

APRIL 2015

RAPPORT A063541

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AV KVÄVEOXIDER FÖR KALLEBÄCK 3.3



Marie Haeger-Eugensson och Christine Achberger

COWI

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00
FAX 010 850 10 10
WWW cowi.se

PROJEKTNR. A063541
DOKUMENTNR. A063541/03/Rapport/RAP001
VERSION 0.2
UTGIVNINGSDATUM 2015-04-23
UTARBETAD Marie Haeger-Eugensson och Christine Achberger
GRANSKAD Delilah Lithner
GODKÄND Gert Swenson

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	2
1.1	Slutsatser	2
1.2	Bakgrund	2
1.3	Spridningsberäkningar av kväveoxider för Kallebäck 3:3	2
1.4	Studerad strukturplan	2
1.5	Metod och Resultat	3
2	Inledning	4
2.1	Bakgrund	4
2.2	Luftkvaliteten i Göteborg	4
2.3	Syfte	5
3	Underlag för beräkningarna	5
3.1	Spridningsmodellering	5
3.2	Detaljer kring scenarierna	7
3.3	Trafikdata	8
3.4	Miljö kvalitetsnormer	9
4	Resultat	9
5	Diskussion och slutsatser	12
6	Referenser	14

BILAGOR

Bilaga A	Beskrivning MISKAM-modellen
Bilaga B	Beskrivning TAPM-modellen
Bilaga C	Miljö kvalitetsnormer och miljömål för halter i luft

1 Sammanfattning

1.1 Slutsatser

Analys av redovisad strukturplan visar att det är liten risk för överskridandet av MKN och miljömålen för NO₂ 2030 men en något större risk nära Kungsbackaleden 2025.

Skärmande huskroppar placerade längs med Kungsbackaleden (så nära som möjligt, och gärna höga) gynnar luftkvaliteten inne i Kallebäck 3:3.

Om de långsgående huskropparna inte uppförs i en första etapp kan ändå den östra delen bebyggas med liten risk för överskridande av MKN och miljömålen för NO₂ för år 2030/2025, under förutsättning att upphöra med bebyggelse ca två kvarter in (se figurerna).

När exakt bebyggelsestruktur och utbyggnadsordning är fastställd rekommenderas även en analys av luftkvaliteten för 2020 för att verifiera att MKN för NO₂ inte överskrids vid en etappvis byggnation eftersom utsläppsnivåerna då blir betydligt högre.

1.2 Bakgrund

Luftkvaliteten i Göteborg har förbättrats under de sista åren men fortfarande sker överskridanden av Miljökvalitetsnormerna (MKN) för utomhusluft för NO₂ på flera platser i Göteborg, både i gaturum och i taknivå. Däremot överskrids inte partikelhalten, vare sig PM₁₀ eller PM_{2,5}, någonstans i Göteborg. Enligt Naturvårdsverkets föreskrifter avseende MKN för luftkvalitet anges att MKN inte får överskridas någonstans, med undantag för vägkorsningar.

1.3 Spridningsberäkningar av kväveoxider för Kallebäck 3:3

Wallenstam planerar att bygga på fastigheten Kallebäck 3:3 lokaliserad längs Kungsbackaleden. Området präglas av blandstad och har en utpräglad topografi. Det gränsar till tungt trafikerade leder och utgör därmed ett komplicerat läge med höga halter av luftföroreningar. Det förekommer i dagsläget flera höga byggnader inom området och även nyexploateringen föreslås bestå av höga hus. För att beakta områdets komplicerade förutsättningar har både en dynamisk prognosmodell använts för beräkning av lokal meteorologi (TAPM) och en CFD-modell (Miskam) använts för beräkning av tredimensionella strömningsförhållanden och spridning vid och mellan huskropparna.

1.4 Studerad strukturplan

Planarbetet är fortfarande i ett tidigt skede. Strukturplanen syftar till att vara underlag för att tidigt utreda förutsättningarna för byggnation och dess inverkan på luftkvaliteten. Viktigt är också att identifiera eventuella begränsningar till följd av luftkvaliteten och/eller byggnaderna. Lämplig utbyggnadsordning kopplad till luftkvalitet har också diskuterats.

I denna utredning har endast NO₂ inkluderats eftersom det i dagsläget är den parameter som utgör absolut störst risk att överskrida MKN. Det är även den förorening som påverkas mest av lokala spridningsförutsättningar. Därför kommer både de lokala förutsättningarna (topografi, vegetation, lokala vindsystem) samt utformningen av enskilda byggnader och kvarter att påverka

spridningen. Baserat på dessa indata och genom att använda en 3D-modell, där detaljerad marknära luftströmningar kan beräknas, erhålls en noggrann och trovärdig analys av den framtida luftkvaliteten som kan användas för vägledning i planprocessen.

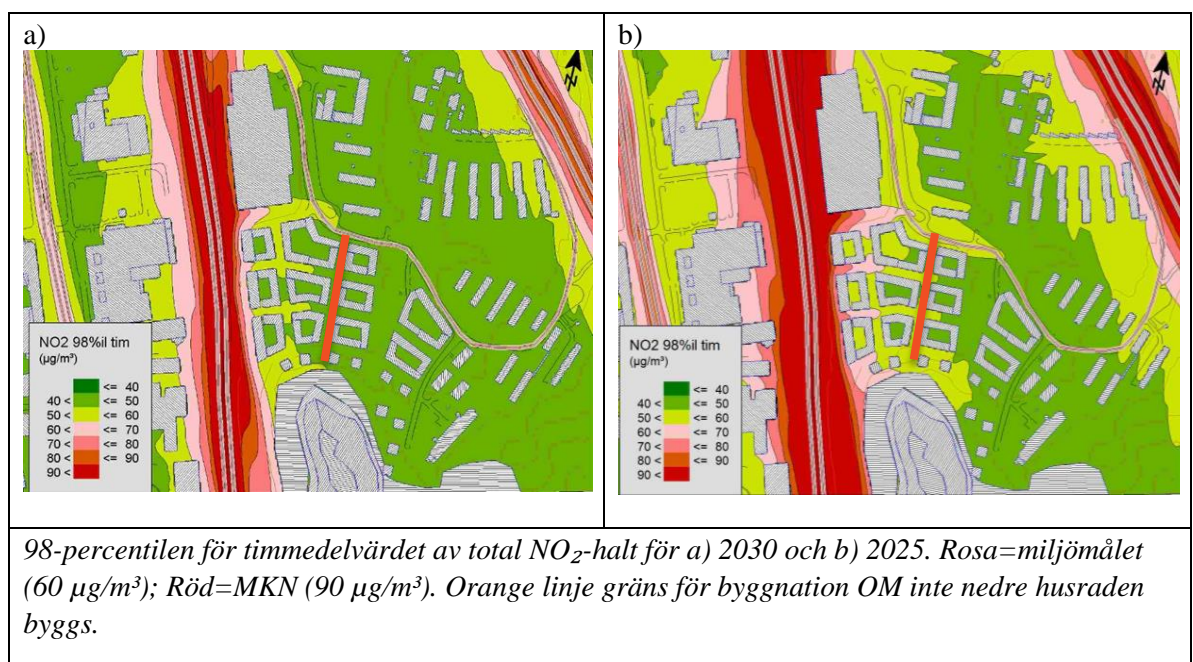
1.5 Metod och Resultat

Utsläppen från trafik har beräknats från rekommenderade utsläppsfaktorer (Trafikverket) samt baseras på mängden fordon och mixen av tunga/lätta fordon. Beräkningarna har gjorts främst för år 2030 (både för prognosticerad mängd fordon och utsläppsnivåer) eftersom byggnationen i sin helhet antas pågå under en längre tid. För E6 och RV40 har Trafikverkets trafikuppräkningsstat använts (det vill säga en ökning av trafiken jämfört med i dag). Trafikprognoserna för de kommunala vägarna kommer från Trafikkontoret i Göteborg och visar på en minskad trafikmängd. Då en del av byggnationen kommer att vara klar tidigare än 2030 har även en översiktlig uppräkningsstat av halterna gjorts för 2025, men med samma trafikmängder som för år 2030.

