Spridningsberäkningar

Renova AB

SWECO

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Spridningsberäkningar - Renova
Uppdragsnummer	30095152-001
Kund	Renova AB
Upprättad av	Johanna Rieck Jildén och Leif Axenhamn
Datum	2025-11-26
Dokumentreferens	Renova spridningsberäkningar.docx

Innehållsförteckning

1 Bakgrund 7
2 Syfte och avgränsningar 8
3 Bedömningsgrunder och hälsoeffekter – för MKN 9
3.1 Gränsvärden för utomhusluft 9
3.1.1 Nuvarande miljökvalitetsnormer 9
3.1.2 Kommande EU-direktivet 9
3.1.3 Sammanfattande tabell 10
3.2 Undantag från miljökvalitetsnormerna för utomhusluft 10
3.3 Förklaring av begreppet percentiler 11
3.4 Hälsoeffekter 11
3.4.1 Kvävedioxid 12
3.4.2 Partiklar 12
3.4.3 Svaveldioxid 13

4 Bedömningsgrunder och hälsoeffekter – aminer och ammoniak 14
4.1 Aminer 14
4.1.1 Bildande av nitrosaminer och nitraminer 14
4.1.2 Hälsoeffekter 15
4.1.3 Riktvärden 15
4.2 Ammoniak 16
4.2.1 Hälsoeffekter 16
4.2.2 Riktvärden 16

5 Beräkningsförutsättningar 17
5.1 Utredningsområdet 17
5.2 Luftföroreningssituationen i Göteborg 18
5.2.1 Bakgrundshalter 19
5.3 Spridningsmodell 20
5.3.1 AERMOD 20
5.3.2 ADMS 21
5.4 Meteorologi 21
5.4.1 Framtida vind 22
5.5 Indata 23
5.5.2 Verksamhetens utsläpp 24
5.5.3 Trafik 26
5.5.4 Scenarion 27

6 Resultat 28
6.1 Kvävedioxid 29
6.1.1 Kvävedioxid som årsmedelvärde 29

6.1.2 Kvävedioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärden 31
6.1.3 Kvävedioxid som 95,1 percentil för dygnsmedelvärde 33
6.1.4 Kvävedioxid som 98-percentilen för timmedelvärde 35
6.1.5 Kvävedioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärde 37
6.2 Partiklar (PM_{10}) 39
6.2.1 PM_{10} som årsmedelvärde 39
6.2.2 PM_{10} som 90-percentilen för dygnsmedelvärde 41
6.2.3 PM_{10} som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde 43
6.3 Svaveldioxid 45
6.3.1 Svaveldioxid som årsmedelvärde 45
6.3.2 Svaveldioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärde 47
6.3.3 Svaveldioxid som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde 49
6.3.4 Svaveldioxid som 98-percentilen för timmedelvärde 51
6.3.5 Svaveldioxid som 99,7-percentilen för timmedelvärde 53
6.3.6 Svaveldioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärde 55
6.4 Piperazin 57
6.4.1 Nitrosamin, 0,5 ppm 57
6.4.2 Nitrosamin + nitramin, 0,5 ppm 58
6.5 Ammoniak 59
6.5.1 Ammoniak som årsmedelvärde 59
6.5.2 Ammoniak som 99-percentil för timmedelvärde 61

7 Slutsatser och diskussion 63
8 Referenser 66

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Renova utfört spridningsberäkningar från anläggningen i Sävenäs, med anledning att en ny koldioxidavskiljning planeras att installeras. Spridningsberäkningar har utförts för vanligt förekommande förbränningsprodukter (PM_{10}, NO_x och SO_2) samt för aminer och ammoniak i rökgasen efter koldioxidavskiljningen. Utöver detta har även spridningsberäkningar utförts för den trafik som tillkommer till anläggningen. Halterna av partiklar, kvävedioxid och svaveldioxid har jämförts mot nuvarande samt kommande miljökvalitetsnormer. För aminer och ammoniak finns inga svenska riktlinjer när det gäller halter i luft, dessa har i stället jämförts mot riktvärden framtagna av Norge, Storbritannien och USA.

Den amin som använts i beräkningarna är piperazin med en utsläppskoncentration på 0,5 ppm, totalt ca 4 ton per år, denna har stor förmåga att omvandlas till nitramin samt nitrosmain i atmosfären. Ytterligare har beräkningarna utförts med samtliga pannor i drift samtidigt, vilket också ökar halterna. Dessa antaganden förväntas ge ett ”worst case scenario” i beräkningarna, om en annan amin väljs samt om alla pannor ej är i drift samtidigt är det sannolikt att halterna blir lägre än vad som redovisas i denna rapport. Beräkningarna för nitrosaminer och nitraminer har gjorts för åren 2022, 2023 och 2024, detta eftersom det är dessa år meteorologin utgår ifrån, det år som visade högst halter var år 2022 och det är därför detta år som presenteras i resultaten, ett ”worst case”.

Resultaten visar att halterna av samtliga föroreningar är låga och inga gränsvärden överskrids. Samtliga miljökvalitetsnormer klaras för partiklar, kvävedioxid och svaveldioxid och för aminer överskrids ej de riktvärden som är framtagna av Norge och Storbritannien vid en utsläppskoncentration om 0,5 ppm av piperazin, utan dessa klaras med god marginal. För ammoniak håller sig halterna med marginal under den exponeringsnivån vilken ej bör överskridas under en livstid. Se Tabell 1, Tabell 2 samt Tabell 3 för samtliga beräknade halter och gräns-/ riktvärden.

Tabell 1. Sammanställning av högst beräknade halter för kvävedioxid, partiklar och svaveldioxid tillsammans med det uppskattade bakgrundshalterna för nuläge och ett framtidsscenario med koldioxidinfångning (µg/m^3). Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids.

	Medelvärdesperiod	Nuläge, år 2024 (µg/m^3)	Framtidsscenario med koldioxidinfångning (µg/m^3)	MKN* (µg/m^3)	EU 2030** (µg/m^3)
Kvävedioxid (NO_2)	År	9,1	9,1	**40**	**20**
	Dygn (98%-il)	24,5	25	**60**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	20,5	20,5	**–**	**50**
	Timme (98%-il)	36	37	**90**	**–**
	Timme (99,97%-il)	94	97	**–**	**200**
Partiklar (PM_{10})	År	Ca 12	Ca 12	**40**	**20**
	Dygn (90%-il)	19,2	19,2	**50**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	22,2	22,2	**–**	**45**
Svaveldioxid (SO_2)	År	0,5	0,5	**–**	**20**
	Dygn (98%-il)	Ca 3	Ca 3	**100**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	Ca 3	Ca 3	**–**	**50**
	Timme (98%-il)	Ca 3	Ca 3,1	**200**	**–**
	Timme (99,7%-il)	Ca 3,1	Ca 3,1	**200**	**–**
	Timme (99,97%-il)	Ca 4,2	Ca 4,2	**–**	**350**
*Miljökvalitetsnorm **Det kommande EU-direktivet som träder i kraft år 2030					

Tabell 2: sammanställning av högst beräknade halter för nitrosamin och nitramin för år 2022, samt riktvärden, med en utsläppsmängd av piperazin om 0,5 ppm, totalt ca 4 ton/år. Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids.

Årsmedelhalter	Beräknad halt för 0,5 ppm piperazin (ng/m^3)	Riktvärde (Norge) (ng/m^3)	Riktvärde (Storbritannien) (ng/m^3)
Nitrosamin (Nitrosdimetylamin, NDMA)**	0,07	**–**	0,2
Summa Nitrosamin + Nitramin* (NIPH)**	0,19	0,3	**–**

Tabell 3: sammanställning av högst beräknade halter för ammoniak, samt riktvärden för långtidsexponering (i µg/m^3). Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids

Medelvärdesperiod		Nuläge, år 2024 (ng/m^3)	Framtidsscenario med koldioxidinfångning (ng/m^3)	Riktvärde (US-EPA) (µg/m^3)
Ammoniak	År	2	2	100
	Timme (99%-il)	50	50	**–**

1 Bakgrund

Sweco har på uppdrag av Renova AB, i deras arbete med ändringstillståndsansökan för införandet av koldioxidavskiljningsanläggning, utfört spridningsberäkningar för vanligt förekommande förbränningsprodukter (PM_{10}, NO_x och SO_2) samt aminer och ammoniak i rökgasen efter koldioxidavskiljningen samt förändrat rökgasflöde. Utöver detta har även påverkan från tillkommande transporter undersökts.

