

OKTOBER 2017

RAPPORT A100690

SPRIDNINGSBERÄKNINGAR
AV NO₂ OCH PM₁₀ FÖR
DAGENS OCH FRAMTIDA
HALTNIVÅER FÖR
KVARTERET MULLVADEN 1
M FL

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

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

PROJEKTNR.
A100690

DOKUMENTNR.
001

VERSION
1

UTGIVNINGSDATUM
2017-10-27

BESKRIVNING
Rapport

UTARBETAD
Christine Achberger
Anna Bjurbäck
Helen Nygren
Marian Ramos García
Erik Bäck

GRANSKAD
Marie Haeger-Eugensson

GODKÄND
Marie Haeger-Eugensson

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	2
2	Inledning	4
2.1	Bakgrund	4
2.2	Syfte	4
2.3	Luftkvaliteten i Mölndal	5
2.4	Miljö kvalitetsnormer	6
2.5	Miljö kvalitetsmål	6
3	Underlag för beräkningarna	7
3.1	Framtida utformning av området	7
3.2	Utsläpp från trafiken	8
3.3	Spridningsmodellering	10
3.4	Urbana bakgrundshalter	11
4	Resultat	12
4.1	Kvävedioxid, NO ₂	12
4.2	Partiklar, PM ₁₀	16
5	Diskussion och slutsatser	17
6	Referenser	19

BILAGOR

Bilaga A	Sammanställning trafikuppgifter
Bilaga B	Beskrivning TAPM-modellen
Bilaga C	Beskrivning MISKAM-modellen
Bilaga D	Resultat haltkartor

1 Sammanfattning

Inledning

På uppdrag av Mölndals stad har COWI genomfört en luftkvalitetsutredning för kvarteren Mullvaden 1 och Murbeldjuret beläget norr om Mölndals centrum och väster om Göteborgsvägen. Detaljplanen för kvarteren avser att möjliggöra för bostäder och verksamheter. Då detaljplaneområdet ligger i ett trafikutsatt läge nära Göteborgsvägen och E6:an, behöver luftkvaliteten i området utredas.

Syfte

Syftet med utredningen har varit att ta fram underlag för bedömning av luftkvaliteten i området för kontroll om Miljökvalitetsnormer (MKN) och miljökvalitetsmål överskrids för prognosåren 2025 och 2035 samt nuläget. För att täcka in möjliga utvecklingsvägar avseende framtida emissionsfaktorer (EF) har även worst-case scenarier för båda prognosåren beräknats.

Metod

Fem scenarier har beräknats, ett nuläge (scenario 1) med dagens trafik och EF samt fyra framtidsscenarioer; 2025 års trafik med 2025 års EF (scenario 2A), 2025 års trafikprognos med 2020 års EF (2025 worst case, scenario 2B), 2035 års trafikprognos med 2035 års EF (scenario 3A) samt 2035 års trafikprognos med 2030 års EF (2035 worst case, scenario 3B). Emissioner från trafiken beräknades med EF från modellerna HBEFA (version 3.3) och Nortrip. Spridningsberäkningar gjordes med en 3D-modell, den s.k. CFD-modellen Miskam, med lokal meteorologi för ett meteorologiskt typår. Till de beräknade lokala haltbidragen från vägtrafiken adderades en lokal urban bakgrundshalt för att få en totalhalt som kan utvärderas mot miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål.

Resultat

NO₂

- > I planområdet ses inga överskridanden av MKN för årsmedelvärdet i något av scenarierna. Miljökvalitetsmålet överskrids en bit in från Göteborgsvägen in i planområdet i scenario 1, 2A och 2B, d v s nuläget och de två 2025-scenarierna.
- > 98-percentilen av dygnsmedelvärdet för NO₂ klaras vid planområdet i alla scenarier, men tangeras med halter på upp till 55 µg/m³ närmast Göteborgsvägen i scenario 2B och upp till 50 µg/m³ i scenario 2A. I scenario 3A och 3B ses halter under 35 µg/m³ för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet i planområdet.
- > För 98-percentilen av timmedelvärdet tangeras MKN i planområdet närmast Göteborgsvägen i nu-scenariot (1) och överskrids i 2025 worst case (2B) men inte i de övriga scenarierna. För miljökvalitetsmålet sker överskridanden en bit in i planområdet i scenario 1, 2A och 2B. I scenario 3A och 3B tangeras miljökvalitetsmålet närmast Göteborgsvägen men klaras i majoriteten av planområdet.

PM₁₀

- > För årsmedelvärde ses inga överskridanden inom planområdet i något av scenarierna, överskridanden ses endast på Kungsbackaleden. Miljökvalitetsmålet överskrids fram till och med Göteborgsvägen i alla scenarier, och inom planområdet kan miljökvalitetsmålet tangeras närmast Göteborgsvägen i alla scenarier.
- > För 90-percentilen av dygnsmedelvärdet ses halter över MKN endast på eller intill Kungsbackaleden i alla scenarier. Miljökvalitetsmålet överskrids fram till och med Göteborgsvägen, och tangeras i östra delen av planområdet för alla scenarier.

Diskussion och slutsatser

Kvarteret Mullvaden 1 och Murmeldjuret är beläget i ett trafikintensivt område i anslutning till Göteborgsvägen och nära E6:an. Spridningsförutsättningarna i området påverkas av att dalgången här är relativt smal och omges av berg, vilket kan minska tillförseln av frisk luft.

Halterna är beräknade för tre olika prognosår, nuläget, 2025 och 2035. För de båda framtida prognosåren har ett " normalt " scenario och ett " worst case-scenario " beräknats för att ta hänsyn till att minskningen av utsläppen från bensin och dieseldrivna fordon samt övergången till eldrivna fordon kan ske i en långsammare takt än vad Trafikverket prognosticerat.

Resultaten för NO₂ visar att MKN för årsmedelvärdet klaras med god marginal i planområdet, både för nuläget (scenario 1) och för worst-case-beräkningen år 2025 (scenario 2B). Genom kvarterets avlånga form samt att det är endast kortsidan som vetter mot Göteborgsleden får stora delar av området ganska låga halter. Det blir också tydligt i spridningsbilden hur de framtida byggnader som ska uppföras längs med Göteborgsvägen minskar spridningen av föroreningar mot kvarteret och bidrar till att sänka halterna i området bakom.

För 98-percentil dygn och timme är bedömningen att risken för överskridanden av MKN i de delarna av området som ligger närmast vägen inte kan uteslutas i scenario 1 och 2B. Halterna närmast Göteborgsvägen tangerar MKN avseende 98-percentil dygn. För 98%ilen för timmedelvärdet överskrids dock MKN i worst case scenariot (2B) men klaras i 2A. År 2017 uppgaderades Trafikverkets emissionsmodell HBEFA (till version 3.3) för att kompensera för underskattade EF. Vid en jämförelse som COWI då gjorde mellan emissioner beräknade med 3.3 och den tidigare 3.2 hade den tidigare versionen underskattat emissionen med tre år för vägtyper snarlika de som finns i det här aktuella planområdet. Om detta resonemang appliceras här ligger sannolikt ligger sanningen någonstans mitt emellan resultatet för scenario 2A och 2B. År 2035 förväntas dock halterna sjunka betydligt, enligt både scenario 3A och 3B.

Avseende PM₁₀ ligger årsmedelhalterna och 90-percentil dygn i allmänhet för scenario 1, 2B och 3B väl under MKN. Partikelhalten ökar något från nuläget till 2035 vilket är förväntat. Det ökande antal bilar leder till ökad uppvirvling av partiklar från vägbanan och därmed högre partikelhalter. Skillnaden mellan normalscenariot och worst-case-scenariot för de två prognosåren är marginell då ÅDT är densamma i båda scenarierna och minskningen av motorns emissioner av partiklar är liten över tiden.

2 Inledning

2.1 Bakgrund

Mölnads stad håller på att ta fram detaljplaner för kvarteret Mullvaden 1 och Murmeldjuret som ligger norr om Mölnads centrum väster om Göteborgsvägen, se Figur 1. Detaljplanerna för kvarteret Mullvaden och Murmeldjuret avser att möjliggöra för bostäder och verksamheter på ytor som idag används som parkering samt påbyggnad av befintliga byggnader.

