

SCAIL-Förbränning

Ett screeningverktyg för att bedöma lokal påverkan av utsläpp till luft



Rapportnummer: C10045

Författare: Sofie Petersson och Ågot Watne

ISBN nummer: 978-91-7883-708-3

På uppdrag av: Skånes Luftvårdsförbund

Fotograf: Peter Nordahl / IBL Bildbyrå

Sammanfattning

SCAIL (Simple Calculation of Atmospheric Impact Limits) är ett webbaserat screeningverktyg utvecklat för att undersöka vilken påverkan en viss sorts miljöfarliga verksamheter har på känsliga livsmiljöer samt för de människor som bor och vistas i närheten av verksamheten. Verktøyet är från början utvecklat i Storbritannien, där det främst används för att undersöka vilken typ av tillståndsprövning som krävs för små och medelstora förbränningsanläggningar.

På uppdrag av Skånes Luftvårdsförbund har IVL Svenska Miljöinstitutet utvärderat beräkningsverktyget SCAIL-Förbränning genom en jämförelse med spridnings- och depositionsberäkningar avseende utsläpp till luft utförda med spridningsmodellen ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System). Jämförelsen baseras på en känslighetsanalys av hur olika indata i de båda modellverktygen påverkar spridningen av luftföroreningar i närområdet.

För att utvärdera SCAIL-Förbränning för svenska förhållanden har utsläpp till luft för en fallstudie beräknats med SCAIL, och sedan har resultaten jämförts med resultat beräknade för samma fallstudie men med spridningsmodellen ADMS. Jämförelsen har begränsats till utsläpp av NO_x.

Jämförelsen visar att SCAIL-Förbränning kan vara ett användbart verktyg för att göra en första bedömning om en mer detaljerad utredning behövs. Generellt beräknas ett högre haltbidrag med SCAIL än med ADMS, vilket är att föredra för att SCAIL-Förbränning ska kunna användas som ett screeningverktyg då det säkerställer att resultaten inte underskattas. Jämförelsen och utvärderingen av SCAIL-Förbränning är enbart baserad på modellering. För att få en mer komplett utvärdering för svenska förhållanden behöver modellverktyget även utvärderas mot mätningar.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Bakgrund	5
1.1 SCAIL-Förbränning	6
1.2 ADMS	6
2 Metod	7
2.1 Meteorologiska typår	8
2.2 Fallstudie	9
3 Resultat	14
3.1 Jämförelse SCAIL och ADMS	14
3.2 Känslighetsanalys	17
3.2.1 Terräng	17
3.2.2 Utsläppshastighet	19
3.2.3 Antal utsläppskällor	21
3.2.4 Utsläppshöjd	21
4 Diskussion	23
5 Slutsats och rekommendationer	24
6 Referensförteckning	25

1 Bakgrund

SCAIL (Simple Calculation of Atmospheric Impact Limits) är ett webbaserat screeningverktyg utvecklat för att undersöka vilken påverkan en viss sorts miljöfarliga verksamheter har på känsliga livsmiljöer samt för de människor som bor och vistas i närheten av verksamheten. Verktöget ger en uppskattning av den koncentration av kväveoxider (NO_x), svaveldioxid (SO₂), partiklar (PM₁₀) och ammoniak (NH₃) som sprids till luften i närheten av anläggningarna samt det atmosfäriska nedfall av ammoniak, kväve och försurande ämnen som orsakas av utsläpp från verksamheterna. Dessa framräknade värden kan sedan användas för att bedöma om gränsvärden för människors hälsa eller naturpåverkan överskrider eller inte.

SCAIL-Förbränning är en vidareutveckling av SCAIL-Djurhållning (Hill et al. 2014), med syftet att bedöma hur utsläpp av NO_x, SO₂ och NH₃ från små och medelstora förbränningskällor påverkar känsliga livsmiljöer. SCAIL är från början utvecklat i Storbritannien och har inom FORMAS-projektet SCAIL Sweden utvecklats och anpassats för Sverige.

På uppdrag av Skånes Luftvårdsförbund har IVL Svenska Miljöinstitutet utvärderat beräkningsverktyget SCAIL-Förbränning genom en jämförelse med spridnings- och depositionsberäkningar utförda med spridningsmodellen ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System). ADMS är en diagnostisk dispersionsmodell som är utvecklad av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC) i Storbritannien (CERC 2023a).

I Storbritannien används SCAIL-Förbränning främst för att undersöka vilken typ av tillståndsprövning som krävs för små och medelstora förbränningsanläggningar. Verktöget används för att uppskatta utsläpp av NO_x och SO₂, näringskvävenedfall samt surt nedfall på känsliga områden. SCAIL är kopplat till en nationell databas med information kring särskilt känsliga områden och dess egenskaper. Storbritanniens EPA (Environmental Protection Agency) har tagit fram riktlinjer för när och hur verktöget ska användas samt hur resultaten ska tolkas (Environment Agency 2023). Dessa riktlinjer gäller dock inte i Sverige och för att SCAIL-Förbränning ska kunna nyttjas på bästa sätt så behövs riktlinjer och praxis fastställas för användning i Sverige.

1.1 SCAIL-Förbränning

För att beräkna utsläpp och spridning av luftföroreningar från industrier och djuranläggningar använder SCAIL-verktyget den atmosfäriska spridningsmodellen, AERMOD (U.S. Environmental Protection Agency 2004). SCAIL använder dygnsmedel av meteorologiska parametrar från meteorologiska typår för att beräkna spridningen av utsläppt till luft. I modellen är det framräknat typår från 22 svenska meteorologiska stationer, se avsnitt 2.2. Verktyget använder det typår som ligger närmast utsläppskällan i beräkningarna. Verktyget innehåller även en databas med Sveriges Natura 2000-områden, samt bakgrundsdata för nedfall och lufthalter.

Eftersom SCAIL-Förbränning är ett så kallat screeningverktyg är det en förutsättning att de resulterande halterna inte blir lägre jämfört med andra mer avancerade spridningsmodeller. Genom en empirisk studie i Storbritannien har en korrigeringsfaktor på 1.6 tagits fram som säkerställer att de beräknade resultaten från SCAIL-Förbränning inte underestimerar haltbidraget (Johnson 2010).

SCAIL-Förbränning kan användas i två olika modelleringslägen, konservativt och realistiskt. I det konservativa modelleringsläget kommer SCAIL att beräkna resultaten som om de känsliga områdena ligger i den förhärskande vindriktningen från anläggningen. Detta modelleringsläge ger resultat för värsta tänkbara belastning på omgivningen. I det realistiska modelleringsläget beräknar SCAIL resultaten utifrån den verkliga placeringen av de känsliga områdena i förhållande till anläggningen. I Storbritannien rekommenderas användaren att använda det konservativa modelleringsläget.

Som ett tillägg i SCAIL-Förbränning, jämfört med den version av SCAIL som används i Storbritannien, finns det i Sverige möjlighet att beräkna spridning av ammoniak (NH_3). I denna fallstudie fanns dock ingen tillgängliga indata för utsläpp av NH_3 , och därför har NH_3 inte undersökts.