Eftersom beräkningarna görs för förutsättningar 10-15 år fram i tiden bruka jämförelser göras med både miljökvalitetsnormer och definierade miljömål, eftersom gränserna ständigt omarbetas.

Resultatet från spridningsberäkningarna visar att det kommer vara en liten risk för överskridande av MKN för NO₂ för årsmedelvärdet 2030 vid Kallebäck 3:3. För år 2025 är risken något större för överskridanden vid sidan av de två första kvarteren då emissionerna är högre.

Med husen placerade enligt strukturplanen kan miljömålet för årsmedelvärdet och timmedelvärdet 2030 överskridas/tangeras intill framsidan av byggnaderna närmast mot Kungsbackaleden. Dessutom utgör själva gårdsutformningen i kombination med den höga höjden på husen att halten på gårdarna blir låg. Det framgår av figurerna nedan, (exempel från 98 percentilen för timmedelvärdet, där risk är störst för överskridanden), att halterna är högre 2025. Detta resulterar i att risken för överskridanden för både MKN men framför allt miljömålet är större eftersom gränsen för denna halt når längre in i området, sett från Kungsbackaleden. Byggnader utgör dock en effektiv spärr mot inträngning av höga halter i området samtidigt som de dessutom leder ner renare luft från högre nivåer (vertikalt).



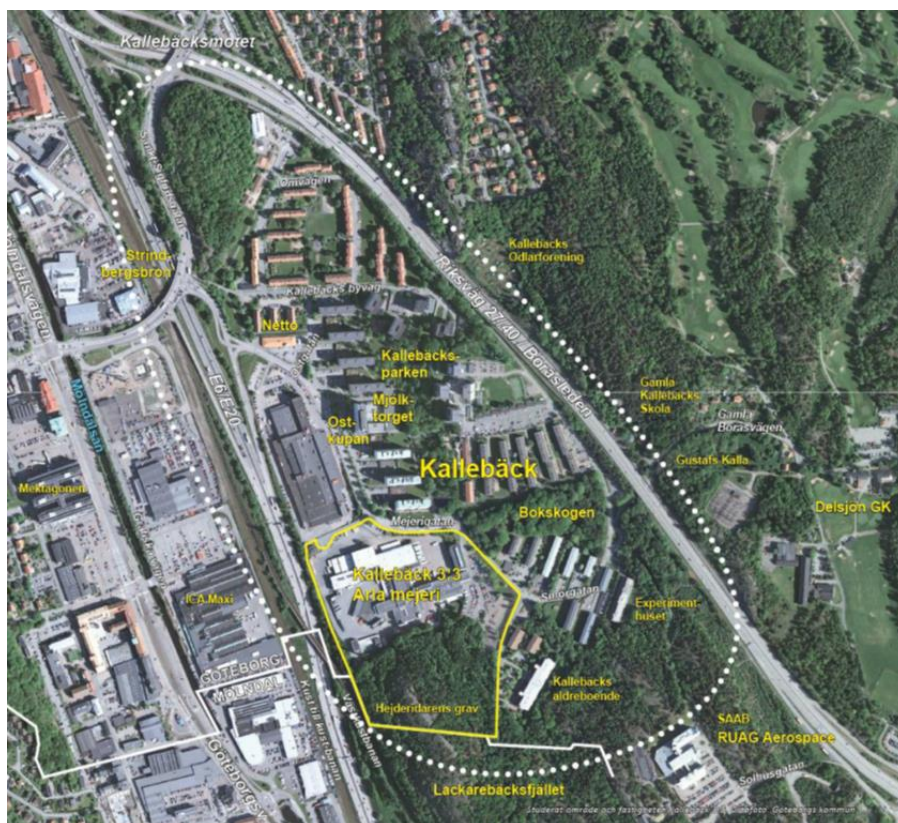
Till följd av detta bedöms risken *liten* inne i själva området, att miljömålet överskrids 2030 men något större 2025. Om husfronten flyttas österut kommer haltgränsen för MKN och miljömålet förflyttas längre in i området. Sannolikt inte längre än vad som sker på motsatt sida av vägen där bebyggelsen inte är lika tät. Detta innebär ca två kvarter in i området, vid orange linje i figurerna nedan.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Wallenstam planerar att bygga bostäder på fastigheten Kallebäck 3:3 (Figur 1). Man befinner sig i ett första skede där man vill kartlägga förutsättningar och specificera åtgärder som kommer att krävas inom och i anslutning till Kallebäck 3:3 inför exploatering. COWI har därför fått i uppdrag att utföra spridningsberäkningar av kväveoxider (NO_2) för området.

Beräkningar för ett scenario har genomförts i syfte att visa på spridning av luftföroreningar (NO_2) för ett s.k. Exploateringsscenario.



Figur 1. Figur av planen för området. Aktuell fastighet Kallebäck 3:3 markerad med gul linje.

2.2 Luftkvaliteten i Göteborg

Luftkvaliteten i Göteborg, med avseende på svaveldioxid (SO_2), partiklar (PM_{10}) och kväveoxider (NO_2) har förbättrats betydligt under de sista årtionena där SO_2 inte längre är ett problem. Fortfarande sker dock överskridanden av Miljökvalitetsnormerna (MKN) för utomhusluft för NO_2 , både i gaturum och i urban bakgrund, på flera platser i Göteborg. Enligt Naturvårdsverkets

föreskrifter avseende MKN för luftkvalitet (NFS 2013:11) anges att MKN inte får överskridas någonstans, med undantag för vägkorsningar. Enligt Miljöförvaltningen överskrids däremot inte partikelhalten, vare sig PM_{10} eller $PM_{2,5}$, någonstans i Göteborg. Det framgår av Naturvårdsverkets emissionsdatabaser för Sverige (SMED) att kväveoxidemissionen har halverats från 1990 fram till nu och motsvarande utveckling ses i Göteborg. Av de totala emissionerna av kväveoxider står, i dagsläget, fordonstrafik (bussar, lastbilar personbilar) för knappt 25 % av de totala utsläppen jämfört med 1990 då fordonstrafik utgjorde knappt 50 %. Den stora minskningen av fordonsemissioner beror på en mycket positiv teknikutveckling, men denna har delvis "ätits upp" av att mängden fordon har ökat. Trots att fordonen inte står för majoriteten av emissionerna så är haltandelen från dem ofta stor i urbana områden. Detta beror på att emissionerna sker i markplan där spridningen är sämst jämfört med emissioner från upphöjda källor (skorstenar). Dessutom ska mätningar, enligt gällande normer för kontroll av luftkvalitet (NFS 2013:11), ske på mellan 1,5-4 (men max 8) meter över mark. Haltandelen beror av lokalisering i staden. Enligt en tidigare genomförd utredning (Haeger-Eugensson m.fl. 2010) är andelen från fordon vid Gårdaleden ca 60% för höghaltstillfällen (som kan jämföras med 98%-il timme – d.v.s. MKN för NO_2) och drygt 50% av årsmedelvärdet. Vid större trafikleder kan alltså halterna bli mycket höga nära vägen men avklingar ofta relativt snabbt. Hur snabbt beror dock på emissionens storlek och de lokala spridningsförutsättningarna vilka i sin tur beror på bebyggelsen, markanvändningen (t.ex. vegetation), topografin och lokal meteorologi.

