkin eru 50 µg / m³.

Tafla 14: Hámarks sólarhringsgildi svifryks PM₁₀ á tímabilinu 2014-2018.

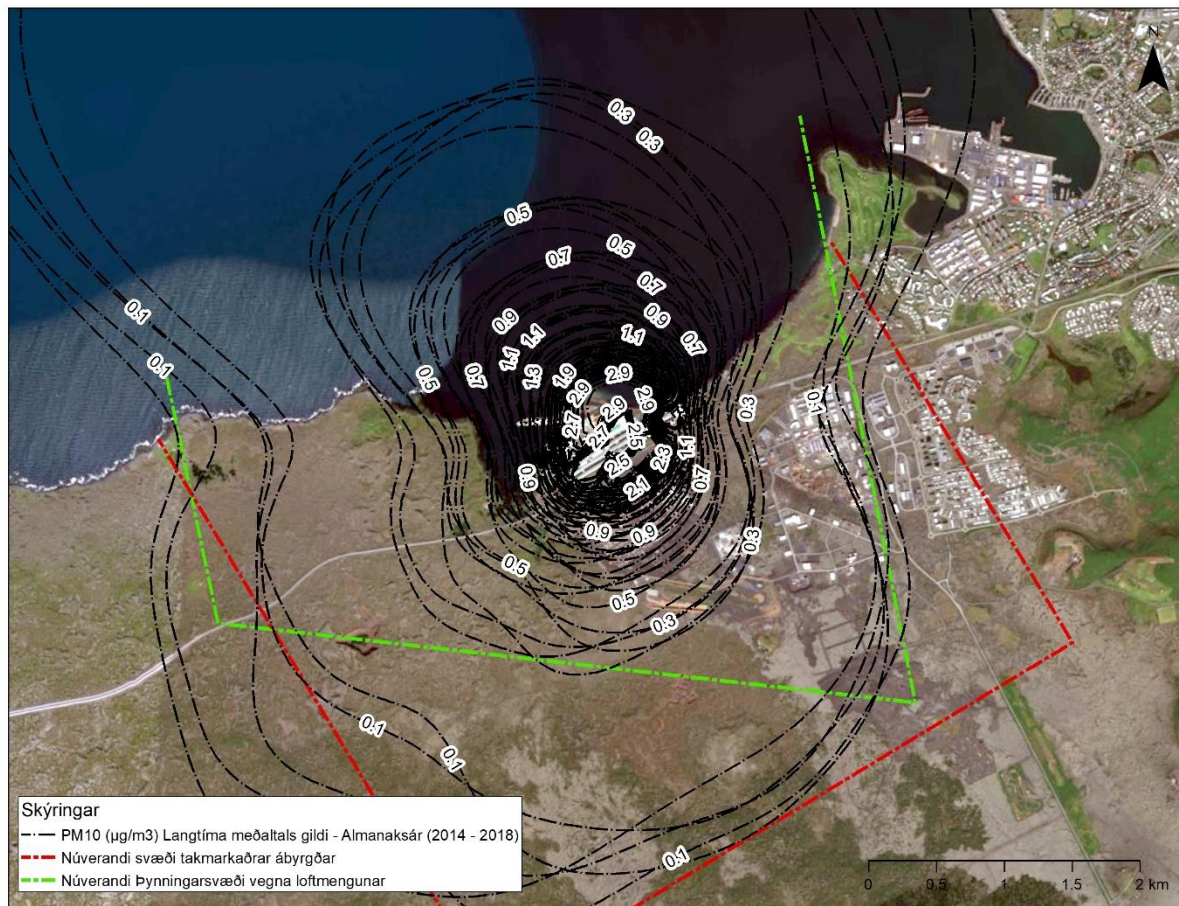
Ár	Hámarks 24 klst. gildi	Eining
2014	13,4	µg / m ³
2015	12,5	µg / m ³
2016	12,5	µg / m ³
2017	10,7	µg / m ³
2018	13,2	µg / m ³

6.4 Langtímameðaltal svifryks PM₁₀

6.4.1 Langtíma meðaltal svifryks (PM₁₀) - almanaksár (40 µg / m³)

Reiknaður styrkur var undir viðmiðunarmörkum fyrir öll árin en viðmiðunarmörkin eru 40 µg / m³ fyrir almanaksárið. Til þess að gera sér betur grein fyrir dreifingu og styrk svifryks við mörk þýnningarsvæðis er hægt að skoða Mynd 9. Hún sýnir jafngildislinur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltal PM₁₀ fyrir tímabilið 2014 – 2018. Styrkurinn vex eftir því sem nær dregur álverinu og er mestur næst því en fer

samt sem áður ekki yfir viðmiðunarmörk. Tafla 15 sýnir hæstu langtíma meðaltalsgildi fyrir svifryk PM₁₀ á viðmiðunartímabilinu frá 2014-2018.



Mynd 9: Jafngildislinur (svört brotalína) fyrir langtíma meðaltalsgildi svifryks PM₁₀ (almanaksár) fyrir tímabilið 2014-2018. Viðmiðunarmörkin eru 40 µg / m³.

Tafla 15: Hæstu langtíma meðaltalsgildi fyrir svifryk PM₁₀ á viðmiðunartímabilinu frá 2014-2018.

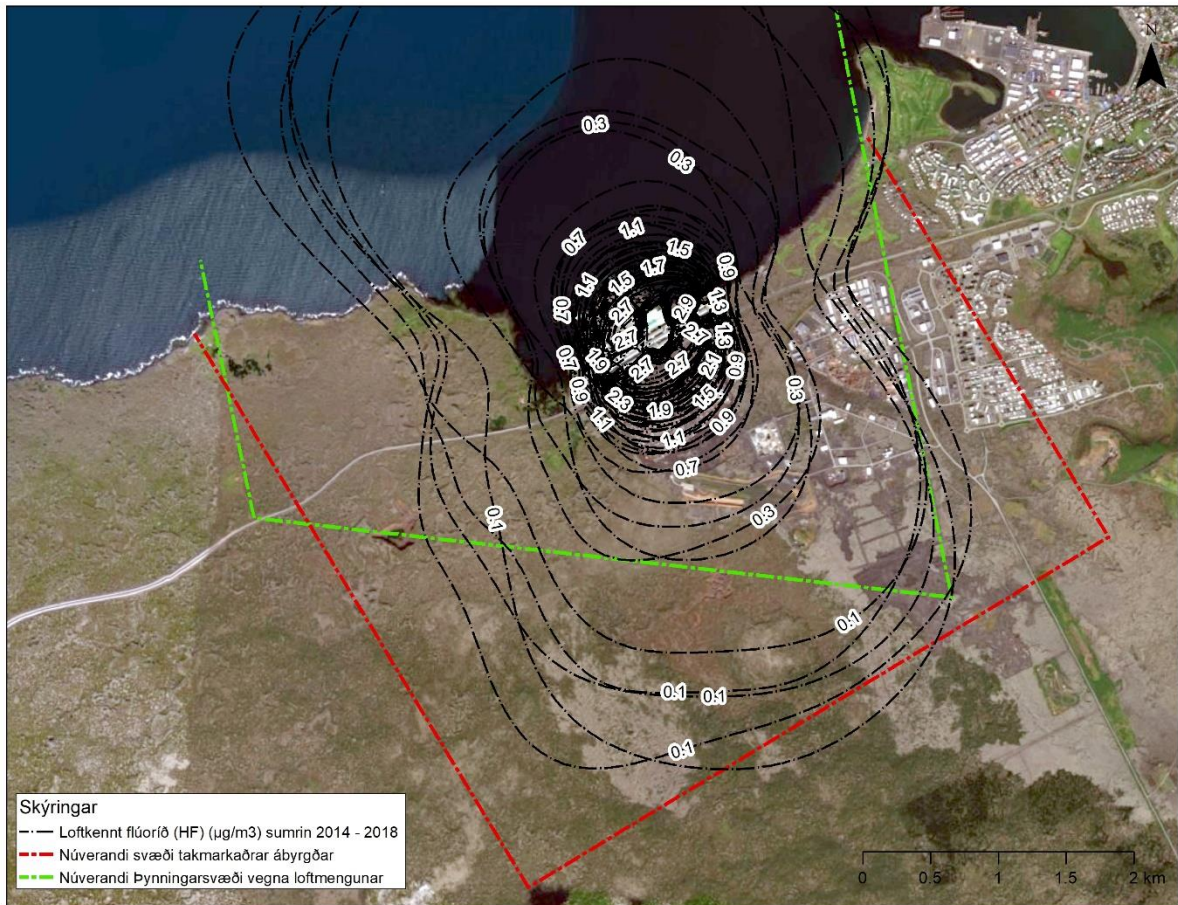
Ár	Hæstu langtíma meðaltals gildi	Eining
2014	6,78	µg / m ³
2015	6,61	µg / m ³
2016	5,64	µg / m ³
2017	5,51	µg / m ³
2018	6,66	µg / m ³