I Mölnadsåns dalgång har stadsförnyelse pågått under längre tid. Industrimiljö omvandlas till tätare stadsbebyggelse för att möta den stora efterfrågan efter bostäder, handel och kontor. Den redan utbyggda kollektivtrafiken och närheten till centrala delar av Göteborg och Mölnad gör området väl lämpad för stadsutbyggnad. Dock finns det utmaningar för en god boendemiljö då trafikmiljön är dominerande och grönstrukturen eftersatt. Arbetet med kvarteret Mullvaden 1 m fl. är del av den pågående omdaning som sker i området.



Figur 1 Planområdenas lägen för kvarteret Mullvaden 1 m.fl. längs med Göteborgsvägen. Se vidare detaljer i Figur 3

2.2 Syfte

Luftutredningen syftar till att ta fram underlag för bedömning av luftkvaliteten i området och kontroll om Miljökvalitetsnormer (MKN) och/eller miljökvalitetsmål överskrids.

- > Beräkna luftkvaliteten avseende partiklar (PM_{10}) och kväveoxider (NO_2) för dagens situation för år 2017 och för framtida planerad bebyggelse för prognosåren 2025 och 2035.

- > För de framtida åren kommer även "worst case"-scenarier att beräknas, där emissionsfaktorer (EF, utsläpp/fordon) för år 2020 respektive 2030 används tillsammans med trafikmängder för år 2025 respektive 2035.
- > Beräkningarna ska göras för totala lufthalter, det vill säga både det som genereras från trafik i området samt övriga källor, vilka inkluderas i form av urbana bakgrundshalter.
- > Jämförelse av beräknade halter ska göras med MKN och miljökvalitetsmål.

2.3 Luftkvaliteten i Mölndal

Luftkvaliteten i Göteborgsområdet, med avseende på partiklar (PM_{10}) och kväveoxider (NO_2) har förbättrats betydligt under de sista årtiondena. Fortfarande sker dock överskridanden av Miljökvalitetsnormerna (MKN) för utomhusluft för NO_2 , både i gaturum och i urban bakgrund, på flera platser i Göteborgsområdet, däribland mätstationen i centrala Mölndal. Enligt Miljöförvaltningens och Luftvårdsprogrammets i Göteborgsregionen mätningar överskrids däremot inte MKN för partiklar, 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 Göteborgsområdet. 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 sämre än i fallet med emissioner från upphöjda källor (skorstenar). Dessutom ska mätningar, enligt gällande normer för kontroll av luftkvalitet (NFS 2013:11), ske på mellan 1,5 och 4 (men max 8) meters höjd över mark. Haltandelen som kommer från trafiken beror på lokalisering i staden. Enligt en tidigare genomförd utredning (Haeger-Eugensson m.fl. 2010) är andelen från fordon vid Gårdaleden ca 60 % för höghaltstillfällena (som kan jämföras med 98-percentil 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 de 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.

De högsta halterna av NO_2 i Mölndal återfinns längs Kungsbackaleden (E6/E20) och utefter Söderleden. I Folkets hus i centrala Mölndal har Luftvårdsprogrammet i Göteborgsregionen en mätstation för luftföroreningar. Halterna av bland annat NO_2 mäts över två sträckor. Den ena finns i taknivå och mäter halterna tvärs över motorvägen och den andra mäter halterna parallellt med Göteborgsvägen mellan Knarrhögsgatan och Tempelgatan. Under 2016 registrerades på taksträckan drygt 200 överskridanden av timmedelvärdet för NO_2 , vilket är mer än de 175 timmar då överskridande tillåts enligt MKN. Dygnsmedelvärdets nivå överskreds nio gånger i taknivå och sexton gånger i gatunivå, vilket är mer än de sju som MKN medger (Miljöförvaltningen Göteborgs stad, 2017).

Luften i de norra och centrala delarna av Mölndal påverkas mycket av emissionerna från trafiken på Kungsbackaleden, men även på Göteborgsvägen. Dessutom begränsas spridningen 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 NO₂ och partiklar betydligt (Yang m.fl. 2008).

2.4 Miljökvalitetsnormer

I samband med att Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999 infördes miljökvalitetsnormer (MKN) som ett nytt styrmedel i svensk miljö rätt. Systemet med miljökvalitetsnormer regleras framförallt i Miljöbalkens femte 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 i förebyggande syfte eller för att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön. De kan även användas för att återställa redan uppkomna skador på miljön.

MKN gäller i utomhusluft med undantag av väg- och spårtunnlar och arbetsplatser till vilka allmänheten inte har tillträde (SFS 2010:447). MKN ska inte tillämpas på vägbanor, på platser där människor normalt inte vistas (t ex inom vägområdet längs större vägar) och i så kallade belastade mikromiljöer, exempelvis i direkt anslutning till en korsning eller vid en ventilationsanläggning för en tunnel (Naturvårdsverket 2014).

Gällande miljökvalitetsnormer för NO₂ och PM₁₀ i utomhusluft redovisas i Tabell 1 (SFS 2010:477).

Tabell 1 Miljökvalitetsnormer för utomhusluft enligt Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477.

Förorening	Medelvärdesperiod	MKN-värde (µg/m ³)	Antal tillåtna överskridanden per år
PM ₁₀	Dygn	50	35 dygn
	År	40	-
NO ₂	Timme	90	175 timmar ¹⁾
	Dygn	60	7 dygn
	År	40	-

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

Kommuner och myndigheter bär huvudansvaret för att miljökvalitetsnormerna följs, men verksamhetsutövare har också ett visst ansvar. Ansvaret ökar med verksamhetens storlek och miljöpåverkan. MKN ska följas när kommuner och myndigheter planlägger, bedriver tillsyn och ger tillstånd till att driva anläggningar (Naturvårdsverket 2014).

2.5 Miljökvalitetsmål

Det svenska miljöarbetet styrs även av miljömålssystemet, som omfattar ett generationsmål, sexton miljökvalitetsmål och tjugofyra etappmål. 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 de sexton miljökvalitetsmålen, Frisk luft, berör direkt halter i luft av olika föroreningar. Miljökvalitetsmålet Frisk luft definieras enligt följande: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas". För miljökvalitetsmålet Frisk luft finns preciseringar i form av halter av luftföroreningar som inte ska överskridas, se Tabell 2 för preciseringar för NO₂ och PM₁₀. Miljökvalitetsmålen ska nås senast år 2020.

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

Förorening	Medelvärdesperiod	Miljö kvalitetsmål ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antal tillåtna överskridanden per år
PM ₁₀	Dygn	30	-
	År	15	-
NO ₂	Timme	60	175 timmar
	År	20	-

Miljö kvalitetsmålen utgör en riktning och vägledning åt kommuner och Länsstyrelser för vad miljöarbetet ska sikta mot. Även om miljö kvalitetsmålen inte är legalt bindande så som miljö kvalitetsnormerna (MKN) är, kan överskridanden av miljö kvalitetsmålen innebära en begränsning i framtiden, beroende på hur dessa tolkas av myndigheterna och därmed vilken praktisk betydelse dessa får.

3 Underlag för beräkningarna

3.1 Framtida utformning av området

I kvarteret Mullvaden planeras totalt 321 nya lägenheter i byggnader dels bland befintliga byggnader och dels som ny bebyggelse längs med Göteborgsvägen, se Figur 2 för illustration av planerad bebyggelse. Norr om kvarteret Mullvaden längs Göteborgsvägen ligger kvarteret Murmeldjuret där lokaler för skola, vård och äldreboende planeras intill och som påbyggnad på befintlig byggnad, se Figur 2.