Avseende NO_2 i Göteborg återfinns de högsta halterna längs E6/E20 från Mölndal och förbi Gårda både genom Tingstadstunneln och längs leden i riktning mot Munkebäcksmotet. Exempelvis visar data från Miljöförvaltningens mätstation vid Gårda år 2013 att MKN överskreds under ca 600 timmar, vilket är mer än de 175 timmar då överskridande tillåts. Orsaken till de höga halterna just kring ovanstående led är dels den stora trafikmängden och dels att spridningen till stor del begränsas av både omgivande berg och bebyggelse. Exempel på hur luftkvaliteten påverkas av bebyggelse kan ses i Haeger-Eugensson m.fl. (2014a), och hur den påverkas av olika åtgärder ses i Haeger-Eugensson m.fl. (2014b). Även vegetation har visats kunna minska halten av både NO_2 och partiklar betydligt (Yang m.fl. 2008).

2.3 Syfte

Syftet med utredningen är att genomföra detaljerade spridningsberäkningar till luft avseende NO_2 för ett framtida exploateringsförslag, scenario 2025/2030, för emissioner som genereras från trafik i området vid Kallebäck 3:3 samt att inkludera emissioner från övriga källor. Baserat på resultatet kan en bedömning göras om halterna i området kommer att överskrida gällande miljö kvalitetsnormer (MKN) och miljömål. Arbetet ska ligga till grund för fortsatt skissarbete avseende områdets utformning samt även kommande detaljplanerövning.

3 Underlag för beräkningarna

Då det i dagsläget endast är NO_2 -halten som överskrids, sett både för hela Göteborg och specifikt längs Gårdaleden, har endast beräkningar av NO_2 gjorts eftersom primärt NO_2 bedöms vara relevant för den initiala strukturplaneringen av exploateringsområdet.

3.1 Spridningsmodellering

För att beräkna haltnivåer ner till markplan (där människor vistas) inne i tätbebyggt område så som i det planerade kvarteret och för att erhålla hög detaljeringsgrad avseende upplösningen,

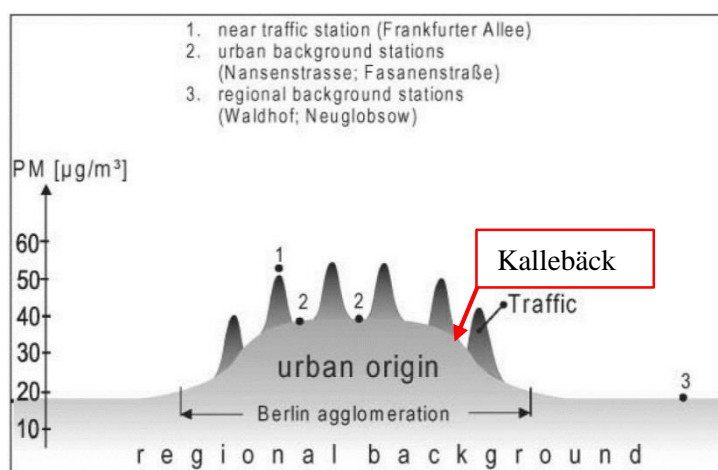
erfordras en modell som tar hänsyn till tredimensionella strömningsförhållandena ned till markplan. För översiktliga beräkningar i urbana miljöer kan till exempel s.k. Gaussiska modeller användas men eftersom dessa inte kan ta hänsyn till effekten av byggnader blir inte resultatet relevant för den typen av beräkningar som ska göras här. Det resultat som kan erhållas från denna typ av modellering är haltnivån i takhöjd.

I denna utredning har därför en CDF-modell, den s.k. Miskam-modellen, använts för haltberäkningarna till luft (se vidare bilaga A). Spridningen av luftföroreningarna drivs av den meteorologi som används som indata till modellen vilken kan variera mycket beroende på topografi, närhet till vatten och vegetation m.m., varför denna bör vara lokalt genererad. I detta fall finns inga lokala mätningar av meteorologin i närområdet varför även detta har modellerats med hjälp av en prognostisk meteorologisk modell, TAPM-modellen (se vidare bilaga B), från vilken indata till Miskam kommer att tas. Beräkningarna görs för ett år, men för att erhålla ett representativt år används ett s.k. typår, det vill säga ett typisk "väderår" med avseende på spridningsförutsättningarna. Detta innebär att året kan bestå av januari 2005, februari 2010... osv. Resultat från dessa beräkningar utgör indata till Miskam. I TAPM-beräkningar har en detaljerad topografi inkluderats vilket innebär att den vind som används som indata till Miskam-beräkningarna de facto är för just området Kallebäck 3:3, och därmed är t.ex. styrningar orsakade av dalgången också inkluderade i de slutliga beräkningarna av Miskam.

Miskam-modellen beräknar ett vindfält baserat på de lokala meteorologiska indata vilka modifieras av modellen genom bebyggelse samt vegetation. Som indata till modellen har därför tredimensionell information av både de planerade byggnaderna samt omgivande bebyggelse används (se vidare nedan).

3.1.1 Uppskattning av urban bakgrundshalt

För att kunna jämföra beräknade haltnivåer av NO₂ med MKN (för års-, dygns- resp. timmedelvärde) måste även en relevant urban bakgrundshalt för området adderas vilken inkluderar övriga källor i området och långdistanstransporterat haltbidrag. I Figur 2 nedan visas hur halten av luftföroreningar fördelas i en stad och dess källor.



Figur 2. Schematisk bild av föroreningshalter i en stad (Lenschow m.fl. 2001) samt illustration av Kallebäck's lokalisering.

Nummer 3 i figuren symboliserar den halt som uppmätts på rurala platser, en s.k. regional bakgrundshalt, där det inte finns någon påverkan av föroreningar från städer eller närliggande vägar och visar därmed långdistanstransporterade luftföroreningar. Nummer 2 representerar

centrala delar av städer, ofta (men inte alltid) i taknivå, en s.k. urban bakgrundshalt. Dessa mätningar fångar in både långdistanstransporterade föroreningar och de som genererats i regionen samt emissioner från staden. Motsvarande mätningar för Göteborg är Femmans mätstation som är placerad på Nordstans tak. Punkten 1 representeras av mätningar i markplan samt vid en trafikerad gata. Förutom de föroreningar som fångas in i mätningar av den urbana bakgrundshalten uppmäts här även de mycket lokalt producerade utsläppen längs specifika gator vilket benämns gaturumshalt. Exempel på en sådan i Göteborg är mätstationen vid Gårdaleden. Det framgår även av Figur 2 att den urbana bakgrundshalten varierar beroende på var i staden man är. Högst är halten oftast i de centrala delarna. Längre från centrum minskar generellt halten till följd av mindre mängd emissioner och ofta längre avstånd från källorna, vilket leder till lägre nivåer. En gata i de yttre delarna av en stad kan därmed få en lägre halt än en gata med lika mycket trafik som är belägen inne i de centrala delarna, eftersom bidraget från urban bakgrund är högre i centrum.