6.5 Langtímameðaltal loftkennds flúoríð (HF)

6.5.1 Langtíma meðaltal loftkennds flúoríðs á vaxtartíma gróðurs (0,3 µg / m³)

Engar reglugerðir eru í gildi á Íslandi um umhverfismörk fyrir HF en Umhverfisstofnun hefur sett viðmiðunarreglur fyrir HF í andrúmslofti fyrir álver á Íslandi sem byggja á norskum viðmiðum. Í þeim viðmiðunarreglum er meðaltalsstyrkur fyrir flúoríð (HF) skoðaður fyrir vaxtartíma gróðurs (1. apríl til

30. september) (Tafla 6) þar sem horft er til umhverfismarka sem miða að verndun vistkerfa. Mynd 10 sýnir jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir langtíma meðaltalsgildi loftkennds flúoríðs (HF) yfir sumartímabil árunna 2014-2018. Tafla 15 sýnir hámarksgildi á vaxtartíma gróðurs. Öll hámarksgildin mældust næst álverinu.



Mynd 10: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir langtíma meðaltalsgildi loftkennds flúoríðs yfir sumartímabil árunna 2014-2018. Viðmiðunarmörkin eru $0,3 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

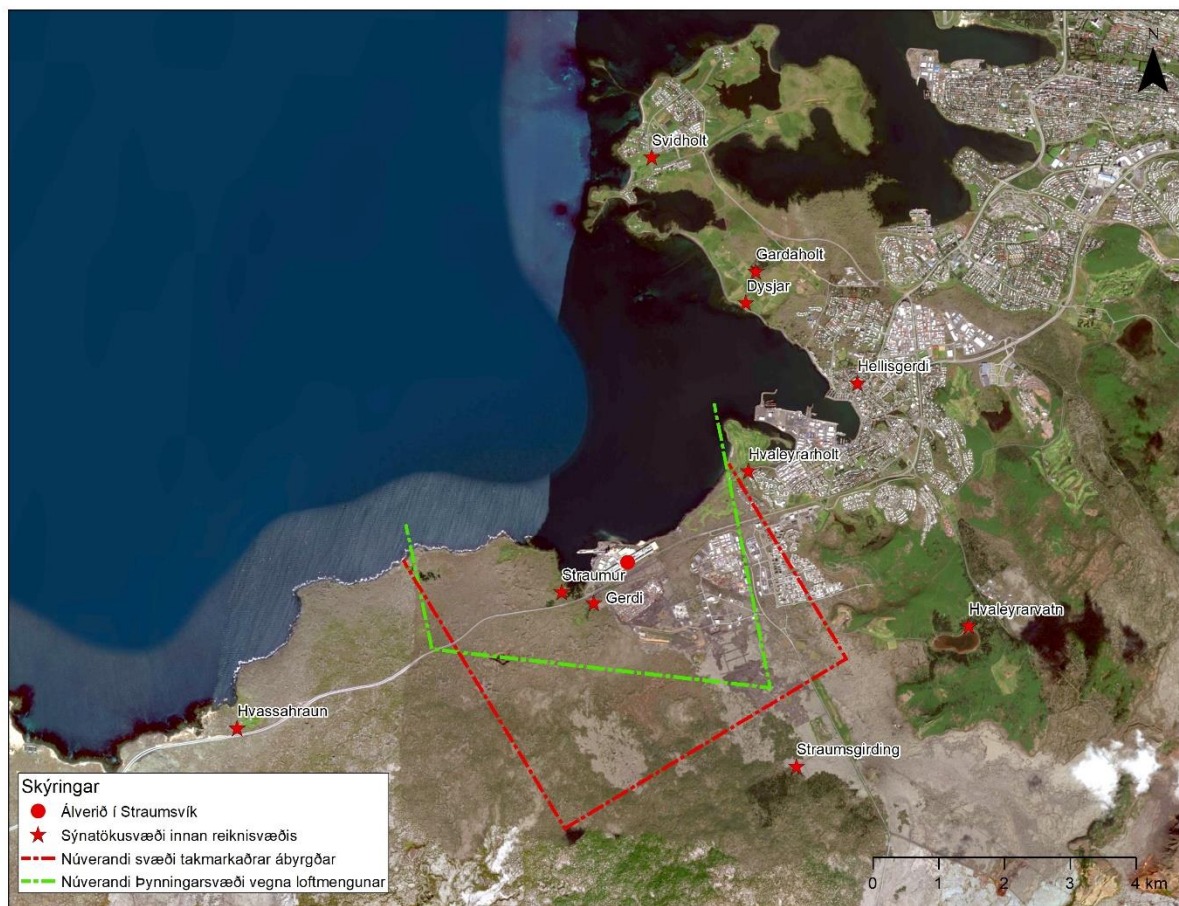
Tafla 16: Hámarksgildi fyrir HF á vaxtartíma gróðurs sumrin 2014-2018.

Ár	Hámarks gildi á vaxtartíma gróður	Eining
2014	5,26	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2015	5,38	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2016	4,60	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2017	4,31	$\mu\text{g} / \text{m}^3$
2018	4,95	$\mu\text{g} / \text{m}^3$

6.6 Önnur gögn um flúormengun

Eftirlit með áhrifum flúors á gróður hafa staðið yfir áratugi í kringum álverið í Straumsvík eða allt frá 1968. Ýmsar rannsóknir hafa sýnt fylgni á milli styrk loftkennds flúoríðs og styrk flúors í gróðri (Koblar,

Tavcar, & Ponikvar-Svet, 2011; Louback, Pereira, Souza, Oliveira, & Silva, 2016). Þetta samband er þó ekki einfalt og eru ýmsir þættir sem hafa áhrif hversu mikið af flúor safnast upp í vef plöntunnar. Þar hefur ekki einungis styrkur flúors í andrúmslofti áhrif heldur einnig hversu lengi mengunin varir, um hvers konar plöntur eða gróður er um að ræða og einnig vaxtarskilyrði á staðnum. Innan reiknisvæðis líkansins eru 10 sýnatökustaðir fyrir gróðurmælingar (Tafla 31 í Viðauka 3). Í nýlegri masterritgerð (Halldórsdóttir, 2019) er þessum mælingum gerð góð skil. Þar eru tekin saman í fyrsta skipti gögn um flúormælingar og rannsóknir á flúormengun síðustu 50 ára eða allt frá 1968 til 2017. Dreifing og styrkur loftborins flúors var skoðaður í samhengi við samantekt sem kom fram í ritgerðinni þar sem þetta er besta einstaka heimildin um flúormælingar í kringum álverið. Skoðaður var styrkur loftborins flúors á þessum 10 sýnatökustöðum fyrir gróðurmælingar (Mynd 11). Samanborið er hægt að segja eftirfarandi um niðurstöður úr ADMS reiknilíkani og samantekt ritgerðarinnar að þeim ber saman í megin atriðum, það er, styrkur flúors er næst álverinu, fellur með fjarlægð frá álverinu og er meiri í ríkjandi vindátt. Nánari upplýsingar um niðurstöður flúormælinga í gróðri er að finna í *Vöktun á loftbornum flúor í gróðri - samantekt á niðurstöðum flúormælinga í gróðri umhverfis álverið í Straumsvík frá 1968 til 2017* eftir Sigrúnu Halldórsdóttur frá 2019.