2 Syfte och avgränsningar

Syftet med spridningsberäkningarna är att visa på tillskottet av aminer, ammoniak, kvävedioxid (NO_2), partiklar (PM_{10}) samt svaveldioxid (SO_2) till halterna i omgivningen efter den nya koldioxidavskiljningen, det förändrade rökgasflödet samt tillkommande transporter. Halterna av kvävedioxid, partiklar och svaveldioxid kommer jämföras både mot nuvarande miljökvalitetsnormer samt de kommande normerna i det nya EU-direktivet. Aminer och ammoniak kommer jämföras med riktvärden framtagna av Norge, Storbritannien och USA, detta eftersom det inte finns några svenska riktvärden för dessa ämnen i luft.

Bedömningarna av resultaten från spridningsberäkningarna i rapporten görs i områden där allmänheten har tillträde och riskerar att exponeras.

3 Bedömningsgrunder och hälsoeffekter – för MKN

3.1 Gränsvärden för utomhusluft

3.1.1 Nuvarande miljökvalitetsnormer

För att skydda människors hälsa och miljön har regeringen utfärdat en förordning om miljökvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft, luftkvalitetsförordningen (2010:477), i överensstämmelse med EU-direktivet 2008/50/EG.

I luftkvalitetsförordningen föreskrivs miljökvalitetsnormer för utomhusluft dels i form av föroreningsnivåer som inte får överskridas eller som får överskridas endast i viss angiven utsträckning, dels i form av föroreningsnivåer som ”ska eftersträvas”. [1] I Tabell 4 nedan redovisas miljökvalitetsnormerna för partiklar (PM_{10}) och kvävedioxid (NO_2). Dessutom förekommer miljökvalitetsnormer för partiklar som $PM_{2,5}$, svaveldioxid, koloxid, bly, bensen, arsenik, kadmium, nickel, PAH (BaP) och ozon. Miljökvalitetsnormerna för arsenik, kadmium, nickel, PAH och ozon definierar nivåer som ”ska eftersträvas”.

3.1.2 Kommande EU-direktivet

I oktober 2024 godkände EU ett nytt reviderat luftkvalitetsdirektiv (2024/2881) (EU, 2024). Detta innehåller skärpta gränsvärden för luftföroreningar som i större drag är baserade på de riktvärden som WHO har tagit fram (WHO, 2021), som bättre ska representera föroreningarnas hälsoeffekter. Naturvårdsverket har fått i uppdrag att införa det i svensk lagstiftning inom två år från godkännandet, år 2026. De nya gränsvärdena ska vara uppnådda till år 2030.

[1] 8 samt 9 §§ luftkvalitetsförordningen (2010:477)

3.1.3 Sammanfattande tabell

Tabell 4: Gränsvärden för kvävedioxid (NO_2) och partiklar (PM_{10}) både för nuvarande miljökvalitetsnormer samt det kommande EU-direktivet som träder i kraft 2030.

Förorening	Period	Nuvarande MKN (µg/m3)	Percentil (maximalt antal överskridanden)	Reviderade EU-direktivet (µg/m3)	Percentil (maximalt antal överskridanden)
NO_2	*År* [1]	40	–	20	–
PM_{10}	*År* [1]	40	–	20	–
SO_2	*År* [1]	–	–	20	–
NO_2	*Dygn*	60 [2]	98 perc (≤7 dygn)	50 [3]	95,1 perc (≤18 dygn)
PM_{10}	*Dygn*	50 [6]	90 perc (≤7 dygn)	45 [3]	95,1 perc (≤18 dygn)
SO_2	*Dygn*	100 [2]	98 perc (≤7 dygn)	50 [3]	95,1 perc (≤18 dygn)
NO_2	*Timme* [5]	90 [4]	98 perc (≤175 timmar)	200 [5]	99,97 (≤3 timmar)
SO_2	*Timme* [5]	200 [4]	98 perc (≤175 timmar)	350	99,97 (≤3 timmar)

[1] Årsmedelvärde definieras som aritmetiskt medelvärde där summan av alla värden dividerats med antalet värden.
[2] För dygnsmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid/svaveldioxid som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 7 dygn på ett kalenderår (2 % av 365 dagar).
[3] För dygnsmedelvärde gäller 95-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid/svaveldioxid/partiklar som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 18 dygn på ett kalenderår
[4] För timmedelvärde gäller 98-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 175 timmar på ett kalenderår
[5] För timmedelvärde gäller 99,97-percentilvärde, vilket innebär att halten av kvävedioxid som timmedelvärde får överskridas maximalt 3 timmar på ett kalenderår
[6] För dygnsmedelvärde gäller 90-percentilvärde dygnsmedelvärde, vilket innebär att halten av partiklar som dygnsmedelvärde får överskridas maximalt 35 dygn på ett kalenderår.

3.2 Undantag från miljökvalitetsnormerna för utomhusluft

Miljökvalitetsnormerna gäller generellt för luften utomhus, dock förekommer undantag/riktlinjer enligt följande (Naturvårdsverket, 2019):

- I 3 § luftkvalitetsförordningen (2010:477) anges att miljökvalitetsnormerna inte ska tillämpas för luften på arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik.

- Enligt luftkvalitetsdirektivet (2008/50/EG) ska överensstämmelse med gränsvärden avsedda för skydd av människors hälsa inte utvärderas[2] på följande platser:
    - Varje plats inom områden dit allmänheten inte har tillträde och det inte finns någon fast befolkning.
    - Fabriker eller industrianläggningar där samtliga relevanta bestämmelser om hälsa och säkerhet på arbetsplatser tillämpas.
    - På vägars körbana och mittremsa utom om fotgängare har normalt tillträde till mittremsan.

3.3 Förklaring av begreppet percentiler

Användning av percentiler är ett sätt att inom luftvård redovisa extremhalter, vilket används bland annat för att jämföra dygns- och timmedelvärden med miljökvalitetsnormerna. Den matematiska definitionen av en percentil är att det är värdet på en variabel, som en viss procent av observationerna av variabeln är lägre än. Med 98-percentilen menas att 98 % av observationerna av variabeln har ett värde som är lägre än detta värde. Enligt miljökvalitetsnormen får exempelvis dygnsmedelvärdet för kvävedioxid överskrida 60 µg/m^3 maximalt 7 gånger per kalenderår. Vidare innebär det att 98 % av dygnen har ett dygnsmedelvärde som är lägre än detta värde, vilket ungefär motsvarar det 8:e högsta dygnet. Det förutsätter också att det måste finnas minst 8 dygnsmedelvärden större än noll under ett kalenderår för att beräkna/presentera ett värde som är större än noll.

3.4 Hälsoeffekter

Luftföroreningar ökar risken för hjärtlungsjukdomar och bidrar till ökad dödlighet. Cirka sju miljoner människor världen runt dör i förtid på grund utav luftföroreningar och miljontals fler insjuknar i olika sjukdomar. Luftföroreningarna i tätorter och i miljöer med förhöjda luftföroreningshalter innebär bland annat en ökad risk för cancer, stroke och fosterpåverkan (WHO, 2021).

Det har visat sig att luftföroreningarna orsakar fler läkarbesök/sjukhusinläggningar för den del av befolkningen som är känsliga, exempelvis astmatiker och barn men även de med kroniska sjukdomar (Astma och allergiförbundet, u.d.).

Barn rör sig mycket och vistas utomhus i större utsträckning än många vuxna. Detta i kombination med att deras lungor och immunförsvar är under utveckling, gör barn till särskilt utsatta för luftföroreningar. Barn rör på sig mer än vuxna och andas in en relativt stor mängd luft, och därav luftföroreningar, i förhållande till sin kroppsvikt. För barn som växer upp i områden med höga halter av luftföroreningarna ökar risken för luftvägsinfektioner, astma och nedsatt lungfunktion (Naturvårdsverket, 2023).

[2] Med utvärdering avses, enligt luftkvalitetsdirektivet, en metod som används för att mäta, beräkna, förutsäga och uppskatta nivåer.