1.2 ADMS

ADMS (version 6) är en diagnostisk dispersionsmodell som är utvecklad av Cambridge Environmental Research Consultants (CERC) i Storbritannien. Den används för att simulera emissioner från punkt- eller ytkällor (d.v.s. med varma gaser eller som passiva utsläpp) till atmosfären. Modellen används både för beräkning av industriutsläpp och i luftkvalitetsövervakningssyften i t.ex. urbana

miljöer. Modellen inkluderar effekter av byggnader, topografi och kust/inlandseffekter. Beskrivningen av modellens vertikala dispersionsprocesser görs genom beskrivning av det atmosfäriska gränsskiktets tjocklek (den s.k. blandningshöjden) och genom beräkning av den s.k. Monin-Obukhov längden. Vid beräkning av dispersionen under konvektiva meteorologiska förhållanden (effektiv vertikal spridning) används en s.k. sned Gaussisk koncentrationsfördelning.

ADMS 6 har validerats i flera studier och jämförts med empiriska mätdata i olika scenarier, inklusive komplex terräng och runt byggnader (CERC 2023b, 2023c & 2023d). Resultaten visar att ADMS 6 ger pålitliga koncentrationsberäkningar, vilket stödjer dess användning inom miljöbedömningar och reglerande sammanhang.

Att göra en beräkning med ADMS är mer tidskrävande jämfört med SCAIL. Men det ger en möjlighet att göra beräkningen mer skräddarsydd för ändamålet genom att använda sig av olika val och specialfunktioner i verktyget. En fördel är att ADMS räknar haltbidrag för varje timme, vilket ger mer detaljerade resultat.

2 Metod

För att utvärdera SCAIL-Förbränning för svenska förhållanden har utsläpp för en fallstudie beräknats med SCAIL. Resultaten har sedan jämförts med resultat för samma fallstudie beräknade med modellen ADMS. Den aktuella fallstudien innefattar utsläpp av NO_x från Lunds hetvattencentral, se avsnitt 2.2 för mer detaljer. Modellverktygen har enbart använts för att undersöka spridning av NO_x och de tar inte hänsyn till eventuell NO_x-kemi. ADMS är en mer avancerad modell, som kan beräkna NO_x-kemi, men i och med att SCAIL inte har någon modul för detta har vi denna jämförelse valt att enbart beräkna utan kemi.

För att illustrera hur spridningen påverkas av olika parametrar av indata och/eller val av modell, så har spridningsberäkningar utförts med olika variationer av:

- Placering av samt antal skorstenar
- Utsläppshastighet
- Utsläppshöjd
- Utsläppsmängd

Ytterligare en parameter som kan påverka spridningen är topografin kring utsläppskällan. Beräkningarna som utförs med SCAIL görs utan att ta hänsyn till

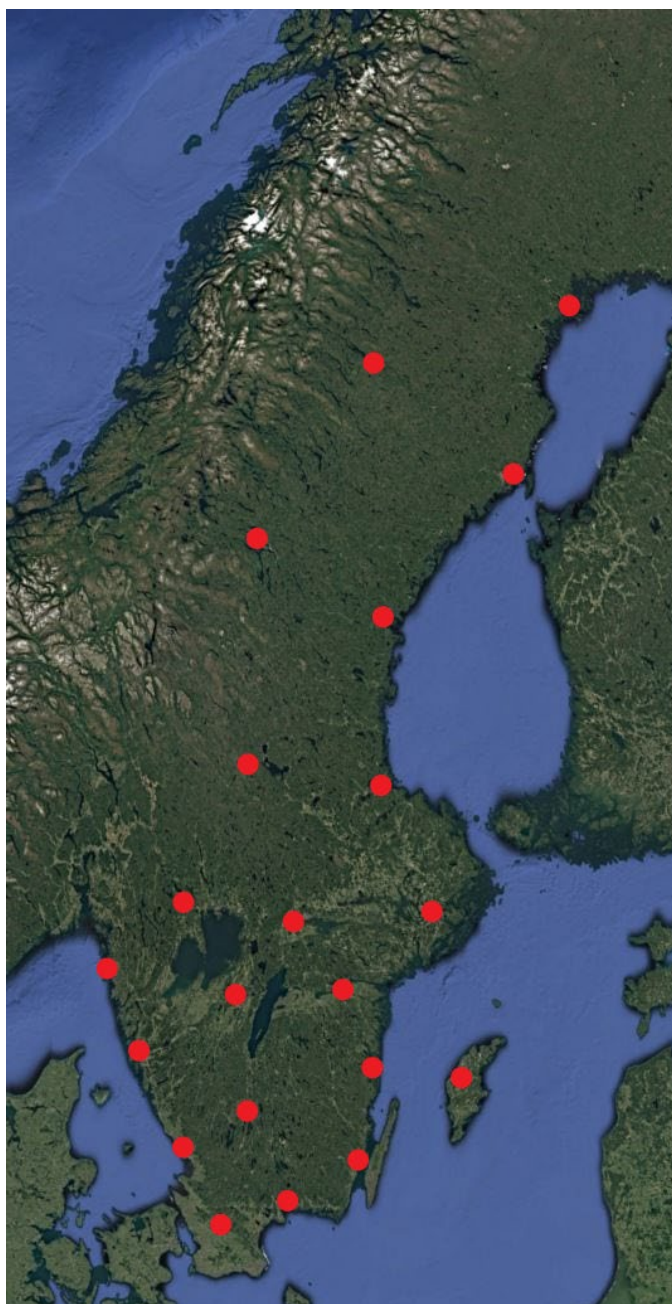
topografi. En mer avancerad beräkningsmodell som ADMS kan däremot användas både med och utan effekten av topografi. För att undersöka hur topografin påverkar spridningen från Lunds hetvattencentral har beräkningar med och utan topografi utförts med ADMS.

2.1 Meteorologiska typår

Spridning av luftföroreningar påverkas av olika meteorologiska faktorer såsom temperatur, vindhastighet, vindriktning och omblandningshöjd. Eftersom meteorologiska förhållanden kan variera kraftigt från år till år används ofta ett så kallat meteorologiskt typår vid spridningsberäkningar. Genom att använda ett typår återspeglas "normala" spridningsförhållanden för området. Ett typår är en sammansättning av månader från olika år som tillsammans bildar ett representativt år avseende typiska spridningsförutsättningar baserat på en objektiv väderklassificering kallad Lambs väderklasser (Chen 2000), dygnsvis beräknat för 1989–2019. Underlaget till det meteorologiska typåret avseende vindhastighet, vindriktning, nederbörd, temperatur samt globalstrålning har hämtats från SMHI:s närliggande väderstationer.

Den ingående meteorologin i SCAIL-Förbränning baseras på en databas med 22 meteorologiska typår från hela Sverige och modellen väljer att använda meteorologiska data från den närmaste väderstationen i beräkningen. I Figur 1 ses en karta som visar placering av de 22 olika väderstationerna.