Mynd 11: Sýnatökustaðir fyrir flúormælingar í gróðri í innan reiknisvæðis ADMS líkansins.

6.7 Tvær sviðsmyndir

Auk útreikninga fyrir árin 2014 – 2018 voru settar upp tvær sviðsmyndir. Fyrri sviðsmyndin byggist á hámarks framleiðslugetu álversins miðað við núverandi tækjakost (230 þús. tonn) ásamt því að losun yrði samkvæmt fullnýtingu á viðmiðunarmörkum fyrir ársmeðaltal eins og þau eru í starfsleyfi (Tafla

4). Þessi sviðsmynd var heimfærð á rekstrarárið 2017. Seinni sviðsmyndin er byggð á þriggja klst. bilun í þurrhrensivirki 3 miðað við verstu skilyrði, einnig heimfært á rekstrarárið 2017.

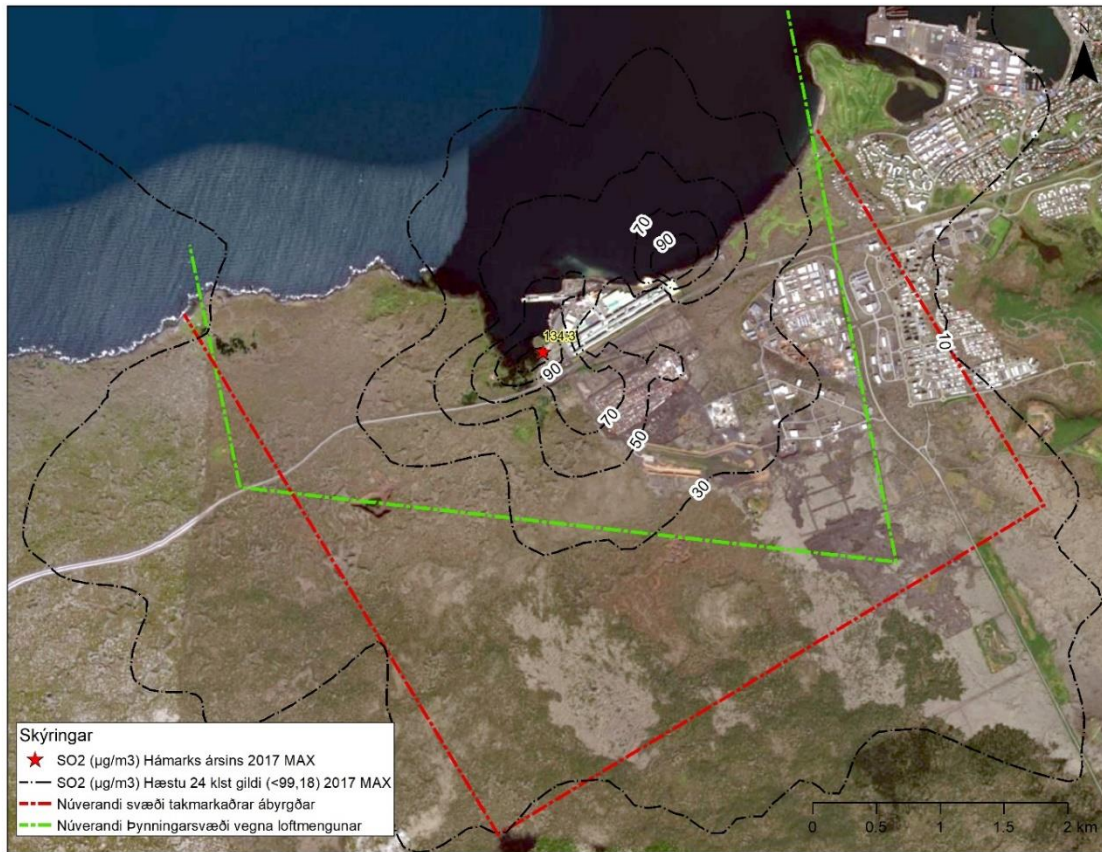
6.7.1 Sviðsmynd 1. Hámarksframleiðsla (230.000 tonn) miðað við núverandi tækjakost álversins

Sviðsmynd 1. byggist á hámarks framleiðslugetu álversins miðað við núverandi tækjakost (230 þús. tonn) ásamt því að losun yrði samkvæmt fullnýtingu á viðmiðunarmörkum fyrir ársmeðaltal eins og þau eru í starfsleyfi (Tafla 4). Samkvæmt því var losun á heildar flúoríði (HF+F-Ryk) aukin úr 0,55 í 0,65 kg/t Al, Ryk (PM₁₀) úr 0,45 í 1,2 kg/t Al og brennisteinsdíoxíð (SO₂) úr 14,7 í 18 kg/t Al. Þessar losunartölur voru síðan heimfærðar á framleiðslu rekstrarársins 2017 þannig að framleiðsla hvers skála var í sviðsmyndinni var í réttu hlutfalli miðað framleiðsluna 2017. Árið 2017 voru framleidd 211,530 tonn af áli. Reiknaður var styrkur fyrir öll mengunarefni og eru niðurstöður sýndar í töflu 17.

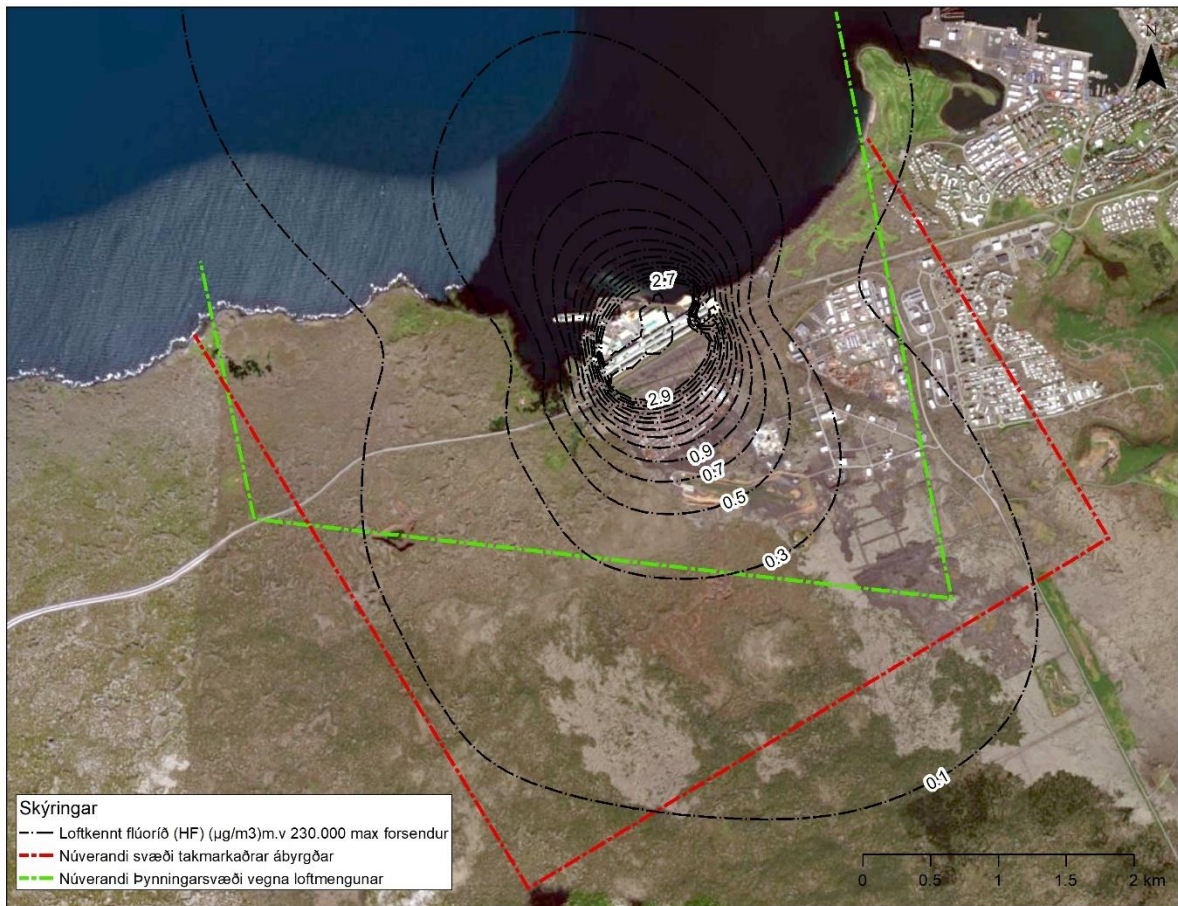
Tafla 17: Útreikningar reiknilikans sem byggir á þeirri sviðsmynd að álverið sé í hámarksframleiðslu (230.000 tonn) miðað við núverandi tækjakost álversins