Lokaliseringen av Kallebäck 3:3 illustreras i Figur 2 och visar att den *lokala* urbana bakgrundshalten här är något lägre än inne i de centrala delarna av staden. För att uppskatta denna krävs antingen spridningsmodellering eller mätningar av lokal urban bakgrundshalt. För båda fallen bör de lokala bidragen från Gårdaleden vid Kallebäck inte vara inkluderade. I detta fall har halten uppskattats för det aktuella området utifrån befintliga spridningsberäkningar avseende NO₂ för Göteborg (Haeger-Eugensson m.fl. 2015). För beräkningar av framtida förhållanden måste även den urbana bakgrunden beräknas för dessa eftersom halterna av NO₂ kommer att förändras beroende på dels teknisk utveckling, dels förändrade trafikmängder. Denna typ av prognostisering kan vara svår att göra för tider långt fram då osäkerheterna är stora både gällande emissioner och gällande trafikmängder. Här har halten uppskattats för år 2030 och baseras på prognosticerade minskningar av luftföroreningshalter för Sverige och flera urbana områden, däribland Göteborg (Holmin Fridell m.fl. 2013). I Tabell 1 presenteras de för området uppskattade lokala urbana bakgrundshalten av NO₂ (alltså utan bidraget från de lokala gatorna kring Kallebäck 3:3) som har skalats till år 2030, vilka använts i beräkningarna i syfte att erhålla en totalhalt. Motsvarande halt för dagens förutsättning är på mellan 1,3 till 1,6 ggr högre.

Tabell 1. Lokal urban bakgrundshalt av NO₂ för Kallebäck år 2030.

NO ₂ (µg/m ³) 2030	
Årsmedelvärde	12
98%-il dygn	27
98%-il timme	41

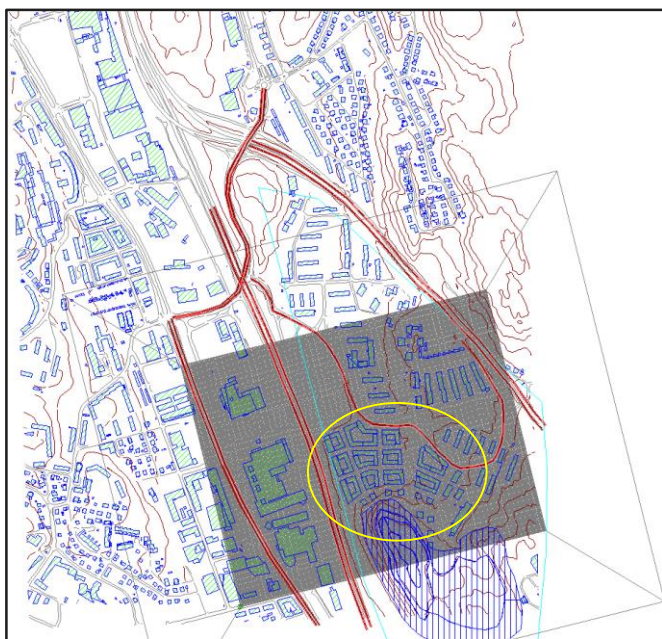
3.2 Detaljer kring scenarierna

I Figur 3 visas lokalisering av de nya husen i kvarteret. Höjden på husen varierar mellan fem till tolv våningar med de fem våningar höga husen närmast Gårdaleden. För att erhålla ett relevant vindfält för området har ett område som är mycket större än själva exploateringsområdet inkluderats i beräkningarna. Orsaken är att annars kommer modellen att "tro" att omgivningen är helt platt tills dess att vinden når fram till de första husen. Det kan då genereras både orimlig turbulens och/eller felaktiga vindhastigheter och vindriktningar och därmed felaktiga spridningsförhållanden.



Figur 3. Lokalisering av nya husen Kallebäck 3:3.

I Figur 4 visas området och emissionskällor (röda linjer) som har inkluderats i beräkningarna. Söder om exploateringsområdet ligger en distinkt bergknalle som även har inkluderats eftersom denna antogs kunna påverka spridningsmönstret. I syfte att beräkna ett relevant vindfält har ett relativt mycket större område beräknats för vindfältet än det som inkluderats för spridningen av luftföroreningar.



Figur 4. Bebyggelse samt trafikemissioner (röda linjer) inkluderade i beräkningarna för Kallebäck 3:3. Grått område visar beräkningsområdet, yttre rektangel visar inkluderat område för vindfältsberäkningar, och gul cirkel visar exploateringsområdet.

3.3 Trafikdata

Utsläppen från trafik har beräknats från trafikdata (antal bilar/gata som t.ex. årsdygnstrafik (ÅDT) och mixen av tunga/lätta fordon) och baserade på emissionsfaktorer rekommenderade av Trafikverket (HBEFA). De beräknade NO_x -emissionerna för de vägar som finns med i Figur 4, är baserade på prognosen för trafikarbete år 2030, beräknat som årsdygnstrafik (ÅDT) (se Tabell 2).

Tabell 2. Trafikdata för dagens situation och prognos för år 2030.

Gatuavsnitt	Förkortning	Dagens ÅDT	Personbil dagens andel (%)	ÅDT 2030
Kungsbackaleden-Kallebäcksmotet-kommungräns	K1	76 125 (2013)	0,91	87 018
Boråsleden Kallebäcksmotet - Delsjömotet	B1	50 025 (2013)	0,88	54 324
St Sigfridsgatan - Kallebäcksmotet	S1	29 928 (2012)	0,93	31 889
Smörg.-Smörkärneg.-Kallebäcks källväg	Sm 1	1 305 (2003)	0,95	1 305
Kallebäcks källväg	Kk1	696 (2003)	0,95	696
Mölnadalsv.-Varbergsg. - kommungräns	M1	11 745 (2013)	0,94	18 695
Mölnadalsv.- Frederiksdalsg.- Varbergsg.	M2	9 657 (2012)	0,94	18 035
Mölnadalsv.-Framnäsg. -Frederiksdalsg.	M3	8 439 (2013)	0,94	22 833
Mejerig.-Kallebäcksmotet – Ostg.	Mej 1	3 132 (2012)	0,95	3132

I informationen om ÅDT är den senaste statistiken från år 2013, men för vissa gatuavsnitt är statistiken betydligt äldre. Tabellen visar även trafikprognosen för dagens ÅDT men används endast som jämförelse av trafikutvecklingen för området. För de nationella vägavsnitten K1 (E6) och B1 (RV40) har Trafikverkets trafikuppräkningsstal använts. Enligt dessa ökar lastbilstrafiken med en faktor på 1,4 och personbilstrafiken med en faktor på 1,29. För de kommunala vägavsnitten kommer trafikprognoserna från Trafikkontoret i Göteborg och dessa representerar ett "värsta fall" scenario.

3.4 Miljökvalitetsnormer

Gällande miljökvalitetsnormer (MKN) för NO₂ i utomhusluft redovisas i Tabell 4. Se även mer detaljerad information i Bilaga C.

Tabell 3. Gällande miljökvalitetsnormer och mål för utomhusluft.

	MKN för NO ₂ (µg/m ³)	Miljömålen för NO ₂ (µg/m ³)
Årsmedelvärde	40	20
98%-il dygn	60	
98%-il timme	90	60

4 Resultat

Resultatet från Miskam-modelleringen presenteras som totala halter för 2030 för beräkningsområdet och visas som s.k. haltkartor för dels årsmedelvärdet, dels 98-percentilen för dygnsmedelvärdet och dels 98-percentilen för timmedelvärdet. Då en del av byggnationen kommer att vara klar tidigare än 2030 har även en översiktlig uppräknings av halterna gjorts för 2025 baserat på emissionsfaktorer för 2025, men med samma trafikmängder som för år 2030.