I ADMS behöver användaren skapa ett eget typår för indata i modellen, det skapas utifrån samma metod som beskrivs ovan. I denna jämförelse har vi dock valt att använda samma typår och meteorologiska data för ADMS som det som automatiskt väljs i SCAIL, det vill säga den väderstation som ligger närmast Lunds hetvattencentral.



Figur 1. Karta som visar placering av de 22 olika väderstationerna som används till de meteorologiska typären.

2.2 Fallstudie

För att jämföra SCAIL mot ADMS har en fallstudie genomförts med indata från Lunds hetvattencentral, ett fjärrvärmeverk som försör Lunds stad med fjärrvärme. I tillverkningen av värme på anläggningen används bland annat bioolja och pellets

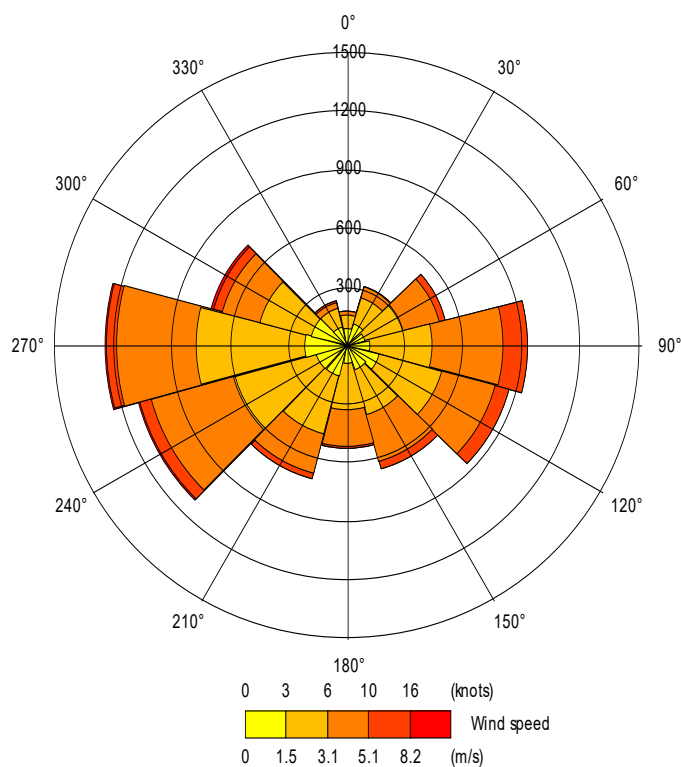
för att producera varmvatten, som sedan distribueras genom rörledningar för att värma upp bostäder och kommersiella byggnader.

För att kunna göra en spridningsberäkning behövs information om den aktuella förbränningsanläggningen. Uppgifter om skorstenshöjd, skorstensdiameter, rökgashastighet, rökgastemperatur samt emissioner från anläggningen är nödvändiga. Modelljämförelsen i denna fallstudie baseras på en tidigare utredning av utsläpp från förbränningsanläggningen där all relevant indata fanns tillgänglig. Utredningen utfördes av konsultföretaget Ramboll år 2019 vid utökning och förändring av verksamheten vid Lunds Hetvattencentral. I Tabell 1 ses all indata som använts i beräkningarna med både SCAIL och ADMS. Fallstudien har valts ut av Skånes luftvårdsförbund. Ingen bakgrundsdata avseende NO_x-halter har använts i beräkningarna och SCAIL-Förbränning har körts för konservativt mode.

I Figur 2 ses vindrosen för det meteorologiska typår som använts i beräkningarna.

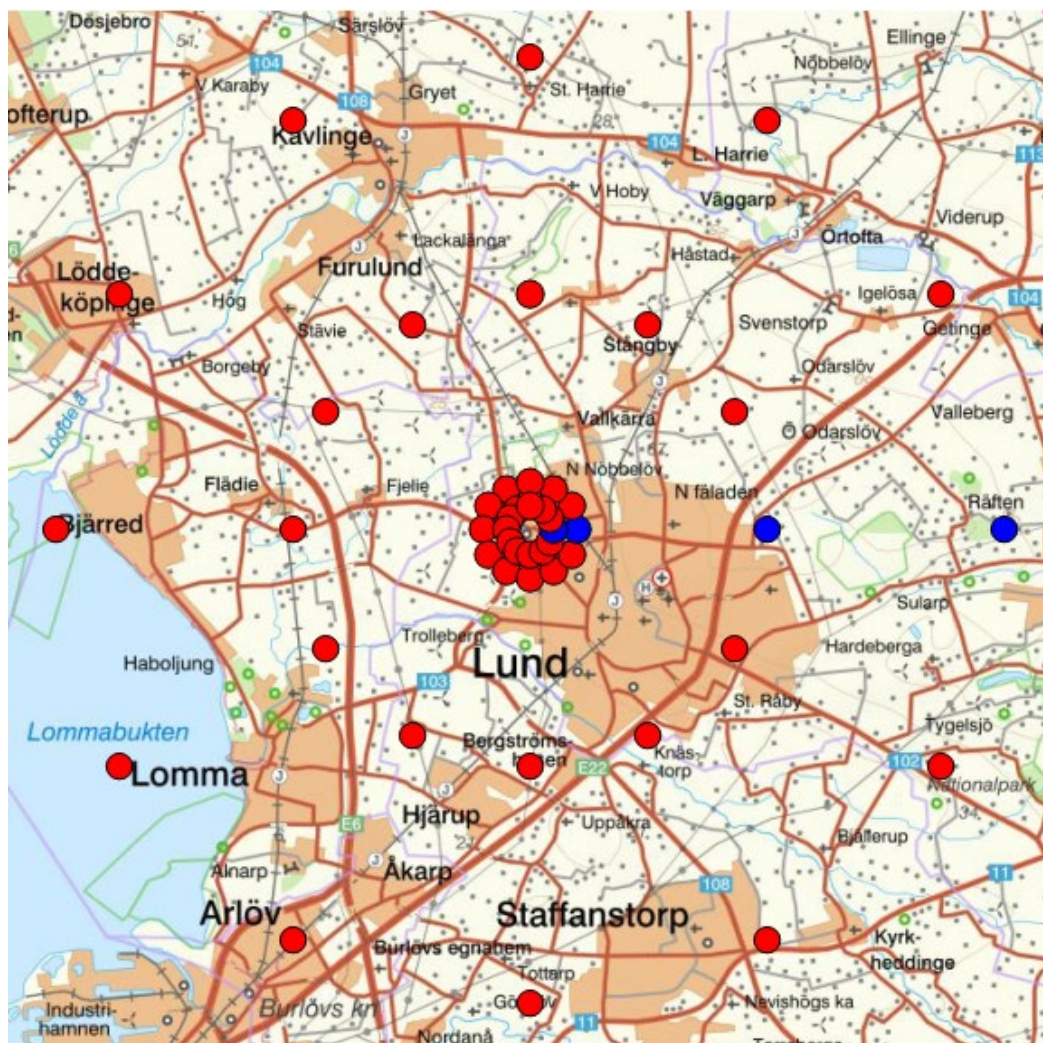
Tabell 1. Emission- och skorstensparametrar för respektive utsläppspunkt i Lunds Hetvattencentral.