Figur 2 *Planerad (i färg) och befintlig (vit) bebyggelse i kvarteret Mullvaden 1 och Murmeldjuret, i form av dels påbyggnad på befintlig bebyggelse, dels nya hus. Murmeldjuret är de två bruna byggnaderna längst upp till höger i bilden.*

3.2 Utsläpp från trafiken

Fem scenarion har beräknats för området:

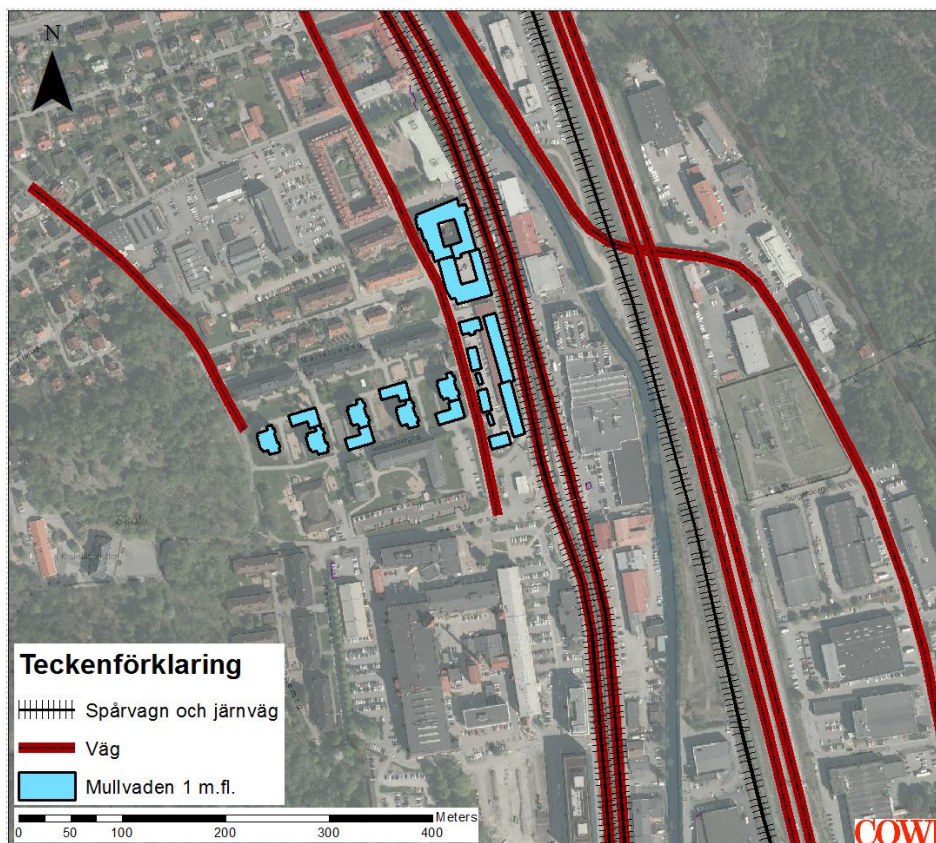
- > Nuläge
- > Två utbyggnadsscenarion för år 2025 och 2035
- > Worst case för de två utbyggnadsscenarierna

Information om förutsättningar för de olika scenarierna visas i Tabell 3.

Tabell 3 Information om vilka trafikuppgifter, emissionsfaktorer och byggnader som inkluderats i de olika beräkningsscenarierna.

Scenario	Scenarie-numrering	Trafikuppgifter (för vilket år)	Emissionsfaktorer (för vilket år)	Bebyggelse
Nuläge	1	2017	2017	Nuvarande
2025	2A	2025	2025	Nuvarande + planerad
2025 worst case	2B	2025	2020	Nuvarande + planerad
2035	3A	2035	2035	Nuvarande + planerad
2035 worst case	3B	2035	2030	Nuvarande + planerad

Utsläpp har beräknats för fordonstrafiken i området, spårvagnar på Göteborgsvägen samt tåg på Västkostbanan, Figur 3. Indata som ligger till grund för emissionsberäkningarna är samlade i Bilaga A.



Figur 3 Lokalisering av Mullvaden 1 m.fl. längs Göteborgsvägen, åskådliggjord tillsammans med vägar, spårvagnsspår och järnväg.

3.2.1 Emissioner från vägtrafik

Utsläppen från vägtrafiken har beräknats med emissionsmodellerna HBEFA (version 3.3 och version 3.2) och Nortrip. Avgasemissioner har beräknats med HBEFA, som tar hänsyn till hur fordonsflottans sammansättning förväntas förändras i framtiden och beräknar olika emissionsfaktorer för olika år mm. I HBEFA antas att det kommer att fortsätta ske förbättringar avseende avgasutsläppen, samt att en större andel av fordonsflottan i framtiden kommer att bestå av fordon med god avgasrening och effektivitet. Detta innebär att avgasemissionerna (utsläpp per km) för ett normalfordon förväntas bli lägre i framtiden. I emissionsberäkningarna har emissionsfaktorer för år 2017, 2020, 2025, 2030 respektive år 2035 använts för de olika scenarierna. År 2035 har beräknats med HBEFA 3.2, de övriga med HBEFA 3.3.

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 fordons hastighet. Den tekniska utvecklingen och förnyelsen av fordonsflottan som förväntas leda till lägre avgasemissioner kommer inte att påverka emissionen av uppvirvlat material, så en liknande minskning av denna typ av emissioner förväntas inte ske. En dubbdäcksandel på 53 % har antagits för beräkningarna (Göteborgs Stad 2017).

Vid beräkning av emissioner för worst case-scenarierna har emissionsfaktorer för fem år innan prognosåret använts. Detta har gjorts för att erhålla en marginal och inte underskatta framtidens emissioner, och har också rekommenderats av Miljöförvaltningen i Mölndal, då emissionsfaktorerna historiskt sett har varit underskattade.

3.2.2 Emissioner från tågtrafik

Utsläpp av partiklar till luft från tågtrafik sker genom slitage av räls, bromsar, hjul och liknande, samt även genom uppvirvling av damm från banvallen (Gustafsson m.fl. 2007). Den huvudsakliga partikelstorleken är 2-4 µm. Andelen av emissionerna som består av uppvirvlat material har dock vid mätningar visat sig vara liten (Gustafsson m.fl. 2006). Det är vid inbromsning och acceleration som de största utsläppen sker.

Emissionsfaktorer för emissioner av partiklar från slitage har sammanställts inom EU-projektet Transphorm, dessa visas i Tabell 4. Tabell 4 visar även en längdjusterad emissionsfaktor för olika typer av tåg.

Tabell 4 Emissionsfaktorer för direkta utsläpp från tåg (slitagepartiklar och resuspension), från EU-projektet Transphorm. Emissionsfaktor visas dels för olika typer av tåg (regional-, pendel- och godståg) och även som längdjusterad emissionsfaktor för tågtyperna.

Tågtyp	EF PM ₁₀ (g/tåg-km)	Variation (g/tåg-km)	EF PM ₁₀ (mg/tåg-km * tåglängd i meter)
Regionaltåg	0,24	0,05 - 0,9	3,1
Pendeltåg	0,48	0,1 - 1,6	11
Godståg	2,9	0,7 - 9	5,3

Emissionsfaktorn för ett tåg beror på en mängd olika faktorer så som hastighet, acceleration, typ av bromsmekanism, material på hjul och räls, längd på tåget m.m. vilket innebär att det

finns stor variation i emissionerna beroende på ovan nämnda faktorer (Transphorm) varför dessa behöver definieras så bra som möjligt för att minska osäkerheten. Det finns dock inte emissionsfaktorer framtagna för olika typer av situationer, bara för olika tågtyper och -längder.

De längdjusterade emissionsfaktorerna har använts vid beräkning av emissioner från järnvägen.

3.2.3 Emissioner från spårvagn

Spårvagnar ger inga direkta utsläpp av avgaser, däremot så ger hjul och bromsar upphov till slitagepartiklar på samma sätt som för bilar och andra fordon. Den emissionsfaktor som använts för spårvagnar i denna utredning är 0,33 g/km per spårvagn. Denna emissionsfaktor kommer från BUWAL (2001), och har använts som underlag av IIASA (International Institute for Applied System Analysis) i Rains/Gains-modellen.

För att validera denna emissionsfaktor har jämförelse gjorts med emissionsfaktorer för annan spårbunden trafik. Fridell m. fl. (2010) har tagit fram emissionsfaktorer för regionaltåg, pendeltåg och godståg som bl.a. använts inom EU-projektet Transphorm. Dessa emissionsfaktorer kan ses i Tabell 5, tillsammans med beräknade emissionsfaktorer för en trettio meter lång spårvagn (baserat på längden för den vanligaste spårvagnsmodellen i Göteborg, M31). Emissionsfaktorn 0,33 g/km ligger i intervallet mellan emissionsfaktorn för pendeltåg och regionaltåg. I tabellen ses även att den är i samma storleksordning som emissionsfaktorn för ett 30 meter långt pendeltåg, vilket innebär att detta bör vara en rimlig emissionsfaktor för PM₁₀ från spårvagn.

Tabell 5 Emissionsfaktorer för PM₁₀ för regionaltåg och pendeltåg (Fridell m.fl. 2010), samt beräknad emissionsfaktor för ett 30 meter långt tåg (samma längd som en spårvagn) samt uppskattad emissionsfaktor för spårvagn.