Resultatet jämförs dels med MKN men då beräkningarna görs för 2025 och 2030 görs även jämförelse med miljömålen vilket är dit man strävar att nå.

Beräkning av den totala halten för årsmedelvärdet av NO₂ år 2030 visas i Figur 5. Enligt Figur 5 varierar halten inom exploateringsområdet mellan ca 20-30 µg/m³ längs Kungsbackaleden och ungefär upp till första husraden. Längre in i området ligger halten på mellan 10-20µg/m³. Det

framgår av resultatet att MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) inte kommer att överskridas någonstans inom området. Däremot kommer miljömålet ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskridas längs den främre husfasaden mot Kungsbackaleden.



Figur 5. Årsmedelvärde av total NO_2 -halt för 2030. Rosa färg =miljömålet ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), klarröd=MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I Figur 6 presenteras den totala NO_2 -halten för 98-percentilen för dygnsmedelvärdet där röd färg visar var MKN ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids.



Figur 6. 98-percentilen för dygnsmedelvärdet av total NO_2 -halt för 2030. Röd=MKN ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Av resultatet som presenterats i Figur 6 ovan framgår att det år 2030 förekommer halter $\geq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på och i anslutning till Kungsbackaleden. Det framgår även att halten avklingar snabbt ner till ca $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ framför och emellan den första huslängan. Orsaken till att halten här är lägre, jämfört med halten längs huset norr om exploateringsområdet, är sannolikt att de högre nybyggda husen leder ner renare luft i markplan och därmed späder ut NO_2 -halten. En zon av lägre halter bildas därför framför husen.

I Figur 7 presenteras 98-percentilen för timmedelvärdet av total NO₂-halt för 2030.

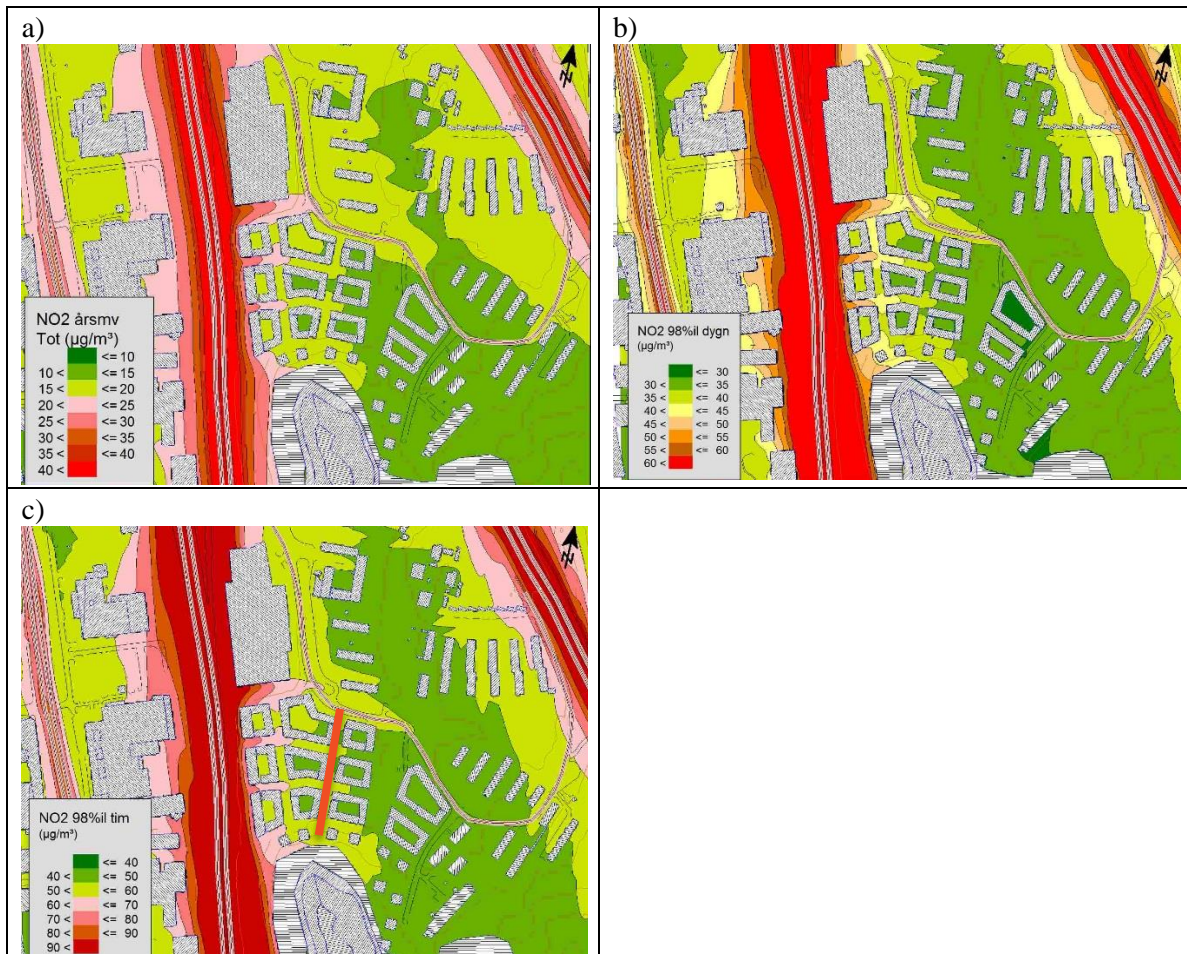


Figur 7. 98-percentilen för timmedelvärdet av total NO₂-halt för 2030. Rosa=miljömålet (60 µg/m³); Röd=MKN (90 µg/m³).

Även här ses samma fördelningsmönster som ovan, både avseende avklingning av halterna från vägen ($\geq 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på och längs med Kungsbackaleden) och haltfördelningen framför de yttersta husen. Det framgår av figuren att miljömålet överskrids längs husfasaden samt en bit in mellan husen.

Generellt kommer det inte ske några överskridanden av MKN inne i exploateringsområdet men däremot av miljömålen i den nedre delen av området närmast Kungsbackaleden. På andra sidan leden om Kallebäck 3:3 ligger bebyggelsen längre ifrån leden. Här ses att högre halter, som överskrider miljömålet, kan spridas längre in i området än vad som sker vid Kallebäck 3:3. Detta indikerar att husen nära leden utgör en effektiv begränsning för spridning av luftföroreningar in i exploateringsområdet. Det går dock inte att rätta av anta att spridningen och därmed haltbilden blir exakt lika på båda sidor vägen eftersom även vindriktning och vindhastighet påverkar detta, men det ger en fingervisning om effektiviteten av byggnaderna i sig. Även byggnadernas utformning (här med avseende på höjd) ses vara viktig genom att de högre byggnaderna i Kallebäck 3:3, gynnar en utspädning och borttransport av de höga halter som uppstår i markplan framför och mellan huset norr om exploateringsområdet och leden.

I Figur 8 visas uppskattningen av årsmedelvärdet och 98-percentilen för dygn- respektive timmedelvärdet för NO₂ år 2025. Beräkningen har gjorts baserat på emissionsfaktorer för 2025 men med samma trafikmängder som för 2030. Av resultatet framgår att MKN för både dygn (Figur 8b) och timmedelvärdet (Figur 8c) riskerar att överskridas längs husfronten mot Kungsbackaleden samt en liten bit vid sidan om det första huset i det första kvarteret mot Kungsbackaleden. Avseende miljömålet för både årsmedelvärdet och timmedelvärdet så överskrids detta längs de två första husraderna år 2025.



