



Líkanreikningar á dreifingu útblásturs frá fyrirhuguðu iðjuveri Thorsils í Helguvík.

Unnið fyrir Thorsil ehf.

Skýrsla nr. 14.14

September 2014

Verkfræðistofan Vatnaskil

Suðurlandsbraut 50

108 Reykjavík

s. 568-1766

vatnaskil@vatnaskil.is

www.vatnaskil.is

Skýrsla nr: 14.14	Útgefið: September 2014	Fjöldi síðna: 32	Dreifing: Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
Heiti skýrslu: Líkanreikningar á dreifingu útblásturs frá fyrirhuguðu iðjuveri Thorsils í Helguvík.			
Höfundur: Helgi Gunnar Gunnarsson, Hjalti Sigurjónsson			
Verkefnisstjóri: Sveinn Óli Pálmarrson			
<p>Útdráttur:</p> <p>Birtar eru niðurstöður spár um dreifingu brennisteinsdíoxíðs (SO₂), köfnunarefnisoxíðs (NO_x), kolmónoxíðs (CO), svífryks (PM10) og arómatískra kolvetna (PAH) frá fyrirhugaðri kísilmálmverksmiðju Thorsils í Helguvík.</p> <p>Veðurlíkanið AR-WRF er notað til að reikna 3-vítt vindsvið, veðurforritið CALMET til að uppreikna veður á þéttara neti og leiðrétta út frá mælingum, og dreifingarforritið CALPUFF til að reikna dreifingu efna.</p> <p>Reiknuð eru klukkustundargildi styrks ofantalinna efna og eru þau ásamt sólarhringsmeðalgildum, eftir því sem við á, borin saman við reglugerðarmörk, fyrir losun Thorsils annars vegar og samlegðaráhrif losunar Thorsils og Norðuráls hins vegar.</p> <p>Mat er lagt á samlegðaráhrif við útblástur frá iðjuveri Stakksbrautar 9, út frá niðurstöðum í skýrslu um umhverfisáhrif (Stakksbraut 9, 2013) um dreifingu útblásturs þaðan.</p>			
Verkkaupi: Thorsil ehf.		Tengiliður verkkaupa: Hákon Björnsson	
Lykilorð: Brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisoxíð, kolmónoxíð, svífryk, skorsteinar, siuhús, Thorsil.			

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	4
Myndaskrá	5
Töfluskrá	6
1. Inngangur	7
2. Útblástur	7
3. Loftdreifingarlíkan	7
4. Gögn.....	8
4.1. AR-WRF lofthjúpslíkan.....	8
4.2. Landhæðarlíkan AR-WRF og CALMET	8
4.3. Landhæðarlíkan CALPUFF	8
5. Reglugerðarmörk fyrir mengun andrúmslofts.....	9
6. Samanburður á losun Thorsils við reglugerðarmörk	10
6.1. SO ₂	10
6.2. NO _x	10
6.3. CO	10
6.4. PM10 (svifryk)	11
6.5. PAH.....	11
7. Samanburður á losun Thorsils, Norðuráls og Stakksbrautar 9 við reglugerðarmörk	11
7.1. SO ₂	11
7.2. NO _x	12
7.3. PM10.....	13
7.4. PAH	13
Heimildir	14
Myndir	15

Myndaskrá

Mynd 1. Reiknisvæði og reiknipunktur CALPUFF.	16
Mynd 2. Meðalstyrkur SO ₂ , dreifing frá Thorsil. 20 kg/t Si losun. Styrkur er sýndur í µg/m ³	17
Mynd 3. Meðalstyrkur SO ₂ , dreifing frá Thorsil. 15 kg/t Si losun. Styrkur er sýndur í µg/m ³	18
Mynd 4. Líkur á sólarhringsmeðaltali styrks SO ₂ undir 50 µg/m ³ . 20 kg/t Si losun. Dreifing frá Thorsil.	19
Mynd 5. Líkur á sólarhringsmeðaltali styrks SO ₂ undir 50 µg/m ³ . 15 kg/t Si losun. Dreifing frá Thorsil.	20
Mynd 6. Meðalstyrkur NO _x , dreifing frá Thorsil. Styrkur er sýndur í µg/m ³	21
Mynd 7. Líkur á klukkustundarmeðaltali styrks NO _x undir 110 µg/m ³ . Dreifing frá Thorsil.	22
Mynd 8. Meðalstyrkur PM10, dreifing frá Thorsil. Styrkur er sýndur í µg/m ³	23
Mynd 9. Meðalstyrkur SO ₂ , dreifing frá Thorsil (15 kg/t Si) og Norðuráli annars vegar (svartar línur) og frá Stakksbraut 9 hins vegar (litaðar línur). Styrkur er sýndur í µg/m ³	24
Mynd 10. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringmeðalstyrk SO ₂ . Thorsil (20 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	25
Mynd 11. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk SO ₂ . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	26
Mynd 12. 99,2% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk SO ₂ . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	27
Mynd 13. 99,75% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðalstyrk SO ₂ . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	28
Mynd 14. Meðalstyrkur NO _x , dreifing frá Thorsil annars vegar (svartar línur) og frá Stakksbraut 9 hins vegar (litaðar línur). Styrkur er sýndur í µg/m ³	29
Mynd 15. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk NO _x . Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	30
Mynd 16. 98,0% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðaltöl styrks NO _x . Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	31
Mynd 17. 99,8% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðaltöl styrks NO _x . Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).	32

Töfluskrá

Tafla 1. Skorsteinar Thorsils. Kennistærðir og meðaltöl hraða og hita yfir reiknitímabilið.	7
Tafla 2. Skorsteinar Thorsils. Meðaltöl losunar yfir reiknitímabilið.....	7
Tafla 3. Reglugerðarmörk fyrir hámarksmengun andrúmslofts.....	9
Tafla 4. Kerskálar Norðuráls. Kennistærðir og meðaltöl hraða, hita og losunar yfir reiknitímabilið.	11
Tafla 5. Skorsteinar Norðuráls. Kennistærðir og meðaltöl hraða, hita og losunar yfir reiknitímabilið.	11

1. Inngangur

Thorsil ehf. fól Verkfræðistofunni Vatnaskilum að setja upp líkan fyrir dreifingu útblástursefna frá fyrirhugaðri kísilmálmverksmiðju Thorsils í Helguvík. Forsendur þessa verkefnis fyrir hönd Thorsils komu frá Mannviti. Jafnframt voru niðurstöður líkanreikninga á dreifingu útblásturs frá álveri Century Aluminium (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2009) lagðar saman við niðurstöður Thorsils. Til viðbótar er borið saman við slíkar niðurstöður frá fyrirhugaðri kísilverksmiðju Stakksbrautar 9, en þær hafa verið unnar upp af myndum úr skýrslu um mat á umhverfisáhrifum, þar sem gerð er grein fyrir dreifingarreikningum frá iðjuverinu (Stakksbraut 9, 2013).