Tågtyp	PM ₁₀ emissionsfaktor (g/tåg-km)	PM ₁₀ emissionsfaktor (mg/tåg-km * tåglängd i meter)	Längdjusterad emissionsfaktor för 30 meter långt tåg (g/tåg-km)	Uppskattad PM ₁₀ emissionsfaktor spårvagn (g/spårv.-km)
Regionaltåg	0,24	3,1	0,10	
Pendeltåg	0,48	11	0,34	
Spårvagn				0,33

3.3 Spridningsmodellering

För att beräkna haltnivåer ner till markplan (där människor vistas) inne i tätbebyggt område behövs en tredimensionell modell som kan beräkna spridningen av föroreningshalter med hög detaljeringsgrad. För översiktliga beräkningar i urbana miljöer kan till exempel så kallade Gaussiska modeller användas men eftersom dessa inte kan ta hänsyn till effekten av byggnader blir inte resultatet rättvisande för gaturumsberäkningar, vilket ska utföras här. Resultat från Gaussiska modeller är däremot relevanta för modellering av haltnivån i takhöjd.

Spridningen av luftföroreningar styrs av många processer och faktorer som verkar i olika geografiska skalor. Området har komplicerade spridningsförutsättningar både i regional, lokal och i mikroskala, spännvidden i de geografiska skalor som är involverade i föroreningars spridning är därmed för stora för att kunna täckas in av endast en modell. För att beräkna de meteorologiska förutsättningarna i regional till lokal skala (exempelvis sjö- och landbris

sommartid, topografisk påverkan på vinden samt frekventa inversioner) har en dynamisk prognosmodell använts (TAPM-modellen, se vidare information i Bilaga B. I dessa beräkningar inkluderas de lokala förutsättningarna (topografi, vegetation, havstemperatur m.m.) som styr det lokala vädret och därmed spridningen. I nästa steg, för beräkningen av de tredimensionella strömningsförhållandena mellan huskropparna, har en CFD-modell använts (i detta fall Miskam, se vidare Bilaga C). Resultatet från TAPM-modelleringen används som indata till Miskam. För att återskapa ett realistiskt vindfält som representerar strömningsförhållandena i tre dimensioner för de aktuella kvarteren har ett mycket större område inkluderats i CFD-beräkningarna. Även för beräkningar av halterna i luft har Miskam-modellen använts.

Meteorologin som används som indata till CFD-modellen bör vara representativ för de lokala väderförhållandena. I detta fall fanns inga lokala meteorologiska mätningar i närområdet, vilket gjorde det nödvändigt att modellera områdets lokala meteorologi med TAPM-modellen. Denna lokala meteorologi blir indata till de efterföljande vindfälts- och haltberäkningarna i Miskam. Förutom meteorologin behöver Miskam även tredimensionell information om både de planerade byggnaderna och den omgivande bebyggelsen.

3.4 Urbana bakgrundshalter

För beräkning av totala halter för området har en s.k. urban bakgrundshalt adderats till de lokala beräknade haltbidragen.

NO₂

För framtagande av urban bakgrundshalt av NO₂ har uppmätta halter vid Göteborgsvägen vid Folkets hus i Mölndals centrum använts (medelvärde åren 2013-2015). Eftersom Mullvaden ligger en bra bit norr om denna mätplats har halten korrigerats baserat på motsvarande skillnad mellan de spridningsberäknade (Olofson 2017) haltnivåerna vid Folkets hus och Mullvaden. Dessa haltnivåer inkluderar även det lokala haltbidraget vilket därför har subtraherats på motsvarande sätt som för PM₁₀. Återstoden har sedan använts som lokal urban bakgrundshalt för planområdet (se Tabell 6).

Tabell 6 Beräknade lokala urbana bakgrundshalter av PM₁₀ och NO₂ (µg/m³) för kvarteret Mullvaden.

Beräknad lokal urban bakgrundshalt vid Mullvaden	PM ₁₀ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Årsmedelvärde	12	7
90-percentil dygn	19	
98-percentil dygn		11
98-percentil timme		31

PM₁₀

För PM₁₀ har uppmätta halter vid Nellickevägen använts för att ta fram en lokal urban bakgrundshalt. Mätningarna utfördes andra halvåret 2011 på Nellickevägen mellan Göteborgsvägen och Kungsbackaleden. I en rapport från Stadsbyggnadskontoren i Göteborgs stad och Mölndals stad (2013) anges att dessa mätdata korrelerar väl med uppmätta halter vid Femman i Göteborg (mätstation för urban bakgrundshalt), och att mätningarna på Nellickevägen kan representera den urbana bakgrundshalten även i Mölndal med avseende på PM₁₀. Halterna har räknats om till helårsvärden.

I mätdata från Femman framgår att halterna har sjunkit mellan åren 2011 och 2016. De uppmätta halterna vid Nellickevägen har därför korrigerats med motsvarande andel som halterna minskat vid Femman. Nellickevägen ligger dock inte helt opåverkad av bidrag från lokala källor så som E6. För att inte riskera dubbelräkning har det lokala haltbidraget vid Mullvaden subtraherats från halterna vid Nellickevägen. De beräknade halterna som har lagts på som lokal urban bakgrundshalt vid beräkningsområdet är sammanställda i Tabell 6.

4 Resultat

Resultatet presenteras som totala halter, dvs. inklusive bidrag från vägarna kring planområdet, övriga källor i staden/regionen samt långdistanstransport, som s.k. haltkartor för NO₂ och PM₁₀. För NO₂ visas årsmedelvärden, 98-percentilen för dygnsmedelvärdet och 98-percentilen för timmedelvärdet. För PM₁₀ visas årsmedelvärde och 90-percentilen för dygnsmedelvärdet.

I resultatdelen redovisas inte kartor för alla scenarier, men resultaten för alla scenarier diskuteras. Kartor för alla scenarier finns samlade i Bilaga D.

Halterna jämförs dels med MKN dels med miljökvalitetsmålen. MKN är instiftat i svensk lag och måste alltid nås. Miljökvalitetsmålen anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske inom en generation för att målen ska nås och beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Framtida haltnivåer brukar därför jämföras med dessa värden.

4.1 Kvävedioxid, NO₂

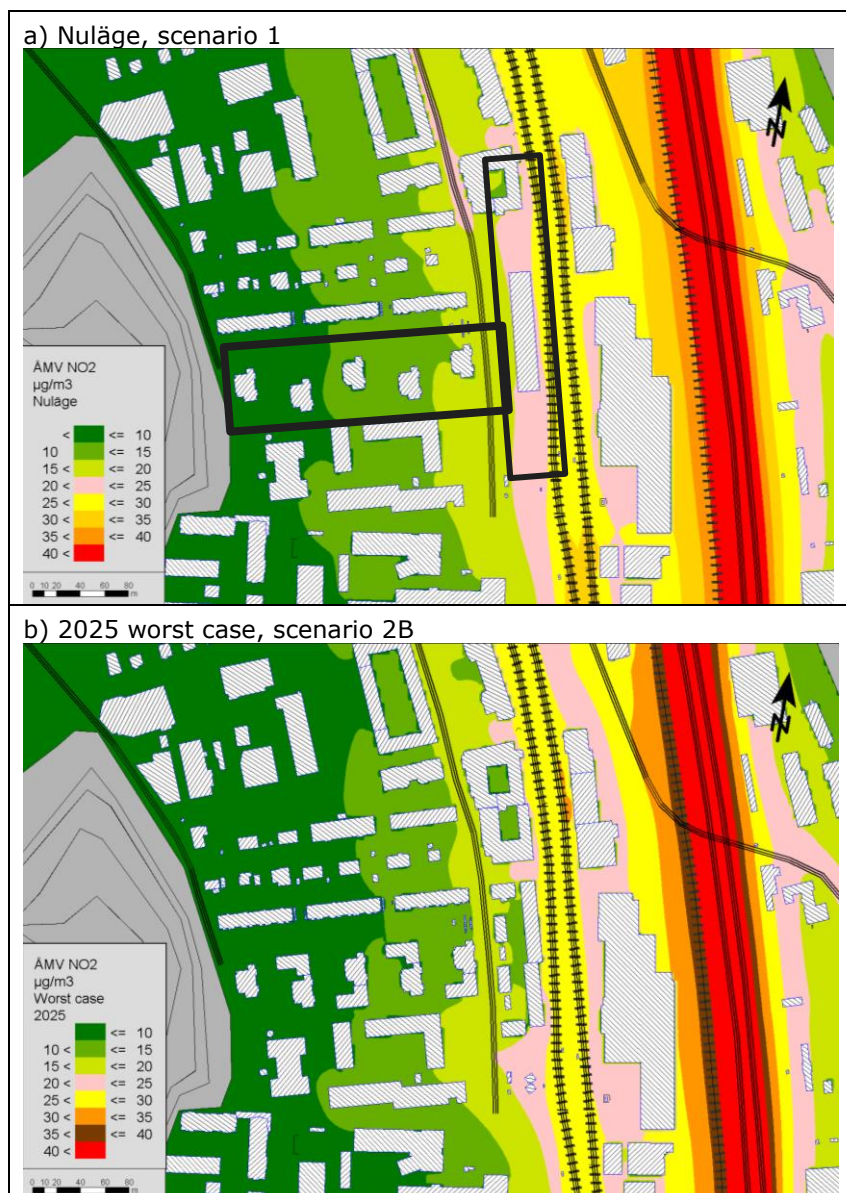
4.1.1 Årsmedelvärde

I Figur 4 visas haltkartor för årsmedelvärdet av NO₂ för nuläget (a) och 2025 worst case (b). I beräkningarna för årsmedelvärdet av NO₂ ses att i nuläget, 2025 och 2025 worst case så överskrids MKN (40 µg/m³) på Kungsbackaleden. Området där MKN överskrids är större i 2025 worst case (2B) än i nuläget, och minst i 2025-scenariot (2A).