Utsläppspunkt	P12-1	P12-2	P3	P4/HJP3/ HJP1/HJP2	TVA 64	TVA 65
Temperatur (°C)	47	47	47	110	235	120
Skorstensdiameter (m)	1,4	1,4	1,4	1,4	0,39	0,39
Utsläppshöjd (m)	54,5	54,5	54,5	54,5	30	30
Rökgashastighet (m/s)	21,8	21,8	23,5	25,0	18,3	16,7
Emission av NO _x (g/s)	2,5	2,5	1,4	2,4	0,20	0,16



Figur 2. Vindros för de meteorologiska typår som används i beräkningarna.

Utdata från SCAIL ges som beräknat haltbidrag eller nedfall för utvalda punkter. För att kunna jämföra de beräknade halterna mellan de två modellerna har vi valt ut punkter med avstånden: 500 m, 1000 m, 5000 m och 10 000 m från källan. I Figur 3 ses punkterna markerade på en karta.



Figur 3. Karta som visar de punkter där haltbidrag har beräknats. De 4 ringarna med punkter ligger 500, 1000, 5000 respektive 10 000 meter från anläggningen. De blå punkterna markerar transekten för den dominerande vindriktningen.



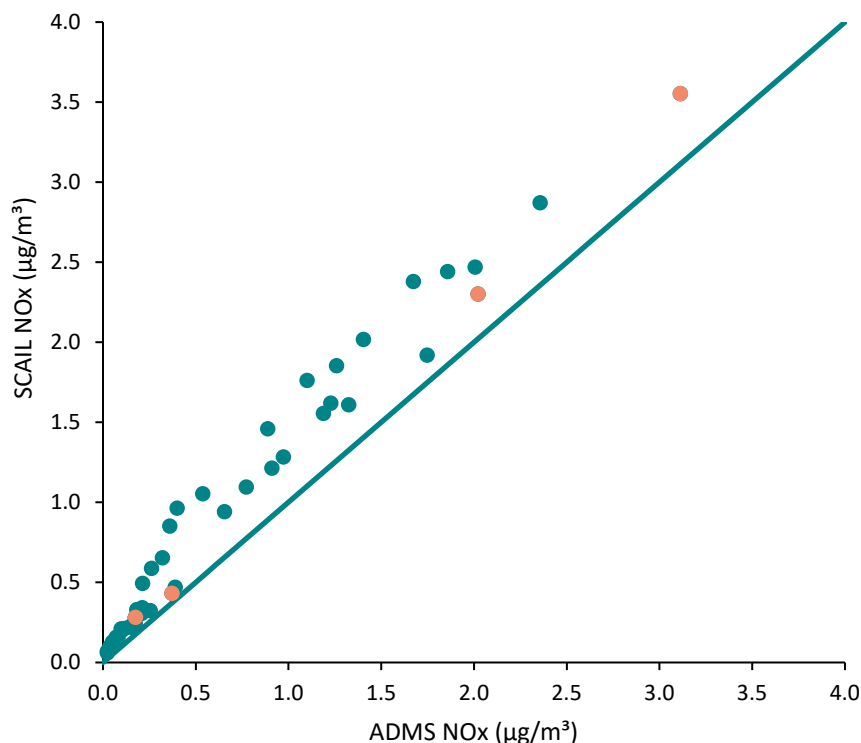
Figur 4. Karta som visar mer detaljerad placering av de närmsta punkterna kring källan, för vilka haltbidraget har analyserats. Den inre ringen är 500 m från källan och den yttre är 1000 m från källan.

3 Resultat

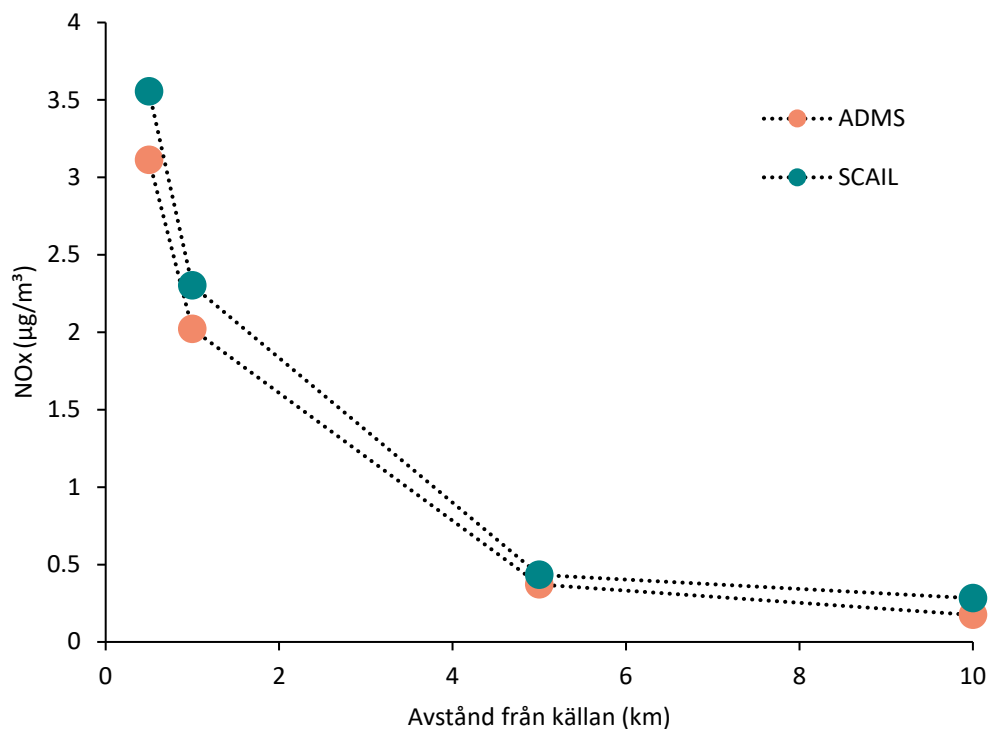
I följande avsnitt redovisas resultat från jämförelsen av SCAIL-Förbränning och ADMS samt resultaten från känslighetsanalysen där olika parametrar ändrats i beräkningarna.

3.1 Jämförelse SCAIL och ADMS

I Figur 5 jämförs haltbidraget av NO_x beräknat med SCAIL respektive ADMS för alla utvalda punkter. Här ses att SCAIL beräknar ett högre haltbidrag för alla punkter än ADMS. För att förenkla jämförelsen något så ses i Figur 6 beräknat haltbidrag av NO_x enbart för punkterna i den dominerade vindriktningen (österut från utsläppskällan) för SCAIL och ADMS. I staplarna ses även här att SCAIL ger ett högre haltbidrag.