Í eftirfarandi umfjöllun er gerð grein fyrir útblásturforsendum iðjuveranna, loftdreifingarlíkaninu og þeim gögnum er inn í það ganga og helstu niðurstöðum með hliðsjón af reglugerðarviðmiðum.

2. Útblástur

Útblástur í fyrirhugaðri kísilmálmverksmiðju Thorsils er reiknaður út um tvo skorsteina staðsettra á milli síuhúsa 14 og 16 annars vegar og milli síuhúsa 42 og 44 hins vegar, sbr. forsendur frá Mannviti. Kennistærðir skorsteina og meðaltöl útblástursstærða eru gefnar í töflum 1 og 2. Reiknað er út frá tvennum forsendum um losun SO₂, þ.e. 15 kg/tonn framleiðslu (53,8 g/s) og 20 kg/tonn framleiðslu (71,8 g/s).

Tafla 1. Skorsteinar Thorsils. Kennistærðir og meðaltöl hraða og hita yfir reiknitímabilið.

Skorsteinn	Staður		Hæð	Grunnhæð	Þvermál	V	T
Númer	X [m]	Y [m]	[m]	[m.y.s.]	[m]	[m/s]	[°C]
1	325703,2	396372,0	52,5	26,9	3,4	20,0	200,0
2	325665,0	396496,1	52,5	27,5	3,4	20,0	200,0

Tafla 2. Skorsteinar Thorsils. Meðaltöl losunar yfir reiknitímabilið.

Skorsteinn	Losun [g/s]					
	Númer	SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	PAH
1		26,9 / 35,9	32,5	39,8	0,994	0,004
2		26,9 / 35,9	32,5	39,8	0,994	0,004

3. Loftdreifingarlíkan

Til reikninga á dreifingu mengunarefna er notað forritið CALPUFF (Scire o.fl. 2000b). Forritið notar þrívítt vindsvið í hárrí upplausn (1 km), sem reiknað er með líkaninu CALMET (Scire o.fl. 2000a). CALMET reiknar einnig stöðugleika lofts og tekur í því sambandi tillit til yfirborðseiginleika lands. CALMET notar sem inntaksgögn mælt veður við yfirborð og veður sem reiknað hefur verið í þremur víddum í lægri upplausn með veðurlíkani á borð við AR-WRF ásamt gögnum um landgerð og snjóhulu á hverjum tíma. Með því að nota mældan vind við yfirborð og landslag í hárrí upplausn er unnt að

leiðréttu vindsviðið úr AR-WRF líkaninu og taka tillit til atriða á smáum skala, svo sem nákvæmrar legu strandlínu og landslags á smærri kvarða.

CALPUFF reiknar einnig áhrif niðurdráttar vinds hlémegin við byggingar. Víddir ráðandi bygginga eftir vindátt eru reiknaðar með forritinu BPIP (US Environmental Protection Agency, 1993).

Á mynd 1 má sjá reiknisvæði CALPUFF og reiknipunkta. Það afmarkast af hornpunktunum (321100, 393600) í suðvestri og (327900, 400400) í norðaustri. Reiknipunktar eru staðsettir með 50 m bili umhverfis iðjuverið á svæði sem er 3,0 x 3,0 km að stærð. Þar fyrir utan eru reiknipunktar með 200 m bili.

Reiknað er fyrir fimm ára tímabil, frá 1. janúar 2000 til 31. desember 2004 og eru niðurstöður skrifaðar út með 1 klst. upplausn í tíma.

4. Gögn

4.1. AR-WRF lofthjúpslíkan

Veður frá 1. janúar 2000 til 31. desember 2004 var reiknað í þremur víddum með lofthjúpslíkaninu AR-WRF. Reiknistofa í veðurfræði annaðist reikningana. Reiknað var á svæði sem nær yfir allt Ísland á punktaneti með 9 km möskvastærð og á neti með 3 km möskvastærð yfir Reykjanesi og nágrenni.

4.2. Landhæðarlíkan AR-WRF og CALMET

Landslag út GTOPO30 landhæðargrunninum frá USGS (United States Geological Survey) er notað bæði í WRF reikningum (3 km upplausn) og í CALMET reikningum (1 km upplausn). Þau gögn eru í baughnitum með 30 bogasekúndna (u.þ.b. 900 m) upplausn.

4.3. Landhæðarlíkan CALPUFF

Landhæðarlíkon eru unnin upp úr 20x20 m rastergögnum úr TK-50 landupplýsingagrunninum frá Loftmyndum ehf. Landhæðarlíkan fyrir reiknipunkta CALPUFF er með 100, 200 og 400 m upplausn og eru hæðir í reiknipunktum reiknaðar með línulegri brúun upp úr TK-50 hæðargrunninum.

5. Reglugerðarmörk fyrir mengun andrúmslofts

Í töflu 3 eru sýnd umhverfismörk reglugerða nr. 251/2002 og nr. 410/2008 fyrir eftirfarandi efni: Brennisteinsdíoxíð (SO₂), köfnunarefnisoxíð (NO_x), kolmónoxíð (CO), svifryk (PM10) og arómatísk kolvetni (PAH), gefið sem B(a)P.

Tafla 3. Reglugerðarmörk fyrir hámarksmengun andrúmslofts.