Miljökvalitetsmålet (15 µg/m³) överskrids från Kungsbackaleden och in väster om Göteborgsvägen i nuläget (ca 40 meter in från vägen) och 2025 worst case (scenario 2B) (ca 50 meter in från vägen). 2025 (scenario 2A) överskrids miljökvalitetsmålet endast i Göteborgsvägens omedelbara närhet samt längs Kungsbackaleden.

I scenarierna 2035 och 2035 worst case sker inga överskridanden av varken MKN eller miljökvalitetsmålet för årsmedelvärdet, utom ett litet område med överskridanden av miljökvalitetsmålet mitt på Kungsbackaleden i 2035 worst case (scenario 3B).

För planområdet sker inga överskridanden av MKN i något av framtidsscenarierna. Miljökvalitetsmålet överskrids närmast Göteborgsvägen i de två scenarierna år 2025, i ett större område in mellan husen i worst case-scenariot (2B). I 2035-scenarierna överskrids inte miljökvalitetsmålet vid planområdet.



Figur 4 Årsmedelvärde av NO₂ (µg/m³) för a) nuläget och b) 2025 worst case. Röd färg innebär överskridande av MKN (40 µg/m³) och rosa färg överskridande av miljö kvalitetsmålet (20 µg/m³). Svarta rektanglar visar planområdet.

4.1.2 98-percentil dygnsmedelvärde

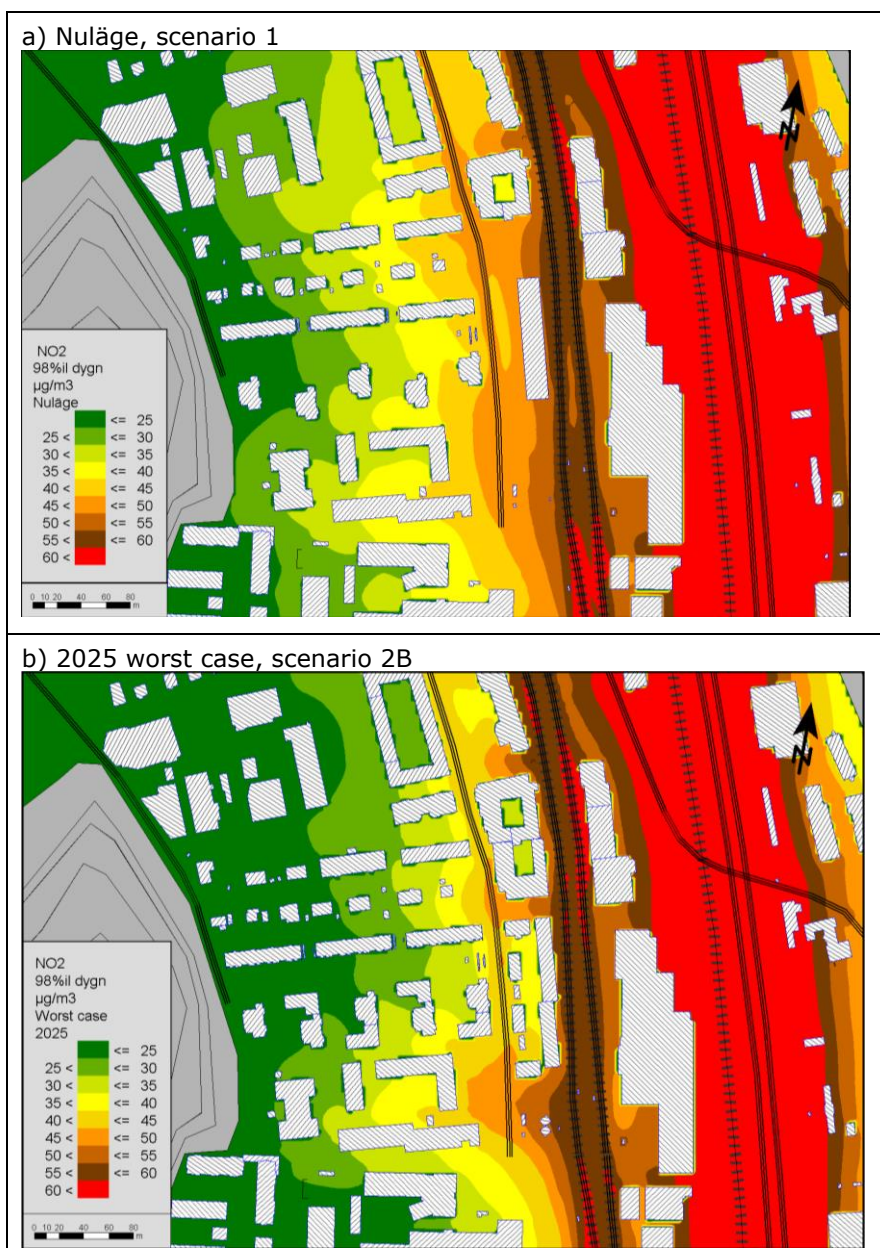
Figur 5 visar haltkartor för 98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO₂, dels för nuläget (a), dels för worst case-scenariot 2025 (b).

I figuren framgår att MKN (60 µg/m³) överskrids i nuläget samt de båda 2025-scenarierna längs med E6. Längs hela Göteborgsvägen tangeras MKN med halter på 55 µg/m³. På några mindre områden mitt på vägen framför de planerade byggnaderna längs Göteborgsvägen överskrids också MKN. Det blir därmed en viss försämring av luftkvaliteten här jämfört med Nu-scenariot. Orsaken är sannolikt att gaturummet blir trängre varför spridningsförutsättningarna blir något försämrade.

Det kan även noteras i Figur 5 att haltskillnaden längs E6 är marginell mellan scenario 1 och 2B. Detta beror på att emissionen för scenario 2B är baserad på 2020 års EF men 2025 års trafikmängd. Eftersom det 2025 förväntas vara mer trafik på E6 men något lägre EF än i nuläget resulterar detta i snarlika emissioner för de två scenarierna på E6. För lokalgatorna blir emissionen lägre eftersom emissionsfaktorerna förväntas bli lägre men även om E6 ligger

en bit ifrån planområdet påverkar emissionerna härifrån relativt mycket. Detta är sannolikt något pessimistiskt räknat men därmed förväntas det ligga en relativt stor säkerhetsmarginal för halten för 2025.