Figur 8. Total NO₂-halt för 2025 för a) årsmedelvärdet, b) 98-percentilen för dygnsmedelvärdet c) 98-percentilen för timmedelvärdet. Rosa färg =miljömålet, klarröd=MKN för respektive parameter. Orange linje uppskattad gräns för miljömålet om inte de yttre husen byggs.

5 Diskussion och slutsatser

Luftkvaliteten, avseende främst NO₂, längs Kungsbackaleden överskrider i *dagsläget* MKN på de flesta platser inne i den bebyggda delen av Göteborg och Mölndal (enl. Miljöförvaltningen i Göteborg www.goteborg.se). Enligt resultaten från både SMHI (Holmin Fridell 2013) samt denna utredning sker en kraftig minskning av NO₂-halten till 2030 i både urban bakgrund och gaturum. Detta trots att trafikarbetet antas öka med ca 24%. Orsaken är att emissionsfaktorerna minskat kraftigt, vilket lett till att emissionen av NO_x minskat med i genomsnitt 35 % (varierar beroende på väg). Detta har i sin tur lett till att halterna 2030 i många fall inte längre kommer att överskrida MKN men fortfarande kan överskrida/tangera miljömålen på platser nära större leder, som i detta fall nära Kungsbackaleden.

För beräkning av totala halter för området har en s.k. urban bakgrundshalt adderats till de lokala beräknade haltbidragen. Den urbana bakgrundshalten hämtas dels från framtida beräkningar som dels baseras på simuleringar från SMHI (Holmin Fridell m.fl. 2013), dels är fördelade enligt Haeger-Eugensson m.fl. (2014). Därmed har bakgrundshalten minskat med mellan 1,3-1,6 (beroende på om det är årsmedelvärde eller percentiler) gånger jämfört med dagens halter (se kap. 3.1.1)

Denna bygger på beräkningar för framtida förhållanden baserade dels på simuleringar från SMHI (Holmin Fridell m.fl. 2013) för några punkter i Göteborg (bl.a. vid mätstationen vid Gårda) dels är fördelade till Kallebäck enligt Haeger-Eugensson m.fl. (2014). Därmed har bakgrundshalten minskat med mellan 1,3-1,6 (beroende på om det är årsmedelvärde eller percentiler) gånger jämfört med dagens halter (se kap. 3.1.1). Orsaken till denna minskning är även här att emissionerna från bl.a. trafik antas minska till följd av förbättrad teknik (Holmin Fridell m.fl. 2013). Motsvarande minskning ses dock inte för partiklar eftersom en stor del av dessa kommer från uppvirvling från vägslitage vilket styrs av mängden fordon. Det finns därför en viss risk att PM₁₀ kan komma och överskrida miljömålen i Göteborg längs trafikerade leder år 2030. Det finns dock större möjligheter att åtgärda och begränsa partiklars spridning, jämfört med NO₂ genom exempelvis vegetationsridåer (Haeger-Eugensson 2014; Freer-Smith 2004).

Det har inte funnits någon möjlighet att genomföra en regelrätt validering av de beräknade halterna av NO₂ då beräkningarna avser ett framtida scenario. Men haltnivån som här beräknats för området nära Kungsbackaleden vid Kallebäck 3:3 är i samma nivå som SMHI beräknat för området vid Gårda 2030 (men då endast presenterat för denna enskilda punkt vid mätstationen vid Gårda).

I denna utredning har endast NO₂ och inte partiklar (PM₁₀) inkluderats. MKN för PM₁₀ överskrids ofta i exempelvis Stockholm men för Göteborg är det MKN för NO₂ som i dagsläget utgör absolut störst risk att överskridas. NO₂ är även den förorening som påverkas mest av lokala spridningsförutsättningar till följd av att det regionala bakgrundsbidraget är lågt, ca 20 % av den totala NO₂-halten. För PM₁₀ kan motsvarande förhållande vara att ca 60 % kommer från långdistanstransport. Då majoriteten av emissionerna är lokala kommer spridningen påverkas av lokala vindsystem, topografi och inversioner (täcks genom TAPM-beräkningarna av meteorologi) samt utformningen av både enskilda byggnader och kvarter (täcks av MISKAM-beräkningarna). Då planarbetet är i ett mycket tidigt skede kan utformningen av området komma att ändras. I dagsläget ville man därför primärt utreda möjligheterna för byggnation och dess inverkan på luftkvaliteten samt eventuella begränsningar till följd av luftkvaliteten. Då området ligger på en, ur luftkvalitén, komplicerad plats krävs att en avancerad 3D-modell används för att erhålla relevant resultat. Genom att, i detta skede, endast utreda *en* förorengningsparameter erhålls en detaljerad och trovärdig analys av den framtida luftkvaliteten som även kan användas för vägledning av placering av byggnader m.m. Beräkningarna kan eventuellt kompletteras senare vid behov.

Vid tolkning av resultaten för ett framtida scenario måste man ha i åtanke att beräkningarna bygger på antaganden, i detta fall för hur trafiken och emissionsfaktorer utvecklas i framtiden. Resultaten är därmed behäftade med viss osäkerhet då den verkliga utvecklingen kan avvika på olika sätt från de antagna förutsättningarna. Baserat på de angivna förutsättningarna, vilka rekommenderas av berörda myndigheter (Trafikverk, Trafikkontor, SMHI och Naturvårdsverk m.m.) visar resultaten från spridningsberäkningarna att det kommer bli liten risk för överskridande av MKN för NO₂ år 2030 vid Kallebäck 3:3. För år 2025 är risken något större för överskridanden vid sidan av de två första kvarteren då emissionerna är högre. Eftersom samma trafikmängder använts för båda fallen framgår även att den successiva minskningen av emissionerna av NO₂ genom teknikutvecklingen gör att en del av problemet med överskridande av denna parameter kommer att minska i framtiden.

I detta fall bildar husen i sin nuvarande utformning en effektiv spärr mot inträngning av höga halter i området från Kungsbackaleden, samtidigt som husen leder ner renare luft från högre nivåer (vertikalt). Dessutom utgör själva gårdsutformningen i kombination med den höga höjden

på husen att halten på gårdarna blir låg. Husens utformning medför att miljömålet för årsmedelvärde och timmedelvärde kan överskridas/tangeras framför huslängan närmast Kungsbackaleden 2030, och framför och vid sidan om den två första kvarteren från Kungsbackaleden. Risken bedöms därför liten att miljömålet överskrids 2030 inne i själva området men något större 2025. Om husfronten flyttas eller inte byggs i ett första skede, finns sannolikt en risk att haltgränsen för miljömålet förflyttas längre in i området. Exakt hur långt är inte testat men uppskattningsvis inte längre än vad som sker på motsatt sida av vägen, där bebyggelsen inte är lika tät. Detta innebär ca två kvarter in i området (se Figur 8c).