Efni	Viðmiðunar- tímabil	Umhverfis- mörk	Skýring	Uppruni staðalsins
SO ₂	1 klst.	350 µg/m ³	99,7% (24 klukkustundir/ár)	251/2002
	24 klst.	50 µg/m ³	98,1% (7 skipti/ár)	251/2002
	24 klst.	125 µg/m ³	99,2% (3 skipti/ár)	251/2002
	Vetur (1.okt.-31.mars)	20 µg/m ³		251/2002
	Almanaksárið	20 µg/m ³		251/2002
NO ₂	1 klst.	110 µg/m ³	98,0% (175 skipti/ár)	251/2002
	1 klst.	200 µg/m ³	99,8% (18 skipti/ár)	251/2002
	24 klst.	75 µg/m ³	98,1% (7 skipti/ár)	251/2002
	Vetur (1.okt.-31.mars)	30 µg/m ³		251/2002
NO _x	Almanaksárið	30 µg/m ³		251/2002
CO	1klst	30 mg/m ³	98,1% (175 skipti/ár)	251/2002
	8 klst	6 mg/m ³	98,6% (21 skipti/ár)	251/2002
	8 klst	10 mg/m ³	100,0% (0 skipti/ár)	251/2002
PM10	24 klst	50 µg/m ³	98,1% (7 skipti/ár)	251/2002
	Almanaksárið	20 µg/m ³		251/2002
B(a)P	Almanaksárið	1 ng/m ³		410/2008

6. Samanburður á losun Thorsils við reglugerðarmörk

6.1. SO₂

Meðalstyrkur SO₂ fyrir 20 kg/t Si losun yfir reiknitímabilið er sýndur á mynd 2. Þar eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,5, 1, 2 og 4 µg/m³. Samkvæmt reglugerð þarf meðalstyrkur að vera undir 20 µg/m³ utan þynninarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er 5,3 µg/m³. Meðalstyrkur fer því hvergi yfir mörk reglugerðar.

Meðalstyrkur SO₂ fyrir 15 kg/t Si losun yfir reiknitímabilið er sýndur á mynd 3. Þar eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,5, 1 og 2 µg/m³. Samkvæmt reglugerð þarf meðalstyrkur að vera undir 20 µg/m³ utan þynninarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er 4,0 µg/m³. Meðalstyrkur fer því hvergi yfir mörk reglugerðar.

Mynd 4 sýnir líkindaplan fyrir sólarhringsmeðalstyrk SO₂ undir 50 µg/m³ fyrir 20 kg/t Si losun. Samkvæmt reglugerð má sólarhringsmeðalstyrkur ekki fara yfir 50 µg/m³ oftari en 7 sinnum á ári (verður að vera undir því marki 98,1% tímans). Jafngildislína fyrir þetta gildi er sýnd með rauðu á myndinni. Mynd 5 sýnir samsvarandi niðurstöður með 15 kg/t Si losun. 98,1% jafngildislinan er þá ekki lengur til staðar.

Samkvæmt reglugerð þarf 24 klst. meðalstyrkur SO₂ jafnframt að vera undir 125 µg/m³ 99,2% tímans. Fyrir 20 kg/t Si losun reiknast styrkur alls staðar á líkansvæðinu undir 125 µg/m³ 100% tímans fyrir utan lítið svæði þar sem farið er yfir 125 µg/m³ í um 1 dag á ári að meðaltali í tveimur reiknipunktum. Fyrir 15 kg/t losun reiknast styrkur undir 125 µg/m³ 100% tímans.

Ekkert tilfelli 1 klst. meðalstyrks SO₂ yfir 350 µg/m³ kemur fram í þessum reikningum. Reglugerð leyfir 24 klukkustundir á ári yfir þessum mörkum.

6.2. NO_x

Meðalstyrkur NO_x yfir reiknitímabilið er sýndur á mynd 6. NO_x er summa NO og NO₂. Þar eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,5 og 1 µg/m³. Samkvæmt reglugerð þarf meðalstyrkur að vera undir 30 µg/m³ utan þynninarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er 2,0 µg/m³. Meðalstyrkur fer því hvergi yfir mörk reglugerðar.

Ekkert tilfelli 24 klst. meðalstyrks NO_x yfir 75 µg/m³ kemur fram í þessum reikningum. Reglugerð leyfir að NO₂ sé 7 sólarhringa á ári yfir þessum mörkum.

Mynd 7 sýnir líkindaplan fyrir klukkustundarmeðalstyrk NO_x undir 110 µg/m³. Samkvæmt reglugerð má klukkustundarmeðalstyrkur NO₂ ekki fara yfir 110 µg/m³ oftari en 175 sinnum á ári (verður að vera undir því marki 98,0% tímans). Styrkur NO_x reiknast innan þessara marka 99% tímans eða meira.

Ekkert tilfelli 1 klst. meðalstyrks NO_x yfir 200 µg/m³ kemur fram í þessum reikningum. Reglugerð leyfir að styrkur NO₂ sé 18 klukkustundir á ári yfir þessum mörkum.

6.3. CO

Hæsta reiknaða klukkustundarmeðaltal styrks CO í þessum reikningum er 225,8 µg/m³ sem þýðir að styrkur er undir öllum mörkum reglugerðar (tafla 3).

6.4. PM10 (svifryk)

Meðalstyrkur PM10 yfir reiknitímabilið er sýndur á mynd 8. Þar eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,05 og 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Samkvæmt reglugerð þarf meðalstyrkur að vera undir 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynnarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er 0,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ekkert tilfelli 24 klst. meðalstyrks PM10 yfir 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kemur fram í þessum reikningum. Reglugerð leyfir að styrkur PM10 sé 7 sólarhringa á ári yfir þessum mörkum.

6.5. PAH

Hæsti reiknaði styrkur PAH í þessum reikningum er 0,0006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er undir mörkum reglugerðar fyrir B(a)P (tafla 3).

7. Samanburður á losun Thorsils, Norðuráls og Stakksbrautar 9 við reglugerðarmörk

Til að leggja gróft mat á samlegðaráhrif við styrk efna frá Stakksbraut 9 voru jafngildislinur styrks á myndum í skýrslu um mat á umhverfisáhrifum (Stakksbraut 9, 2013) hnitaðar og teiknaðar ásamt samsvarandi línur fyrir samanlagðan styrk Thorsils og Norðuráls.

Samlegðaráhrifin eru metin fyrir SO_2 , NO_x , PM10 og PAH. Kennistærðir skorsteina og kerskála og meðaltöl útblástursstærða Norðuráls eru gefin í töflu 4 og 5.

Tafla 4. Kerskálur Norðuráls. Kennistærðir og meðaltöl hraða, hita og losunar yfir reiknitímabilið.

Kerskáli	Staður				Hæð [m]	Grunnhæð	V	Losun
Númer	X_1 [m]	Y_1 [m]	X_1 [m]	Y_1 [m]	[m]	[m]	[m/s]	SO_2 [g/s]
1	325096	396565	324732	397654	14,7	27,4	0,52	1,54
2	325180	396593	324816	397682	14,7	27,4	0,52	1,54

Tafla 5. Skorsteinar Norðuráls. Kennistærðir og meðaltöl hraða, hita og losunar yfir reiknitímabilið.