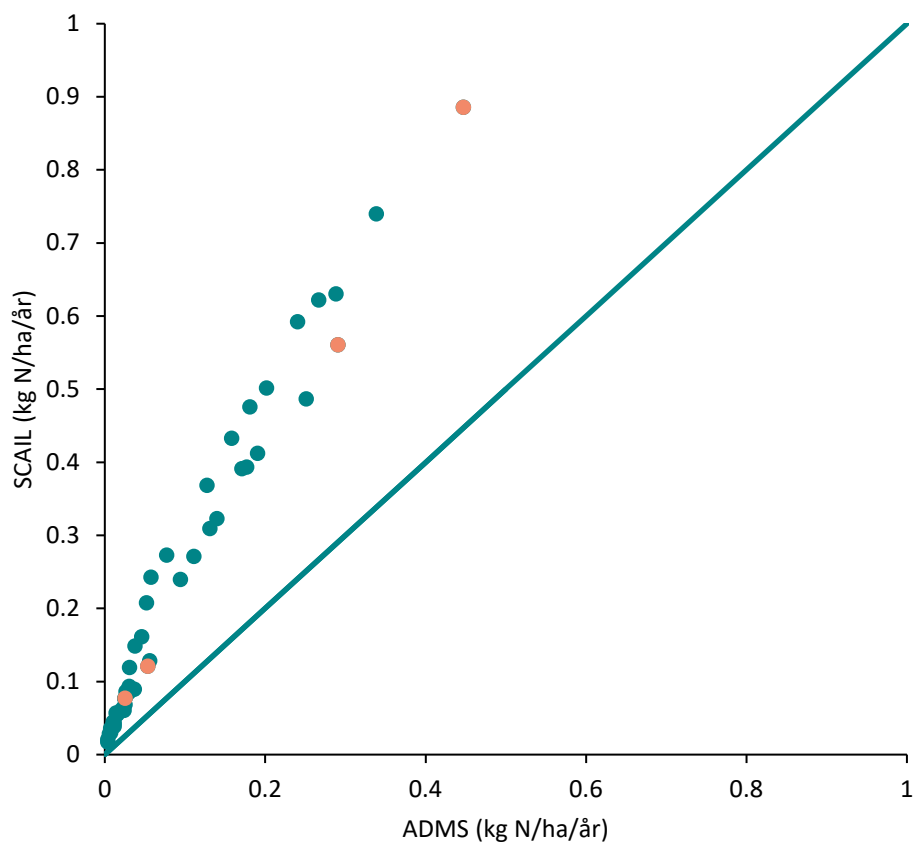


Figur 5. Beräknat haltbidrag med SCAIL-Förbränning i jämförelse mot ADMS för alla punkter. De orangea punkterna markerar transekten och den heldragna linjen i diagrammet är 1:1.

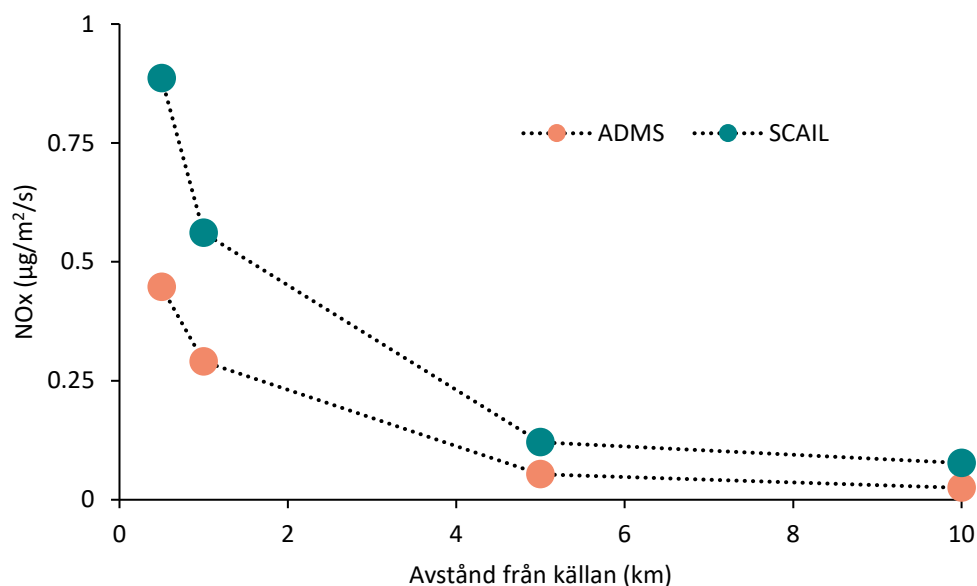


Figur 6. Beräknat haltbidrag med ADMS (orange) respektive SCAIL Förbränning (grön). Staplarna visar haltbidraget för en transekt österut, vilket är den dominerande vindriktningen.

I Figur 7 jämförs depositionen av kväve beräknad med SCAIL respektive ADMS för alla utvalda punkter. Här ses att även för deposition beräknar SCAIL-Förbränning något högre halter för alla punkter jämfört med ADMS. För att förenkla jämförelsen något så ses i Figur 8 beräknad kvävedeposition enbart för punkterna i den dominerade vindriktningen (österut från utsläppskällan) för SCAIL och ADMS.



Figur 7. Beräknad torrdeposition med SCAIL-Förbränning i jämförelse mot ADMS för alla punkter. De orangea punkterna markerar transekten och den heldragna linjen i diagrammet är 1:1.



Figur 8. Beräknad torrdeposition med ADMS (orange) respektive SCAIL-Förbränning (grön). Staplarna visar depositionsbidraget för en transekt österut, vilket är den dominerande vindriktningen.

3.2 Känslighetsanalys

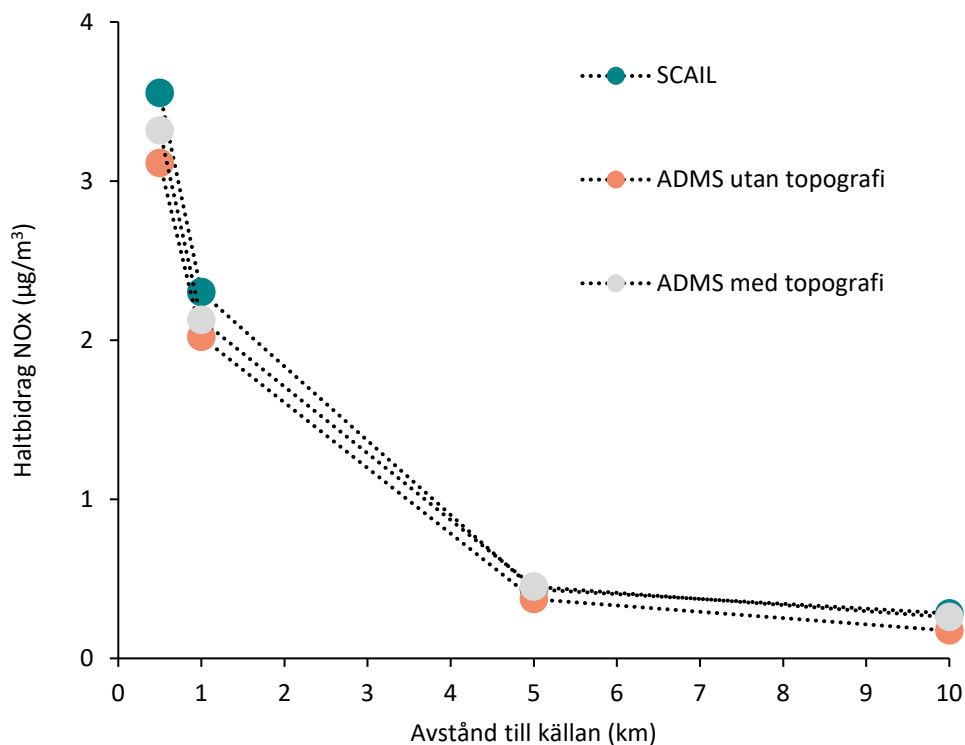
Här presenteras resultat från känslighetsanalysen där olika parametrar i beräkningarna har ändrats för att undersöka vad det ger för utslag på resultaten.