6 Referenser

- Freer-Smith et al. (2004): Capture of particle pollution by trees: a comparison of species typical of semi-arid areas with European and North American species. *Water Air Soil Pollut.* 155:173-187.
- Haeger-Eugensson m.fl. (2010): Vägtrafikens bidrag till kvävedioxid- och partikelhalter vid Gårda. För Trafikverket Region Väst. IVL-rapport U2764.
- Haeger-Eugensson m.fl. (2014a), Nya spridningsberäkningar avseende partiklar runt samverkanscentralen – Park1. COWI-rapport A055042.
- Haeger-Eugensson och Forsman (2014b): Effekten av olika åtgärder avseende partiklar till luft samverkanscentralen – park1. COWI-rapport A055042B.
- Haeger-Eugensson m.fl. 2015: Effekten på luftkvaliteten i Göteborg vid några transport-scenarier av schaktmassor från Västlänksbygget - En delstudie inom projektet EMOVE.
- Holmin-Fridell m.fl. 2013: Luftkvaliteten i Sverige år 2030. SMHI Meteorologi Nr 155; 2013.
- Lenschow et al. (2001): Some ideas about the sources of PM₁₀. *Atmospheric Environment* 35 Supplement No. 1 (2001) S23–S33
- NFS 2013:11: Naturvårdsverkets författningssamling. ISSN 1403-8234.
- Trafikverket (2012). ”Handbok för vägtrafikens luftföroreningar – Kapitel 6 Bilagor Emissionsfaktorer”. http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Privat/Miljo/Halsa/Luft/handbok_for_vagtrafikens_luftfororeningar/kaptel_6_bilagor_emissionsfaktorer_2011_2020_2030.pdf
- Yang m.fl. (2008): Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42 (2008) 7266–7273

Bilaga A Beskrivning MISKAM-modellen

MISKAM (Microscale Climate and Dispersion Model). MISKAM-modellen är en av de idag mest sofistikerade modellerna för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. Det är en tredimensionell dispersionsmodell som kan beräkna vind- och haltfördelningen med hög upplösning i allt från gaturum och vägvagnsnitt till kvarter eller i delar av städer eller för mindre städer. Det tredimensionella strömningsmönstret runt bl.a. byggnader beräknas genom tredimensionella rörelseekvationer. Modellen tar även hänsyn till horisontell transport (advektion), sedimentation och deposition samt effekten av vegetation och s.k. under-flow d.v.s. effekten av vindmönster under t.ex. broar/viadukter. Föroreningskällorna kan beskrivas som punkt-, linje- eller ytkällor.

Modellen simulerar ett tredimensionellt vindfält över beräkningsområdet varför t.ex. turbulens runt hus samt s.k. trafikinducerad turbulens och därmed marknära strömningsförhållanden återges på ett realistiskt sätt. Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden där beräkning av haltnivåer ner i markplan skall utföras.

MISKAM är speciellt anpassad för planering i planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av The Institut für Physik der Atmosphäre of the University of Mainz.

MISKAM-modellen ingår i ett modellsystem, s.k. SoundPLAN där även externbuller kan beräknas. Programmet kan räkna i enlighet med alla större internationella standarder, inklusive nordiska beräkningsmetoder för buller från industri, vägtrafik och tågtrafik. Resultatet kan bestämmas i enskilda punkter eller skrivas ut som färgkartor för större ytor.

Bilaga B Beskrivning TAPM-modellen

För spridningsberäkningarna har TAPM (The Air Pollution Model) används, vilket är en prognostisk modell utvecklad av CSIRO i Australien. För beräkningarna i TAPM behövs indata i form av meteorologi från storskaliga synoptiska väderdata, topografi, markbeskaffenhet indelat i 31 olika klasser (t.ex. is/snö, hav olika tätortsklasser m.m.), jordart havstemperatur, markfuktighet mm. Topografi, jordart och markanvändning finns automatiskt inlagd i modellens databas med en upplösning av ca 1x1 km men kan förbättras ytterligare genom utbyte till lokala data. Utifrån den storskaliga synoptiska meteorologin simulerar TAPM den marknära lokalspecifika meteorologin ner till en skala av ca 1x1 km utan att behöva använda platsspecifika meteorologiska observationer. Modellen kan utifrån detta beräkna ett tredimensionellt vindflöde från marken upp till ca 8000 m höjd, lokala vindflöden (så som sjö- och landbris), terränginducerade flöden (t.ex. runt berg), omlandsbris samt kalluftsflöden mot bakgrund av den storskaliga meteorologin. Även luftens skiktning, temperatur, luftfuktighet, nederbörd m.m. beräknas horisontellt och vertikalt.

Med utgångspunkt från den beräknade meteorologin beräknas halter för olika föroreningsparametrar timme för timme och inkluderar, förutom dispersion, även kemisk omvandling av SO₂ och partikelbildning, fotokemiska reaktioner (bl.a. NO_x, O₃ och kolväte) i gasfas samt våt- och torrdeposition. Man kan även själv definiera den kemiska nedbrytnings- samt depositions-hastigheter på ett eller flera ämnen i modellen.

Långdistanstransporterade luftföroreningar kan definieras genom att koppla timupplösta halter till modellkörningarna. Biogena ytemissioner (VOC) kan också inkluderas. Detta har visat sig vara viktigt för både ozon- och partikelbildningen (Pun, et al. Environ. Sci. Technol., 36 (2002)).

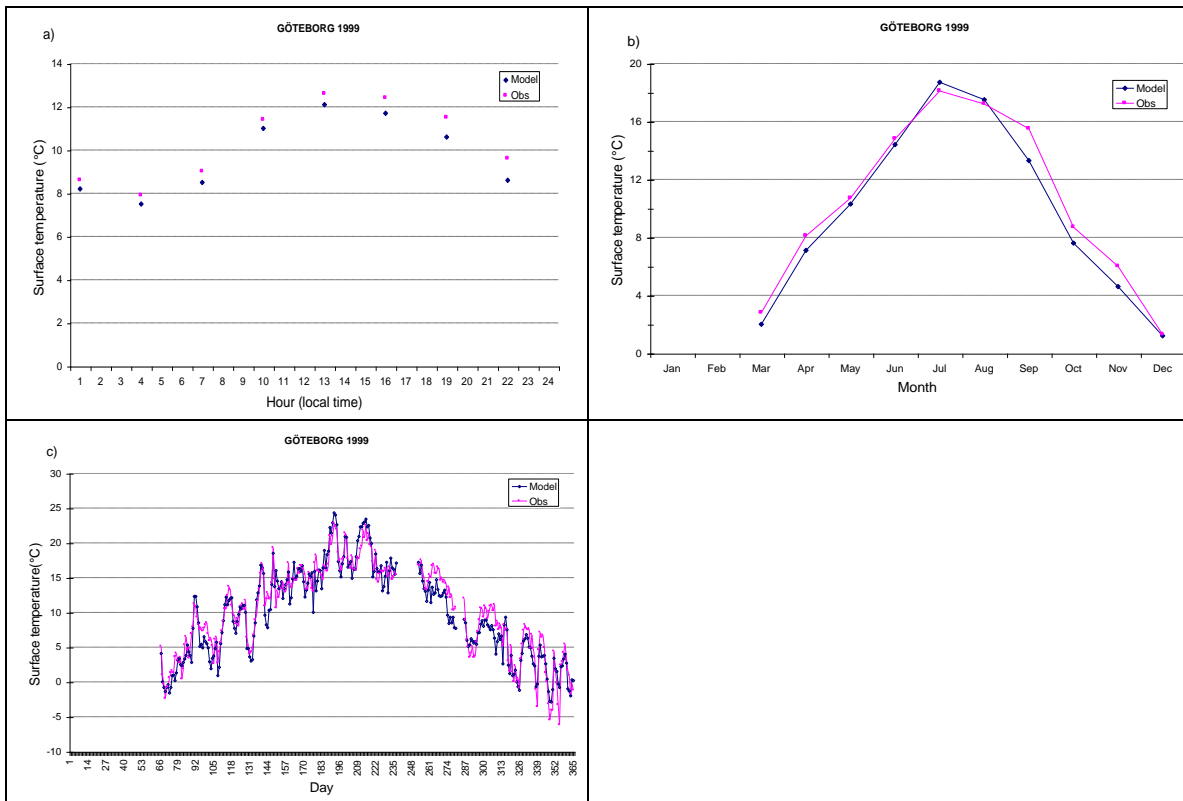
I spridningsberäkningarna kan både punkt-, linje- och areakällor behandlas. Resultatet av spridning av föroreningar såväl som meteorologin presenteras dels i form av kartor, dels i form av diagram och tabeller både som årsmedelvärden och olika percentiler (dygn respektive timmedelvärden).