3.4.1 Kvävedioxid

Kväveoxider (NO_x) utgörs av kväveoxid (NO) och kvävedioxid (NO_2). Halten kvävedioxid i utomhusluften härrör dels från direkta utsläpp av kvävedioxid från bland annat fordon och förbränningsanläggningar, dels från atmosfäriska reaktioner genom oxidation av kväveoxid till kvävedioxid under inverkan av ozon och solljus. Vid nybildning av kväveoxider från vägtrafik består den största delen av kväveoxid men även till viss del av kvävedioxid. All kväveoxid oxideras förr eller senare till kvävedioxid. Kvävedioxid kan under soliga dagar med hjälp av UV-strålning bidra till bildandet av marknära ozon (Naturvårdsverket, 2024).

Kväveoxid är en färglös och luktfri gas, medan kvävedioxid är gulbrun och har en irriterande lukt. Kvävedioxid är inte klassat som carcinogent, men kan påverka människors hälsa genom att verka irriterande på andningsorgan. Personer med exempelvis astma har påvisats extra känsliga vid exponering av omgivningskoncentrationer på 200–500 µg/m^3 (Staxler, Järup, & Bellander, 2001) (Barck, Lundahl, Halldén, & Bylin, 2005).

Vid en sammanställning av luftföroreningars påverkan på hälsa i Europa, placeras kvävedioxid som den luftföroreningen som leder till näst störst påverkan på hälsan efter $PM_{2,5}$ (EEA, 2024). I den senaste dokumentationen kring rekommenderade luftföroreningshalter från WHO anges ett riktvärde för kvävedioxid som årsmedelvärde på 10 µg/m^3 ett dygnsmedelvärde på 25 µg/m^3 och ett timmedelvärde på 200 µg/m^3 (WHO, 2021).

3.4.2 Partiklar

Partiklar utgörs av mikroskopiska delar av fast materia eller flytande ämnen som är suspenderade i atmosfären. Partiklar tillförs atmosfären genom både naturliga och mänskliga aktiviteter. Naturliga aktiviteter innefattar skogsbränder samt uppvirvling av jorddamm, sand och havssalt. Människan har därför utvecklat skyddsmekanismer som effektivt transporterar bort en stor del av de luftföroreningarna vi andas in. Däremot har vi också introducerat nya luftföreningar som kroppen inte är anpassad för att kunna hantera, däribland hittas utsläpp som sker från bland annat från trafik, industrier och vedeldning. Mänskliga aktiviteter har generellt sett större inverkan på partikelhalten i urbana miljöer (Naturvårdsverket, 2017).

Partiklar i utomhusluften definieras oftast efter storleken där partiklarna är mindre än 10 µm respektive 2,5 µm (PM_{10} respektive $PM_{2,5}$). Dessa partiklar är inandningsbara och kan därmed fastna i luftvägarna. Förbränningspartiklar har en typisk storlek på mellan 0,02 – 0,6 µm och innehåller exempelvis polyaromatiska föreningar (PAH), flyktiga ämnen och spårämnen. En egenskap för små partiklar ($PM_{2,5}$) är att de kan tränga ned i lungorna till lungblåsorna (alveolerna) där syreutbytet sker. Därmed finns det en risk att partiklar som når ner till lungblåsorna kan spridas vidare via blodet i kroppen. Hur stor dos som luftvägarna exponeras för beror till stor del på hur snabbt partiklarna bortskaffas. Hos friska personer finns det mekanismer som kan rensa bort partiklarna i de nedre luftvägarna men bortskaffande av partiklarna som når ända ner till lungblåsorna tar i regel betydligt längre tid. Även partiklar som PM_{10} bedöms påverka hälsan i betydande omfattning (WHO, 2005).

I den senaste dokumentationen kring rekommenderade luftföroreningshalter från WHO anges ett riktvärde för partiklar som PM_{10} som årsmedelvärde på 15

µg/m^3 och ett dygnsmedelvärde på 45 µg/m^3. När det gäller partiklar som $PM_{2,5}$ anger WHO ett riktvärde som årsmedelvärde på 5 µg/m^3 och ett dygnsmedelvärde på 15 µg/m^3 (WHO, 2021).

3.4.3 Svaveldioxid

Exponering av svaveldioxid har observerat effekter på andningsorganen vid lägre halt hos astmatiker än hos friska personer, dock tycks finnas en stor individuell skillnad i känslighet (WHO, 2021). Resultat från studier har observerat att det är främst de övre luftvägarna som påverkas av svaveldioxid, men vid ansträngning når en större andel längre ner i andningsorganen. Det har visat sig att kortvariga perioder med höga halter av SO_2 kan leda till ökat luftvägsmotstånd på grund av att de fina luftrören dras samman. Resultat från försök på människor har visat att det autonoma nervsystemet påverkas från halter på omkring 600 µg/m^3, vilket kan ha betydelse för luftrörssammandragning och de hjärt-kärleffekter som noterats i epidemiologiska studier. Exponering av svaveldioxid har visat samband med såväl akuta problem från andningsorganen som hjärt-kärlsystemet. I den senaste dokumentationen kring rekommenderade luftföroreningshalter från WHO (WHO, 2021) anges ett riktvärde för svaveldioxid som ett dygnsmedelvärde på 40 µg/m^3.

4 Bedömningsgrunder och hälsoeffekter – aminer och ammoniak

4.1 Aminer

4.1.1 Bildande av nitrosaminer och nitraminer

Aminer används i koldioxidavskiljningsprocessen, genom att den sprutas över gasströmmen vilket leder till att koldioxid absorberas (ERIVAC, u.d.), i ett annat kärl kan sedan koldioxiden desorberas och fångas upp. När detta sker kommer en liten del av de aminer som används att gå förlorade och släppas ut i atmosfären. Detta resulterar i att aminerna kan reagera med OH-radikaler i luften, vilket kommer avlägsna en väteatom från ämnet. I nästa steg kan aminen reagera med antingen NO för att bilda en nitrosamin, eller NO_2 för att bilda nitramin (Borgnes & Price, Spridnings- och depositionsberäkningar av aminer, 2024). Vissa aminer kan även reagera med syre, redan i koldioxidavskiljningsprocessen, för att bilda nitrosaminer och nitraminer (Watson, 2023).

Hur mycket nitrosaminer och nitraminer som bildas beror på mängden NO_x, och förhållandet mellan NO_2 och NO. Nitrosaminerna kan sedan reduceras genom fotolys. Figur 1 nedan visar en översikt av reaktionsvägarna (Borgnes & Price, Spridnings- och depositionsberäkningar av aminer, 2024).

Figur 1: Översiktsbild av reaktionsvägarna för aminer. Källa: (Borgnes & Price, Spridnings- och depositionsberäkningar av aminer, 2024)

4.1.2 Hälsoeffekter

Det finns relativt lite information om nitrosaminer samt nitraminers påverkan på människors hälsa, men det är dock känt att flera ämnen ur dessa två grupper kan vara mycket cancerframkallande. Enligt NIPH (Norweigan Institute of Public Health) är kunskapen kring hälsopåverkan från nitraminer väldigt begränsad, men generellt sett verkar det som att nitraminer är mindre mutagena och cancerogena än motsvarande nitrosamier. Dock har de studerade nitraminerna fortfarande visat sig vara mycket cancerogena. (Låg, Lindeman, Instanes, Brunborg, & Schwarze, 2011)

4.1.3 Riktvärden

Rekommendationer för bedömning och reglering av påverkan på luftkvaliteten från aminbaserade anläggningar för avskiljning av koldioxid efter förbränning har tagits fram av Air Quality Modelling and Assesment Unit (AQMAU) vid UK Environment Agency. I deras rapport *AQMAU recommendations for the assessment and regulation of impacts to air quality from amine-based post-combustion carbon capture plants* (AQMAU, 2021) finns Environmental Assessment Levels (EAL) för NDMA, se Tabell 5. NDMA är den enda nitrosamin det finns EAL för, och för nitraminer finns inga rekommenderade EAL från AQMAU. Även Folkhelseinstituttet (Låg, Lindeman, Instanes, Brunborg, & Schwarze, 2011) i Norge har tagit fram riktvärden, de har definierat en gräns för den totala mängd nitrosaminer och nitraminer i luft som ej bör överskridas, dessa återfinns i Tabell 5.