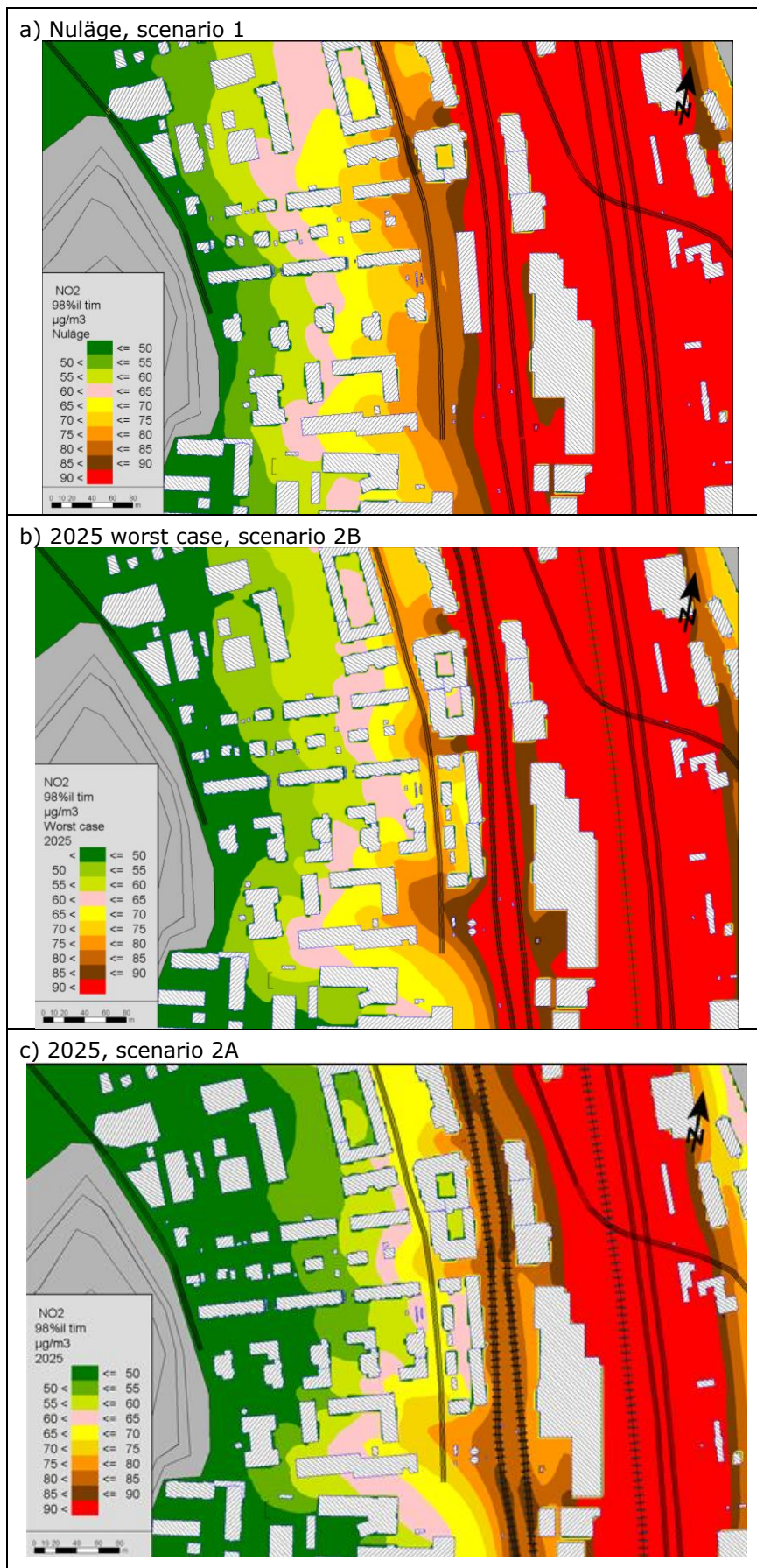
För scenariot 2025 med 2025-års ÅDT och EF (2A) (se Bilagan) sker dock inga överskridanden. I planområdet är halterna lägre mellan 25-55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i nuläget. I 2025- och 2025 worst case-scenarierna (2A resp. 2B) ses maximala halter i planområdet på 50 respektive 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ varför MKN tangeras men överskrids inte. Det sker inga överskridanden av MKN i något av de två 2035-scenarierna där maximala halter är 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 5 98-percentilen av dygnsmedelvärdet av NO_2 för a) nuläget och b) 2025 worst case. Röd färg innebär överskridande av MKN ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.1.3 98-percentil timmedelvärde

I Figur 6 ses haltkartor för 98-percentilen av timmedelvärdet av NO_2 för nuläget (a), 2025 worst case (b) och 2025. Eftersom det i scenariot för worst case 2025 visade så stora områden med överskridande av MKN presenteras även här scenario 2A (ÅDT för 2025 och EF 2025) (c) och inte endast i bilagan.



Figur 6 98-percentilen av timmedelvärde av NO₂ för a) nuläget, b) 2025 worst case och c) 2025. Röd färg innebär överskridande av MKN (90 µg/m³, rosa färg innebär överskridande av miljökvalitetsmålet (60 µg/m³).

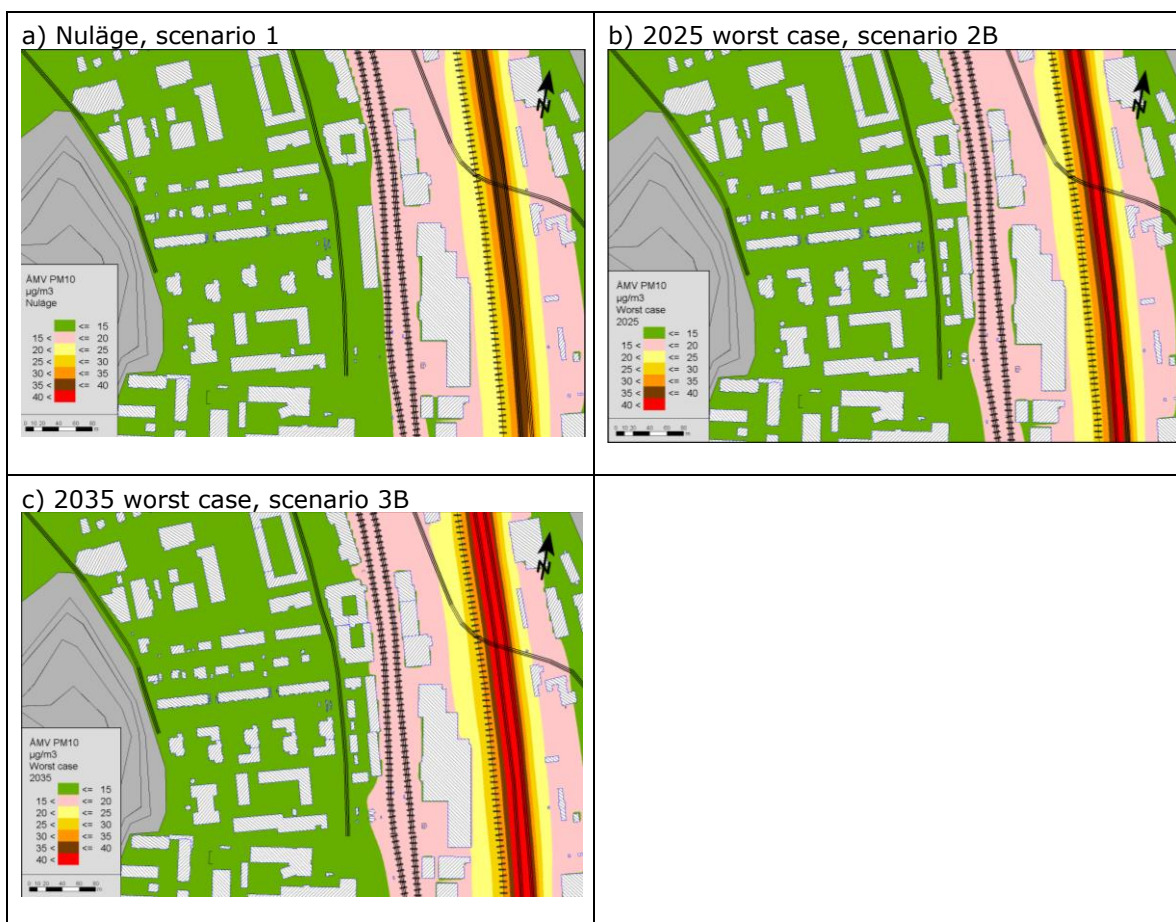
I Figur 6 framgår att MKN ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids i nuläget i hela området mellan Kungsbackaleden och Göteborgsvägen. I 2025 worst case-scenariot (2B) överskrids MKN i ett något mindre men nästan lika stort område som vid nuläget. För 2025-scenariot (2A) ses att MKN överskrids inom ca 60 meter ifrån Kungsbackaleden men det klaras vid Göteborgsvägen. Inget av de två 2035-scenarierna har dock överskridanden av MKN.

Miljökvalitetsmålet ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids i de ovan presenterade scenarierna (nu och de båda 2025 år scenarierna) ett 100 tal meter in i planområdet. För de båda 2035-scenarierna sker endast överskridanden av miljökvalitetsmålet i ett mindre utbredningsområde begränsat till Göteborgsvägen och upp till ca 70 meter kring Kungabackaleden.