Modellen har validerats i både Australien och USA, och IVL har också genomfört valideringar för svenska förhållanden i södra Sverige (Chen m.fl. 2002). Resultaten visar på mycket god överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden. Mer detaljer om modellen kan erhållas via www.dar.csiro.au/TAPM.

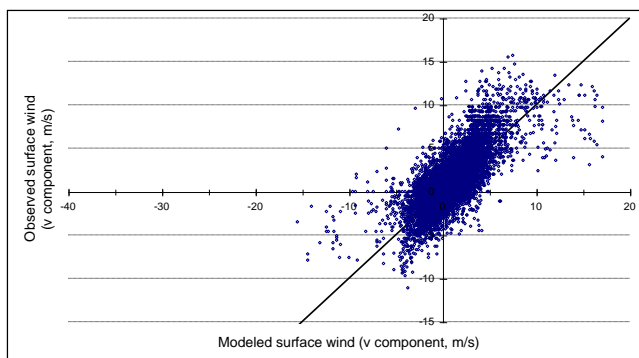
I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I figur A.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

I figur B.2 presenteras en jämförelse mellan uppmätt och beräknad vindhastighet vid Säve.

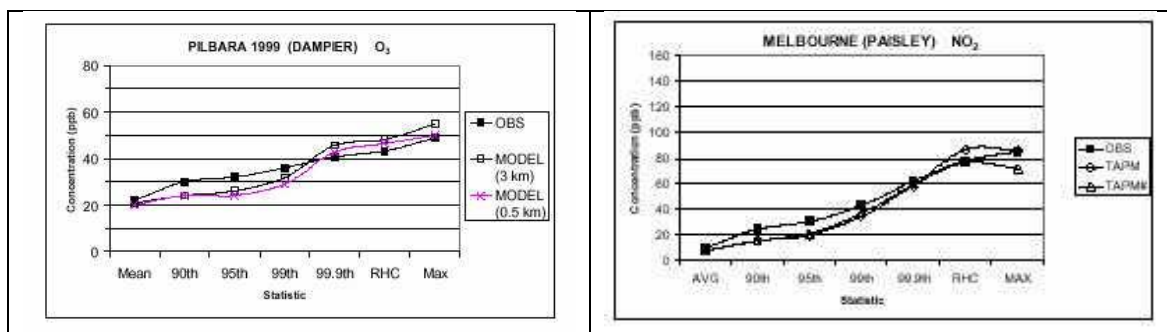
Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se figur B.3)



Figur B.1. Uppmätt och modellerad lufttemperatur i Göteborg för 1999 (a) timvariation; (b) säsongsva-riation; (c) dygnsvariation.



Figur B.2. Jämförelse mellan beräknad och uppmätt vindhastighet vid Säve 1999.



Figur B.3. Jämförelse mellan uppmätta O₃ och NO₂-halter i Australien, gridupplösning 3x3km.

Referenser

Chen m.fl. 2002, IVL-rapport L02/51 "Application of TAPM in Swedish West Coast: validation during 1999-2000"

Pun, B K. Wu S-Y and Seigneur C. 2002: "Contribution of Biogenic Emissions to the Formation of Ozone and Particulate Matter in the Eastern United States" Environ. Sci. Technol., 36 (16), 3586 -3596, 2002.

Bilaga C Miljökvalitetsnormer och miljömål för halter i luft

Miljökvalitetsnormer av NO₂, PM₁₀ och PM_{2,5}

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljökvalitetsnormer som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med miljökvalitetsnormer regleras framförallt i Miljöbalkens 5:e kapitel. Till skillnad mot gränsvärden och riktvärden skall miljökvalitetsnormerna enbart ta fasta på vad människan och naturen tål utan hänsyn till ekonomiska intressen eller tekniska förhållanden. En norm kan meddelas om det behövs för att i förebyggande syfte eller varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. De kan även användas för att återställa redan uppkomna skador på miljön.

De miljökvalitetsnormer som först fastställdes i svensk lagstiftning behandlade högsta tillåtna halter i utomhusluft av svaveldioxid, kvävedioxid och bly (SFS 1998:897). Den 19 juli 2001 trädde en ny förordning om miljökvalitetsnormer i kraft (SFS 2001:527). Denna ersatte den gamla förordningen och behandlade normer för svaveldioxid, kvävedioxid, kväveoxider, bly, partiklar (PM₁₀), kolmonoxid, bensen, marknära ozon, arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren. Förordningen (SFS 2001:527) har uppdaterats vid ett antal tillfällen och idag gäller Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477. Gällande miljökvalitetsnormer för NO₂, PM₁₀ och PM_{2,5} i utomhusluft redovisas i Tabell C.1.

Tabell C.1 Miljökvalitetsnormer för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477. Normerna avser halt i luft för skydd av människors hälsa i utomhusluften med undantag av arbetsplatser samt vägtunnlar och tunnlar för spårbunden trafik. Där inget annat anges är enheten µg/m³.

Förorening	Årsmedelvärde	Dygnsmedelvärde – värdet får överskridas 35 ggr per kalenderår (90-percentil)	Dygnsmedelvärde – värdet får överskridas 7 ggr per kalenderår (98-percentil)	Timmedelvärde – värdet får överskridas 175 ggr per kalenderår ¹⁾ (98-percentil)
Kvävedioxid (NO ₂)	40	-	60	90
Partiklar - PM ₁₀	40	50	-	-
Partiklar – PM _{2,5}	25 ²⁾	-	-	-

¹⁾ Värdet får överskridas 175 gånger per kalenderår förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

²⁾ Det skall eftersträvas att halt i luft inte överskrider 25 µg/m³ som årsmedelvärde till och med den 31 december 2014. Från och med den 1 januari 2015 får inte 25 µg/m³ som årsmedelvärde överskridas.

Miljömål

Det svenska miljömålssystemet innehåller ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och tjugofyra etappmål (www.miljomal.se). Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att miljökvalitetsmålen ska nås. Miljökvalitetsmålen beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Det finns även preciseringar av miljökvalitetsmålen. Preciseringarna förtydligar målen och används i det löpande uppföljningsarbetet av målen. Ett av målen, Frisk luft, berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Nedan redovisas preciseringar av miljökvalitetsmålet ”Frisk luft”.

Frisk luft

Miljömålet ”Frisk luft” definieras: Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. I miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft” finns preciseringar som avser halter i luft av kvävedioxid och partiklar, se Tabell 2:2.

Tabell 2:2 Preciseringar avseende kvävedioxid och partiklar för miljö kvalitetsmålet ”Frisk luft”.

Förorening	Årsmedel- värde	Dygnsmedel- värde	98-percentil för timme- delvärden under ett år ¹⁾
Kvävedioxid (NO ₂)	20	-	60
Partiklar (PM ₁₀)	15	30	-
Partiklar (PM _{2,5})	10	25	-

¹⁾ Värdet får överskridas 175 gånger per kalenderår.

Referens

Miljömålportalen: www.miljomal.nu

SFS 2001:112 och SFS 2001:527 (2001), Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft.

SFS 2010:477, Uppdaterad förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft.