

SEPTEMBER 2017

RAPPORT A093208

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR AV KVÄVEOXIDER FÖR KALLEBÄCK 3.3



Christine Achberger, Anna Bjurbäck och
Marian Ramos Garcia

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. A093208
DOKUMENTNR. A093208/03/Rapport/RAP001
VERSION 0.3
UTGIVNINGSDATUM 20170914
UTARBETAD Christine Achberger, Anna Bjurbäck och Marian Ramos Garcia
GRANSKAD Marie Haeger-Eugensson
GODKÄND Marie Haeger-Eugensson

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	5
2	Inledning	9
2.1	Bakgrund	9
2.2	Luftkvaliteten i Göteborg	10
2.3	Syfte	11
3	Underlag för beräkningarna	11
3.1	Utsläpp från trafiken	11
3.2	Spridningsmodellering	13
3.3	Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål	15
3.4	Detaljer kring nybyggnation och scenarierna	15
4	Resultat	17
4.1	NO ₂ -halterna år 2020	17
4.2	"Worst case"-scenario för NO ₂ år 2020	19
4.3	NO ₂ -halter år 2030	20
4.4	PM ₁₀ -halter år 2020	22
4.5	PM ₁₀ -halter år 2030	23
4.6	NO ₂ år 2020 med "ormen + snibb"	24
5	Diskussion och slutsatser	26
6	Referenser	28

BILAGOR

Bilaga A	Resultat från tidigare luftutredning
Bilaga B	Beskrivning av MISKAM-modellen
Bilaga C	Beskrivning av TAPM-modellen
Bilaga D	Miljö kvalitetsnormer och miljö kvalitetsmål för halter i luft

1 Sammanfattning

Slutsatser

Analys av den redovisade planen visar att det inte finns risk för överskridanden av MKN för NO₂ år **2020** (dvs. de bostäder som planeras färdigställas i Etapp 1). Miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme kommer överskridas i nästan hela planområdet. "Ormen" utgör en effektiv spärr mot luftföroreningar från Kungsbackaleden, särskilt i de delar av planområdet som ligger närmast leden. Kompletterande beräkningarna visar att det inte finns risk för överskridanden av MKN någonstans i området, även i scenariot utan "orm". Miljökvalitetsmålet riskerar dock att överskridas i delar av exploateringsområdet närmast E6:an. Miljökvalitetsmålet för 90-percentil dygn (PM₁₀) överskrids närmast Kungsbackaleden om "ormen" inte byggs.

År **2030** när Etapp 2 är färdigbyggd föreligger ingen risk för överskridanden av MKN för NO₂ någonstans i området. Om "ormen" inte byggs överskrids miljökvalitetsmålet närmast E6:an och fram till de närmaste byggnaderna. MKN för PM₁₀ kommer inte att överskridas någonstans i området, varken med eller utan "orm". Närmast E6:an överskrids dock miljökvalitetsmålet i beräkningen utan "orm" för såväl årsmedelvärde som 90-percentilen av dygnsmedelvärde.

Scenarier för **2020** har även kompletterats med ett **"worst case"**-scenario för NO_x-utsläppen, vilket är en kombination av trafikarbetet för år 2020 med emissionsfaktorer för år 2016. Scenariot ger en indikation för luftkvaliteten i området om NO_x-utsläppen från vägtrafiken fortsättningsvis skulle vara kvar på den nivå de var 2015 och därmed inte minska i den takt som emissionsmodellen (och Trafikverket) antagit. Utan "orm" överskrids MKN för årsmedelvärdet av NO₂ i anslutning till E6 och miljökvalitetsmålet överskrids i nästan hela planområdet. Även MKN för 98-percentiler av dygn och timme överskrids i de delar som ligger närmast E6:an. "Ormen" är en effektiv åtgärd för att förbättra luftkvaliteten, och minskar området med överskridanden av MKN. Miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme kommer dock att överskridas i delar av området även med "orm".

Vidare har beräkningar gjorts för NO₂ år 2020 där ormen har förlängts söderut ("orm + snibb") så att byggnaden nu sträcker sig fram till berget som ligger söder om exploateringsområdet. På det viset blir ormen en även mer effektiv åtgärd mot intrång av luftföroreningar från E6:an. Resultaten visar att halterna av NO₂ sjunker i hela området. Överskridanden av MKN avseende 98-percentil dygn och timme begränsas till den nordligaste byggnaden av ormen och den nordligaste byggnaden av den nordligaste byggnaden i Etapp 2. Här är det öppet mot E6:an på lokalgatan som sträcker sig i väst-östlig riktning. Överskridanden av miljömål med avseende på 98-percentil timme kan fortfarande förekomma i gaturummet mellan ormen och de västligaste byggnaderna från Etapp 2.

Bakgrund

Wallenstam har tidigare uppdragit åt COWI att utreda exploateringsområdet med avseende på risk och luftkvalitet (Haeger-Eugensson, m fl. 2015). Utredningen visade att det fanns risk för överskridande av MKN i delar av planområdet, vilket ledde till att planen uppdaterades med syfte att skydda bostadsbebyggelse från luftföroreningar och buller. I den tidigare utredningen har endast NO₂ spridningsmodellerats och har här kompletterats med PM₁₀-beräkningar.

Syfte

Syftet är att utreda effekt på luftkvaliteten till följd av uppdateringen av planen. COWI har genomfört kompletterande spridningsberäkningar för sex scenarier avseende NO₂ och PM₁₀ för

olika utbyggnadsskeden och för två olika prognosår, 2020 (Etapp 1) och 2030 (Etapp 2). Ett "worst case"-scenario har beräknats, för att visa effekten om NO_x-minskningen från biltrafiken sker i långsammare takt än vad som antagits i emissionsberäkningsmodellen.

Områdesbeskrivning

Kallebäck 3:3 är lokaliserad längs Kungsbackaleden. Området gränsar till tungt trafikerade leder som E6 (Kungsbackaleden) och riksväg 40 mot Borås. Läget är därmed komplicerat med höga halter av luftföroreningar. Det förekommer i dagsläget flera höga byggnader inom området och även nyexploateringen föreslås bestå av höga hus. Föroreningshalten påverkas mest av lokala spridningsförutsättningar.

I den uppdaterade strukturplanen för området har bebyggelsen kompletterats med "ormen", en långsmal byggnad för verksamheter med låg persontäthet samt parkering. "Ormen" ska skydda bostadsbebyggelsen från buller, luftföroreningar och risk med farlig gods. Området kommer att byggas ut i två etapper, där den tidigare etappen uppskattas vara färdigställd år 2020 och den senare 2030.

Metod

För att inkludera både lokala förutsättningar (topografi, vegetation, lokala vindsystem) och utformningen av enskilda byggnader och kvarter i spridningen har en dynamisk prognosmodell använts för beräkning av lokal meteorologi (TAPM), medan en 3D-modell s.k. CFD-modell (Miskam) har använts för beräkning av tredimensionella strömningsförhållanden och spridning vid och mellan huskroppar.

Utsläppen från trafik har utförts för två prognosår, år 2020 och 2030 (både för prognosticerad mängd fordon och utsläppsnivåer) eftersom byggnationen kommer pågå under en längre tid. För E6 och RV40 förväntas trafikökningen fortsätta till 2030 och den framtida trafiken har beräknats med Trafikverkets trafikuppräkningsstal. Trafikprognoserna för de kommunala vägarna kommer från Trafikkontoret i Göteborg och visar att trafikarbetet kommer att minska på de kommunala vägarna mellan åren 2020 och 2030.

Utsläppen från trafik har beräknats med HBEFA modellen (Trafikverket) samt baserats på mängden fordon samt fördelningen mellan tunga och lätta fordon. För partikelutsläppen har trafikdata i kombination med modellen NORTRIP används.

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

Resultat och bedömning

Baserat på de antagna förutsättningarna avseende trafik- och teknikutveckling är bedömningen:

NO₂ år 2020:

- › Årsmedelvärdet av totalhalten kommer inte att överskrida MKN någonstans inom området, dock överskrider miljökvalitetsmålet i stora delar av planområdet.
- › MKN för 98-percentilerna för dygn och timme överskrider i delar närmast Kungsbackaleden.
- › "Ormen" utgör en effektiv spärr mot luftföroreningar från Kungsbackaleden. Med "ormen" minskar risken för överskridanden av MKN för 98-percentilerna inne i området. För Etapp 1 föreligger ingen risk för överskridanden.

- Miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme överskrids i nästan hela planområdet även med "ormen", dock ger den en liten förbättring.
- Förlängningen av ormen söderut mot berget gör avskärmningen mot E6 ännu mer effektivt. Halterna i beräkningen "ormen + snibb" sjunker ytterligare och MKN för NO₂ överskrids inte någonstans i området.

“Worst case”-scenario NO₂ år 2020:

- Utan orm överskrider årsmedelvärdet för NO₂ MKN i anslutning till E6 och halterna överstiger gränsen för miljökvalitetsmålet i nästan hela området (undantaget enstaka områden mellan husen i Etapp 1).
- ”Ormen” utgör en effektiv åtgärd och begränsar NO₂ årsmedelvärden till 15-20 µg/m³ i så gott som hela området.
- För 98-percentil dygn och timme överskrids eller tangeras MKN endast söder om ormen och i den nordligaste delen av Etapp 2 närmast lokalgatan.
- Med ”ormen” sänks halterna, och området med överskridanden blir mindre, dock kan ”ormen” inte förebygga överskridanden helt.
- Miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme kommer att överskridas i hela området, oavsett om ”ormen” byggs eller inte.
- Förlängning av ormen söderut ("orm +snibb)" minskar intrång från luftföroreningar från E6:an in mot området. Överskridanden av MKN avseende 98-percentil dygn och timme förekommer endast vid den nordligaste byggnaden i Etapp 2.
- överskridanden av miljömål avseende på 98-percentil timme kan förekomma i gatuummet mellan ormen och de västligaste byggnaderna i Etapp 2.
- Beräkningarna visar dock mycket låga halter på samtliga innegårdar i Etapp 2.
- Beräkningar med "vanlig orm" (ormen högre längre söderut) och "vänd orm (ormen högre längre norrut) ger liknande resultat.

NO₂ år 2030:

- Det föreligger ingen risk för överskridanden av MKN någonstans i området, varken för årsmedelvärdet eller för percentilerna.
- Jämfört med beräkningarna för år 2020 är halterna år 2030 betydligt lägre för alla parametrar, trots den prognosticerade trafikökningen på Kungsbackaleden.
- I scenariot utan "orm" överskrids miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme närmast E6:an och fram till de närmaste byggnaderna. Med "ormen" blir halterna något lägre. Även halterna på innergården av de mest västliga byggnaderna blir lägre med "orm".
- Vid låga halter blir "ormens" effekt mycket begränsad, dvs. halterna i exploateringsområdet är låga även utan "orm".

PM₁₀ år 2020:

- Det finns ingen risk för överskridanden av MKN någonstans i området, varken för årsmedelvärdet eller för percentilen, även i scenariot utan "orm".
- Miljökvalitetsmålet riskerar att överskridas i delar av exploateringsområdet närmast E6:an.

- › Även längre in i området tangerar årsmedelvärdet för PM_{10} värdet för miljökvalitetsmålet.
- › I scenariot utan ”orm” överskrids miljökvalitetsmålet för 90-percentil dygn närmast Kungsbackaleden.

PM₁₀ år 2030:

- › MKN överskrids inte någonstans i området, varken med eller utan "orm", samt varken för årsmedelvärdet eller för 90-percentilen.
- › Närmast E6:an överskrids miljökvalitetsmålet för såväl årsmedelvärdet som 90-percentilen i scenariot utan "orm".
- › Med "ormen" minskar risken för överskridanden av miljökvalitetsmålet i exploateringsområdet närmast E6:an.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Wallenstam planerar att bygga bostäder på fastigheten Kallebäck 3:3 (Figur 1). Luftkvaliteten i området som ligger i anslutning till E6/E20 och Rv40 påverkas av trafiken med relativt höga luftföroreningshalter som följd. En utredning med avseende på risk, buller och luftkvalitet utförd av COWI i ett tidigt skede av planprocessen visade att risken för överskridanden av MKN för luft i delar av planområdet inte kan uteslutas (Haeger-Eugensson, 2015). Länsstyrelsens slutsats av utredningen är att föroreningshalter av NO₂ riskerar att överskrida MKN vid bebyggelsen närmast E6, och att det krävs kompletterande utredningar med mer exakt bebyggelsestruktur och höjder på byggnaderna. Då vägtrafiken antas öka på de nationella vägarna (E6 och Rv40) finns även risk för ökade utsläpp av partiklar, vilket även nödvändiggör en analys av partikelhalterna i området.

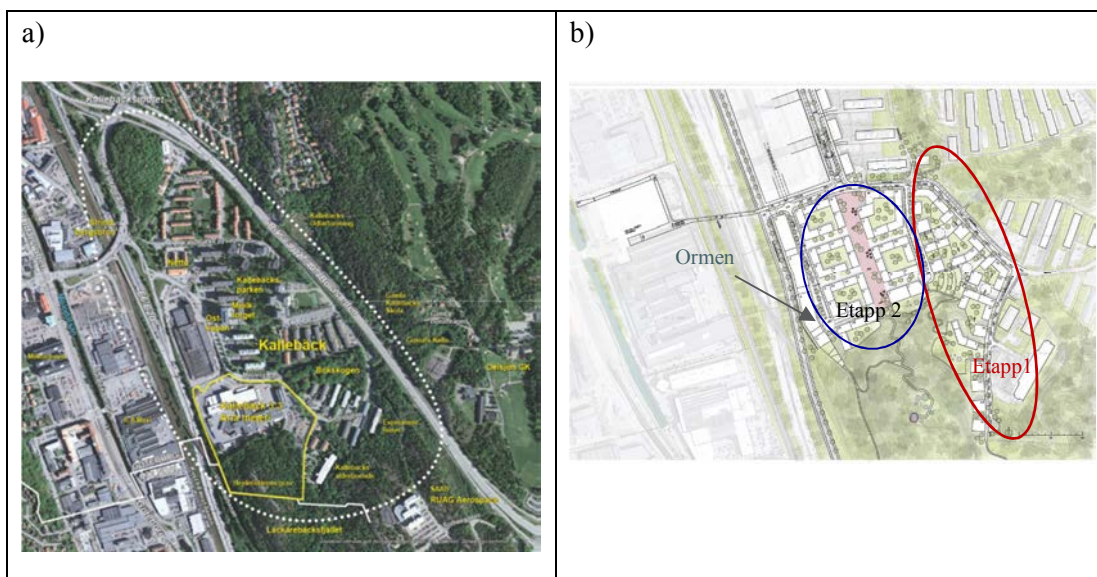
Baserat på resultaten från den tidigare utredningen och Länsstyrelsens bedömning har Wallenstam därför modifierat den första planen och kompletterat med åtgärder för att förbättra luftkvaliteten i de delarna där planen avser bostadsbebyggelse. Projektet befinner sig nu i granskningsstadiet och för att utreda vilken effekt de föreslagna åtgärderna ger har COWI därför fått i uppdrag att utföra kompletterande spridningsmodelleringar av kväveoxider (NO_x) och PM₁₀ för området, med den uppdaterade planeringen som utgångspunkt.

Området ska byggas ut i två etapper. Första etappen, som ingår i Jubileumssatsningen, ligger längst österut och innehåller ca 850 bostäder. Bebyggelsen består av punkthus och kvartersstruktur med relativt stora höjdskillnader i marknivåerna. I denna etapp ingår en bullerskyddsskärm som är en förutsättning ur bullersynpunkt för att bostäderna ska få byggas. Etapp två består av en mer traditionell kvartersstruktur som utgör områdets centrala och västra delar. Här samlas också den största delen av centrumfunktionerna samt två förskolor och vårdcentral. På grund av risk med farligt gods kan området inte byggas ut om inte den så kallade Ormen först byggs.

Beräkningar för sex olika scenarier har genomförts i syfte att visa på spridning av luftföroreningarna NO₂ och PM₁₀ för åren 2020 och 2030. I tillägg har beräkningar kompletterats med "worst case"-scenarier utfört för att ta hänsyn till att NO_x-minskningen från biltrafiken eventuellt sker i en långsammare takt än vad antagits i emissionsberäkningsmodellen. I Figur 1 visas lokalisering av Etapp 1 och 2.

- › *Etapp 1 utan orm (2020)*: Bebyggelse av området längst österut med kvartersstruktur och punkthus.
- › *Etapp 1 med orm (2020)*: Bebyggelse av området längst österut med kvarterstruktur och punkthus, kompletterad med "ormen" längs E6:an.
- › *Etapp 1+2 utan orm (2030)*: Fortsatt bebyggelse av områdets centrala och västra delar i mer traditionell kvartersstruktur.
- › *Etapp 1+2 med orm (2030)*: Fortsatt bebyggelse av områdets centrala och västra delar i mer traditionell kvartersstruktur, kompletterad med "ormen" längs E6:an.
- › *Etapp 1 utan orm (2020) och "worst case"-utsläpp*: Bebyggelse av området längst österut med kvarterstruktur och punkthus, trafikutsläpp enligt emissionsfaktorer för 2016, dock med 2020 års ÅDT.

- *Etapp 1 med orm (2020) och "worst case"-utsläpp:* Bebyggelse av området längst österut med kvarterstruktur och punkthus, kompletterad med "ormen" längs E6:an, trafikutsläpp enligt emissionsfaktorer för 2016, dock med 2020 års ÅDT
- *Etapp 1 med orm och snibb (2020) och "worst-case"-utsläpp:* Bebyggelse av området längst österut med kvarterstruktur och punkthus, kompletterad med "ormen" som har förlängts ytterligare med "snibben" söderut längs E6:an



Figur 1. a) Översikt över området. Aktuell fastighet Kallebäck 3:3 markerad med gul linje. b) Detaljerad strukturplan för området.

2.2 Luftkvaliteten i Göteborg

Luftkvaliteten i Göteborg, med avseende på svaveldioxid (SO₂), partiklar (PM₁₀) och kväveoxider (NO_x) har förbättrats betydligt under de sista årtionena där SO₂ inte längre är ett problem. Fortfarande sker dock överskridanden av miljökvalitetsnormerna (MKN) för utomhusluft för NO₂, 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 PM₁₀ 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 denna 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 som skorstenar. Dessutom ska mätningar, enligt gällande normer för kontroll av luftkvalitet (NFS 2013:11), ske på 1,5 till 4 (men max 8) meter över mark. Haltandelen beror av lokalisering i staden. Enligt en tidigare genomförd utredning (Haeger-Eugensson m.fl. 2010) utgör andelen från fordon vid Gårdaleden ca 60% under höghaltstillfällena (som kan jämföras med 98%-il timme – dvs. MKN för NO₂) 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 bebyggelse, markanvändning (t.ex. vegetation), topografi och lokal meteorologi.

Avseende NO₂ 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 nivån för 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, dels att spridningen till stor del begränsas av 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 NO₂ och partiklar betydligt (Yang m.fl. 2008).

2.3 Syfte

Syftet med utredningen är att genomföra detaljerade spridningsmodelleringar till luft avseende NO₂ och PM₁₀ för de uppdaterade exploateringsförslagen. Dessa inkluderar en mer detaljerad byggnadsstruktur och den så kallade "Ormen", en långsmal byggnad för verksamheter med låg persontäthet samt parkering placerad mellan E6 och den tänkta bostadsbebyggelsen. På grund av exploateringens omfattning kommer byggnationen uppskattningsvis pågå under 10-15 år. Under denna tid kommer emissioner från vägtrafiken i området vid Kallebäck 3:3 att ändras, samt emissioner från övriga källor. Av denna anledning utförs spridningsmodelleringar för olika byggnadsskeden och prognosår.

Baserat på resultatet kan en bedömning göras om halterna i området kommer att överskrida gällande miljökvalitetsnormer (MKN) och miljökvalitetsmål. Arbetet ska ligga till grund för fortsatt planarbete avseende områdets utformning samt även kommande detaljplaneprovning.

3 Underlag för beräkningarna

Denna utredning avser spridningsmodelleringar av både NO₂ och PM₁₀. Som ingångsdata för spridningsmodelleringen har beräkningar av trafikarbete för åren 2020 och 2030 gjorts, vilka har legat till grund för framtagning av NO_x- och partikelemissioner för vägarna i området. I tillägg till beräkningar för framtiden har även ett "worst case"-scenario beräknats med dagens emissionsfaktorer för år 2016 och ÅDT för 2020. Detta "worst case"-scenario ska ta hänsyn till att förbättringar avseende emissionsfaktorer eventuellt inte sker i den takt som förutsägs av emissionsmodellen, t ex på grund av att bilflottan förnyas i en långsammare takt eller att andelen eldrivna fordon ökar långsammare.

Då spridningsmodelleringarna endast tar hänsyn till det "lokala bidraget", dvs. utsläppen från vägtrafiken i närområdet, måste även en relevant bakgrundshalt som representerar "övriga källor" läggas till för att ta fram totalhalter för NO₂ och partiklar. Dessa "övriga källor" inkluderar vägtrafiken från andra delar av Göteborg, men även mer långdistanstransporterade föroreningar från t ex kontinenten. Det är denna totalhalt som sedan kan jämföras mot MKN och värdena för miljökvalitetsmålet. Här nedan följer en beskrivning av de olika stegen i haltberäkningen.

3.1 Utsläpp från trafiken

Utsläppen från trafik har beräknats utifrån trafikdata (antal bilar/gata som t.ex. årsdygnstrafik, ÅDT, och mixen av tunga/lätta fordon) och emissionsfaktorer (EF) rekommenderade av Trafikverket (HBEFA). Prognosen för årsdygnstrafiken för åren 2020 och 2030 på de vägar som finns med i Figur 4 kan ses i Tabell 1.

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 från 2010 till 2030. För de kommunala vägavsnitten kommer trafikprognoserna från Trafikkontoret i Göteborg och dessa representerar ett "värsta fall" scenario.

Utsläppen från trafiken har beräknats med emissionsmodellerna HBEFA för NO_x och med Nortrip för PM₁₀. HBEFA tar hänsyn till hur fordonsflottans sammansättning förväntas förändras i framtiden och beräknar olika emissionsfaktorer för olika år. I HBEFA antas att det kommer att fortsätta ske förbättringar avseende avgasutsläppen från förbränningsmotorerna tack vare teknikutvecklingen, samt att en större andel av fordonsflottan i framtiden kommer att bestå av fordon med god avgasrening och effektivitet samt övergång till eldrift. Detta innebär att avgasemissionerna (utsläpp per km) för ett normalfordon förväntas bli lägre i framtiden. I emissionsberäkningarna har ÅDT och emissionsfaktorer för år 2016, 2020 och 2030 använts för NO₂ samt för 2020 och 2030 för PM₁₀ (d v s i dessa scenarier avser ÅDT och EF alltid samma år, t ex 2016). I tillägg till dessa scenarier har även ett "worst-case" scenario tagits fram där ÅDT för 2020 kombinerats med 2016 års emissionsfaktorer för att uppskatta luftkvaliteten i fall utsläppsminskningen av NO_x inte sker i den takten som antas i HBEFA.

HBEFA har emissionsfaktorer för olika typer av trafikflöden. Utsläppen är mycket högre vid köbildning med mycket start och stopp, så det spelar stor roll vilket trafikflöde man använder. E20 har antagits ha begränsat flöde eller köbildning under 3,5 timmar varje vardag, vilket motsvarar ca 10 % av tiden.

Tabell 1. Trafikdata för prognosåren 2020 och 2030.

Gata	ÅDT 2020	ÅDT 2030	förändring i % från 2020 till 2030
Boråsleden	52260	53500	2
Kungsbackaleden norra	90000	104000	16
Kungsbackaleden södra	69340	87100	26
Mejerigatan	6900	6900	0
Smörgatan	1090	720	-34
Smörkärnegatan	600	600	0
(ny gata inne i Kallebäck)	2500	2500	0
Avfart norrut Kallebäcksmotet	10190	8300	-19
Påfart söderut Kallebäcksmotet	10340	8500	-18
Fredriksdalsgatan	7800	7912	1
Strindbergsbron/St Sigfridsgatan	18480	17000	-8
Göteborgsvägen/Mölnalsvägen norra	9380	8730	-7
Göteborgsvägen/Mölnalsvägen mellan	9780	9360	-4.3
Göteborgsvägen/Mölnalsvägen södra	12680	12150	-4.2

Resuspension, dvs. uppvirvling av på vägbanan tidigare ackumulerade slitagepartiklar, har beräknats med Nortrip. Nortrip är en emissionsmodell som utvecklats för nordiska förhållanden där mängden resuspension beror bland annat på meteorologiska indata, trafikmängden (ÅDT), andel tung trafik, dubbdäcksandel och fordonens hastighet. Den tekniska utvecklingen och förnyelsen av fordonsflottan som förväntas leda till lägre avgasemissioner kommer inte att påverka emissionen av uppvirvlat material, så en minskning av denna typ av emissioner förväntas inte ske. En dubbdäcksandel på 50 % har antagits för beräkningarna (Göteborgs stad 2015).

3.2 Spridningsmodellering

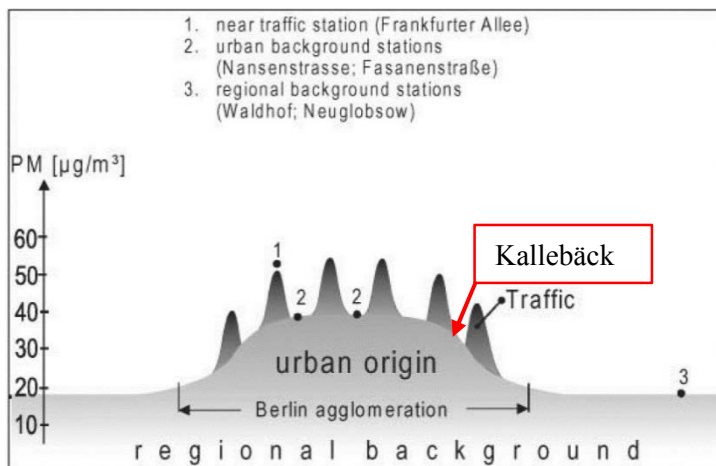
För att beräkna haltnivåer ner till markplan (där människor vistas) inne i tätbebyggt område så som i det planerade kvarteret och för att erhålla hög detaljeringsgrad avseende upplösningen, erfordras en modell som tar hänsyn till de tredimensionella strömningsförhållandena ned till markplan. För översiktliga 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 Gaussiska modeller är haltnivån i takhöjd.

I denna utredning har därför en CFD-modell, den s.k. Miskam-modellen, använts för haltberäkningarna till luft (se Bilaga B). 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 Bilaga C). 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. Ett typår sätts ihop av representativa månader, och kan därför bestå av januari 2005, februari 2010 etc. Resultat från TAPM-beräkningar utgör indata till Miskam. I TAPM-beräkningarna 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.

3.2.1 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 Kallebäcks lokalisering.

Punkt nummer 3 i Figur 2 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, detta är därmed långdistanstransporterade luftföroreningar. Punkt 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. Punkt 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 lokalisering i staden. Högst är halten oftast i de centrala delarna. Längre från centrum minskar generellt halten till följd av mindre mängd emissioner och ofta längre avstånd till källorna, vilket leder till lägre nivåer. En gata i de yttre delarna av en stad kan därmed ha 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 spridningsmodelleringar avseende NO_2 för Göteborg (Haeger-Eugensson m.fl. 2015). För beräkningar av framtida förhållanden måste även den urbana bakgrunden beräknas för dessa eftersom halterna av NO_2 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 2020 och 2030 och baseras på prognosticerade minskningar av luftföroreningshalter i Sverige och flera urbana områden, däribland Göteborg (Holmin-Fridell m.fl. 2013). I Tabell 2 presenteras de för området uppskattade lokala urbana bakgrundshalterna av NO_2 och PM_{10} (dvs. utan bidraget från de lokala gatorna kring Kallebäck 3:3) som har skalats till år 2020 och 2030, vilka använts i beräkningarna i syfte att erhålla en totalhalt.

Tabell 2. Lokal urban bakgrundshalt av NO₂ och PM₁₀ för Kallebäck år 2020 och 2030.

NO ₂ (µg/m ³)			PM ₁₀ (µg/m ³)		
	2020	2030		2020	2030
Årsmedelvärde	18	11	Årsmedelvärde	11	11
98%-il dygn	30	19	90%-il dygn	20	22
98%-il timme	43	27	-		

3.3 Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål

I Tabell 3 redovisas gällande miljökvalitetsnormer (MKN) och nivåerna för miljökvalitetsmålet "Frisk Luft" för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft. Miljökvalitetsmålen är till skillnad från MKN inte lagligt bindande. Göteborgs stad har antagit miljökvalitetsmålet "Frisk luft", och ska därmed sträva efter att även dessa lägre gränser klaras.

Tabell 3. Gällande miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål för utomhusluft.

	MKN NO ₂ (µg/m ³)	Miljökvalitets- mål NO ₂ (µg/m ³)		MKN PM ₁₀ (µg/m ³)	Miljökvalitets- mål PM ₁₀ (µg/m ³)
Årsmedelvärde	40	20	Årsmedelvärde	40	15
98%-il dygn	60	-	90%-il dygn	50	30
98%-il timme	90	60	-	-	-

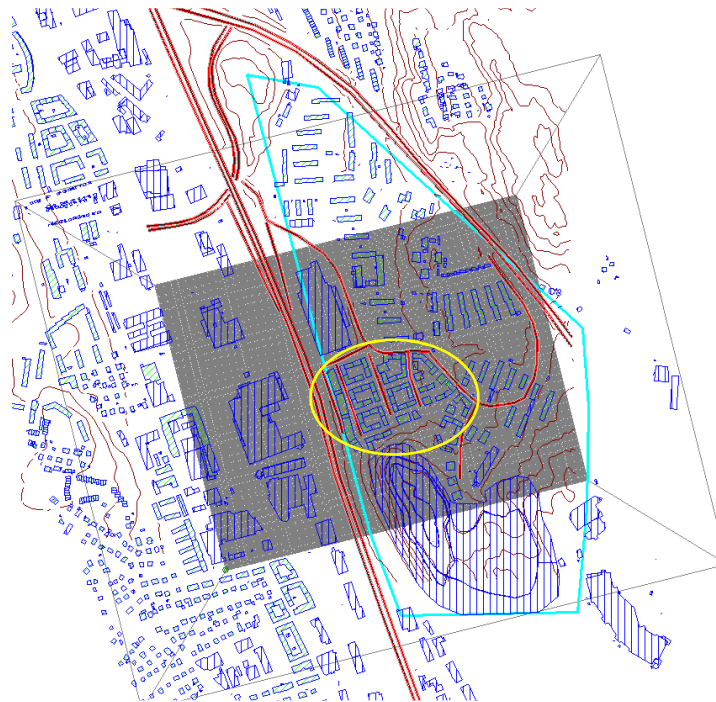
3.4 Detaljer kring nybyggnation och scenarierna

I Figur 3 visas lokalisering av de nya husen i kvarteret. Höjden på husen varierar mellan två till arton våningar. I bebyggelsen ingår flerbostadshus i kvarterstruktur samt i östra delen av planområdet mer uppbrutna kvarter och även punkthus. 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.

I Figur 4 visas området och emissionskällor (vägar – 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 3. Lokalisering av området med placering av de nya husen Kallebäck 3:3, markerade med orange.



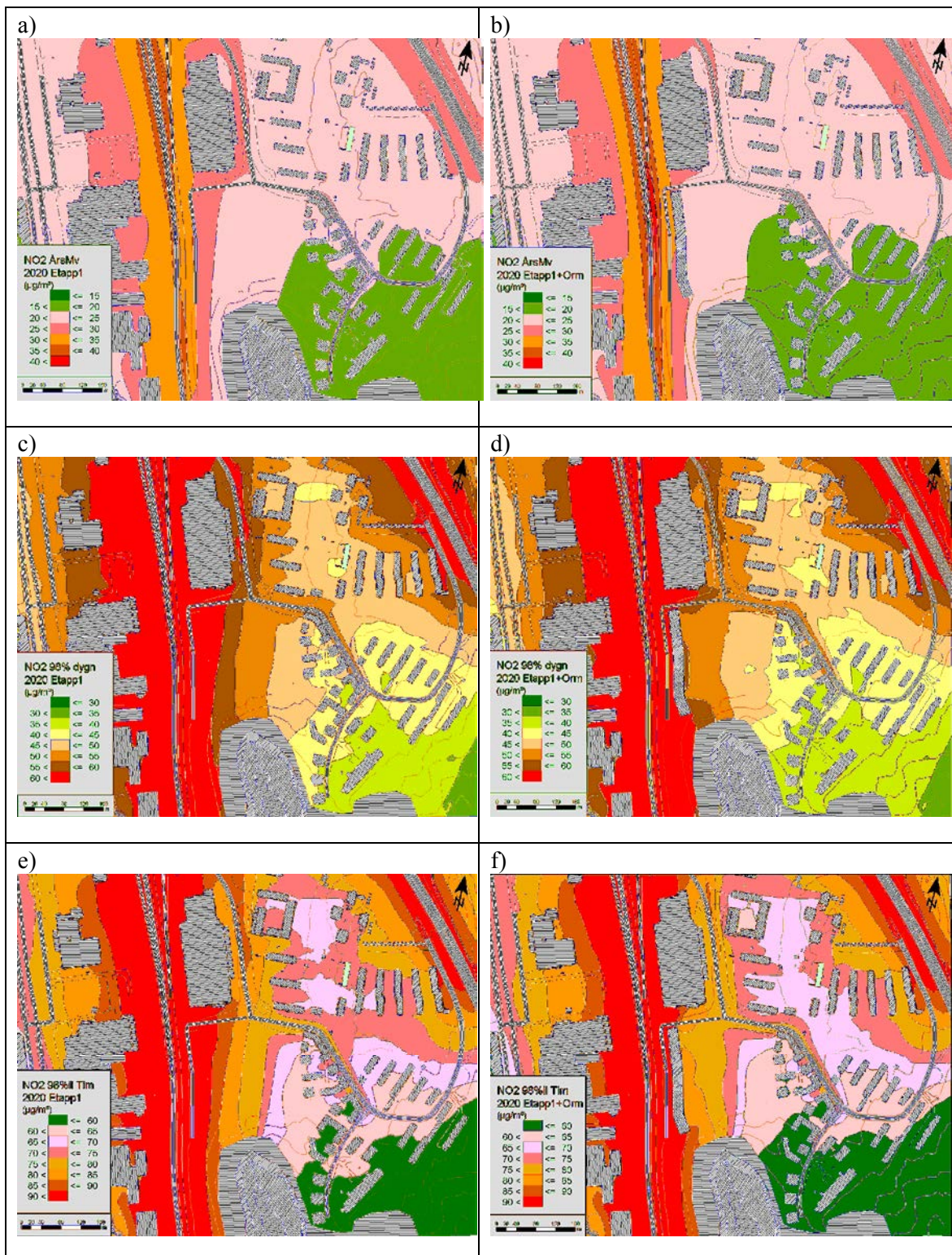
Figur 4. Bebyggelse (Ettapp 1 och Ettapp2) samt trafikemissioner (röda linjer) inkluderade i beräkningarna. Grått område visar beräkningsområdet, yttre rektangel visar inkluderat område för vindfältsberäkningar, och gul cirkel visar exploateringsområdet.

4 Resultat

Resultatet från Miskam-modelleringen presenteras som totala halter av NO₂ och PM₁₀ för åren 2020 och 2030 för beräkningsområdet och visas med s.k. haltkartor för dels årsmedelvärden, dels för percentilvärden. För NO₂ är det halter för 98-percentil av dygnsmedelvärdet och 98-percentil av timmedelvärdet, för PM₁₀ är det halter för 90-percentil av dygnsmedelvärdet. Resultaten redovisas både för Etapp 1 och Etapp 2 som förväntas vara färdigbyggda år 2020 respektive 2030. Resultatet jämförs med MKN, men då beräkningarna avser åren 2020 och 2030 görs även jämförelse med miljökvalitetsmålen, vilka är målen för det svenska miljöarbetet. För jämförelse med den tidigare utredningen redovisas resultaten från denna i 6Bilaga A.

4.1 NO₂-halterna år 2020

Beräkning av den totala halten för årsmedelvärdet och percentilerna för NO₂ i Etapp 1 (år 2020) visas i Figur 5. Enligt Figur 5 a) och b) varierar halten inom exploateringsområdet mellan ca 15 och 30 µg/m³ längs Kungsbackaleden, såväl med som utan "orm". MKN för årsmedelvärdet kommer inte överskridas någonstans inom området, däremot finns stora områden mellan E6:an och Smörkärnegatan där miljökvalitetsmålet kommer att överskridas. I Figur 5b) syns tydligt hur "ormen" skärmar av området mot intransport av luftföroreningar från Kungsbackaleden: halterna öster om "ormen" når inte över 25 µg/m³ och området med halter mellan 15 till 20 µg/m³ blir större. För 98-percentil dygn sker överskridanden av MKN i exploateringsområdet närmast Kungsbackaleden för scenario utan "orm". Även här syns tydligt att "ormen" skärmar av och att halterna sjunker under MKN-gränsen för 98-percentil dygn. Med ökande avstånd till Kungsbackaleden sjunker halterna från ca 60 µg/m³ till 35 µg/m³ längre in i området. Även för 98-percentil timme överskrids MKN närmast Kungsbackaleden i scenariot utan "orm" och halterna avtar till <60 µg/m³ vid husen längs med Smörkärnegatan. Återigen kan ses att "ormen" är en effektiv åtgärd för att hålla halterna under MKN för 98-percentil timme i området öster om "ormen". För båda scenarierna gäller dock att miljökvalitetsmålet, dvs. 60 µg/m³ överskrids i stora delar av området mellan E6:an och Smörkärnegatan.

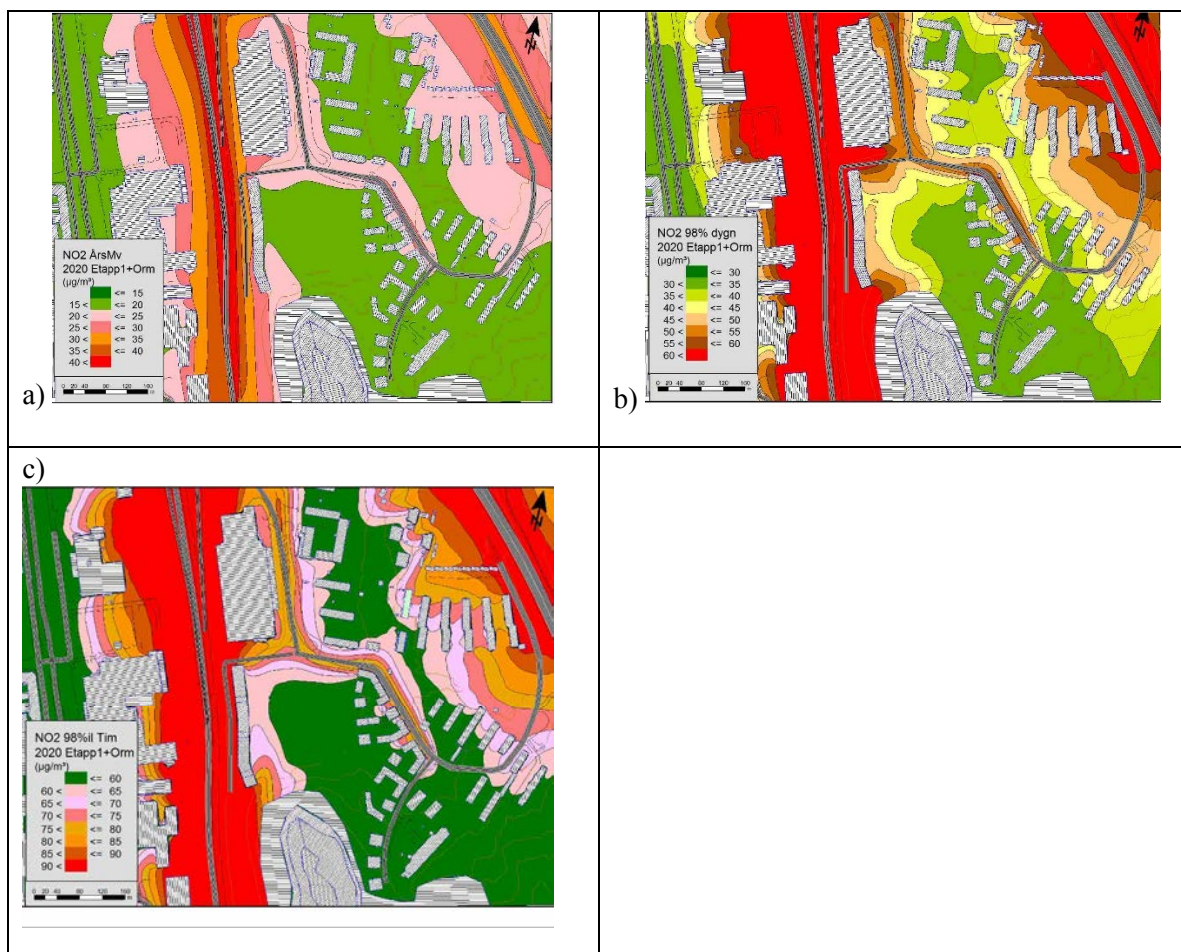


Figur 5. Total halt av NO₂ för 2020 för årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98-percentil timme. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Etapp 1 utan "orm", den högra kolumnen visar halterna för Etapp 1 med "orm". Rosa färg=miljö kvalitetsmålet överskrids, klar-röd=MKN överskrids.

4.2 "Worst case"-scenario för NO₂ år 2020

För att utreda NO₂-halterna för fallet att NO_x-emissioner från biltrafiken inte sjunker i den takt som antagits i emissionsmodellen HBEFA har även ett scenario beräknats där emissionsfaktorer för 2016 har använts, dock med ÅDT för år 2020. Scenariot kan ses som ett "worst case"-fall, då 2016 års emissionsfaktorer är högre än för 2020, samtidigt som trafiken förväntas öka från 2016 till 2020. Därmed kombineras för luftkvaliteten två ogynnsamma faktorer, högre emissionsfaktor och högre ÅDT till ett "worst case"-fall. Resultaten av "worst case"-scenariots modellering kan ses i **Figur 6**.

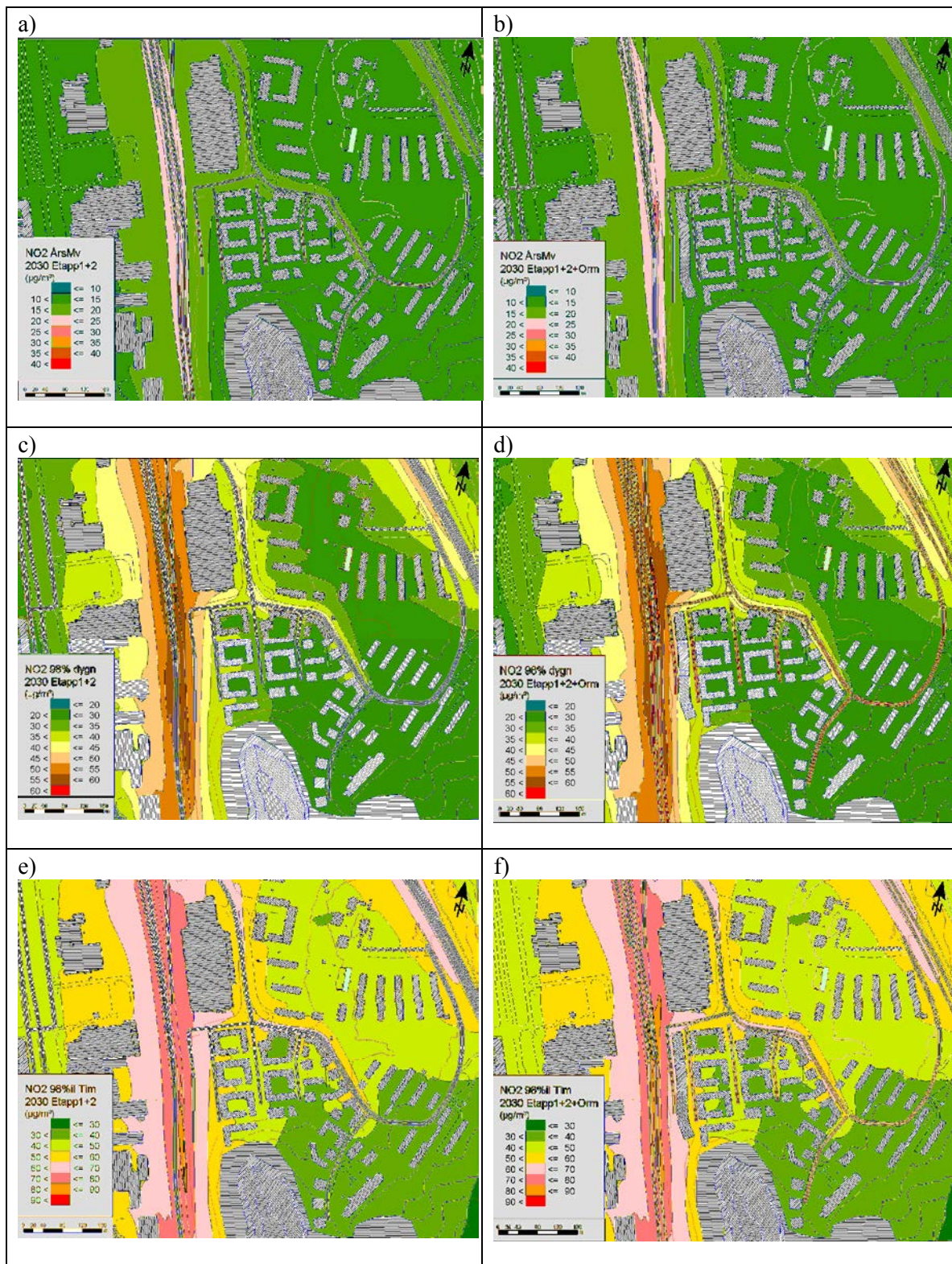
Avseende årsmedelvärdet för NO₂ syns tydligt i **Figur 6** att "worst case"-scenario ger överskridanden av MKN i anslutning till E6 och att halterna överskrider gränsen för miljökvalitetsmålet i delar av området (undantaget enstaka områden mellan husen i Etapp 1). "Ormen" utgör även här en effektiv åtgärd och begränsar halterna till 20-25 µg/m³ i så gott som hela området. Halter under 20 µg/m³ återfinns på fler och större områden bland husen om "ormen" byggs. För 98-percentilen av dygnsmedelvärdet kan ses i **Figur 6 b**) att MKN överskrids väster om ormen men inte längre in i området. Miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme (60 µg/m³) kommer dock att överskridas i delar området, även med ormen.



Figur 6. Total halt av NO₂ för 2020 för årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98-percentil timme. Denna beräkning avser ett "worst case"-scenario med 2016 års emissionsfaktorer och 2020 års ÅDT för Etapp 1 med "orm". Rosa färg =miljökvalitetsmålet överskrids, klar-röd=MKN överskrids.

4.3 NO₂-halter år 2030

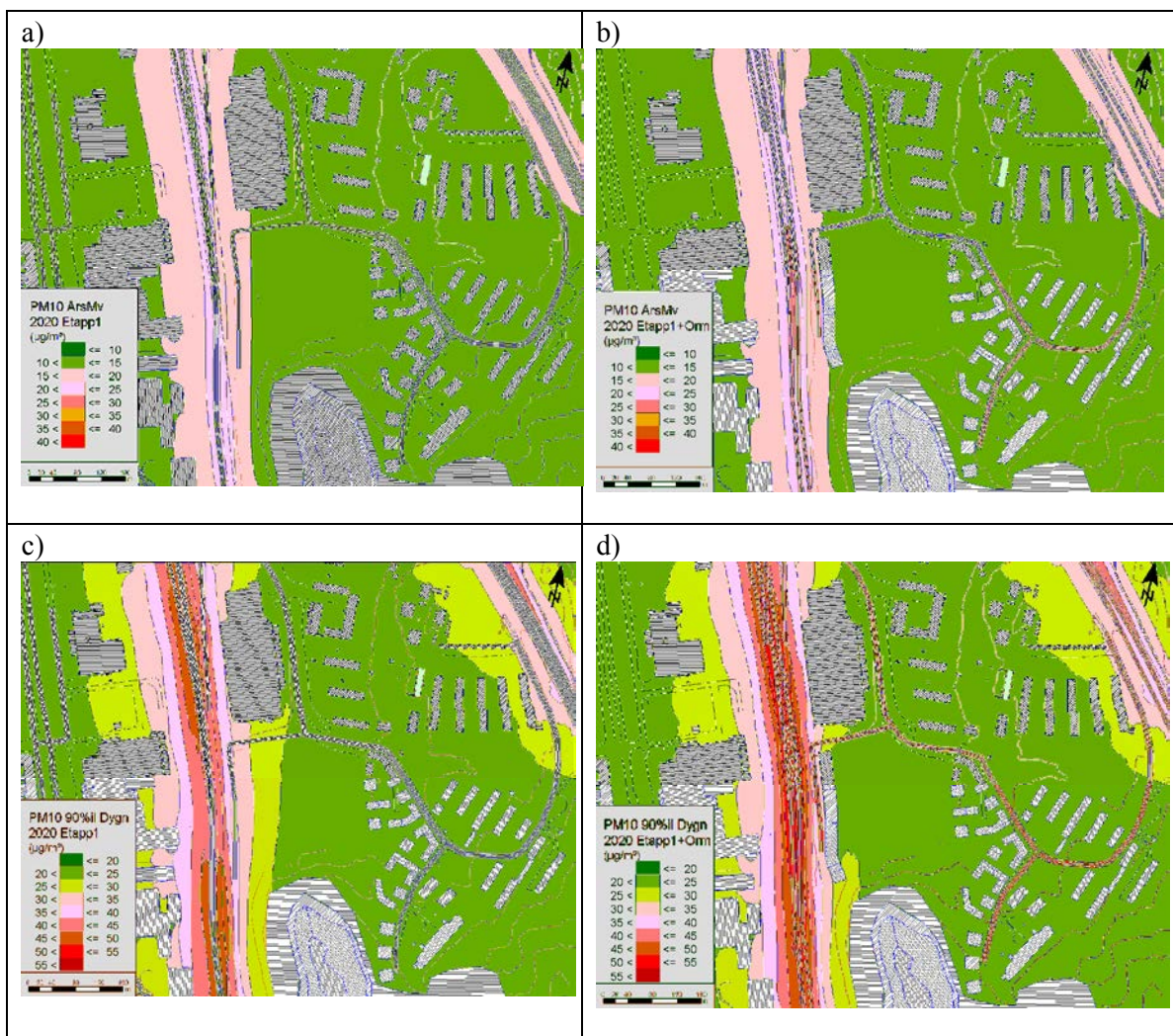
Den totala halten för årsmedelvärdet och percentilerna för NO₂ för Etapp 1+2 (år 2030) visas i Figur 7. Jämfört med beräkningarna för år 2020 är halterna år 2030 betydligt lägre. Det föreligger ingen risk för överskridanden av MKN någonstans i området, varken för årsmedelvärdet eller för percentilerna. Årsmedelvärdet är generellt väldigt lågt och ligger på ca 10-15 µg/m³ i området. Vid dessa låga halter blir "ormens" effekt mycket begränsad, eftersom halterna i exploateringsområdet är låga även utan "orm". Avseende 98-percentilen av dygnsmedelvärdet ligger halten runt 55 µg/m³ närmast E6:an och sjunker till ca 20 µg/m³ längre in i området. "Ormen" håller undan de något högre halterna så att även byggnaderna i Etapp 2 närmast E6:an får halter under 35 µg/m³ för 98-percentilen av dygnmedelvärdet, vilket utan "orm" bara uppnås på innergårdar och delvis mellan byggnaderna. När det kommer till 98-percentilen av timmedelvärdet ligger halten i stora delar av exploateringsområdet under miljökvalitetsmålets gränsvärde. I scenariot utan "orm" kan dock ses att miljökvalitetsmålets 60 µg/m³ överskrids närmast E6:an och fram till de närmaste byggnaderna. I scenariot med "orm" ligger halterna på ca 40 till 50 µg/m³ närmast "ormen" och sjunker till 30 till 40 µg/m³ längre ifrån E6:an. Även halterna på innergården av de mest västliga byggnaderna blir lägre med "orm".



Figur 7. Total halt av NO₂ för 2030 för årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98percentil timme. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Ettapp 1+2 utan "orm", den högra kolumnen visar halterna för Ettapp 1+2 med "orm". Rosa färg =miljökvalitetsmålet överskrids, klarröd=MKN överskrids.

4.4 PM₁₀-halter år 2020

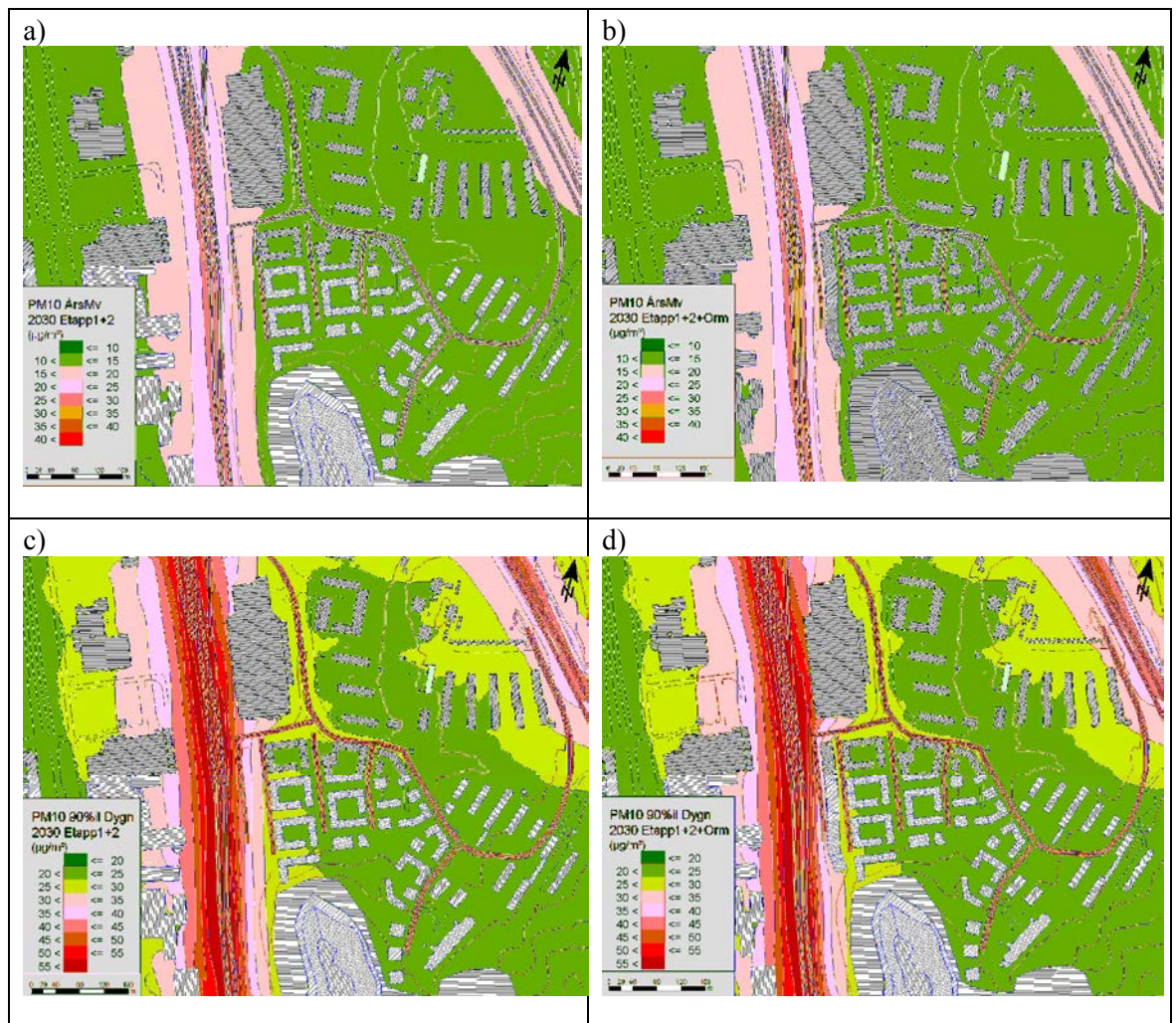
I Figur 8 ses årsmedelvärdet och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet för PM₁₀ år 2020. Beräkningarna visar att det inte finns risk för överskridanden av MKN någonstans i området varken för årsmedelvärdet eller för percentilen, även i scenariot utan "orm". Miljökvalitetsmålet riskeras dock att överskridas i delar av exploateringsområdet närmast E6:an. Längre in i området är årsmedelvärdet för PM₁₀ ca 10-15 µg/m³, dvs. nära miljökvalitetsmålet. När det kommer till 90-percentilen av dygnsmedelvärdet överskrids miljökvalitetsmålet närmast E6:an i scenariot utan "orm". Återigen kan ses att "ormen" är en effektiv åtgärd mot luftföroreningshalter; utan denna byggnad ligger 90-percentilen för dygnsmedelvärdet på 35-40 µg/m³ närmast E6:an men sjunker längre in i området. Med "ormen" ligger halterna på ca 20-25 µg/m³ i hela området, med undantag för en liten del av området i direkt anslutning söder om "ormen".



Figur 8. Årsmedelvärde 90-percentil dygn av total PM₁₀-halt för 2020. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Etapp 1 utan "orm", den högra kolumnen visar halterna för Etapp 1 med "orm". Rosa färg =miljökvalitetsmålet överskrids, klarröd=MKN överskrids.

4.5 PM₁₀-halter år 2030

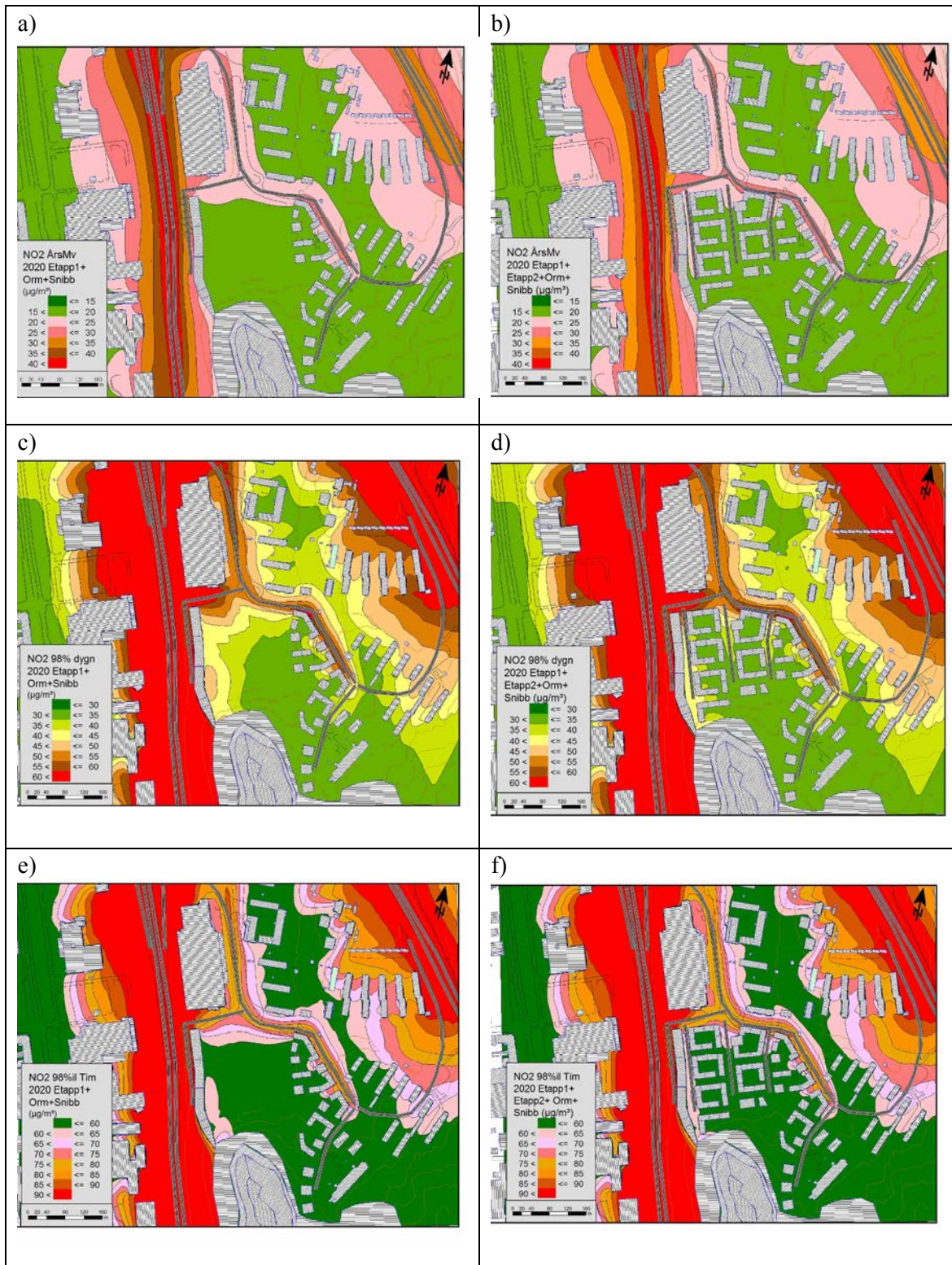
Årsmedelvärdet och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet för PM₁₀ år 2030 ses i Figur 9. Kartorna visar att MKN inte överskrids någonstans i området, varken med eller utan "orm" och varken för årsmedelvärde eller för 90-percentilen. Återigen är det dock remsan närmast E6:an där miljökvalitetsmålet överskrids i beräkningen utan "orm" för såväl årsmedelvärde som 90-percentilen. Med "ormen" minskar årsmedelvärdet vid byggnaderna närmast E6:an till 10-15 µg/m³, för 90-percentilen är motsvarande halt 25-30 µg/m³, dvs. "ormen" minskar risken för överskridanden i exploateringsområdet närmast E6:an.



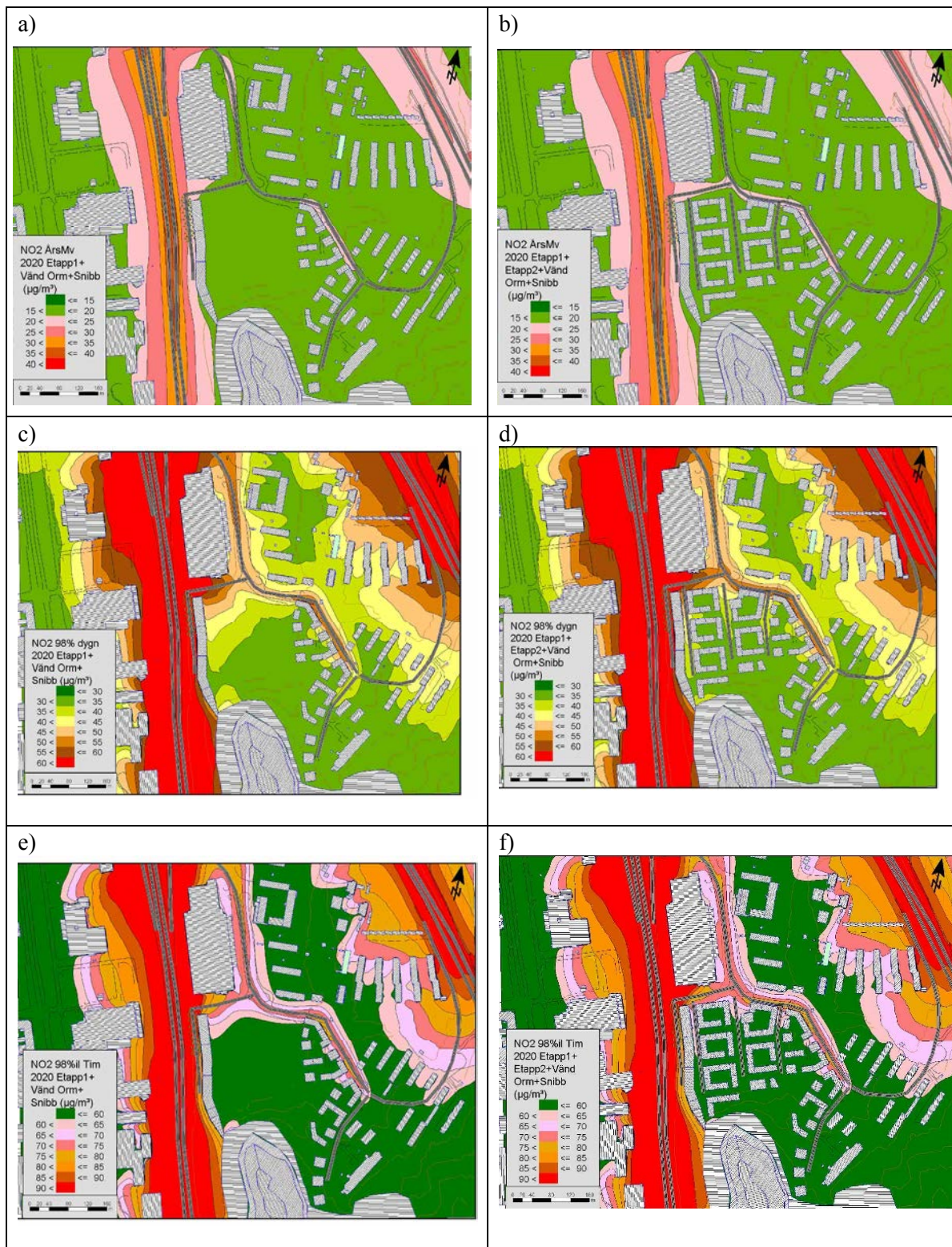
Figur 9. Årsmedelvärde och 90-percentil dygn av total PM₁₀-halt 2030. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Etapp 1+2 utan "orm", den högra kolumnen visar halterna för Etapp 1+2 med "orm". Rosa färg =miljökvalitetsmålet överskrids, klarröd=MKN överskrids.

4.6 NO₂ år 2020 med "ormen + snibb"

Beräkningarna i Figur 10 och Figur 11 visar beräkningar för NO₂ år 2020 med "orm + snibb", d v s ormen har förlängts söderut och ansluter i detta scenario till berget söder om exploateringsområdet. I scenariot som visas i Figur 11 har "ormen" vänts och är nu högre norrut.



Figur 10: Total halt av NO₂ för 2020 för årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98-percentil timme. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Etapp 1 med "orm + snibb", den högra kolumnen visar halterna för Etapp 1 + Etapp 2 med "orm + snibb". Rosa färg=miljö kvalitetsmålet överskrids, klarröd=MKN överskrids.



Figur 11: Total halt av NO₂ för 2020 för årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98-percentil timme. Kartor i vänstra kolumnen visar halterna för Etapp 1 med " Vänd orm + snibb", den högra kolumnen visar halterna för Etapp 1 +Etapp 2 med " Vänd orm + snibb". Rosa färg=miljökvalitetsmålet överskrids, klarröd=MKN överskrids.

Som framgår av beräkningarna är förlängningen av ormen med snibben ett effektivt sätt att minska intrång från luftföroreningar från E6:an in mot området. Den förlängda ormen "täpper till" öppningen söder om ormen mot E6: an. Jämfört med Figur 5 (högra kolumn) blir halterna i

scenario med "snibb" därför lägre över hela området, både med avseende på årsmedelvärde, 98-percentil dygn och 98-percentil timme. Överskridanden av MKN avseende 98-percentil dygn och timme begränsas till den nordligaste byggnaden i Etapp 2. Här, norr om ormen, är det öppet mot E6:an och en lokalgata som sträcker sig i väst-östlig riktning. Etapp 2 kommer dock inte vara färdigställt till år 2020, vilket i praktiken innebär att halterna kommer vara lägre efter år 2020 än vad som visas i Figur 11. Öster om ormen kan överskridanden av miljömål med avseende på 98-percentil timme fortfarande förekomma i gaturummet mellan ormen och de västligaste byggnaderna från Etapp 2. Beräkningarna visar dock mycket låga halter på samtliga innegårdar i Etapp 2.

5 Diskussion och slutsatser

Luftkvaliteten, främst avseende NO_2 , längs Kungsbackaleden överskrider i *dagsläget* MKN på de flesta platser inne i den bebyggda delen av Göteborg och Mölndal (Göteborgs stad, 2017). Enligt resultaten från både SMHI (Holmin-Fridell 2013) samt denna utredning sker en kraftig minskning av NO_2 -halten till 2030 i både urban bakgrund och gaturum. Detta trots att trafikarbetet förväntas öka, t ex väntas antalet fordon på Kungsbackaleden öka från strax under 70 000 fordon/dygn år 2020 till 87 000 fordon/dygn år 2030. Orsaken är att emissionsfaktorerna (utsläppsmängd/fordon) antas minska kraftigt enligt HBEFA-modellen och väntas fortsätta minska framöver, vilket lett till att emissionen av NO_x minskat med i genomsnitt 35 % mellan 2020 och 2030 (varierar beroende på väg). Detta har i sin tur lett till att NO_2 -halterna år 2030 enligt beräkningarna i många fall inte längre kommer att överskrida MKN men fortfarande kan överskrida/tangera miljökvalitetsmålen på platser nära större leder, som i detta fall nära Kungsbackaleden. När det kommer till prognoser för framtiden måste man dock komma ihåg att dessa i viss mån är osäkra då det inte är känt hur trafikarbetet verkligen utvecklas och om den kraftiga emissionsminskningen enligt HBEFA verkligen kommer ske i den takt som modellen uppskattat. Därför har spridningsmodelleringarna för de två åren kompletterats med "worst-case"-scenarier, där utgångspunkten har varit ökad trafik (ÅDT för 2020) men med högre emissionsfaktorer, närmare bestämt de som gäller för år 2016. På det viset täcker man även in möjligheten att NO_x -emissionerna ökar de närmast kommande åren, om t ex bilflottan inte förnyas i den takt som modellen antar.

En minskning av PM_{10} kan dock inte förväntas i framtiden, då PM_{10} -halten främst orsakas av uppvirvling av damm och stoft som har samlats på vägbanan. Fler och tyngre fordon, hög andel dubbdäck vintertid och torrt väder under våren är faktorer som ökar partikelbildningen och därmed även uppvirvlingen. Det ökande trafikarbetet på framförallt de stora trafiklederna medför därför risken att PM_{10} -halten ökar jämfört med dagens nivå och att PM_{10} kan komma och överskrida miljökvalitetsmålen i Göteborg längs trafikerade leder år 2030.

För beräkning av totala halter för området har en s.k. urban bakgrundshalt adderats till de lokala beräknade haltbidragen. Urbana bakgrundshalter för NO_2 och PM_{10} har hämtas från framtidsmodelleringar som dels baseras på simuleringar från SMHI (Holmin-Fridell m.fl. 2013), dels på beräkningar enligt Haeger-Eugensson m.fl. (2014). Därmed har bakgrundshalten för NO_2 minskat med 1,3–1,6 gånger jämfört med dagens halter, beroende på om det är årsmedelvärde eller percentiler. 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) vilket naturligtvis inte endast påverkar halten längs vägar/gator utan även i urban bakgrund. Motsvarande minskning av bakgrundshalten ses dock inte för partiklar, eftersom resuspensionen av partiklar styrs av mängden fordon, vilket medför att bakgrundshalten istället ökar. Det finns dock större möjligheter att åtgärda och begränsa partiklars spridning, jämfört med NO_2 genom exempelvis vegetationsridåer (Haeger-Eugensson 2014; Freer-Smith 2004).

Enligt Länsstyrelsens yttrande i samrådet dras slutsatsen att spridningsmodelleringarna visar en positiv haltutveckling i området på sikt, men att MKN för NO₂ riskerar att överskridas år 2030 nära de västra husfasaderna enligt den primära strukturplanen. Kompletteringen av den tidigare planen med "ormen" och flytten av de västra husfasaderna något längre in i området (samt spridningsmodelleringen med uppdaterade emissionsfaktorer för åren 2020 och 2030) har gett god effekt på lufthalterna. Vid denna utformning av bebyggelsen i planområdet finns därmed ingen risk för överskridanden av MKN för NO₂ år 2030 någonstans i området. Däremot kvarstår risken för överskridanden av MKN för NO₂ år 2020 i delar av planområdet närmast Kungsbackaleden, särskild om "ormen" inte byggs. Den kompletterande utredningen visar att "ormen" har en positiv effekt på halterna i hela området med en liten förbättring även för de planerade husen i Etapp 1 (väster om Smörkärnegatan). Miljökvalitetsmålet för NO₂ kommer att överskridas år 2020 i hela/delar av området både med eller utan "orm".

"Worst-case"-scenariot för år 2020 visar att MKN för årsmedelvärdet NO₂ av överskrids i anslutning till E6. Halterna överstiger gränsen för miljökvalitetsmålet i nästan hela området (undantaget enstaka områden mellan husen i Etapp 1). För 98-percentilen av dygn och timme överskrids MKN i de delarna av området som ligger närmast E6:an. "Ormen" är även för detta scenario en effektiv åtgärd för att sänka halterna och minska området där överskridanden förekommer, dock kan byggnaden inte helt och hållet förebygga överskridanden.

För att göra "ormen" ännu effektivare har ett scenario för 2020 räknats (med 2016 års emissionsfaktorer) där ormen har förlängts söderut med en s k "snibb". På det viset sträcker sig byggnaden "ormen + snibb" fram till berget söder om exploateringsområdet. Genom att täppa till öppningen som finns utan snibb minskar halterna av luftföroreningar i planområdet ytterligare. Detta scenario ger endast överskridanden av miljömålet avseende 98-percentil timme på mycket begränsade platser (i gaturummet mellan ormen och de västliga byggnader i Etapp 2). NO₂-halterna på samtliga innegårdar är låga.

År 2030 förväntas halterna sjunka till nivåer som ligger under miljökvalitetsmålet, men fortfarande kan miljökvalitetsmålet tangeras i nästan hela planområdet (med undantag för ett mindre område närmast E6 om inte "ormen" byggs). Även för PM₁₀ visar den kompletterande utredningen att det inte finns risk för överskridanden av MKN någonstans i området varken år 2020 eller 2030, oavsett om "ormen" byggs eller inte. För båda åren överskrids dock miljökvalitetsmålet närmast E6 i beräkningen utan "orm", medan halterna hamnar strax under miljökvalitetsmålet i fallen där "ormen" är byggd. Vid tolkning av resultaten för ett framtida scenario bör man dock ha i åtanke att beräkningarna bygger på antaganden, i detta fall avseende hur trafiken och emissionsfaktorerna utvecklas i framtiden. För trafiken väntas en fortsatt kraftig ökning av trafikarbetet på Kungsbackaleden mellan år 2020 och 2030, som är den enskilt största källan till NO₂ och partiklar i planområdet. De prognosticerade lägre NO₂-emissionsfaktorerna för år 2030 har en stor betydelse för att NO₂-halterna sjunker mellan 2020 och 2030. Samma resonemang gäller dock inte för partiklar, då partikelhalten i stor grad styrs av antalet fordon. Som väntat kan därför en liten ökning av partikelhalten ses mellan 2020 och 2030 i planområdet. Resultaten är därmed behäftade med viss osäkerhet då den verkliga utvecklingen kan avvika på olika sätt från de antagna förutsättningarna, vilka rekommenderats av berörda myndigheter (Trafikverket, Trafikkontoret, SMHI och Naturvårdsverket m.m.).

Varken i den tidigare eller i den kompletterade utredningen för den uppdaterade strukturplanen har det funnits någon möjlighet att genomföra en regelrätt validering av de beräknade halterna av NO₂ då beräkningarna avser framtida scenarier. Haltnivån som här beräknats för området nära Kungsbackaleden vid Kallebäck 3:3 är dock i samma nivå som SMHI beräknat för området vid Gårda 2030 (men då endast presenterat för denna enskilda punkt vid mätstationen vid Gårda).

Till skillnad från den förra utredningen har nu också partiklar (PM₁₀) inkluderats. MKN för PM₁₀ överskrids ofta i exempelvis Stockholm men i Göteborg är det MKN för NO₂ som i dagsläget har 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 förhållandet vara att ca 60 % är långdistanstransporterat. Den totala PM₁₀ halten som MKN och miljö kvalitetsmålet jämförs med påverkas därmed i ganska stor utsträckning av importerade halter.

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.

Göteborgs Stad (2015). Frisk luft – Indikatorer,
<http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/frisk-luft/indikatorer/>
hämtad 2016-12-20

Göteborgs Stad (2017). Luftkvaliteten i Göteborg.
<http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/miljolaget-i-goteborg/luft/luftkvaliteten-i-goteborg>

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.

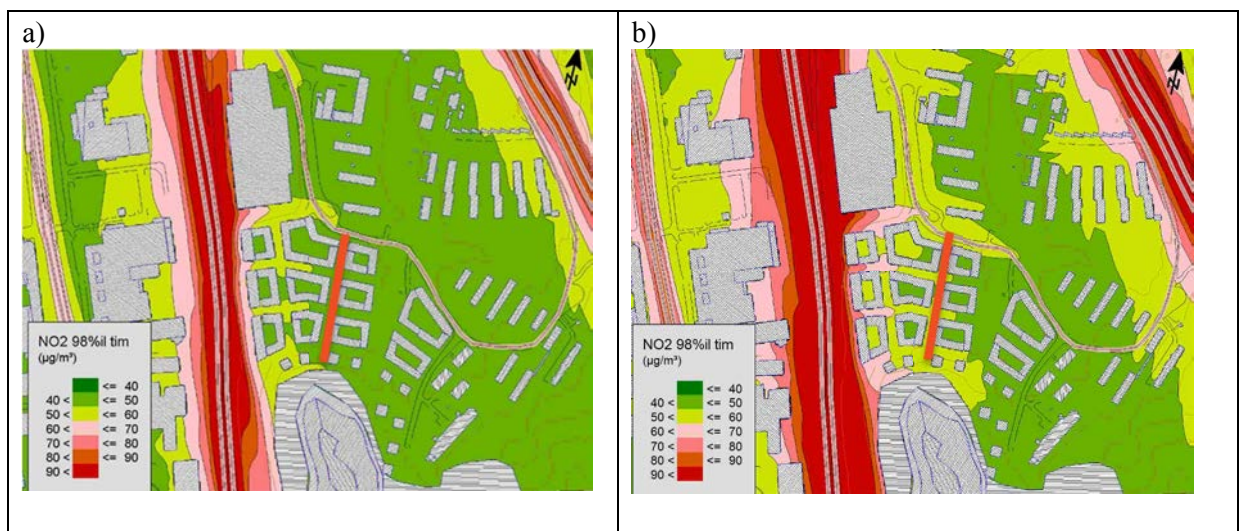
Trafikverket (2012). ”Handbok för vägtrafikens luftföroreningar – Kapitel 6 Bilagor Emissionsfaktorer”. http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Privat/Miljo/Halsa/Luft/handbok_for_vagtrafikens_luftfororeningar/kapitel_6_bilagor_emissionsfaktorer_2011_2020_2030.pdf

Yang m.fl. (2008): Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment* 42 (2008) 7266–7273

Bilaga A Resultat från tidigare luftutredning

I den tidigare luftutredningen för Kallebäck 3:3 (Haeger-Eugensson, 2015) som COWI genomförde har NO₂ haltberäknats för åren 2025 och 2030 enligt Wallenstams tidigare strukturplan för området. Syftet med utredningen i det tidigare skedet var att identifiera eventuella begränsningar till följd av luftkvaliteten och/eller byggnaderna. Lämplig utbyggnadsordning kopplad till luftkvalitet har också diskuterats. Analysen visade att risken för överskridanden av MKN och miljökvalitetsmålen för NO₂ år 2030 är liten, men något större nära Kungsbackaleden för år 2025.

I Figur 12 visas resultaten från den tidigare luftutredningen för 98-percentilen av timmedelvärdet för åren 2025 och 2030 (parametern med störst risk för överskridanden). Kartorna visade att med husen placerade enligt den tidigare strukturplanen kan miljökvalitetsmålet för årsmedelvärdet och timmedelvärdet 2030 överskridas/tangeras intill framsidan av byggnaderna närmast mot Kungsbackaleden. Tack vare gårdsutformningen i kombination med den höga höjden på husen blir halterna låga på gårdarna. Halterna för 2025 är högre än för 2030, vilket resulterade i att risken för överskridanden för både MKN men framför allt miljökvalitetsmålet är större eftersom gränsen för denna halt når längre in i området, sett från Kungsbackaleden. Beräkningen med den tidigare strukturplanen visade också att byggnaderna närmast Kungsbackaleden utgör en effektiv spärr mot inträngning av höga halter i området samtidigt som de dessutom leder ner renare luft från högre vertikala nivåer.



Figur 12. 98-percentilen av dygnsmedelvärdet total NO₂-halt för a) år 2030 och b) 2025. Rosa=miljökvalitetsmålet (60 µg/m³); Röd=MKN (90 µg/m³). Orange linje visar gränsen för byggnation OM inte nedre husraden byggs, enligt den tidigare strukturplanen.

För att studera effekten av den uppdaterade strukturplanen på luftkvaliteten kan haltkartan för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet för år 2030 (Figur 7 c till f) jämföras med kartan i Figur 12 a). I den uppdaterade planen har husen närmast Kungsbackaleden flyttats något längre ifrån leden, vilket ger lägre halter vid den mest utsatta delen av exploateringsområdet. Generellt klingar halterna av snabbt med ökande avstånd ifrån Kungsbackaleden, vilket ger ett större "marginal" till MKN. Att placera "ormen" längs med Kungsbackaleden minskar halterna ytterligare och ger lägre halter på den västra fasaden av byggnaderna närmast Kungsbackaleden. Enligt den första utredningen överskrids miljökvalitetsmålet för 98-percentil timme i den nedre delen av området närmast Kungsbackaleden, i den uppdaterade strukturplanen överskrids/tangeras miljökvalitetsmålet endast vid den nordligaste bebyggelsen av Etapp 2. I förslaget med "ormen" får även denna del av bebyggelsen 98-percentiler för timme under miljökvalitetsmålet.

Bilaga B Beskrivning av 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 vägavsnitt 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 C Beskrivning av TAPM-modellen

För spridningsmodelleringarna 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 platspecifika 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-hastigheten på ett eller flera ämnen i modellen.

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

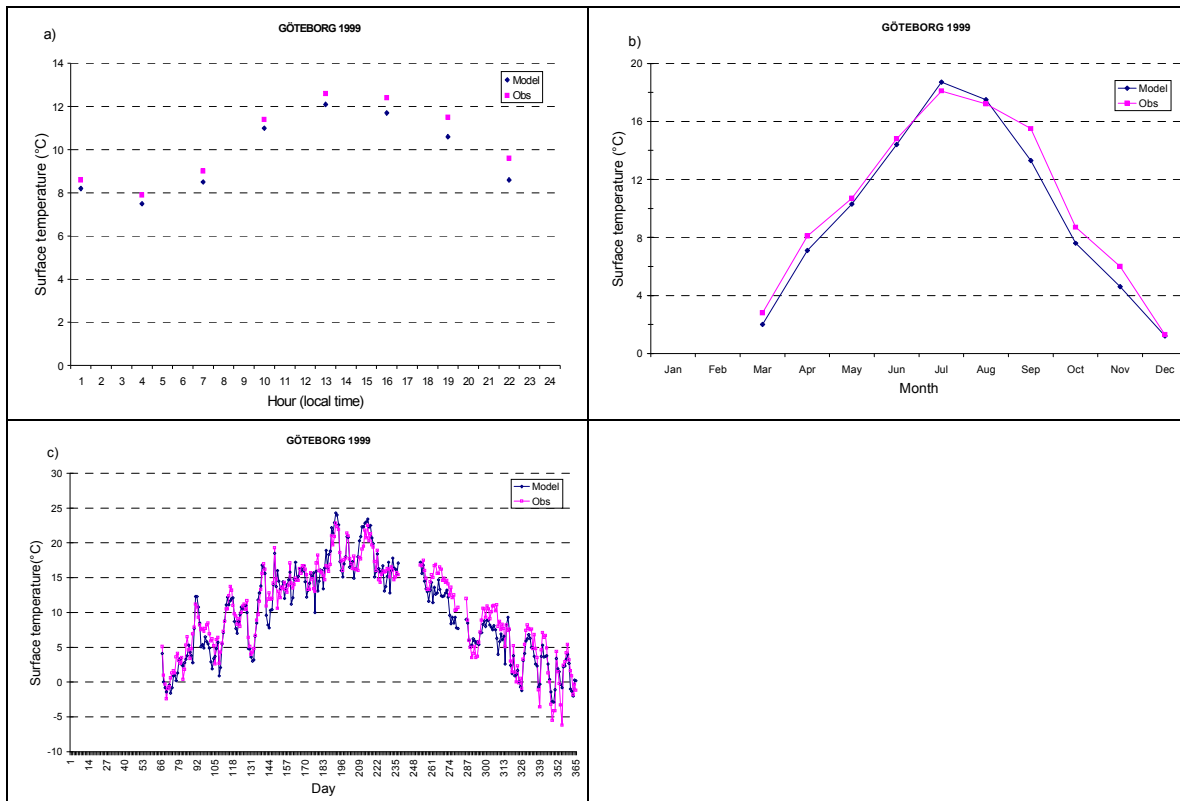
I spridningsmodelleringarna kan både punkt-, linje- och areakällor behandlas. Resultatet av spridning av föroreningar såväl som meteorologin presenteras dels i form av kartor, dels i form av diagram och tabeller både som årsmedelvärden och olika percentiler (dygn respektive timmedelvärden).

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.

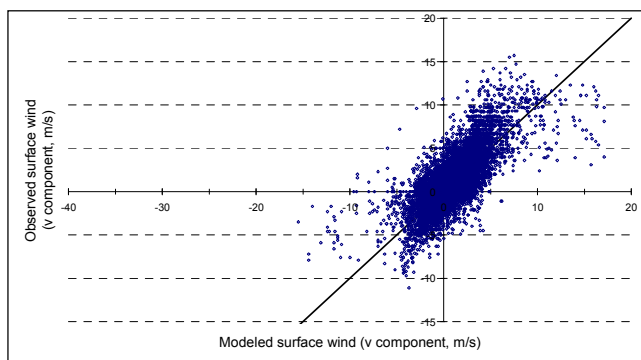
I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I figur C.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

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

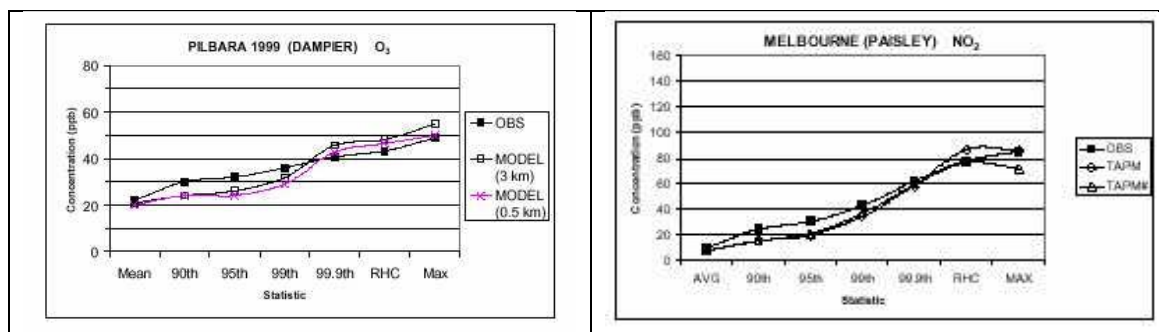
Jämförelse mellan uppmätta och modellerade ozon- och NO₂-halter har genomförts i Australien (se figur C.3).



Figur C.1. Uppmätt och modellerad lufttemperatur i Göteborg för 1999 (a) timvariation; (b) säsongsvariation; (c) dygnsvariation.



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



Figur C.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 D Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål 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 D.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 får överskridas 35 ggr/kalenderår (90-percentil)	Dygnsmedelvärde får överskridas 7 ggr/kalenderår (98-percentil)	Timmedelvärde 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	-	-	-

¹⁾ Förutsatt att föroreningsnivån aldrig överstiger 200 µg/m³ under en timme mer än 18 gånger per kalenderår.

Miljökvalitetsmål

Det svenska miljökvalitetsmålssystemet 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

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

Tabell D.2 Preciseringar avseende kvävedioxid och partiklar för miljökvalitetsmålet ”Frisk luft”.

Förorening	Årsmedel- värde	Dygnsmedel- värde	98-percentil för timme- delvärdet 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.

Referenser

Miljökvalitetsmålsportalen: 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.