4.2 Partiklar, PM_{10}

4.2.1 Årsmedelvärde

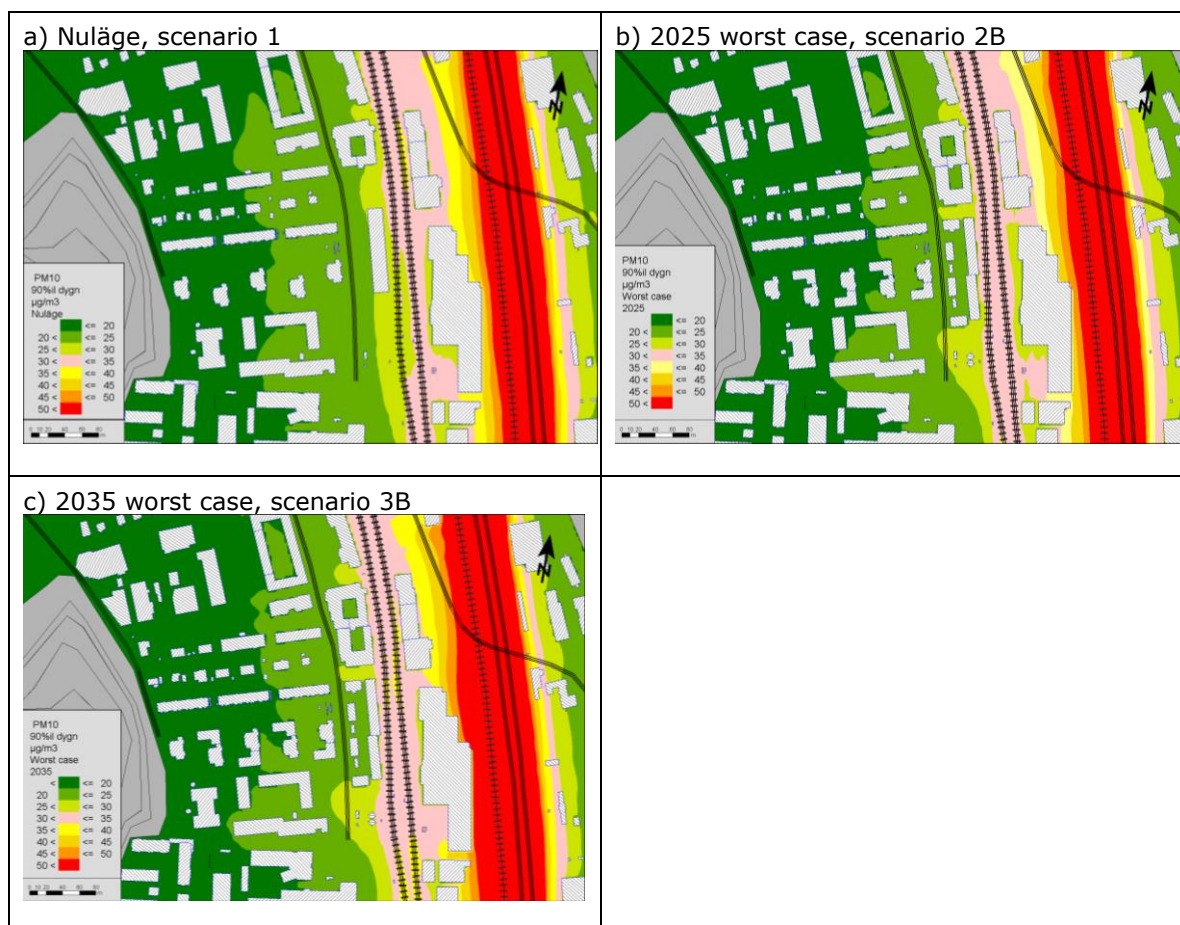
I Figur 7 visas årsmedelvärdet av PM_{10} för nuläget (a), worst case 2025 (b) och worst case 2035 (c). Överskridanden av MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ses endast på Kungsbackaledens vägområde i alla 2025- och 2035-scenarier. De högsta halterna över området ses i de två 2035-scenarierna. Miljökvalitetsmålet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids i alla scenarier längs med och överallt mellan Göteborgsvägen och Kungsbackaleden. I nästan hela planområdet ligger halterna under miljökvalitetsmålet, men tangeringar av denna gräns kan ske vid planområdets östra del.



Figur 7 Årsmedelvärde av PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för a) nuläget, b) 2025 worst case och c) worst case 2035. Röd färg innebär överskridande av MKN ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och rosa färg innebär överskridande av miljökvalitetsmålet ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.2.2 90-percentil dygnsmedelvärde

I Figur 8 ses 90-perentilen av dygnsmedelvärdet i nuläget (a), worst case 2025 (b) och worst case 2035 (c).



Figur 8 90-percentilen av dygnsmedelvärdet av PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för a) nuläget, b) 2025 worst case och c) 2035 worst case. Röd färg innebär överskridande av MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och rosa färg innebär överskridande av miljö kvalitetsmålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Som framgår av Figur 8 är spridningsbilderna för ovan presenterade scenarier relativt lika. MKN ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids endast längs med Kungsbackaleden, med en något större utbredning i 2035-scenarierna.

Miljö kvalitetsmålet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) överskrids längs Göteborgsvägen och ut mot E6 med ökande område för 2035-scenarierna, men skillnaden i utbredningsområde mellan nuläge och framtid är liten. Halterna ligger under miljö kvalitetsmålet i nästan hela planområdet, men tangerar denna gräns vid de östra byggnaderna i planområdet.

5 Diskussion och slutsatser

Kvarteret Mullvaden och Murmeldjuret är belägna i ett trafikintensivt område, i anslutning till Göteborgsvägen och nära E6:an. Vindmönstren och därmed spridningsförutsättningarna i området påverkas av att dalgången i höjd med kvarteret är relativt smal och omges av sluttningar och berg på bägge sidor, vilket kan försämra omblandningen och tillförsel av frisk luft.

Scenarierna som har beräknats omfattar flera möjliga utvecklingsvägar avseende trafikutvecklingen (ÅDT) och den tekniska utvecklingen (EF). För båda prognosåren har två olika

scenarier beräknats, ett normalt scenario där ÅDT och emissionsfaktorer (EF) gäller för samma år, (dvs. 2025 eller 2035, A-scenarierna) och för worst case-scenarierna (B-scenarierna) där ÅDT är för 2025 respektive 2035 kombinerad med EF för 2020 respektive 2030. Genom worst-case-scenarierna har högre emissioner antagits där risken att minskningen av utsläppen från bensin och dieseldrivna fordon samt övergången till eldrivna fordon kan ske i en långsammare takt än vad Trafikverkets prognosmodell HBEFA föreslår. I detta scenario har alltså 5 års sämre emissionsutveckling antagits vilket rekommenderats av Miljöförvaltningen.

För beräkning av totala halter för planområdet har en s.k. urban bakgrundshalt adderats till de lokalt beräknade haltbidragen. Då den urbana bakgrundshalten varierar över staden och mätningar endast finns på några få platser måste en platsspecifik urban bakgrundshalt för kvarteret Mullvaden uppskattas. I denna utredning har den urbana NO₂-bakgrundshalten för planområdet baserats på mätningar vid Göteborgsvägen i höjd med Mölndals centrum tillsammans med de spridningsberäkningar som gjordes inom Luftvårdsprogrammet 2015. Spridningsberäkningarna användes för att transformera den urbana bakgrundshalten från Mölndals centrum till beräkningsområdet. Mätningarna vid Göteborgsvägen ligger nära vägen och inkluderar således även det haltbidrag som kommer ifrån denna närliggande Göteborgsvägen. Då både Luftvårdsprogrammets spridningsberäkning och mätningarna inkluderar lokala halter måste dessa halter korrigeras för att inte dubbelräkna det lokala bidraget från vägen. Detta gjordes med hjälp av beräkningen som gjordes för kvarteret Mullvaden 1 m.fl. Genom att subtrahera det bidrag som beräknats i det aktuella planområdet (med CFD-modellen) från den uppskattade storskaliga urbana bakgrundshalten antas risken för dubbelräkning vara liten.

Även den urbana bakgrundshalten för PM₁₀ fick beräknas, med hjälp av mätningar gjorda 2011 på Nellickevägen och Femman i Göteborg. Nellickevägen är beläget ca 2-3 km norr om kvarteret. Då mätningarna är från 2011 har halterna korrigerats till 2016 års värden med hjälp av den haltutvecklingen som har skett på Femman under de senaste åren.