3.2.1 Terräng

Figur 9 visar spridningen av NO_x från Lunds hetvattencentral beräknat med ADMS, med och utan topografi inkluderat i modelleringen. Figur 10 visar haltbidraget i punkterna i den dominerade vindriktningen (österut från utsläppskällan). Haltbidraget blir större vid alla punkter där topografi är med i beräkningen.



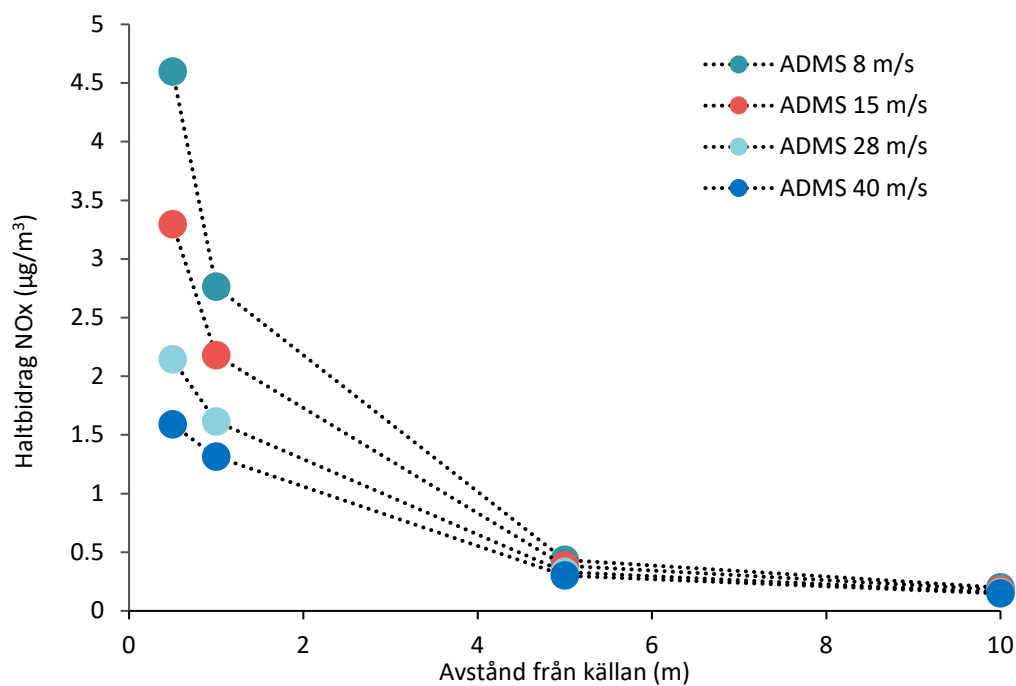
Figur 9. Spridningskartor som visar beräknat haltbidrag utan topografi (övre bilden) och med topografi (nedre bilden). Beräkningarna är gjorda med ADMS.



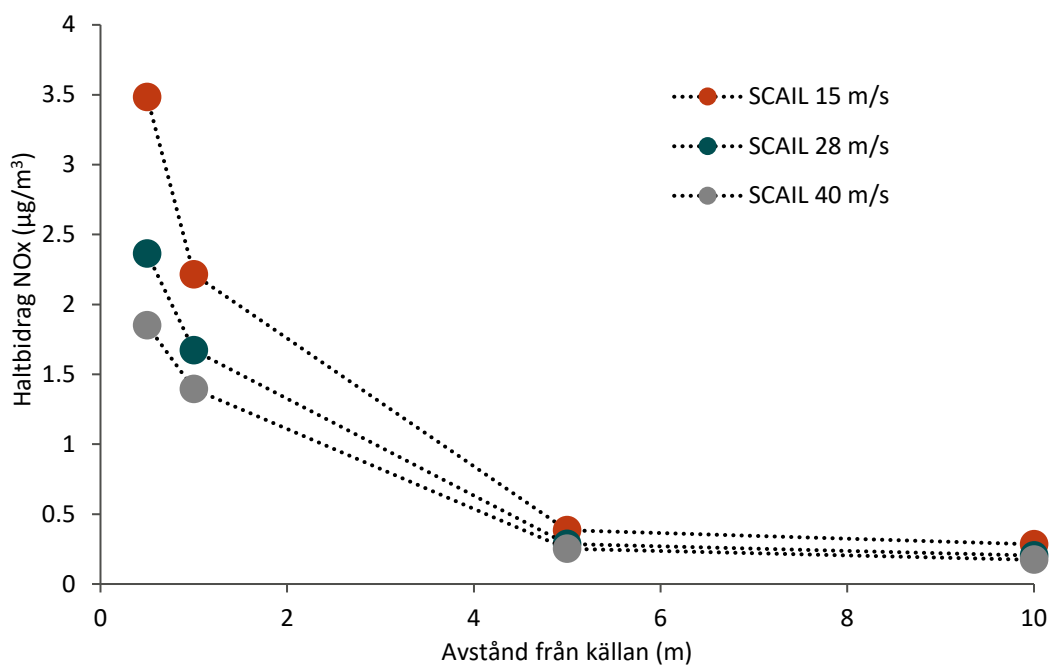
Figur 10. Beräknat haltbidrag med SCAIL-Förbränning (grön) och ADMS utan topografi (orange) respektive med topografi (grå). Staplarna visar haltbidraget för en transekt österut, vilket är den dominerande vindriktningen.

3.2.2 Utsläppshastighet

I Figur 11 och 12 ses resultat från ADMS respektive SCAIL från beräkningar utförda med olika utsläppshastigheter. De hastigheter som valts representerar en lägre hastighet (15 m/s) samt en högre hastighet (40 m/s) jämfört med den verkliga hastigheten (28 m/s) vid verksamheten. Resultaten visar att utsläppshastighet har stor betydelse för haltbidraget nära källan. Vid lägre hastigheter blir haltbidraget högre närmare källan och på längre avstånd från källan har utsläppshastigheten mindre betydelse, detta gäller både ADMS och SCAIL.