Tabell 5: Lågrisknivåvärden* för NDMA och NIPH

Årsmedelhalter	Riktvärde (Norge)	Riktvärde (Storbritannien)
Nitrosamin (Nitrosdimetylamin, NDMA)**		0,2 ng/m^3
Summa Nitrosamin + Nitramin* (NIPH)**	0,3 ng/m^3	

*En livslång exponering av det aktuella värdet för 1 miljon individer innebär risk för ytterligare ett cancerfall

**Kunskaper kring hälsoeffekter vid exponering av nitrosaminer (NDMA) är relativt goda (risk för cancer)

***De är en stor kunskapsbrist om hälsoeffekter vid exponering av nitraminer

4.2 Ammoniak

4.2.1 Hälsoeffekter

Ammoniak är färglös och har en skarp, stickande lukt, den är lättare än luft och mycket löslig i vatten (Winsen, u.d.). Ammoniak som släpps ut i naturen bidrar till bland annat övergödning, försurning samt bildar hälsoskadliga partiklar (Naturvårdsverket, 2024). Ammoniak i gasform orsakar kraftig irritation både på ögon och slemhinnor. Om gasen skulle andas in i hög koncentration finns det risk att denna skulle orsaka andningsbesvär, lungskada, allvarlig irritation, hosta eller tryck över bröstet (Giftinformationscentralen, 2023).

4.2.2 Riktvärden

Det saknas svenska riktvärden för ammoniak i utomhusluften. De amerikanska miljömyndigheterna (US-EPA) har tagit fram ett s.k. RfC värde för ammoniak som ligger på 100 µg/m^3. Kortfattat ska ett RfC värde ge indikation på en acceptabel exponeringsnivå av ett ämne under en livstid utan att negativa hälsoeffekter kommer att uppstå. Det hygieniska gränsvärdet för arbetsmiljö (NGV) för ammoniak ligger på 14 000 µg/m^3.

5 Beräkningsförutsättningar

5.1 Utredningsområdet

Utredningsområdet är beläget ca 5 km öster om centrala Göteborg i ett industriområde, med järnvägen och E20 precis söder om anläggningen. Både norr om området samt söder om E20 ligger bostadsområden innefattande både hus samt lägenheter, dessa ligger ca 150 m samt 180 m ifrån Renova.

Se Figur 2 nedan för placering av utredningsområdet.

Figur 2: Placering av anläggningen strax utanför Göteborg (se vit samt röd markering).

5.2 Luftföroreningssituationen i Göteborg

I Göteborg finns kontinuerliga mätningar av luftföroreningar på, just nu, 4 fasta platser. Mätningar finns både i urban bakgrund (Femman), samt i gaturum (Haga, Övre Husargatan och Gårda). Enligt Miljöförvaltningen i Göteborg har luftkvaliteten i staden blivit betydligt bättre sedan mätningarna började på 80-talet, där mätningarna pekar på en minskning av kvävedioxid medan det inte finns någon likadan tydlig trend för partiklar (PM_{10}). Under 2024 uppmättes låga halter av föroreningar i Göteborg vilket till viss del kan förklaras av gynnsamma väderförhållanden (Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, 2025).

Både årsmedelvärden och dygnsmedelvärden för partiklar och kvävedioxid låg under gränserna för miljökvalitetsnormerna under 2024. Samtliga stationer uppmätte även halter som klarade gränserna i det nya EU-direktivet 2030 sett till årsmedelvärde för NO_2. Se Figur 3 och Figur 4 nedan.

Göteborgs stad har ett aktivt åtgärdsprogram för partiklar som syftar till att sänka halterna av PM_{10} i staden. Utöver detta har staden även ett flertal olika planer som syftar till att minska trafiken i staden samt öka antalet resor med kollektivtrafik och cykel vilket även det skulle sänka halterna av föroreningar i staden. Detta inkluderar trafikstrategin, cykelprogrammet och parkeringspolicyn.

Figur 3: Årsmedelvärden av halter av partiklar (PM10) i Göteborg 1990–2024 i relation till miljökvalitetsnormer, nationella miljömål och världshälsoorganisationen WHO:s riktlinjer. Data för Haga 2024 redovisas ej på grund av för låg datafångst. Källa: (Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, 2025)

Figur 4: Årsmedelvärden av kvävedioxidhalter (NO2) i Göteborg 1976–2024 i relation till gällande miljökvalitetsnormer (MKN), EU's förslag för nya luftkvalitetsdirektivet 2030/nationella miljömål och världshälsoorganisationen WHO:s riktlinjer. Källa: (Miljöförvaltningen, Göteborgs stad, 2025)

5.2.1 Bakgrundshalter

5.2.1.1 Kvävedioxid, partiklar (PM10) samt svaveldioxid

Spridningsberäkningarna visar planförslagens påverkan på luftmiljön. För att kunna beräkna den totala halten kvävedioxid, PM_{10} och svaveldioxid i området så krävs även uppgifter om nuvarande bakgrundshalter. Bakgrundshalter kan mätas på urban och regional nivå och beroende på var utredningsområdet som undersöks är placerat kan det vara aktuellt att använda bakgrundshalter från mer centrala eller rurala/regionala områden. Utredningsområdet bedöms inte klassas att ha en regional bakgrund utan en urban bakgrundsnivå har använts. I detta fall ligger utredningsområdet strax öster om centrala Göteborg, och därav har bakgrundshalter från Göteborg använts i denna rapport. Bakgrundshalterna för partiklar och kvävedioxid har uppskattats med hjälp av SMHIs "Nationell modellering av luftkvalitet 2023" (SMHI, 2025). För svaveldioxid har Sweco, i brist på mätningar och tillgängliga data, gjort uppskattningar gällande halterna.

Tabell 6. Uppskattade urbana bakgrundshalter för utredningsområdet för NO_2, PM_{10} och SO_2.

	Kvävedioxid (µg/m³) 2024	PM_{10} (µg/m³) 2024	Svaveldioxid (µg/m³) 2024
Årsmedelvärde	9	12	0,5
Nuvarande MKN			
Dygnsmedelvärde (98%-il)	24	–	3
Dygnsmedelvärde (90%-il)	–	19	–
Timmedelvärde (98%-il)	35	–	3
Timmedelvärde (99,7%-il)	–	–	3
Kommande EU-direktivet			
Dygnsmedelvärde (95,1%-il)	20	22	3
Timmedelvärde (99,97%-il)	92	–	4

5.2.1.2 Ammoniak och nitraminer/ nitrosaminer

Bakgrundshalterna av nitraminer, nitrosmainer och ammoniak i luften har i denna rapport satts till 0, detta eftersom uppgifter saknas angående halter i luft av dessa.

För spridningsberäkningar av nitraminer och nitrosaminer inkluderas bakgrundshalter av kvävedioxid och ozon i beräkningarna. För att inte underskatta halterna i omgivningen har dessa bakgrundshalter satts konservativt. Bakgrundshalterna av kvävedioxid har därför tagits från en mätstation inne i centrala Göteborg, som mäter urbana bakgrundshalter, Femman. Halterna av kvävedioxid ute vid Renova kommer med stor sannolikhet vara lägre eftersom det inte är lika centralt, vilket gör antagandet konservativt. Halterna av kvävedioxid vid Femman är därmed något högre än de uppskattade bakgrundshalterna vid Renova som anges i Tabell 6 ovan. För bakgrundshalterna av ozon används data ifrån Råö, beläget söder om Göteborg, en regional bakgrundsstation. För ozon antas halterna vara något högre i tätbebygda områden jämfört från området vid Råö.

5.3 Spridningsmodell

Spridningsberäkningarna har utförts i två beräkningsprogram, både AERMOD samt ADMS. AERMOD har använts för att räkna på spridningen av kvävedioxid, partiklar, svaveldioxid och ammoniak, medan ADMS har använts för att räkna på nitrosaminer och nitraminer.

5.3.1 AERMOD

Spridningsberäkningarna är utförda enligt de amerikanska miljömyndigheternas (USEPA) godkända modellkoncept AERMOD. Inom EU saknas motsvarande

system när det gäller krav på spridningsmodeller. Modellens tillämpningsområden finns beskrivna på Referenslaboratoriet för luftkvalitets hemsida (SMHI)[3].

Fem olika applikationer ingår i detta arbete, dessa är:

1. ***AERMET***, är en specialanpassad beräkningsapplikation för att beräkna meteorologiska parametrar för bl.a. vertikala profiler i beräkningsområdet.

2. ***AERSURFACE***, är en modul som ger indata till AERMET avseende markbeskaffenheten i det aktuella beräkningsområdet.

3. ***AERMAP***, beräkningsmodul för definiering av de topografiska förhållandena.

4. ***AERMOD***, är spridningsmodellen för utsläpp från bl.a. skorstenar, vägtrafik, tankar och är speciellt utvecklat för att kunna beskriva halter i närområde kring utsläppskällan. Modellen tar även hänsyn till närliggande byggnaders inverkan via en särskild beräkningsmodul (BPIPPRM, Building Profile Input Program Prime). För att bestämma andelen kvävedioxid (NO_2) i utomhusluften används metoden/modulen PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method). Metoden beräknar bl.a. förhållande mellan kväveoxid och tillgång på ozon i rökgasplymen.

5. ***AERPLOT***, presentationsmodul för redovisning av beräkningsresultaten för årsmedelvärden samt percentilvärden.

Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå, i enheten µg/m^3. Beräkningsmodellen tar inte hänsyn till enskilda byggnader, men innehåller information gällande platsspecifik topografi och byggnadsstruktur.

5.3.2 ADMS

ADMS 6 (Atmospheric Dispersion Modelling System) är en avancerad spridningsmodell som används för att räkna på inverkan av existerande eller föreslagna industrier. Modellen har många egenskaper som inkluderar bland annat att ta hänsyn till effekten av byggnader, komplex terräng, kustlinje samt effekten havet har på det atmosfäriska gränsskiktet; torr och våt deposition; kemiska reaktioner av NOx, kemiska reaktioner av aminer som släpps ut under koldioxidinfångningen; kortsiktiga fluktuationer i koncentrationer på grund av atmosfärisk turbulens (viktigt för modellering av lukt samt koncentrationer med en medelvärdesperiod kortare än en timme); och radioaktivt avfall (CERC, u.d.).

Modellen räknar på koncentrationer och deposition av olika föroreningar från olika typer av källor, några av dem är punkt-, linje-, area, och volymkälla (CERC, u.d.). Resultatet redovisas som en geografisk spridning med kontinuerliga haltnivåer 1,5 meter ovan marknivå, i enheten µg/m^3.

5.4 Meteorologi

Speciellt anpassade meteorologiska data för spridningsberäkningar har tagits fram för det aktuella området i Göteborg. Den meteorologiska informationen bygger på en avancerad numerisk väderprognosmodell, ”The Weather Research and Forecasting Model ” (WRF), vilken har beräknat de lokala meteorologiska förutsättningarna för Göteborg år 2022–2024. Metoden att

[3] Referenslaboratoriet för luftkvalitet. Jämförelsetabell för luftkvalitetsmodeller

använda WRF data följer de anvisningar som U.S. EPA tagit fram att användas i motsvarande tillståndsansökningar i USA (U.S. EPA, 2017). Motsvarande data används även i Europa.

I Figur 5 nedan redovisas vinden i Göteborg som en vindros. Det framgår att vinden främst är västlig till sydlig.

Figur 5. Vindros för meteorologiska data för Göteborg, år 2022 – 2024.

5.4.1 Framtida vind

Det har varit känt sedan 1980-talet att vindhastigheten har minskat globalt. När temperaturen stiger så minskar temperaturskillnaden mellan högre och lägre breddgrader, detta reducerar lufttrycksgradienten vilket i sin tur minskar vindhastigheterna. Ytterligare anledning till den minskade hastigheten är sannolikt att växtligheten och urbaniseringen har ökat runtom jorden, detta bidrar till större friktion och därmed minskade vindhastigheter.

Trots detta har vindstyrkan sedan 2010 börjat öka i stället för att minska. Forskarna vet att de storskaliga atmosfäriska cirkulationerna också påverkar vindhastigheter, dessa har mer svårfångad intern dynamik och uppvisar stor naturlig variation. (Göteborgs Universitet, 2019)

Hur vindförhållandena kommer se ut i framtiden är svårt att säga. Skulle det vara en ökad vindhastighet skulle detta leda till större utblandning av de utsläpp

som sker från skorstenen och därmed troligen lägre halter i närområdet. En högre vindhastighet skulle därmed vara positivt för halterna i området.

5.5 Indata

Konservativa antaganden har gjorts angående den indata som använts i modellen, detta för att inte riskera att underskatta effekterna eftersom modellberäkningarna alltid har en viss osäkerhet.

5.5.1.1 Val av amin

Vilken amin som kommer användas i koldioxidavskiljningen på Renova är ännu inte bestämt. I denna rapport kommer därför den amin med värsta tänkbara påverkan att användas, det vill säga den som har störst potential att reagera för att bilda nitrosaminer samt nitraminer i atmosfären. Detta innebär att skulle en amin med lägre påverkan väljas, kommer halterna inte bli högre än vad denna rapport visar. Den amin som använts i beräkningarna i denna rapport är Piperazin. Piperazin är ett ämne med hög reaktionshastighet jämfört med andra aminer, samt att dess förgreningsförhållande är lågt i jämförelse (Borgnes & Price, Amine dispersion modelling Carbon Capture Filborna EfW plant, 2023). I praktiken används alltid Piperazin i blandning med en annan amin, vilket även det bidrar till att antagandet i beräkningarna blir konservativt.

I rapporten har en utsläppskoncentration på 0,5 ppm piperazin använts, ett utsläpp på totalt ca 4 ton. Detta baseras på en tidigare utredning utförd för Filborna (Borgnes & Price, 2023), där en utsläppskoncentration om 0,4 ppm användes i beräkningarna och riktvärdena klarades då. Eftersom skorstenen vid Renova är högre än skorstenen i den tidigare utredningen, samt att bakgrundshalterna är lägre antogs det att en utsläppsmängd i ungefär samma storlek bör klara riktvärdena även för Renova. Spridningsberäkningarna visar efter analys att en koncentration av piperazin på 0,5 ppm klaras med marginal för de förutsättningar som avser Renova-anläggningen.

5.5.1.2 Drifttimmar

Drifttiden för anläggningen varierar något mellan de olika månaderna, där driften sjunker under sommarmånaderna medan det under vintern är full produktion, se Tabell 7 nedan för drifttimmarna.

Tabell 7: drifttimmar för anläggningen för respektive månad, för år 2020

	Enhet	P1	P4	P5	P7
Januari	Tim/mån	697	724	722	740
Februari	Tim/mån	652	682	644	676
Mars	Tim/mån	716	692	730	742
April	Tim/mån	553	680	679	709
Maj	Tim/mån	612	595	516	596
Juni	Tim/mån	523	479	346	573
Juli	Tim/mån	467	569	490	622
Augusti	Tim/mån	471	506	628	475
September	Tim/mån	488	556	698	588
Oktober	Tim/mån	665	713	632	741
November	Tim/mån	700	717	667	711
December	Tim/mån	732	721	732	692

5.5.2 Verksamhetens utsläpp

I Tabell 8 och Tabell 9 nedan anges de olika indata som använts i modelleringen för utsläppen från anläggningen, både för nuläget och för ett framtidsscenario med koldioxidavskiljning, samt information gällande flöden och skorstenens dimensioner. Anledningen till att rökgasflödena och volymen ändras efter koldioxidinfångningen är på grund av att koldioxiden försvinner ur röken samt att temperaturen sänks.

Aminutsläppen i Tabell 9 har beräknats utifrån en koncentration om 0,5 ppm piperazin, rökgasmängderna samt drifttiderna. Utsläppen av nitrosaminer har sedan antagits utifrån aminutsläppen, då nitrosaminer utgör 0,58% av aminutsläppen, vilket motsvarar den andel som använts i spridningsberäkningarna vid Filborna (Borgnes & Price, 2023).

Tabell 8: verksamhetens utsläpp för nuläget, samt parametrar gällande rökgasflöde, temperatur och skorstenens storlek, för samtliga pannor (P1, P4, P5 och P7). Emissionsdatan är baserad på perioden 2020–2024.

	Enhet	P1	P4	P5	P7
Skorstensdata					
Innerdiameter skorstensrör	m	1,6	1,61	1,61	1,6
Höjt rökrörsutlopp	möm	126,3	126,3	126,3	126,3
Utsläppsvärden – enligt nuvarande tillstånd					
Rökgasflöde	nm3/s. tg	16,73	24,30	22,83	15,20
Rökgasflöde	nm3/s. vg	17,88	25,84	24,35	16,50
Rökgasflöde	m3/s	22	33	31	21
Rökgastemperatur	°C	67,44	79,34	79,54	66,44
Utloppshastighet skorsten	m/s	11,62	17,14	16,33	10,34
Utsläppsmängder					
NOx	ton/år	33,32	52,78	51,12	14,08
PM2,5	ton/år	0,36	1,46	0,7	0,446
SO2	ton/år	0,94	1,62	1,7	0,8
Ammoniak	ton/år	0,58	0,52	0,3	0,7

Tabell 9: verksamhetens utsläpp för framtidsscenariot med koldioxidavskiljning, samt parametrar gällande rökgasflöde, temperatur och skorstenens storlek, för samtliga pannor (P1, P4, P5 och P7). Emissionsdatan är baserad på perioden 2020–2024

	Enhet	P1	P4	P5	P7
Skorstensdata					
Innerdiameter skorstensrör	m	1,6	1,61	1,61	1,6
Höjt rökrörsutlopp	möm	126,3	126,3	126,3	126,3
Utsläppsvärden – enligt antagna framtida driftförhållanden					
Rökgasflöde	nm3/s. tg	15,0	21,8	20,05	13,6
Rökgasflöde	nm3/s. vg	16,1	23,5	22,1	14,7
Rökgasflöde	m3/s	18,51	26,93	25,29	16,84
Rökgastemperatur	°C	40	40	40	40
Utloppshastighet skorsten	m/s	9,20	13,23	12,42	8,38
Utsläppsmängder					
NOx	ton/år	33,32	52,78	51,12	14,08
PM2,5	ton/år	0,36	1,46	0,7	0,446
SO2	ton/år	0,94	1,62	1,7	0,8
Ammoniak	ton/år	0,58	0,52	0,3	0,7
Aminer	ton/år	0,811	1,239	1,141	0,798
Nitrosaminer	ton/år	0,00470	0,00719	0,00662	0,00463

5.5.2.1 Antaganden i beräkningar

I beräkningarna för aminer har en utsläppskoncentration på 0,5 ppm antagits i koldioxidavskiljningen, vilket motsvarar totalt ca 4 ton/år av aminer (piperazin). Ytterligare har det antagits att alla pannor (1, 4, 5 och 7) är i drift samtidigt. Detta representerar då ett konservativt värsta tänkbart scenario. Skulle alla pannor inte vara i drift samtidigt skulle detta innebära en lägre halt i omgivningen än vad som presenteras i resultaten. Utöver detta har konstanter som använts i beräkningarna satts till konservativa värden, detta för att inte underskatta halterna.

5.5.3 Trafik

Trafikberäkningarna har utförts för att beräkna tillskottet av föroreningar från de tunga transporter som förväntas tillkomma. Den väg som beräkningarna gjorts för är von Utfallsgatan då det är här den tillkommande trafiken förväntas åka, se Figur 6 för sträckning. Vid omräkning av trafiken till utsläpp har emissionsfaktorer för vägen tagits från HBEFA 4.2, för år 2024 för nuläget och

2030 för framtidsscenariot med koldioxidinfångning, 2030 valdes som ett konservativt antagande för att inte underskatta de framtida halterna.

Trafiken är inkluderad både i nuläget och i ett framtidsscenario med koldioxidinfångning. För framtidsscenario har ett worst case utgåtts ifrån, alltså det maximala antalet fordon som kan tillkomma baserat på att alla fyra pannor har koldioxidinfångning. Detta innebär att för nuläget är det totalt 509 transporter per dag och för framtidsscenario är det totalt 523 transporter per dag, vilket då innebär en ökning om 14 transporter per dag. Hastigheten på vägen har satts till 50 km/h.

Figur 6: sträcka som beräknats för trafiken. Källa: Google Earth

5.5.4 Scenarion

I denna rapport redovisas resultat för ett framtidsscenario med alla fyra pannor (1, 4, 5, 7) i drift samtidigt och samtliga med koldioxidinfångning, ett worst case scenario. Ett scenario med enbart 1 eller 2 pannor i drift med koldioxidinfångning, som presenteras i miljökonsekvensbeskrivningen för ansökan, skulle ge lägre halter än vad som presenteras i denna rapport och därav redovisas inga spridningskartor för dessa scenarion.

6 Resultat

Nedan redovisas resultaten från spridningsberäkningarna, bakrundshalter är ej inkluderade i resultatbilderna. För kvävedioxid och partiklar är det utsläpp både från den tunga trafiken till och från anläggningen samt från förbränningsanläggningen som redovisas i kartorna. Trafiken är inkluderad både i nuläget, 509 transporter per dygn, samt framtidsscenariot med koldioxidinfångning, 523 transporter per dygn. För svaveldioxid, aminer och ammoniak är det utsläpp från förbränningsanläggningen som redovisas, då utsläpp av dessa endast sker från denna. För nitrosamin och nitramin genomfördes beräkningar för åren 2022, 2023 och 2024, eftersom det meteorologin utgår från dessa år, det år som visade högst halter var 2022 och är därför det år som presenteras i resultaten.

Resultaten presenteras för ett worst case scenario, alltså att alla fyra pannor är i drift samtidigt samt att den amin med störst potential att omvandlas till nitrosaminer och nitraminer används, vilken är Piperazin. En utsläppskoncentration om 0,5 ppm Piperazin har använts i beräkningarna.

6.1 Kvävedioxid

6.1.1 Kvävedioxid som årsmedelvärde

6.1.1.1 Nuläge, år 2024

Figur 7: kvävedioxid som årsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 9 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 9,1 µg/m³. Därmed underskrids både den nuvarande miljökvalitetsnormen på 40 µg/m³ samt den kommande gränsen i det nya EU-direktivet på 20 µg/m³.

6.1.1.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 8. Kvävedioxid som årsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 9 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 9,1 µg/m³. Därmed underskrids både den nuvarande miljökvalitetsnormen på 40 µg/m³ samt den kommande gränsen i det nya EU-direktivet på 20 µg/m³.

6.1.2 Kvävedioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärden

6.1.2.1 Nuläge, år 2024

Figur 9: kvävedioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärden, får nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,5 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 24 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 24,5 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 60 µg/m³.

6.1.2.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 10. Kvävedioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärden, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 24 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 25 µg/m³ Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 60 µg/m³.

6.1.3 Kvävedioxid som 95,1 percentil för dygnsmedelvärde

6.1.3.1 Nuläge, år 2024

Figur 11. Kvävedioxid som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärden, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,5 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 20 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 20,5 µg/m³. Därmed underskrids den kommande miljökvalitetsnormen på 50 µg/m³.

6.1.3.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 12. Kvävedioxid som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärden, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,5 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 20 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 20,5 µg/m³. Därmed underskrids den kommande miljökvalitetsnormen på 50 µg/m³.

6.1.4 Kvävedioxid som 98-percentilen för timmedelvärde

6.1.4.1 Nuläge, år 2024

Figur 13. Kvävedioxid som 98-percentilen för timmedelvärden, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 35 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 36 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 90 µg/m³.

6.1.4.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 14. Kvävedioxid som 98-percentilen för timmedelvärden, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 35 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 37 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 90 µg/m³.

6.1.5 Kvävedioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärde

6.1.5.1 Nuläge, år 2024

Figur 15. Kvävedioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärden, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 92 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 94 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 200 µg/m³.

6.1.5.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 16. Kvävedioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärden, för framtidsscenario med koldioxidavskiljning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 5 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 92 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 97 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 200 µg/m³.

6.2 Partiklar (PM_{10})

6.2.1 PM_{10} som årsmedelvärde

6.2.1.1 Nuläge, år 2024

Figur 17. PM_{10} som årsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,05 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 12 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 12 µg/m³. Därmed underskrids både den nuvarande miljökvalitetsnormen på 40 µg/m³ samt den kommande gränsen i det nya EU-direktivet på 20 µg/m³.

6.2.1.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 18. PM_{10} som årsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,05 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 12 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 12 µg/m³. Därmed underskrids både den nuvarande miljökvalitetsnormen på 40 µg/m³ samt den kommande gränsen i det nya EU-direktivet på 20 µg/m³.

6.2.2 PM_{10} som 90-percentilen för dygnsmedelvärde

6.2.2.1 Nuläge, år 2024

Figur 19. PM_{10} som 90-percentilen för dygnsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 19 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 19,2 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 50 µg/m³.