Efni	Reiknaður styrkur (µg / m ³)	Viðmiðunarmörk (µg / m ³)
Skammtíma meðaltal SO₂		
SO ₂ 1 klst. gildi (hæsta gildi)	262,8 µg / m ³	350 µg / m ³
SO ₂ 24 klst. gildi (hæsta gildi)	134,3 µg / m ³	125 µg / m ³
Skammtíma meðaltal PM₁₀		
PM ₁₀ 24 klst. (hæsta gildi)	19,6 µg / m ³	50 µg / m ³
Langtíma meðaltal SO₂		
Almanaksár	14,8 µg / m ³	20 µg / m ³
Vetur	17,3 µg / m ³	20 µg / m ³
Langtímameðaltal PM₁₀		
Almanaksár	11,5 µg / m ³	40 µg / m ³
Lofkennnt flúoríð á vaxtartíma gróðurs (hæsta gildi)		
HF	5,9 µg / m ³	0,3 µg / m ³

Miðað við gefnar forsendur þá fer reiknaður styrkur einungis yfir viðmiðunarmörk fyrir 24 klst. gildi á SO₂ og fyrir lofkennnt flúoríð á vaxtartíma gróðurs. Mynd 13 sýnir dreifingu á 24 klst. gildi á SO₂ og mynd 14 sýnir dreifingu á lofkennndu flúoríði á vaxtartíma gróðurs.



Mynd 12: Jafngildislinur (svartar brotalinur) fyrir brennisteinsdíoxíð miðað við þá sviðsmynd að álverið sé við hámarksframleiðslu (230.000 tonn) ásamt hámarksgildum (gult letur og rauð stjarna). Viðmiðunarmörkin eru 125 µg / m³.



Mynd 13: Jafngildislínur (svartar brotalínur) fyrir loftkennt flúoríð miðað við þá sviðsmynd að álverið sé við hámarksframleiðslu (230.000 tonn). Viðmiðunarmörkin eru 0,3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ á vaxtartíma gróðurs.

6.7.2 Sviðsmynd 2. Þriggja klst. bilun í þurrhreinsivirki 3 miðað við verstu veðurskilyrði

Þessi sviðsmynd byggir á þeim forsendum að bilun verði í þurrhreinsistöð 3, að stöðin sé alveg óvirk í þrjú tíma og á meðan er engin hreinsun á flúor og ryki sem berst frá kerskála 3. Á sama tíma eru veðurskilyrði þannig að styrkur mengunarefna verður eins hár í nágrenni álversins og mögulegt er miðað við losun. Samkvæmt upplýsingum frá ISAL mældi Aneco³ hreinsivirkni árið 2014 og var hún 99,98% fyrir bæði ryk og flúor gas. Sviðsmyndin gerir ráð fyrir að hreinsivirkni fari úr þessum 99,98 niður í 0%. Mynd 14 sýnir styrk HF miðað við gefnar forsendur. Hæst fer styrkur HF í 610 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ á þessum þremur klukkustundum. Mynd 15 sýnir styrk svifryks (PM_{10}) miðað við gefnar forsendur. Hæst fer styrkurinn í 2528 $\mu\text{g} / \text{m}^3$.

³ <https://www.aneco.de/>



Mynd 14: Jafngildislinur (svartar brotalínur) fyrir loftkennt flúorið miðað við þá sviðsmynd að um 3 klst. bilun verði í þurrhreinsivirki við verstu veðurskilyrði. Viðmiðunarmörkin eru $0,3 \mu\text{g} / \text{m}^3$ yfir vaxtartíma gróðurs.



Mynd 15: Jafngildislinur (svartar brotalínur) fyrir svifryk (PM10) miðað við þá sviðsmynd að um 3 klst. bilun verði í þurrhreinsivirki miðað við verstu veðuraðstæður. Viðmiðunarmörkin eru $50 \mu\text{g} / \text{m}^3$ fyrir sólarhring.

7 Niðurstöður

Helstu niðurstöður eru eftirfarandi.

Innan þynningarsvæðis:

Brennisteinsdíoxíð (SO₂)

- 1 klst. gildi fyrir fór ekki yfir mörk (350 µg / m³) á tímabilinu 2014 – 2018. Hæstu 1 klst. gildi voru á milli 186 til 236 µg / m³.
- 24 klst. gildi fór ekki yfir mörk (125 µg / m³) fyrir árin 2014 til 2017. Árið 2018 fór brennisteinsdíoxíð (SO₂) 11 sinnum yfir sólarhringsmörk. Hæsta 24 klst. gildi voru 142 µg / m³. Þessi hæstu einstaka gildi mældust yfirleitt í um 150 – 300 m suðvestur og norðaustur af kerskálunum.
- Langtímameðaltal (almanaksár) fór ekki yfir mörk (20 µg / m³) fyrir tímabilið 2014 – 2018.
- Vetrarmeðaltal fór ekki yfir mörk (20 µg / m³) fyrir tímabilið 2014 – 2018.

Svifryk (PM₁₀)

- 24 klst. gildi fór ekki yfir mörk (50 µg / m³) á tímabilinu 2014 – 2018.
- Langtímameðaltal (almanaksár) fór ekki yfir mörk (40 µg / m³) á tímabilinu 2014 – 2018.

Innan svæði takmarkaðrar ábyrgðar:

Loftkennt flúoríð (HF)

Styrkur loftkennds flúoríð fór yfir viðmiðunarmörk (0,3 µg / m³) á vaxtartíma gróðurs innan svæðis takmarkaðra ábyrgðar fyrir öll árin 2014 – 2018. Þess bera að geta að reiknaður styrkur úr loftdreifilíkani er hærri en hefur mælst á loftgæðastöðinni á Hvaleyrarholti. Aftur á móti ber spá fyrir dreifingu HF og styrkur uppsafnað flúors í gróðri vel saman, þ.e. styrkurinn er mestur næst álverinu, hærri í ríkjandi vindátt og fellur sem fjær dregur álverinu.

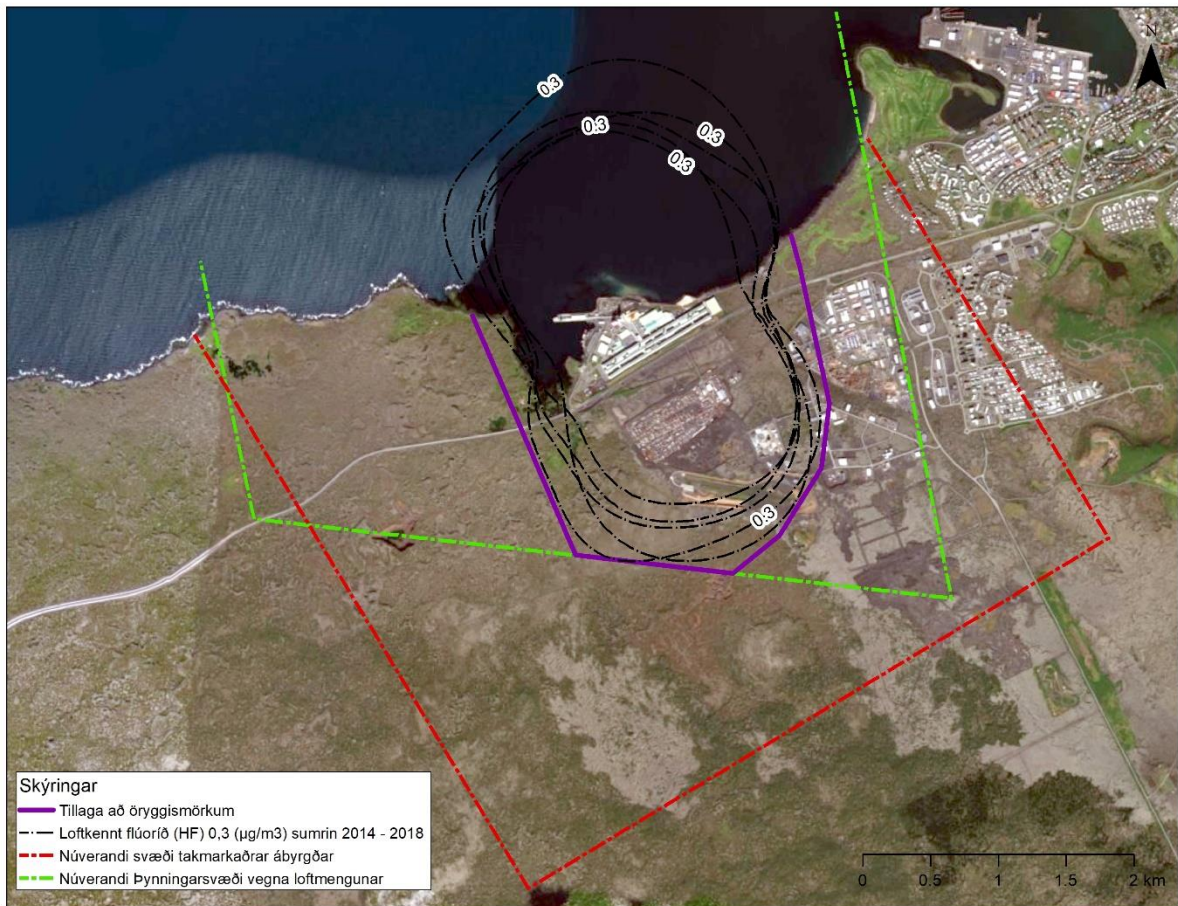
Sviðsmyndir

Sviðsmynd 1. sýnir að miðað við gefnar forsendur fer styrkur SO₂ yfir 24 klst. viðmiðunarmörk innan þynningarsvæðisins næst álverinu og styrkur HF yfir viðmiðunarmörk innan svæðis takmarkaðrar ábyrgðar. Ekki er farið yfir önnur mörk.

Sviðsmynd 2. sýnir að miðað við gefnar forsendur fyrir 3 klst. bilun í þurrhreinsivirki 3 þá fer styrkur HF og PM10 margfalt yfir viðmiðunarmörk.

Niðurlag

ReSource gerir tillögu að nýjum umhverfismörkum í kringum álverið (sjá Mynd 7) sem byggð er á ofangreindum niðurstöðum mengunarútreikninga og byggist á hvar áætlað er að viðmiðunarmörkin 0,3 µg / m³ fyrir loftkennt flúoríð liggja. Ef skoðuð eru viðmiðunarmörk fyrir öll efnin og dreifing á þeim yfir þynningarsvæðið og svæði takmarkaðrar ábyrgðar þá er það einkum styrkur flúoríðs sem fer yfir þau mörk innan umhverfismarka í kringum álverið. Því er hægt að draga ný umhverfismörk miðað við jafngildislínurnar 0,3 µg / m³ fyrir loftkennt flúoríð vitandi það að önnur efni fara ekki yfir sín viðmiðunarmörk utan jafngildislínanna fyrir flúoríð. Að auki þar sem að ADMS líkanið ofmetur styrk flúoríðs verða þessi mörk að teljast varfærnisleg.



Mynd 16: Tillaga að öryggismörkum

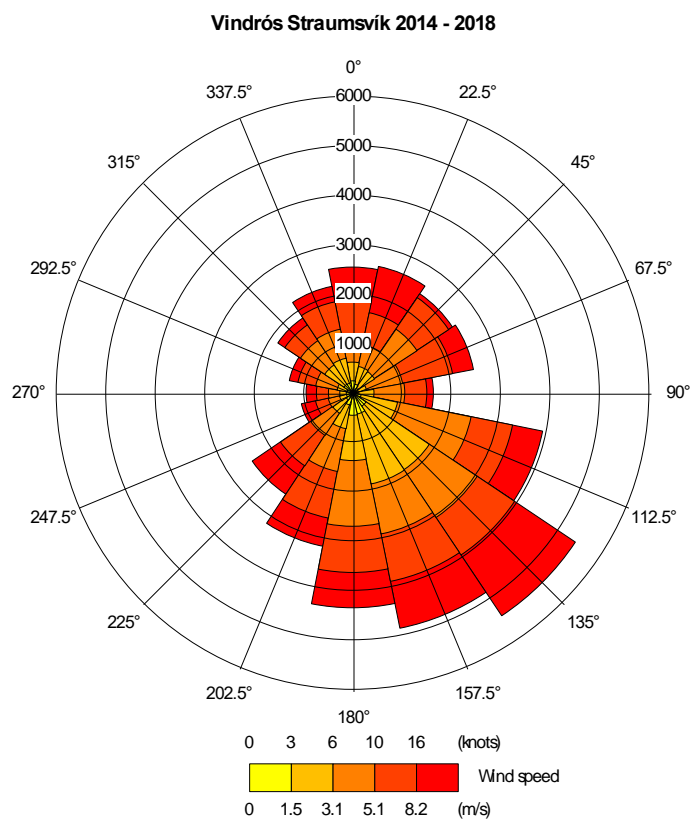
ReSource leggur þó áherslu á að frekari mælingar (loftgæða- og gróðurmælingar) verði gerðar vestan við álverið og á þeim stöðum sem fyrirhugað er að byggja upp á í samráði við eftirlitsaðila og umhverfis- og heilbrigðisyfirvöld. Þetta væri gert til þess að staðfesta niðurstöður líkansins og einnig til þess að ná enn betur utan um dreifingu mengunarefna á svæðinu. Það væri til bóta að hafa auka mælistaði sem bjóða upp á að mælt sé öll efni á sama stað sem á að fylgjast með og þar ber sérstaklega að nefna að gott væri að hafa eftirlit með loftkenndu flúoríði og flúor uppsöfnun í gróðri á sama mælipunkti. Einnig er brýnt að horfa til heildarumhverfisþátta þegar metið er hvaða starfsemi henti á fyrirhuguðum uppbyggingarsvæðum. Allar forsendur, uppsetning líkans og tölur voru yfirfarnar og rýndar af CERC ráðgjafastofu í Bretlandi.

Heimildaskrá

- Alcan á Íslandi hf. (2008). Losun gróðurhúsalofttegunda frá ISAL. *Isaltíðindi*, 38(1).
- Alcan á Íslandi hf. (2009). Loftgæði í nágrenni álversins. *Isaltíðindi*, 39(1).
- CERC. (2017). *The met input module*. CERC.
- Fréttablaðið. (1. apríl 2007). *Stækkun álversins hafnað*. Sótt 7. 5 2019 frá http://timarit.is/view_page_init.jsp?issId=276979&lang=da
- Hafnarfjarðarbær. (2007). *Aðalskipulag Hafnarfjarðar 2005-2025*. Hafnarfjarðarbær.
- Halldórsdóttir, S. H. (2019). *Vöktun á loftbornum flúor í gróðri - samantekt á niðurstöðum flúormælinga í gróðri umhverfis álverið í Straumsvík frá 1968 til 2017*. Reykjavík: Jarðvísindadeild - Háskóli Íslands.
- Íslenska álfélagið hf. (1972). Upplýsingar fyrir starfsmenn ISAL. *Isaltíðindi*, 4(3).
- Íslenska Ríkið. (1966). 434. *Frumvarp til laga um lagagildi samnings milli ríkisstjórnar Íslands og Swiss Aluminium Ltd., um álbræðslu við Straumsvík*.
- Koblar, A., Tavcar, G., & Ponikvar-Svet, M. (2011). Effects of airborne fluoride on soil and vegetation. *Journal of Fluorine Chemistry*, 132, 755-759.
- Landmælingar Íslands. (2018). *Corine landgerðarflokkun*. Sótt frá <http://www.lmi.is/um-landmaelingar/fjarkonnun/corine/>
- Landmælingar Íslands. (2019). *CORINE - flokkun landgerða*. Sótt frá Landmælingar - Fjarkönnun: <https://www.lmi.is/um-landmaelingar/fjarkonnun/corine/>
- Louback, E., Pereira, T. A., Souza, S. R., Oliveira, J. A., & Silva, L. C. (2016). Vegetation damage in the vicinity of an aluminum smelter in Brazil. *Ecological Indicators*, 67, 193-203.
- Pálmarrsson, S. Ó. (2006). *Breikkun Reykjanesbrautar um Hafnarfjörð*. 1 Hönnun.
- Rio Tinto á Íslandi. (23. 9 2010). *Rio Tinto Alcan fjárfestir fyrir 41 milljarð í álverinu í Straumsvík - uppfærir tæknibúnað og eykur framleiðslugetu*. Sótt 29. 8 2019 frá <https://www.riotinto.is/?PageID=12&NewsID=272>
- Rio Tinto á Íslandi hf. (2018). *Samfélagsskýrsla og Grænt bókhald ISAL 2018*. Hafnarfjörður: Rio Tinto á Íslandi hf.
- Rio Tinto á Íslandi. (án dags.). *Upphafsið*. Sótt 14. 8 2019 frá <http://www.riotinto.is/?PageID=27>
- ritsj., G. Þ. (2014). *Sjálfbærnisráðgjafi ISAL 2014*. Hafnarfjörður: Rio Tinto Alcan á Íslandi hf. Sótt frá <https://www.riotinto.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=1983>
- Þórðarson, H. (2017). *Umhverfisvöktun Hvaleyraholti - Mælingar í lofti - Mæligögn 2016*. Reykjavík: Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Tómasson, Þ., & Þormar, H. (1998). Loftborin mengun frá álverinu í Straumsvík. *Náttúrufræðingurinn*, 67(3-4), 233-240.
- Umhverfisstofnun. (2005). *Starfsleyfi fyrir álver Alcan á Íslandi*. Hafnarfjörður. Sótt 15. 8 2019 frá http://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Starfsleyfi/Starfsleyfi-igildi/alver/ISALStraumsvik_2020.pdf

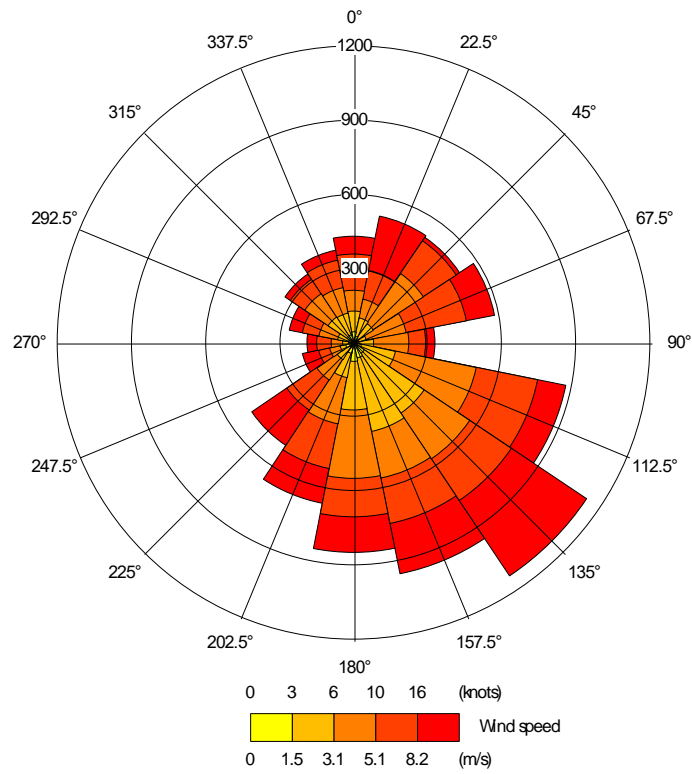
8 Viðauki 1

Viðauki 1 inniheldur vindrósir frá Straumsvík árin 2014-2018. Vindrósir sýna ríkjandi vindátt á því tímabili sem þær standa fyrir. Á hverri mynd fyrir sig er tekið fram fyrir hvaða tímabil þær standa.



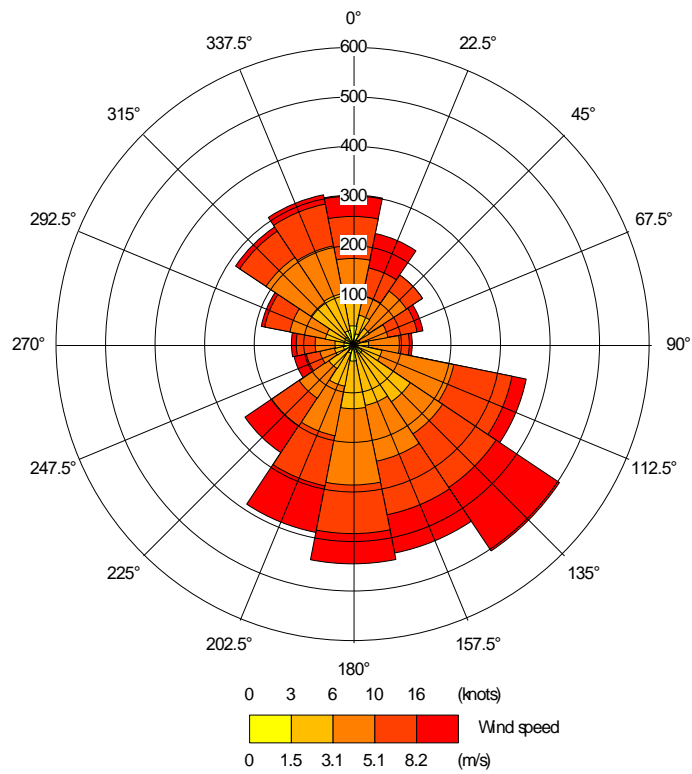
Mynd 17: Vindrós Straumsvík fyrir árin 2014-2018

Vindrós Straumsvík 2018: Allt árið



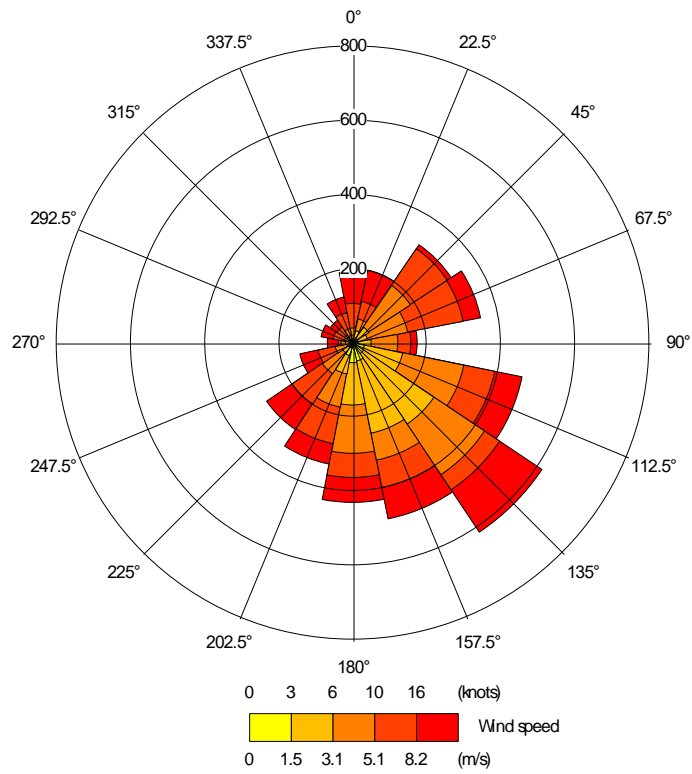
Mynd 18: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2018

Vindrós Straumsvík 2018: Vaxtartími gróðurs (1. Apríl til 30 september)



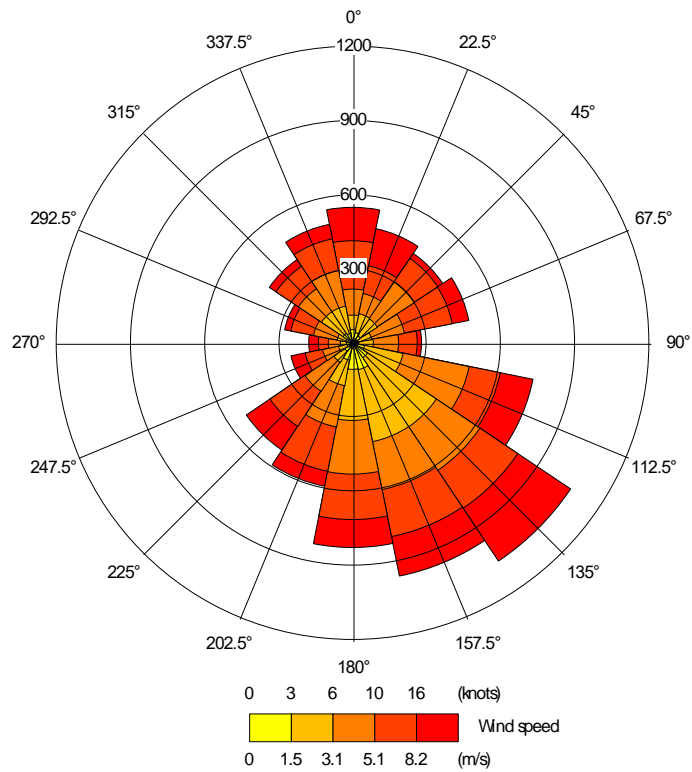
Mynd 19: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2018 yfir vaxtartíma gróðurs, frá 1. apríl til 30. september.

Vindrós Straumsvík: Vetur 2017 - 2018



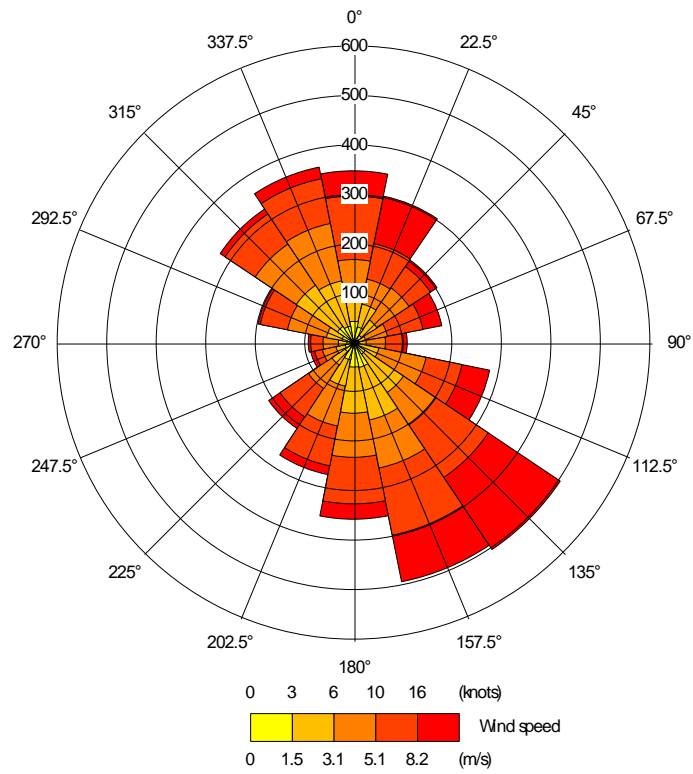
Mynd 20: Vindrós Straumsvík fyrir veturinn 2017-2018

Vindrós Straumsvík 2017: Allt árið



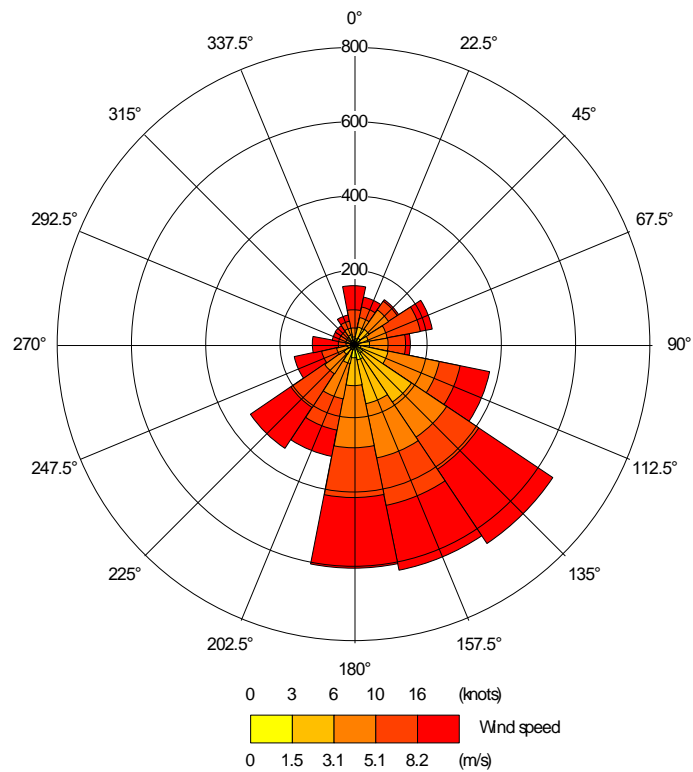
Mynd 21: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2017

Vindrós Straumsvík 2017: Vaxtartími gróðurs (1. Apríl til 30 september)



Mynd 22: Vindrós Straumsvík fyrir árið 2017 yfir vaxtartíma gróðurs, frá 1. apríl til 30. september

Vindrós Straumsvík: Vetur 2016 - 2017



Mynd 23: Vindrós Straumsvík yfir veturinn 2016-2017

9 Viðauki 2

Í viðauka 2 má finna töflur og kennistærðir og útreikninga fyrir þurrhreinsivirki, kerskála og steypuskála á tímabilinu 2014-2018.

Tafla 18: Þurrhreinsivirki - tölur frá 2014-2018

	Strompur 1				Strompur 2				Strompur 3			
	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild
	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál
2014	0.04	0.01	0.14	0.05	0.04	0.01	0.20	0.05	0.01	0.02	0.32	0.03
2015	0.09	0.02	0.30	0.10	0.05	0.02	0.48	0.08	0.01	0.01	0.30	0.02
2016	0.04	0.00	0.11	0.05	0.03	0.01	0.25	0.04	0.01	0.01	0.30	0.02
2017	0.05	0.01	0.13	0.05	0.04	0.02	0.34	0.05	0.02	0.00	0.07	0.02
2018	0.03	0.01	0.19	0.04	0.02	0.01	0.57	0.03	0.01	0.01	0.13	0.02

F-gas stendur fyrir flúorgas, F-ryk stendur fyrir flúor í ryki og F-heild stendur fyrir heildarflúor. Öll gildi eru í kg/t af áli.

Tafla 19: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn á HF gasi árin 2014-2018

	Strompur 1	Strompur 2	Strompur 3	Samtals	Meðaltal HF gas
	HF gas kg/ár	HF gas kg/ár	HF gas kg/ár	HF gas kg/ár	kg/t af áli
2014	2,526	2,462	711	5,699	0.028
2015	5,561	3,379	469	9,409	0.047
2016	2,894	2,129	594	5,617	0.027
2017	3,356	2,417	1,275	7,048	0.033
2018	2,115	1,605	918	4,638	0.022

HF stendur fyrir hydrogen fluoride eða vetnisflúoríð.

Tafla 20: Útreikningar þurrhreinsivirki fyrir heildarmagn flúors í ryki árin 2014-2018

	Strompur 1	Strompur 2	Strompur 3	Samtals	Meðaltal F-ryk
	F-ryk kg/ár	F-ryk kg/ár	F-ryk kg/ár	F-ryk kg/ár	kg/t af áli
2014	467.91	660.44	1202.78	2331.12	0.011
2015	969.76	1525.01	1097.48	3592.26	0.018
2016	297.23	652.26	897.73	1847.21	0.009
2017	387.10	1031.83	231.66	1650.59	0.008
2018	615.73	467.73	878.63	1962.09	0.009

F-ryk stendur fyrir Flúor í ryki.

Tafla 21: Útreikningar þurrhrensivirki fyrir heildarmagn ryks (PM₁₀) árin 2014-2018

	Strompur 1	Strompur 2	Strompur 3	Samtals	Meðaltal Ryk
	PM₁₀ kg/ár	PM₁₀ kg/ár	PM₁₀ kg/ár	PM₁₀ kg/ár	Kg/t af áli
2014	9358.20	13208.72	24055.54	46622.46	0.227
2015	19395.25	30500.21	21949.67	71845.13	0.358
2016	7430.77	16306.39	22443.16	46180.31	0.225
2017	8602.20	22929.55	5147.94	36679.68	0.173
2018	12827.79	38977.55	10099.20	61904.53	0.292

Tafla 22: Útreikningar þurrhrensivirki fyrir heildarmagn SO₂ árin 2014-2018

	Strompur 1	Strompur 2	Strompur 3	Samtals	Meðaltal SO₂
	SO₂ kg/ár	SO₂ kg/ár	SO₂ kg/ár	SO₂ kg/ár	kg/t af áli
2014	896,233	896,233	1,022,500	2,814,966	13.70
2015	878,211	878,211	1,010,491	2,766,914	13.80
2016	947,747	947,747	1,065,110	2,960,603	14.45
2017	988,668	988,668	1,089,849	3,067,185	14.50
2018	918,423	918,423	1,005,161	2,842,006	13.40

SO₂ = brennisteinsdíoxíð.

Tafla 23: Kerskálur - tölur frá 2014-2018

	Kerskáli 1				Kerskáli 2				Kerskáli 3			
	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild	F-gas	F-ryk	Ryk	F-heild
	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál	kg/t ál
2014	0.36	0.08	0.28	0.44	0.77	0.14	0.50	0.92	0.40	0.09	0.32	0.49
2015	0.46	0.12	0.36	0.58	0.69	0.13	0.41	0.82	0.46	0.11	0.35	0.58
2016	0.24	0.06	0.18	0.30	0.47	0.10	0.31	0.57	0.57	0.13	0.39	0.70
2017	0.28	0.06	0.17	0.33	0.47	0.10	0.30	0.57	0.49	0.11	0.34	0.60
2018	0.36	0.07	0.23	0.43	0.46	0.11	0.36	0.57	0.49	0.11	0.36	0.59

F-gas stendur fyrir flúorgas, F-ryk stendur fyrir flúor í ryki og F-heild stendur fyrir heildarflúor. Öll gildi eru í kg/t af áli.

Tafla 24: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á HF gasi árin 2014-2018

	Kerskáli 1 HF gas kg/ár	Kerskáli 2 HF gas kg/ár	Kerskáli 3 HF gas kg/ár	Samtals HF gas kg/ár	Meðaltal HF gas kg/t af áli
2014	23,598	50,603	29,642	103,843	0.51
2015	29,771	43,453	33,798	107,021	0.53
2016	15,884	30,923	41,650	88,458	0.43
2017	18,973	32,360	36,992	88,324	0.42
2018	24,354	31,781	36,711	92,846	0.44

HF stendur fyrir hydrogen fluoride eða vetnisflúoríð.

Tafla 25: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á flúori í ryki árin 2014-2018

	Kerskáli 1 F-ryk kg/ár	Kerskáli 2 F-ryk kg/ár	Kerskáli 3 F-ryk kg/ár	Samtals F-ryk kg/ár	Meðaltal F-ryk kg/t af áli
2014	5376.24	9461.28	6919.00	21756.52	0.11
2015	7524.31	8292.43	8366.93	24183.67	0.12
2016	4059.63	6803.61	9669.93	20533.17	0.10
2017	4025.50	6890.52	8409.41	19325.44	0.09
2018	4910.42	7703.01	8549.63	21163.06	0.10

F-ryk stendur fyrir flúor í ryki.

Tafla 26: Útreikningar kerskála fyrir heildarmagn á ryki (PM₁₀) árin 2014-2018

	Kerskáli 1 PM ₁₀ kg/ár	Kerskáli 2 PM ₁₀ kg/ár	Kerskáli 3 PM ₁₀ kg/ár	Samtals PM ₁₀ kg/ár	Meðaltal Ryk kg/t af áli
2014	18538.75	32625.09	23858.63	75022.48	0.37
2015	23266.26	25641.42	25871.76	74779.43	0.37
2016	12008.09	20217.92	28687.17	60913.18	0.30
2017	11911.05	20447.52	25422.46	57781.02	0.27
2018	15593.59	24461.77	27150.29	67205.65	0.32

Tafla 27: Kennistærðir fyrir útblástursop í rjáfurum kerskála

	Upphafshnit rjáfursops		Endahnit rjáfursops		Lengd ops (m)	Þvermál ops (m)	Hæð frá jörðu	Loftflæði* (Nm ³ /s)	Hiti (K)
	x1	y1	x2	y2					
Skáli 1	351763	396952	352495	397394	854	2,05	20,79	1402	308
Skáli 2	351786	396916	352516	397357	854	2,60	20,79	1415	313
Skáli 3	351814	396870	352544	397312	854	2,20	20,79	1343	311

Tafla 28: Kennistærðir fyrir þurrhreinsivirki

	Hnit strompa		Hæð frá jörðu	Þvermál ops (m)	Loftflæði (Nm ³ /s)	Hiti (K)
	x	y				
Strompur 1	352432	397331	39,4	4,40	250	336
Strompur 2	351817	396960	39,4	4,60	250	338
Strompur 3	352141	397095	39,4	4,20	210	356

Tafla 29: Kennistærðir fyrir steypuskála

	Hnit strompa		Hæð frá jörðu	Þvermál ops (m)	Loftflæði (Nm ³ /s)	Hiti (K)
	x	y				
Strompur 26	352178	397271	23,2	1,0	4.4	431
Strompur 27	352198	397283	23,2	1,0	4.8	328
Strompur 28	352202	397285	23,2	1,0	4.8	311
Strompur 29	352224	397299	23,2	1,8	4.4	374

10 Viðauki 3

Í viðauka 3 má finna dæmi um veðurgögn og aðrar töflur.

Tafla 30: Dæmi um veðurgögn – 1 klst. gögn frá 1. janúar 2017.

Ár	Dagur árs	Klukkustund	Hitastig °C	Rakastig	Vindátt	Vindhraði	Skýjahula
2017	1	1	-6.1	87	157	4	4
2017	1	2	-3.5	79	145	3.5	5
2017	1	3	-3.2	79	164	2.9	6
2017	1	4	-2.1	75	156	2.8	7
2017	1	5	-1.1	71	167	3.5	7
2017	1	6	0.1	73	186	4.5	8
2017	1	7	1.2	78	204	5	8
2017	1	8	1.7	87	227	5.2	7
2017	1	9	1.8	87	197	3.1	7
2017	1	10	3.6	69	271	3.9	7
2017	1	11	1.9	85	197	3.8	7
2017	1	12	1.7	88	193	3.7	7
2017	1	13	2.8	87	232	5.5	7
2017	1	14	3.2	84	238	4.9	7
2017	1	15	2.9	84	235	6.2	7
2017	1	16	3	84	237	3.5	6
2017	1	17	2.7	83	213	3.6	6
2017	1	18	2.6	85	211	3.6	5
2017	1	19	2.9	86	223	3.6	6
2017	1	20	2.8	87	194	2.7	7
2017	1	21	3.8	84	257	3.8	8
2017	1	22	2.9	88	201	2.4	8
2017	1	23	2.7	89	242	4.5	8
2017	1	24	2.5	98	229	4.9	8

Tafla 31: Sýnatökustaðir fyrir gróðurmælingar innan reiknisvæðis líkansins

Númer	Nafn	Fjarlægð frá uppsprettu
1	Straumur	1096 m
31	Gerði	807 m
9	Dysjar	4337 m
6	Hellisgerði	4435 m
32	Straumsgirðing	4030 m
8	Sviðholt	6167 m
37	Garðaholt	4833 m
34	Hvaleyrarvatn	5281 m
27	Hvassahraun	6456 m
99	Hvaleyrarholt	2302 m

Fjarlægð frá miðpunkti mengunaruppspretta