Skorsteinn	Staður		Hæð	Grunnhæð	pvermál	V	T	Losun
Númer	X [m]	Y [m]	[m]	[m.y.s.]	[m]	[m/s]	[°C]	SO_2 [g/s]
1	325093	396713	40,0	27,4	4,16	16,0	110,0	50,6
2	325002	396983	40,0	27,4	4,16	16,0	110,0	50,6
3	324909	397263	40,0	27,4	4,16	16,0	110,0	50,6
4	324820	397527	40,0	27,4	4,16	16,0	110,0	50,6

7.1. SO_2

Meðalstyrkur SO_2 yfir reiknitímabilið fyrir Thorsil (15 kg/t Si losun) og Norðurál annars vegar og Stakksbraut 9 hins vegar er sýndur á mynd 9. Fyrir Thorsil og Norðurál eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,5, 1, 2 og 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Samkvæmt reglugerð þarf

meðalstyrkur að vera undir $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynnarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fyrir Stakksbraut 9 eru jafnstyrkslínur með 5 og $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ styrk sýndar. Þar er hæsti reiknaði styrkur $9,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samanlagður hæsti reiknaði meðalstyrkur fer því ekki yfir mörk reglugerðar.

Mynd 10 sýnir 98,1% hlutfallsmörk sólarhringsmeðalstyrks SO_2 fyrir Thorsil (20 kg/t Si losun) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má sólarhringsmeðalstyrkur ekki fara yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en 7 sinnum á ári (verður að vera undir því marki 98,1% tímans). Styrkur reiknast yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ frá Thorsil og Norðuráli á litlu svæði um 250 m suðvestur af syðra útblástursopi Thorsils. Líkur eru á hæstum samanlögðum styrk á því svæði. Annars staðar er ekki útlit fyrir að styrkur nái $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk.

Mynd 11 sýnir 98,1% hlutfallsmörk sólarhringsmeðalstyrks SO_2 fyrir Thorsil (15 kg/t Si losun) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má sólarhringsmeðalstyrkur ekki fara yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en 7 sinnum á ári (verður að vera undir því marki 98,1% tímans). Styrkur við 98,1% hlutfallsmörk reiknast yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ frá Thorsil og Norðuráli í þremur reiknipunktum á litlu svæði tæpa 250 m suðvestur af syðra útblástursopi Thorsils. Gera má ráð fyrir hæstum samanlögðum styrk á því svæði. Ekki er útlit fyrir að styrkur nái $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ annars staðar.

Mynd 12 sýnir 99,2% hlutfallsmörk 24 klst. meðalstyrks SO_2 fyrir Thorsil (15 kg/t Si losun) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má sólarhringsmeðalstyrkur ekki fara yfir $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en 3 sinnum á ári (verður að vera undir því marki 99,2% tímans). Hæsti reiknaði styrkur frá Thorsil og Norðuráli fyrir þetta tímabil er $78,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,2% hlutfallsmörk. Hæsti reiknaði styrkur við 99,2% hlutfallsmörk frá Stakksbraut 9 fyrir þetta tímabil er $27,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ekki eru því líkur á að styrkur fari yfir $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en leyfilegt er.

Mynd 13 sýnir 99,75% hlutfallsmörk 1 klst. meðalstyrks SO_2 fyrir Thorsil (15 kg/t Si losun) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má klukkustundarmeðalstyrkur ekki fara yfir $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en 24 sinnum á ári (verður að vara undir því marki 99,75% tímans). Hæsti reiknaði styrkur frá Thorsil og Norðuráli fyrir þetta tímabil er $127,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,7% hlutfallsmörk. Hæsti reiknaði styrkur frá Stakksbraut 9 fyrir þetta tímabil er $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,75% hlutfallsmörk. Ekki eru því líkur á að samanlagður styrkur fari yfir $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samanlagður styrkur verður ekki hærri en um $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,75% hlutfallsmörk þar sem $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jafnstyrkslína Thorsils og Norðuráls fellur saman við $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jafnstyrkslínu Stakksbrautar 9.

7.2. NO_x

Meðalstyrkur NO_x yfir reiknitímabilið fyrir Thorsil annars vegar og Stakksbraut 9 hins vegar er sýndur á mynd 14. Fyrir Thorsil eru jafnstyrkslínur sýndar á millibili sem markar tvöföldun í styrk milli lína, þ.e. 0,5 og $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samkvæmt reglugerð má meðalstyrkur ekki vera yfir $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan þynnarsvæðis. Hæsti reiknaði styrkur fyrir þetta tímabil er $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fyrir útblástur frá Thorsil. Fyrir Stakksbraut 9 eru jafnstyrkslínur fyrir 2 og $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sýndar. Þar er hæsti reiknaði styrkur $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samanlagður hæsti reiknaði meðalstyrkur fer því ekki yfir mörk reglugerðar.

Mynd 15 sýnir 98,1% hlutfallsmörk 24 klst. meðalstyrks NO_x fyrir Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má 24 klst. meðalstyrkur NO_2 ekki fara yfir $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftari en 7 sólarhringa á ár (verður að vera undir því marki 98,1% tímans). Hæsti reiknaði styrkur NO_x frá Thorsil fyrir þetta tímabil er $26,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk. Hæsti reiknaði styrkur

frá Stakksbraut 9 fyrir þetta tímabil er $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk. Ekki eru því líkur á að styrkur NO_x fari yfir $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk.

Mynd 16 sýnir 98,0% hlutfallsmörk 1 klst. meðalstyrks NO_x fyrir Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má klukkustundarmeðalstyrkur NO_2 ekki fara yfir $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftár en 175 klukkustundir á ári, (verður að vera undir því marki 98,0% tímans). Hæsti reiknaði styrkur NO_x frá Thorsil fyrir þetta tímabil er $104,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,0% hlutfallsmörk. Hæsti reiknaði styrkur frá Stakksbraut 9 fyrir þetta tímabil er $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,0% hlutfallsmörk. Sá möguleiki er fyrir hendi að samanlagður styrkur NO_x nái reglugerðarmörkum fyrir NO_2 á litlu svæði þar sem hágildi framlags Thorsils er, skammt suðvestur af iðjuverinu.

Mynd 17 sýnir 99,8% hlutfallsmörk 1 klst. meðalstyrks NO_x fyrir Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbrautar 9 hins vegar (heil lína). Samkvæmt reglugerð má klukkustundarmeðalstyrku NO_2 ekki fara yfir $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftár en 18 klukkustundir á ári (verður að vera undir því marki 99,8% tímans). Hæsti reiknaði styrkur NO_x frá Thorsil fyrir þetta tímabil er $156,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,8% hlutfallsmörk. Hæsti reiknaði styrkur frá Stakksbraut 9 fyrir þetta tímabil er $56,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 99,8% hlutfallsmörk. Sá möguleiki er fyrir hendi að samanlagður styrkur nái reglugerðarmörkum fyrir NO_2 á litlu svæði þar sem hágildi framlags Thorsils er, skammt suðvestur af iðjuverinu.

7.3. PM10

Meðalstyrkur PM10 yfir reiknitímabilið fyrir Thorsil reiknast hæst $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hæsti reiknaði meðalstyrkur PM10 fyrir Stakksbraut 9 er $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Reglugerð setur mörk hámarksstyrks $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samanlagður hæsti meðalstyrkur fer því ekki yfir mörk reglugerðar.

Samkvæmt reglugerð má sólarhringsmeðalstyrkur PM10 ekki fara yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oftár en 7 sólarhringa á ári (verður að vera undir því marki 98,1% tímans). Styrkur reiknast hæst $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk fyrir Thorsil. Samsvarandi hæsta gildi fyrir Stakksbraut 9 reiknast $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ekki eru því líkur á að styrkur fari yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ við 98,1% hlutfallsmörk.

7.4. PAH

Meðalstyrkur PAH yfir reiknitímabilið fyrir Thorsil reiknast hæst $0,0006 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hæsti reiknaði meðalstyrkur PAH fyrir Stakksbraut 9 er $0,0014 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Reglugerð 410/2008 setur mörk B(a)P við $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ eða $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miðað er við að mörk PAH séu 100 sinnum styrkur B(a)P. Samanlagður hæsti meðalstyrkur fer því ekki yfir mörk reglugerðar.

Heimildir

Scire, J. S., F. R. Robe, M.E. Fernau og R.J. Yamartino, 2000a: A user's guide for the CALMET meteorological model (Version 5). Earth Tech, Inc., Concord, MA.

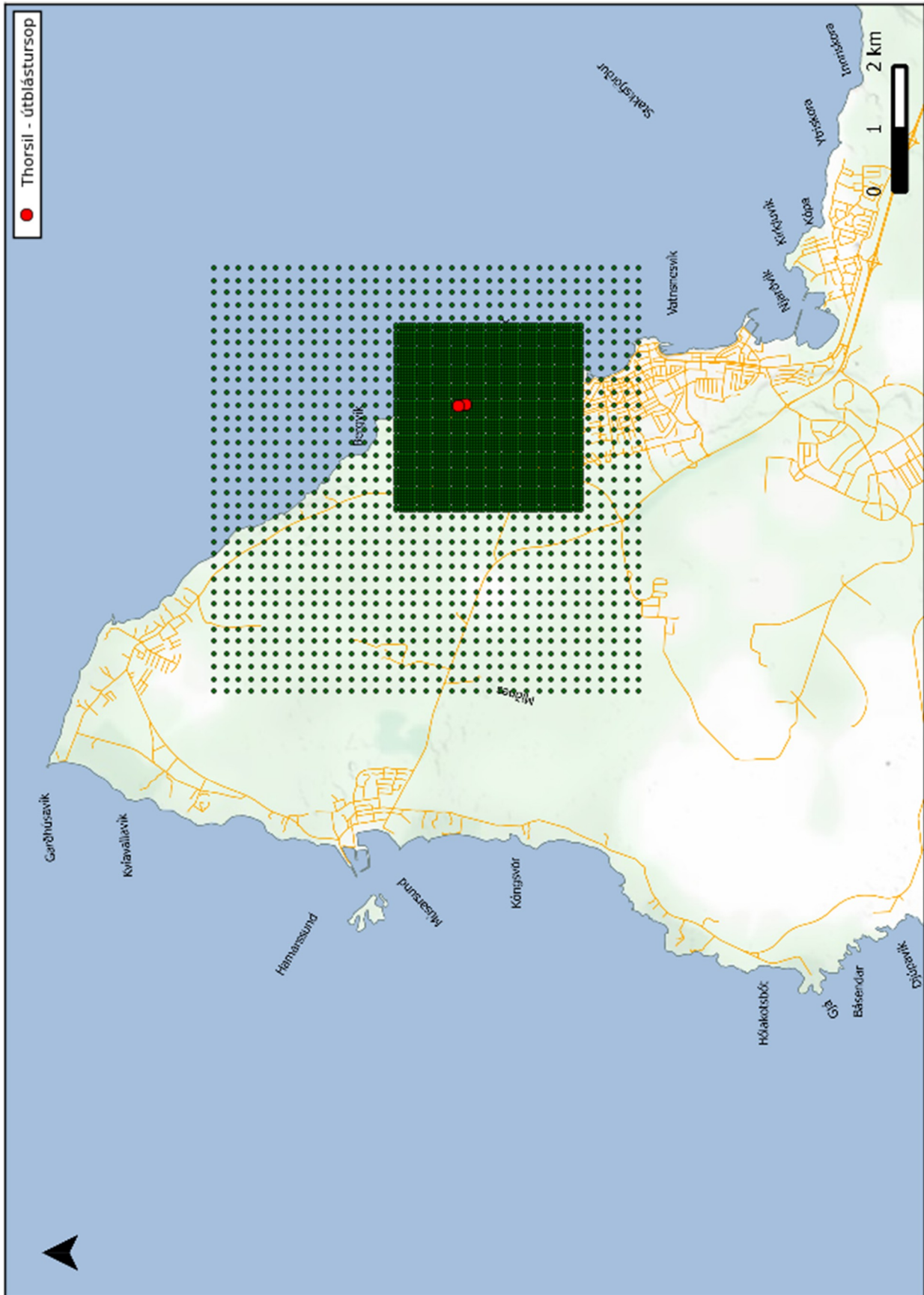
Scire, J. S., D.G. Strimaitis og R.J. Yamartino, 2000a: A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5). Earth Tech, Inc., Concord, MA.