6.2.2.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 20. PM_{10} som 90-percentilen för dygnsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 19 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 19,2 µg/m³. Därmed underskrids miljökvalitetsnormen på 50 µg/m³.

6.2.3 PM_{10} som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde

6.2.3.1 Nuläge, år 2024

Figur 21. PM_{10} som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 22 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 22,2 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 45 µg/m³.

6.2.3.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 22. PM_{10} som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 22 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 22,2 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 45 µg/m³.

6.3 Svaveldioxid

6.3.1 Svaveldioxid som årsmedelvärde

6.3.1.1 Nuläge, år 2024

Figur 23. Svaveldioxid som årsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,005 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 0,5 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 0,5 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 20 µg/m³.

6.3.1.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 24. Svaveldioxid som årsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,005 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 0,5 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 0,5 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 20 µg/m³.

6.3.2 Svaveldioxid som 98-percentilen för dygnsmedelvärde

6.3.2.1 Nuläge, år 2024

Figur 25. Svaveldioxid som 98 percentilen för dygnsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,02 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 100 µg/m³.

6.3.2.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 26. Svaveldioxid som 98 percentilen för dygnsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,05 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 100 µg/m³.

6.3.3 Svaveldioxid som 95,1-percentilen för dygnsmedelvärde

6.3.3.1 Nuläge, år 2024

Figur 27. Svaveldioxid som 95,1 percentilen för dygnsmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,02 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 50 µg/m³.

6.3.3.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 28. Svaveldioxid som 98 percentilen för dygnsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,02 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 50 µg/m³.

6.3.4 Svaveldioxid som 98-percentilen för timmedelvärde

6.3.4.1 Nuläge, år 2024

Figur 29. Svaveldioxid som 98 percentilen för timmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,05 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 200 µg/m³.

6.3.4.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 30. Svaveldioxid som 98 percentilen för timmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3,1 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 200 µg/m³.

6.3.5 Svaveldioxid som 99,7-percentilen för timmedelvärde

6.3.5.1 Nuläge, år 2024

Figur 31. Svaveldioxid som 99,7 percentilen för timmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3,1 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 200 µg/m³.

6.3.5.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 32. Svaveldioxid som 99,7 percentilen för timmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,1 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 3 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 3,1 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 200 µg/m³.

6.3.6 Svaveldioxid som 99,97-percentilen för timmedelvärde

6.3.6.1 Nuläge, år 2024

Figur 33. Svaveldioxid som 99,97 percentilen för timmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 4 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 4,2 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 350 µg/m³.

6.3.6.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 34. Svaveldioxid som 99,97 percentilen för timmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet är 0,2 µg/m³, tillsammans med de uppskattade bakgrundshalterna på 4 µg/m³, blir de högsta halterna i omgivningen ca 4,2 µg/m³. Därmed underskrids den kommande normen på 350 µg/m³.

6.4 Piperazin

6.4.1 Nitrosamin, 0,5 ppm

Figur 35. Bidraget av nitrosaminer i omgivningen från anläggningen, vid användning av 0,5 ppm piperazin från samtliga 4 pannor, år 2022

Det högsta beräknade tillskottet av nitrosaminer i omgivningen är 0,06 ng/m^3. Riktvärdet på 0,2 ng/m^3 underskrids därmed med god marginal. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för denna förorening.

6.4.2 Nitrosamin + nitramin, 0,5 ppm

Figur 36. Bidraget av nitrosamin + nitramin i omgivningen från anläggningen, vid användning av 0,5 ppm piperazin från samtliga 4 pannor, år 2022

Det högsta beräknade tillskottet av nitrosaminer i omgivningen är 0,2 ng/m^3. Riktvärdet på 0,3 ng/m^3 underskrids därmed. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för dessa.

6.5 Ammoniak

6.5.1 Ammoniak som årsmedelvärde

6.5.1.1 Nuläge, år 2024

Figur 37. Ammoniak som årsmedelvärde, för nuläge

Det högst beräknade tillskottet av ammoniak i omgivningen är 2,0 ng/m^3, RfC värdet på 100 µg/m^3 vilken ger en indikation på en acceptabel exponeringsnivå av ett ämne under en livstid underskrids därför med stor marginal. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för denna förorening.

6.5.1.2 *Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor*

Figur 38. Ammoniak som årsmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet av ammoniak i omgivningen är 2,0 ng/m^3, RfC värdet på 100 µg/m^3 vilken ger en indikation på en acceptabel exponeringsnivå av ett ämne under en livstid underskrids därför med stor marginal. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för denna förorening.

6.5.2 Ammoniak som 99-percentil för timmedelvärde

6.5.2.1 Nuläge, år 2024

Figur 39. Ammoniak som 99 percentil för timmedelvärde, för nuläget

Det högst beräknade tillskottet av ammoniak i omgivningen är 50,0 ng/m^3. För timmedelvärde för ammoniak finns inget tillgängligt riktvärde att jämföra emot. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för denna förorening.

6.5.2.2 Framtidsscenario med koldioxidinfångning för 4 pannor

Figur 40. Ammoniak som 99 percentil för timmedelvärde, med koldioxidinfångning för 4 pannor.

Det högst beräknade tillskottet av ammoniak i omgivningen är 50,0 ng/m^3. För timmedelvärde för ammoniak finns inget tillgängligt riktvärde att jämföra emot. Ingen bakgrundshalt finns tillgänglig för denna förorening.

7 Slutsatser och diskussion

Sweco har på uppdrag av Renova utfört spridningsberäkningar från anläggningen i Sävenäs, med anledning att en ny koldioxidavskiljning planeras att installeras. Spridningsberäkningar har utförts för vanligt förekommande förbränningsprodukter (PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_x och SO_2) samt för aminer och ammoniak i rökgasen efter koldioxidavskiljningen. Utöver detta har även spridningsberäkningar utförts för den trafik som tillkommer till anläggningen. Halterna av partiklar, kvävedioxid och svaveldioxid har jämförts mot nuvarande samt kommande miljökvalitetsnormer. För aminer och ammoniak finns inga svenska riktlinjer när det gäller halter i luft, dessa har i stället jämförts mot riktvärden framtagna av Norge, Storbritannien och USA.

Den amin som använts i beräkningarna är piperazin med en utsläppskoncentration på 0,5 ppm, denna amin har stor potential att omvandlas till nitramin samt nitrosamin i atmosfären. I praktiken används vanligtvis Piperazin i blandning med en annan amin (som i regel har gynnsammare förutsättningar att bilda nitrosaminer), vilket gör att antagandet i beräkningarna blir konservativt. Ytterligare har beräkningarna utförts med samtliga pannor i drift samtidigt samt att alla har koldioxidinfångning, vilket också ökar halterna. Dessa antaganden förväntas ge ett ”worst case scenario” i beräkningarna.

Resultaten visar att halterna av samtliga föroreningar är låga och inga gränsvärden överskrids. Samtliga miljökvalitetsnormer klaras för partiklar, kvävedioxid och svaveldioxid och halterna håller sig på samma nivåer alternativt ökar något mellan nuläget och framtidsscenariot med koldioxidinfångning. Den tillkommande trafiken, som är väldigt låg, och förändringen i förbränningen påverkar alltså inte dessa halter mycket. Eftersom bakgrundshalterna är konservativt antagna kommer de verkliga halterna i området sannolikt vara lägre.

För nitrosaminer och nitraminer visar resultaten att de riktvärden som är framtagna av Norge och Storbritannien ej överskrids vid en utsläppskoncentration av piperazin på 0,5 ppm. För ammoniak håller sig årsmedelvärdeshalterna med marginal under den exponeringsnivån vilken ej bör överskridas under en livstid. Ammoniaktillskottet är i dagsläget lågt och ett eventuellt ytterligare tillskott i form av sönderfall av amin till ammoniak skulle med stor sannolikhet inte riskera att överskrida tillgängliga riktvärden. Se Tabell 10, Tabell 11 samt Tabell 12 för samtliga beräknade halter och gräns-/riktvärden. Sammanfattningsvis kan det konstateras att en trafikökning på 14 fordon per dygn, samt en utsläppskoncentration om 0,5 ppm av piperazin för koldioxidinfångningen med samtliga pannor i drift samtidigt inte leder till några överskridanden av gräns- och riktvärden i området, utan dessa klaras med marginal. Om en annan amin väljs med lägre potential att bilda nitrosaminer och

nitraminer samt om alla pannor ej är i drift samtidigt, kommer halterna i området sannolikt vara lägre än vad som presenteras i denna rapport.