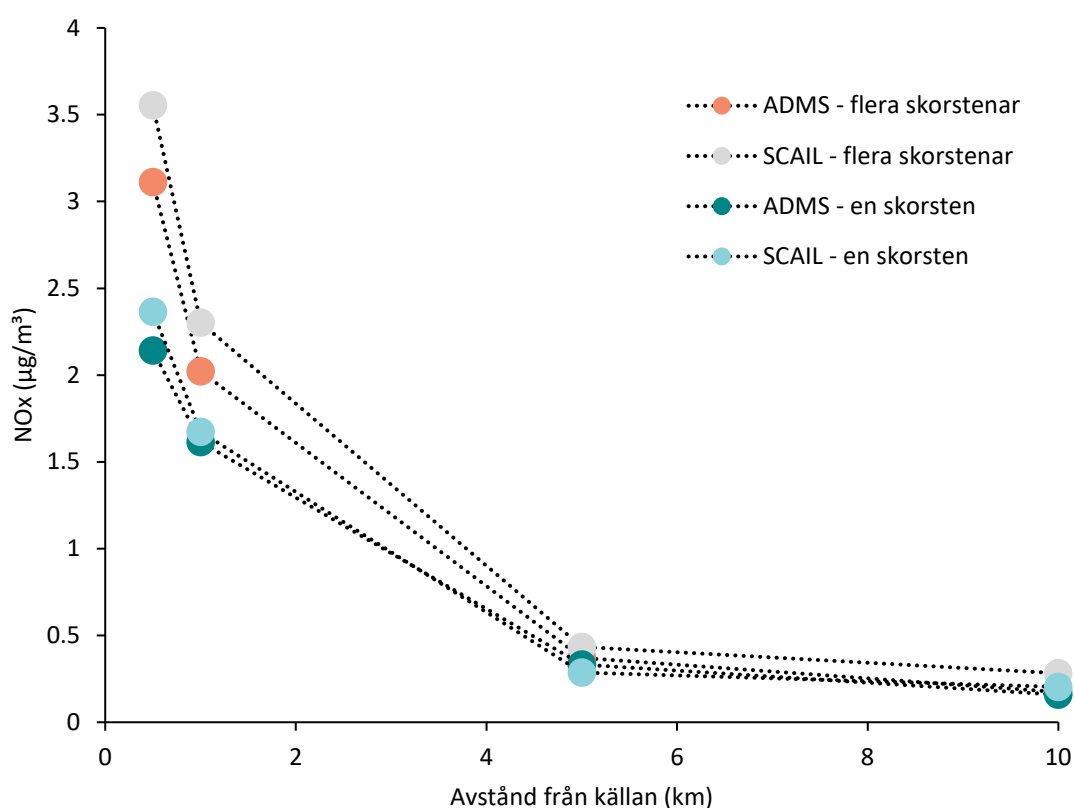
Figur 11. Beräknat haltbidrag för olika utsläppshastigheter vid olika avstånd från källan i en transekt österut. Beräkningarna är gjorda med ADMS.



Figur 12. Beräknat haltbidrag för olika utsläppshastigheter vid olika avstånd från källan i en transekt österut. Beräkningarna är gjorda med SCAIL.

3.2.3 Antal utsläppskällor

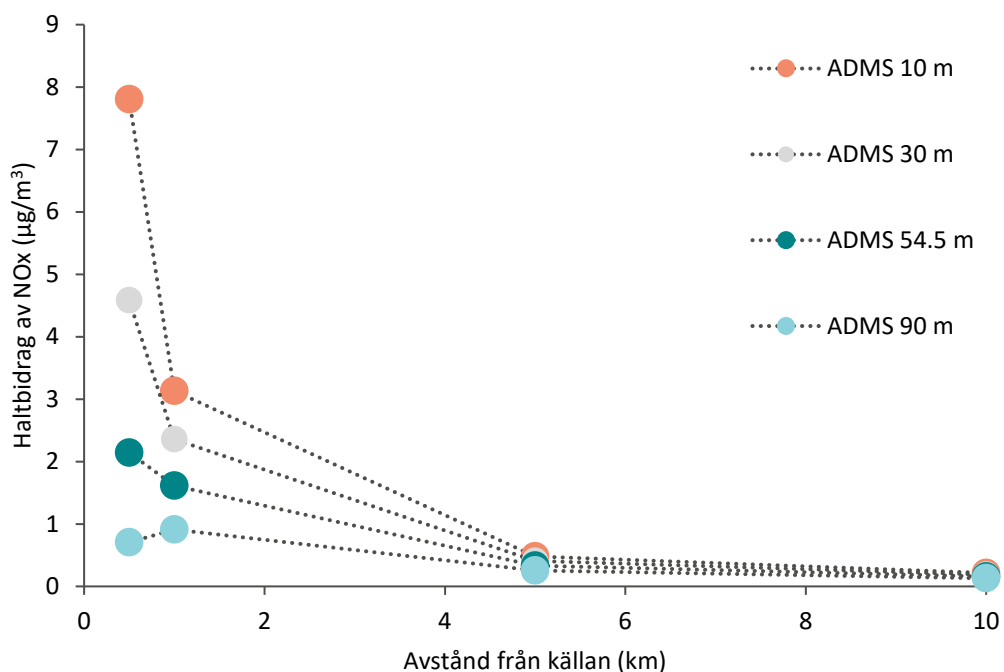
I Figur 13 ses resultat från ADMS och SCAIL från beräkningar utförda med olika antal utsläppskällor. Resultaten visar att antalet skorstenar som utsläppet fördelas över påverkar det resulterande haltbidraget både i SCAIL och ADMS. Jämförelsen visar att SCAIL ger något högre haltbidrag generellt oavsett antalet skorstenar.



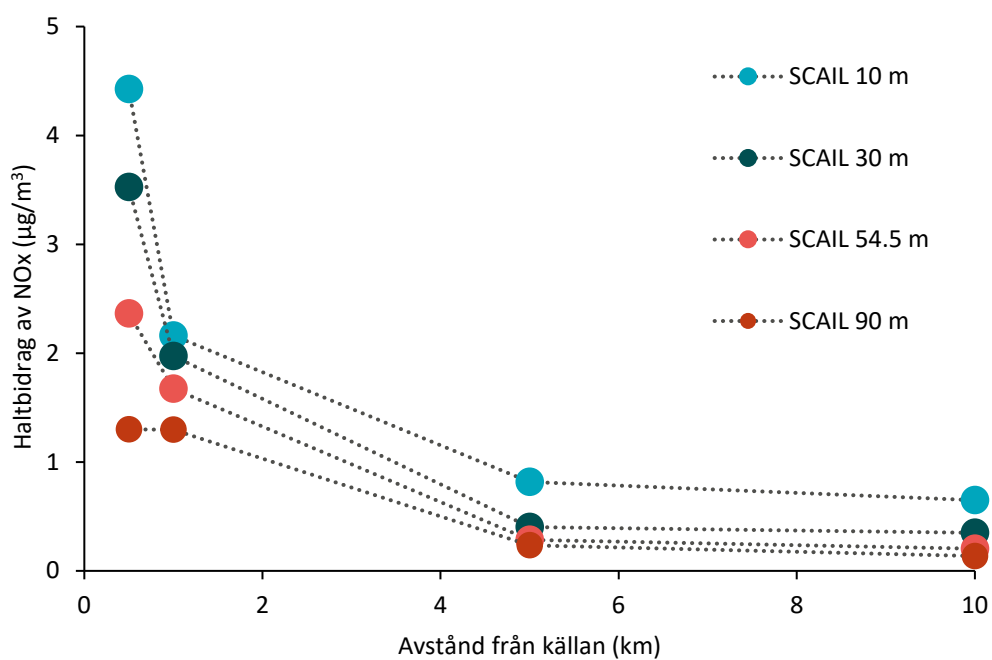
Figur 13. Beräknat haltbidrag för olika antal skorstenar vid olika avstånd från källan i en transekt österut.