Stakksbraut 9, 2013. Mat á umhverfisáhrifum við framleiðslu kísils í Helguvík. Matskýrsla. 9. apríl 2013.

US Environmental Protection Agency, 1993: User's Guide to the Building Profile Input Program. Office of Air Quality Planning and Standards.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2009. Helguvík. Dreifingarspá fyrir fyrirhugað álver Norðuráls í Helguvík. Unnið fyrir Norðurál. Október 2009. Skýrsla nr. 09.08.

Myndir



Mynd 1. Reiknisvæði og reiknipunktur CALPUFF.



● Thorsil - útblástursop

Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal SO₂ að vera undir 20 µg/m³ utan skilgreinds þynningarsvæðis

Mynd 2. Meðalstyrkur SO₂, dreifing frá Thorsil. 20 kg/t Si losun. Styrkur er sýndur í µg/m³.

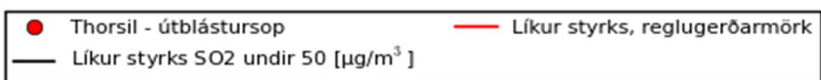


● Thorsil - útblástursop

Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal SO₂ að vera undir 20 µg/m³ utan skilgreinds þynningarsvæðis

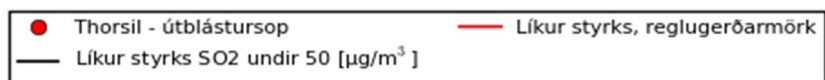
Mynd 3. Meðalstyrkur SO₂, dreifing frá Thorsil. 15 kg/t Si losun. Styrkur er sýndur í µg/m³.



Jafngildislínur sýna líkur styrks undir 50 µg/m³

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal SO₂ að vera undir 50 µg/m³ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 4. Líkur á sólarhringsmeðaltali styrks SO₂ undir 50 µg/m³. 20 kg/t Si losun. Dreifing frá Thorsil.



Jafngildislínur sýna líkur styrks undir 50 µg/m³

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal SO₂ að vera undir 50 µg/m³ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 5. Líkur á sólarhringsmeðaltali styrks SO₂ undir 50 µg/m³. 15 kg/t Si losun. Dreifing frá Thorsil.

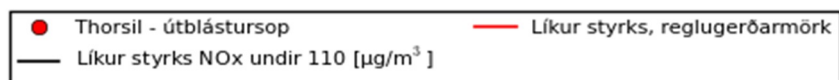


● Thorsil - útblástursop

Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal NO_x að vera
undir 30 µg/m³ utan skilgreinds þynningarsvæðis

Mynd 6. Meðalstyrkur NO_x, dreifing frá Thorsil. Styrkur er sýndur í µg/m³.



Jafngildislínur sýna líkur styrks undir 110 µg/m³

Samkvæmt reglugerð verður klukkustundarmeðaltal NO₂ að vera undir 110 µg/m³ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 7. Líkur á klukkustundarmeðaltali styrks NO_x undir 110 µg/m³. Dreifing frá Thorsil.



● Thorsil - útblástursop

Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal PM10 að vera undir $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan skilgreinds þynningarsvæðis

Mynd 8. Meðalstyrkur PM10, dreifing frá Thorsil. Styrkur er sýndur í $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

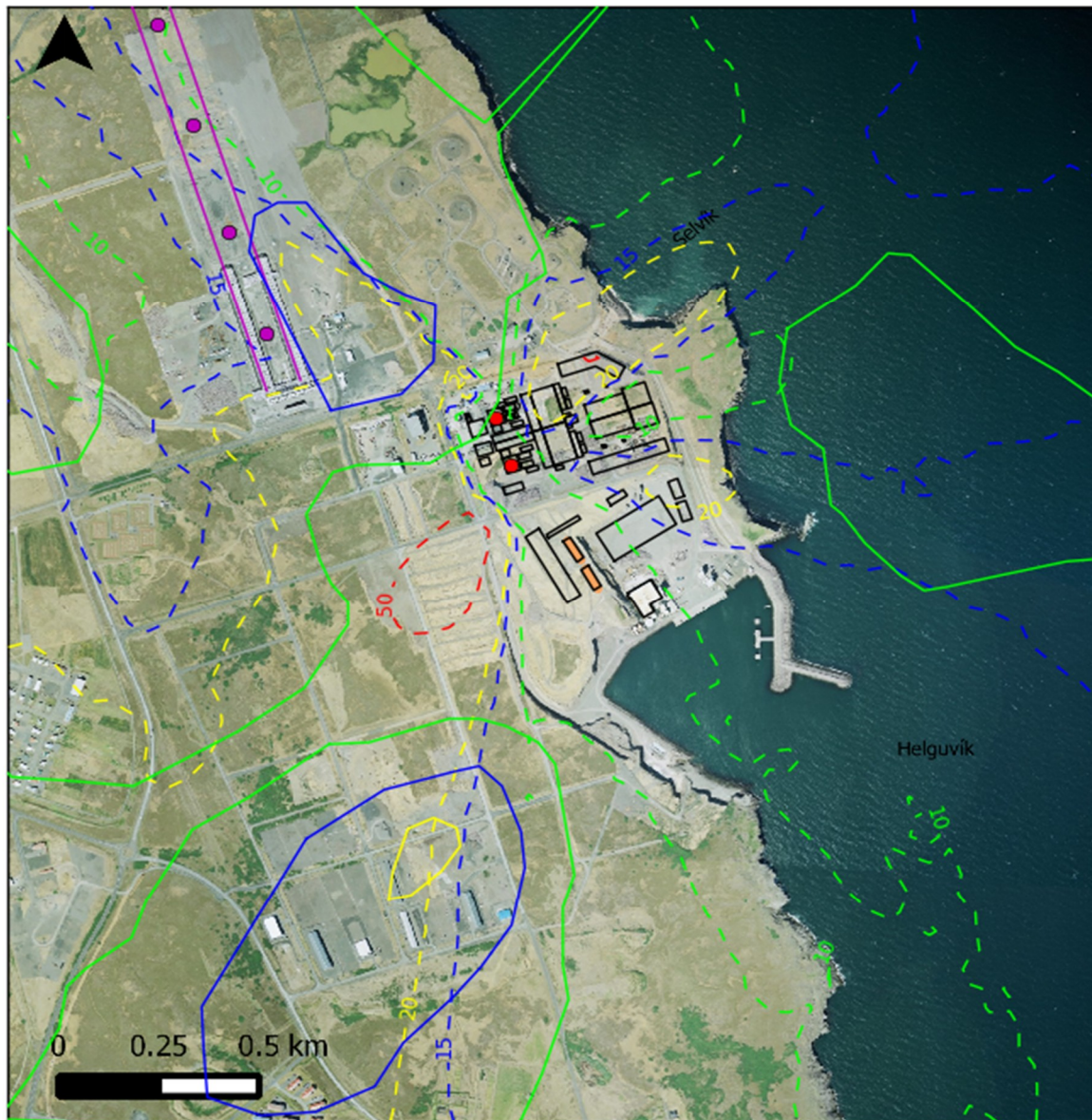


● S9 - útblástursop	— Norðurál - kerskáli
● Thorsil - útblástursop	— 5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9
● Norðurál - útblástursop	— 8 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9

Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal SO_2 að vera undir $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ utan skilgreinds þynningarsvæðis

Mynd 9. Meðalstyrkur SO_2 , dreifing frá Thorsil (15 kg/t Si) og Norðuráli annars vegar (svartar línur) og frá Stakksbraut 9 hins vegar (litaðar línur). Styrkur er sýndur í $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

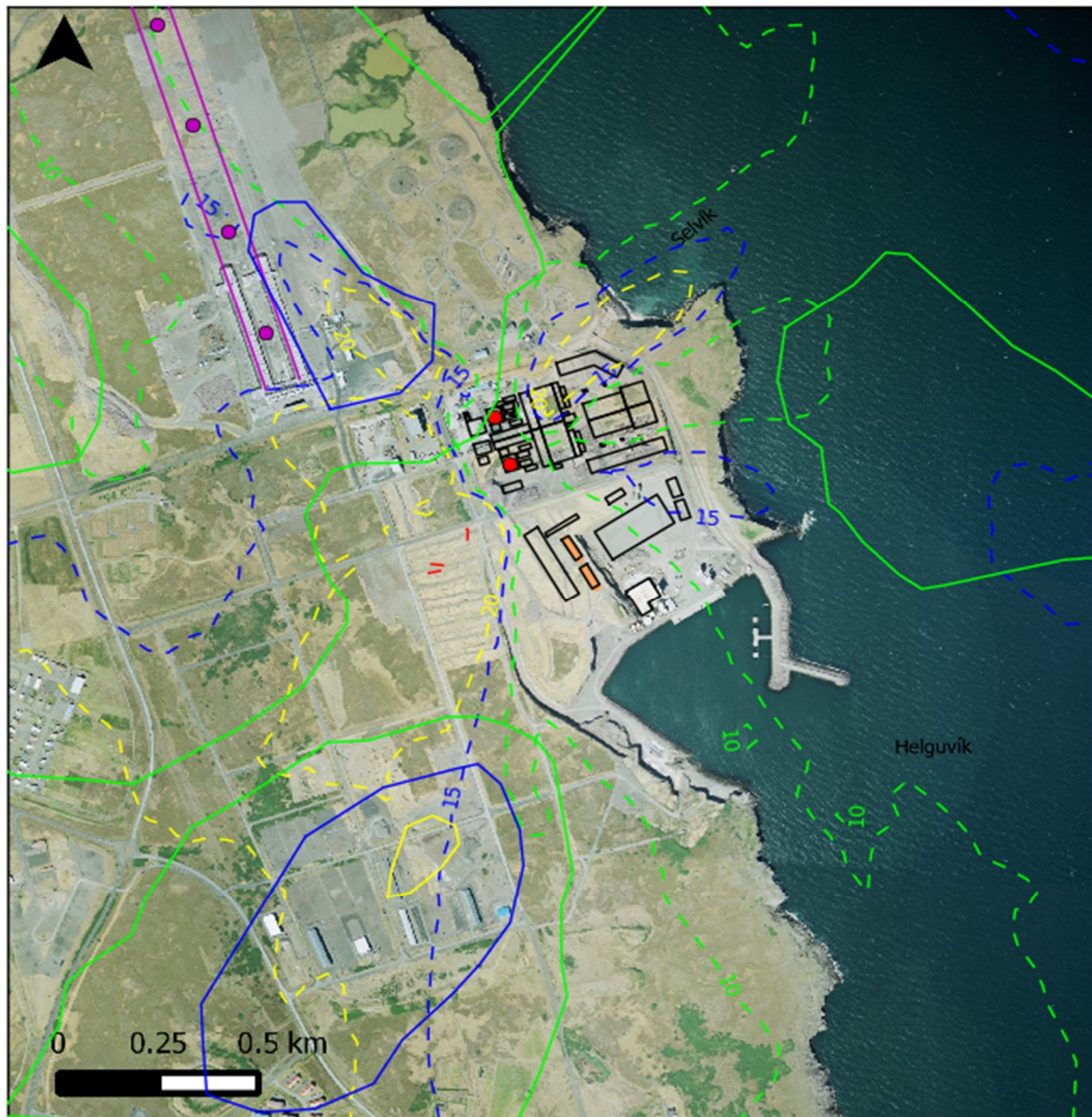


● S9 - útblástursop	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Thorsil - útblástursop	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	— 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Norðurál - útblástursop	— 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	— 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
— Norðurál - kerskáli	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál	

Jafngildislínur sýna 98.1% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal SO_2 að vera undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 10. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringmeðalstyrk SO_2 . Thorsil (20 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).



● S9 - útblástursop	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Thorsil - útblástursop	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Norðurál - útblástursop	— 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
— Norðurál - kerskáli	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál	

Jafngildislínur sýna 98.1% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal SO_2 að vera undir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 11. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk SO_2 . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).



● S9 - útblástursop	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Thorsil - útblástursop	— 20 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 25 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Norðurál - útblástursop	— 25 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
— Norðurál - kerskáli	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál	

Jafngildislínur sýna 99.2% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal SO_2 að vera undir $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í a.m.k. 99.2% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 12. 99,2% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk SO_2 . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).

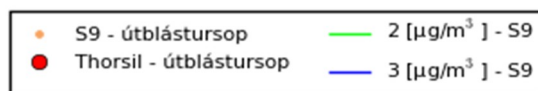


● S9 - útblástursop	— Norðurál - kerskáli	— 150 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9
● Thorsil - útblástursop	— 100 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 100 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál
● Norðurál - útblástursop	— 125 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	- - 125 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil & Norðurál

Jafngildislínur sýna 99.75% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður klukkustundarmeðaltal SO_2 að vera undir $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í a.m.k. 99.75% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 13. 99,75% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðalstyrk SO_2 . Thorsil (15 kg/t Si) og Norðurál annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).