Tabell 10. Sammanställning av högst beräknade halter för kvävedioxid, partiklar och svaveldioxid tillsammans med det uppskattade bakgrundshalterna för nuläge och ett framtidsscenario med koldioxidinfångning (µg/m^3). Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids.

	Medelvärdesperiod	Nuläge, år 2024 (µg/m^3)	Framtidsscenario med koldioxidinfångning (µg/m^3)	MKN* (µg/m^3)	EU 2030** (µg/m^3)
Kvävedioxid (NO_2)	År	9,1	9,1	**40**	**20**
	Dygn (98%-il)	24,5	25	**60**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	20,5	20,5	**–**	**50**
	Timme (98%-il)	36	37	**90**	**–**
	Timme (99,97%-il)	94	97	**–**	**200**
Partiklar (PM_{10})	År	Ca 12	Ca 12	**40**	**20**
	Dygn (90%-il)	19,2	19,2	**50**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	22,2	22,2	**–**	**45**
Svaveldioxid (SO_2)	År	0,5	0,5	**–**	**20**
	Dygn (98%-il)	Ca 3	Ca 3	**100**	**–**
	Dygn (95,1%-il)	Ca 3	Ca 3	**–**	**50**
	Timme (98%-il)	Ca 3	Ca 3,1	**200**	**–**
	Timme (99,7%-il)	Ca 3,1	Ca 3,1	**200**	**–**
	Timme (99,97%-il)	Ca 4,2	Ca 4,2	**–**	**350**

*Miljökvalitetsnorm **Det kommande EU-direktivet som träder i kraft år 2030

Tabell 11: sammanställning av högst beräknade halter för nitrosamin och nitramin för år 2022, samt riktvärden, med en halt av piperazin om 0,5 ppm, totalt ca 4 ton/år. Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids.

Årsmedelhalter	Beräknad halt för 0,5 ppm piperazin (ng/m^3)	Riktvärde (Norge) (ng/m^3)	Riktvärde (Storbritannien) (ng/m^3)
Nitrosamin (Nitrosdimetylamin, NDMA)**	0,07	**–**	0,2
Summa Nitrosamin + Nitramin* (NIPH)**	0,19	0,3	**–**

Tabell 12: sammanställning av högst beräknade halter för ammoniak, samt riktvärden för långtidsexponering (i µg/m^3). Grön– riktvärdet klaras. Röd – riktvärdet överskrids

Medelvärdesperiod		Nuläge, år 2024 (ng/m^3)	Framtidsscenario med koldioxidinfångning (ng/m^3)	Riktvärde (US-EPA) (µg/m^3)
Ammoniak	År	2	2	100
	Timme (99%-il)	50	50	–

8 Referenser

AQMAU. (2021). *AQMAU recommendations for the assessment and regulation of impacts to air.* UK Environment Agency.

Astma och allergiförbundet. (u.d.). *Luftföroreningar och hälsorisker*. Hämtat från https://astmaoallergiforbundet.se/information-rad/leva-med-astma-allergi/utomhus/luftfororeningar-och-halsorisker/

Barck, C., Lundahl, J., Halldén, G., & Bylin, G. (2005). *Brief exposures to NO2 augment the allergic inflammation in asthmatics.* Environmental Research.

Borgnes, D., & Price, C. (2023). *Amine dispersion modelling Carbon Capture Filborna EfW plant.* Öresundskraft Kraft och Värme AB.

Borgnes, D., & Price, C. (2024). *Spridnings- och depositionsberäkningar av aminer.* Nork Energi.

CERC. (u.d.). *ADMS 6*. Hämtat från CERC (Cambridge Enivornmental Reaserach Consultants): https://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-model.html

Dalarnas Luftvårdsförbund. (2023). *Rapportering av modellberäkning och objektiv skattning av luftkvalitet - Samverkansområdet Dalarna – år 2023.*

EEA. (den 1 April 2024). *Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023*. Hämtat från https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/

ERIVAC. (u.d.). *Koldioxidavskiljning och återanvändning*. Hämtat från ERIVAC KONSULT AB: https://www.erivac.com/sv/koldioxidfangst-och-utnyttjande/

EU. (2024). *DIRECTIVE (EU) 2024/2881 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast).*

Giftinformationscentralen. (den 28 februari 2023). *Ammoniak*. Hämtat från Giftinformationscentralen: https://giftinformation.se/kemikalieregister/ammoniak/

Göteborgs Universitet. (den 19 november 2019). *Forskning.se*. Hämtat från Förstärkta vindar ger mer vindkraft: https://www.forskning.se/2019/11/19/forstarkta-vindar-ger-med-vindkraft/

Låg, M., Lindeman, B., Instanes, C., Brunborg, G., & Schwarze, P. (2011). *Health effects of amines and derivatives associated with CO2 capture.* Folkhelseinstituttet.

Miljöförvaltningen, Göteborgs stad. (2025). *Luften i Göteborg, Årsrapport 2024.* Göteborg: Miljöförvaltningen.

Naturvårdsverket. (2002). *Utsläpp av ammoniak och lustgas från förbränningsanläggningar med SNCR/SCR.* Naturvårdsverket.
Naturvårdsverket. (2017). *Luft & Miljö - Barns hälsa.*
Naturvårdsverket. (2019). *Luftguiden - Handbok om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. Handbok 2019:1.*
Naturvårdsverket. (2022). *Frisk luft - Fördjupad utvärdering av miljömålen 2023.*
Naturvårdsverket. (den 15 December 2023). *Barns hälsa och luftföroreningar*. Hämtat från https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/barns-halsa-och-luftfororeningar/
Naturvårdsverket. (den 20 Mars 2024). *Fakta om kvävedioxider i luft*. Hämtat från https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/luftfororeningar-och-dess-effekter/fakta-om-kvaveoxider-i-luft/
Naturvårdsverket. (den 12 December 2024). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Ammonik, utsläpp till luft: https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/ammoniak-utslapp-luft/
SMHI - Datavärdskap luft. (2024). Hämtat från Datavärdskap luft: https://datavardluft.smhi.se/portal/yearly-statistics?M=2523&P=5&P=8&vs=0:1438:0:0:0:0:0
SMHI. (den 21 November 2023). *Jämförelsetabell över luftkvalitetsmodeller*. Hämtat från Referenslaboratoriet: https://www.smhi.se/reflab/las-mer/luftkvalitetsmodeller/jamforelsetabell-over-luftkvalitetsmodeller-1.19843
SMHI. (2024). Hämtat från Nationell modellering av luftkvalitet: https://natmodluft.smhi.se/
SMHI. (2025). Hämtat från Nationell modellering av luftkvalitet 2023: https://natmodluft.smhi.se/
SMHI. (2025). Hämtat från Nationell modellering av luftkvalitet: https://natmodluft.smhi.se/
Staxler, L., Järup, L., & Bellander, T. (2001). *Hälsoeffekter av luftföroreningar - En kunskapssammanställning inriktad på vägtrafiken i tätorter.*
Stockholm Stad. (u.d.). *Trafikdata*. Hämtat från https://trafikdata.stockholm.se/#matplatser/3041
Stockholms stad. (2023). *Miljöfordon och förnybara drivmedel i Stockholm.*
Trafikverket. (u.d.). *Vägtrafikflödeskartan*. Hämtat från https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation
U.S. EPA. (2017). *Revisions to the Guideline on Air Quality Models: Enhancements to the AERMOD Dispersion Modeling System and Incorporation of Approaches To Address Ozone and Fine Particulate Matter.*
Watson, H. (2023). *Immingham Combined Heat and Power (CHP) Power Plant.*
WHO. (2005). *Air Quality Guidelines - Global Update 2005.*
WHO. (den 22 September 2021). *What are the WHO Air quality guidelines?* Hämtat från https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines
WHO. (2021). *WHO global air quality guidelines.*
Winsen. (u.d.). *Winsen*. Hämtat från Ammoniak (NH3): Förstå dess källor, miljöpåverkan, hälsorisker och säkerhetsåtgärder: https://sv.winsen-sensor.com/knowledge/ammonia-nh3.html?campaignid

Together with our clients and the collective knowledge of our 22,000 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together

SWECO