3.2.4 Utsläppshöjd

I Figur 14 och 15 ses resultat från ADMS respektive SCAIL från beräkningar utförda med olika utsläppshöjder. Utifrån resultaten kan man generellt säga att ju högre utsläppshöjden är, desto lägre blir haltbidraget närmre utsläppskällan. Anmärkningsvärt är att beräkningarna med ADMS ger högre haltbidrag närmre källan vid låga höjder jämfört med SCAIL.



Figur 14. Beräknat haltbidrag för olika skorstenshöjder vid olika avstånd från källan i en transekt österut. Beräkningarna är gjorda med ADMS.



Figur 15. Beräknat haltbidrag för olika skorstenshöjder vid olika avstånd från källan i en transekt österut. Beräkningarna är gjorda med SCAIL.

4 Diskussion

Jämförelsen med beräkningar gjorda med ADMS visar att SCAIL-Förbränning kan vara en användbar modell för att göra en första bedömning i frågan om mer avancerade beräkningar behövs. Generellt beräknas ett högre haltbidrag med SCAIL-Förbränning jämfört med ADMS, vilket är att föredra för att SCAIL-Förbränning ska kunna användas som ett screeningverktyg då det säkerställer att resultaten inte underskattas. Notera att jämförelsen och utvärderingen av SCAIL-Förbränning enbart är baserad på modellering. För att få en mer komplett utvärdering för svenska förhållanden behövs att utvärdera modell mot mätningar. Känslighetsanalysen visar hur olika parametrar påverkar spridningen av luftföroreningar från förbränningsanläggningar, och resultaten illustrerar vikten att ha indata av god kvalitet för att beräkna och bedöma spridning av luftföroreningar.

Fördelen med SCAIL jämfört med mer avancerade spridningsmodeller är att verktyget är enkelt att använda och användaren behöver inte själv ta fram all standard-indata som behövs för en vanlig spridningsberäkning. Det är dock även detta som sätter begränsningar avseende användningsområden för SCAIL. Förenklingarna som gjorts i framtagningen av SCAIL möjliggör att verktyget kan vara ett webbaserat verktyg som är öppet för alla. Följande punkter sammanfattar de viktigaste förenklingar som skiljer SCAIL från mer avancerade spridningsmodeller.

- Förenkling av och ingen flexibilitet i val av meteorologiska indata, samt dygnsupplösning:

SCAIL-Förbränning utgår från en databas med 22 olika meteorologiska typår och väljer ut det som ligger geografiskt närmast. Detta gör att SCAIL-Förbränning saknar möjlighet att studera spridning av utsläpp till luft under mer lokala eller extrema meteorologiska förhållanden. Är detta viktigt att få med rekommenderas inte SCAIL-verktyget. I en mer avancerad modell som ADMS finns möjlighet att vara mer specifik med den ingående meteorologin. Det går till exempel att med modeller räkna fram meteorologiska indata för den exakta platsen för att få mer korrekta meteorologiska förutsättningar, vilket ger mindre felmarginal i resultaten. Ytterligare en nackdel är att i SCAIL fås resultaten ut i genomsnitt per dygn, vilket betyder att verktyget inte kan användas om beräkningar med timupplösning efterfrågas.

- Förenkling av terräng

SCAIL-Förbränning saknar funktion att beräkna med topografi. Det gör att SCAIL-Förbränning inte är anpassad för att användas i områden med komplex topografi.

- Förenkling av input av emissioner

SCAIL-Förbränning fördelar utsläpp till luft jämnt över ett helt år och saknar funktion att fördela emissioner utifrån särskilda tidsvariationer, exempelvis om en verksamhet inte är igång året runt.

5 Slutsats och rekommendationer

SCAIL-Förbränning är ett förenklat online-baserat screeningverktyg för att bedöma spridning av NO_x, SO₂, PM₁₀ och NH₃ vid utsläpp till luft från förbränningsanläggningar. Verktöget är utvecklat för att främst bedöma den påverkan som utsläpp av luftföroreningar har på känsliga områden. Verktöget möjliggör för en enkel och kostnadseffektiv möjlighet till att undersöka om en mer omfattande utredning och beräkning behöver göras.

SCAIL-Förbränning fungerar bra som ett screeningverktyg för en inledande uppskattning av påverkan från utsläpp till luft. I fall där parametrar som specifika vädersituationer, komplex topografi eller relevanta tidsvariationer av utsläpp till luft har stor påverkan är dock SCAIL-Förbränning inte ett tillräckligt avancerat verktyg. För att SCAIL-Förbränning ska kunna utnyttjas fullt ut, så behövs det tas fram tydliga rekommendationer och praxis för hur och när verktöget kan användas samt vid vilka resultat som det krävs en mer noggrann utredning utförd mer en mer avancerad spridningsmodell.

6 Referensförteckning

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2023a): ADMS 6 - Atmospheric Dispersion Modelling System – User Guide, Version 6.0.

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2023b). ADMS 6 Buildings Validation: Millstone Nuclear Power Plant. Cambridge Environmental Research Consultants.

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2023c). ADMS Complex Terrain Validation Study: Lovett Power Plant. Cambridge Environmental Research Consultants.

Cambridge Environmental Research Consultants Ltd. (2023d). ADMS Buildings Validation: Robins and Castro Wind Tunnel Experiments. Cambridge Environmental Research Consultants.

Environment Agency. (2023). Medium combustion plant screening tool. Tillgänglig på: <https://www.gov.uk/guidance/medium-combustion-plant-screening-tool> (Hämtad: 2 december 2024)

Hill et al. (2014) SCAIL-Agriculture update. Tillgänglig på: https://www.scail.ceh.ac.uk/agriculture/Sniffer%20ER26_SCAIL-Agriculture%20Final%20report_Issue_11032014.pdf (Hämtad: 2 december 2024)

Johnson, C.A., Hill, R., Wilkinson, M., Braban, C. F., Bealy, W.J. & Theobald, M.R. (2010). SCAIL Combustion Final Report. Centre for Environmental Health. Tillgänglig på: https://www.scail.ceh.ac.uk/combustion/SCAIL-Combustion_Final_Report.pdf (Hämtad: 2 december 2024)

U.S. Environmental Protection Agency. (2004). AERMOD: A dispersion model for air quality regulation. U.S. Environmental Protection Agency. Tillgänglig på: <https://www.epa.gov/scram/dispersion-modeling> (Hämtad: 2 december 2024)

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se

STOCKHOLM

Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG

Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ

Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG

(Center för marin
forskning och innovation)
Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ

Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEIJING, CHINA

Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

 **ivl**
SVENSKA
MILJÖINSTITUTET