Jafngildislínur sýna meðaltal styrks.

Samkvæmt reglugerð verður ársmeðaltal NO_x að vera undir 30 µg/m³ utan skilgreinds þynningarsvæðis

Mynd 14. Meðalstyrkur NO_x, dreifing frá Thorsil annars vegar (svartar línur) og frá Stakksbraut 9 hins vegar (litaðar línur). Styrkur er sýndur í µg/m³.

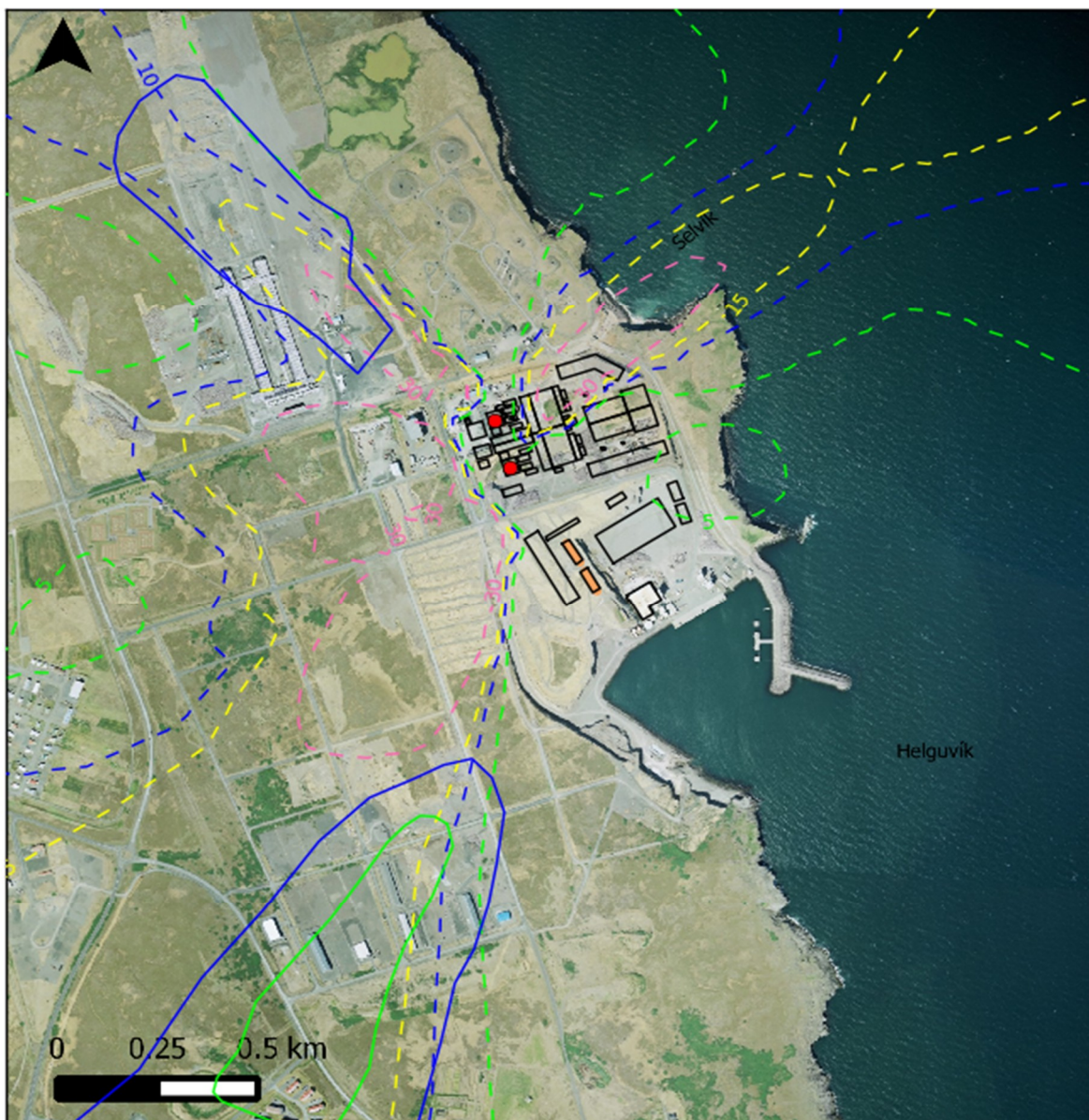


● S9 - útblástursop	— 7 [µg/m ³] - S9	- - 7 [µg/m ³] - Thorsil
● Thorsil - útblástursop	- - 5 [µg/m ³] - Thorsil	- - 10 [µg/m ³] - Thorsil
— 5 [µg/m ³] - S9		

Jafngildislínur sýna 98.1% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður sólarhringsmeðaltal NO₂ að vera undir 75 µg/m³ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 15. 98,1% hlutfallsmörk fyrir sólarhringsmeðalstyrk NO_x. Thorsil annars vegar (brotin lína) og Stakksbraut 9 hins vegar (heil lína).



● S9 - útblástursop	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	— 15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil
● Thorsil - útblástursop	— 5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil	— 30 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil
— 5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - S9	— 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] - Thorsil	

Jafngildislínur sýna 98.1% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður klukkustundarmeðaltal NO_2 að vera undir $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í a.m.k. 98.1% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 16. 98,0% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðaltöl styrks NO_x . Thorsil annars vegar (brotin lína) og Staksbraut 9 hins vegar (heil lína).



● S9 - útblástursop	— 50 [µg/m ³] - S9	— 100 [µg/m ³] - Thorsil
● Thorsil - útblástursop	- - 50 [µg/m ³] - Thorsil	- - 150 [µg/m ³] - Thorsil

Jafngildislínur sýna 99.8% hlutfallsmörk styrks

Samkvæmt reglugerð verður klukkustundarmeðaltal NO₂ að vera undir 200 µg/m³ í a.m.k. 99.8% tilfella utan skilgreinds þynningarsvæðis.

Mynd 17. 99,8% hlutfallsmörk fyrir klukkustundarmeðaltöl styrks NO_x. Thorsil annars vegar (brotin lína) og Staksbraut 9 hins vegar (heil lína).