Resultaten för årsmedelvärdet av NO₂ visar att det inte föreligger någon risk för överskridanden av MKN, varken för nuläget (scenario 1) eller för worst-case beräkningen år 2025 (scenario 2B). Genom kvarterets avlånga form samt att det är endast kortsidan som vetter mot Göteborgsleden får stora delar av området ganska låga halter. Det blir också tydligt i spridningsbilden hur de framtida byggnader som ska uppföras längs med Göteborgsvägen minskar spridningen av föroreningar mot kvarteret och bidrar till att sänka halterna i området bakom. För 98-percentil dygn och timme är bedömningen att risken för överskridanden av MKN i de delarna av området som ligger närmast vägen inte kan uteslutas i scenario 1 och 2B. Halterna närmast Göteborgsvägen tangerar MKN avseende 98-percentil dygn. För 98%ilen för timmedelvärdet överskrider dock MKN i worst case scenariot (2B) men klaras i 2A. År 2017 uppgaderades Trafikverkets emissionsmodell HBEFA (till version 3.3) för att kompensera för underskattade EF. Vid en jämförelse som COWI då gjorde mellan emissioner beräknade med 3.3 och den tidigare 3.2 hade den tidigare versionen underskattat emissionen med tre år för vägtyper snarlika de som finns i det här aktuella planområdet. Om detta resonemang appliceras här ligger sannolikt ligger sanningen någonstans mitt emellan resultatet för scenario 2A och 2B. År 2035 förväntas dock halterna sjunka betydligt, enligt både scenario 3A och 3B.

Avseende PM₁₀ ligger årsmedelhalterna och 90-percentilen av dygnsmedelvärdet i allmänhet väl under MKN för scenario 1, 2B och 3B. Till skillnad från NO₂ ökar dock partikelhalten från nuläget till 2035 vilket är förväntat. Detta orsakas av ökande antal bilar vilket leder till ökad uppvirvling, s.k. resuspension, av partiklar från vägbanan och därmed högre partikelhalter. I fallet för PM₁₀ är detta den största källan där direkta partikelemissionen från själva motorn är förhållandevis liten. Därför är det endast en marginell skillnad mellan A-scenarierna och B-

scenarierna för de två prognosåren, eftersom ÅDT är densamma i båda scenarierna. Dock minskar även motorns EF för partiklar med tiden, men förbättringen är inte i samma storleksordning som förbättringarna som ses för NO_x-emissioner.

6 Referenser

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (2001) *Massnahmen zur Reduktion von PM10-Emissionen*. Schlussbericht. BUWAL Abteilung Luftreinhaltung und NIS, January, 2001.

Fridell, E., Ferm, M., Björk, A., & Ekberg, A. (2010). *Emissions of particulate matter from railways – emission factors and condition monitoring*. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Volume 15, Issue 4, June 2010, Pages 240–245

Gustafsson, M. m.fl. (2007). *Järnvägens föroreningar – källor, spridning och åtgärder. En litteraturstudie*. VTI rapport 602.

Gustafsson, M. m.fl. (2006). *Inandningsbara partiklar i järnvägsmiljö*. VTI rapport 538.

Göteborgs Stad (2017). Frisk luft – Indikatorer,
<http://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/goteborgs-tolv-miljomal/frisk-luft/indikatorer/>
hämtad 2017-10-09

Haeger-Eugensson m fl (2017). *PM Bemötande av synpunkter avseende luftkvalitet för kvarteret Tändstickan*. COWI rapport A070992 2017-09-10.

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. (2010): Vägtrafikens bidrag till kvävedioxid- och partikelhalter vid Gårda. För Trafikverket Region Väst. IVL-rapport U2764.

Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad (2017). *Luftkvaliteten i Göteborgsområdet, årsrapport 2016*. R 2017:06.

Naturvårdsverket (2014). *Luftguiden. Handbok för miljökvalitetsnormer för utomhusluft*. Handbok 2014:1

NFS 2013:11: Naturvårdsverkets författningssamling. ISSN 1403-8234.

Olofson, H. (2017). *Ren regionluft – Beräkningar av kvävedioxid i Mölndals kommun 2015*. Miljöförvaltningen Göteborg. R 2017:10.

SFS 2010:447. Luftkvalitetsförordningen.

Stadsbyggnadskontoret Göteborgs stad och Mölndals stad (2013). *Utredning av luftmiljön i Mölndalsåns dalgång år 2020*. Uppdragsrapport 2013:2.

Transphorm. *Report on emission factors for wear particles from railways*. Deliverable D1.2.6, type R.

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

Bilaga A Sammanställning trafikuppgifter

Vägtrafik i området

Gata	ÅDT nu	ÅDT 2025	ÅDT 2035	Andel tung trafik	Hastighet nu (km/h)	Hastighet framtid (km/h)
Kungsbackaleden	85 700	94 400	106 400	10% (Nu) 11% (2025) 12% (2035)	80	80
Göteborgsvägen norra	11 700	13 000	14 400	6 %	70	60
Göteborgsvägen södra	15 200	16 900	18 700	5 %	50	60
Fredåsgatan	2 500	2 700	3 000	4 %	50	50
Soltorpsgatan	300	300	300	3 %	50	50
Flöjelbergsgatan	4 900	4 900	4 900	10 %	40	40

Tågtrafik på Västkustbanan

Tågtyp	ÅDT nu	ÅDT 2025	ÅDT 2035	Medellängd (m)
Godståg	12	25	37	512
Persontåg	156	197	248	142
Totalt	168	222	285	-

Spårvagnar på Göteborgsvägen

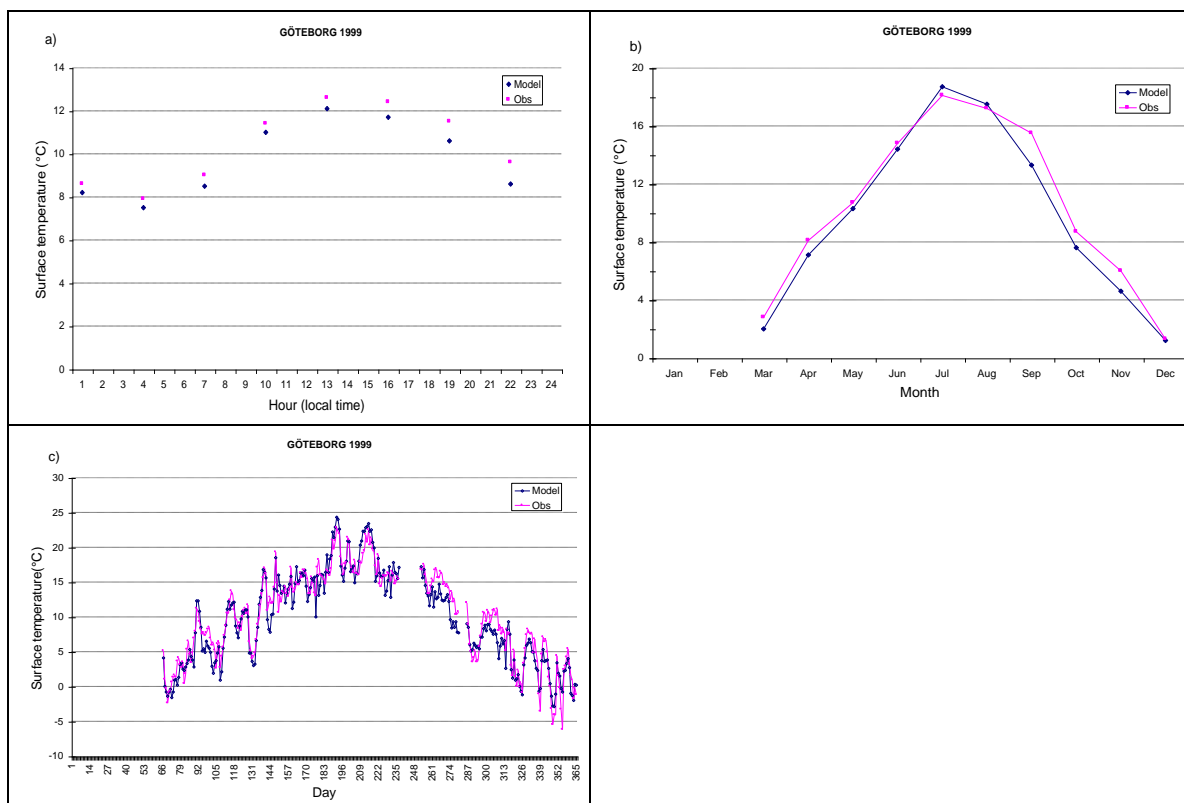
Tid på dagen	ÅDT nu	ÅDT 2025	ÅDT 2035
Kl. 00-06	21	22	23
Kl. 06-12	138	144	150
Kl. 12-18	153	159	167
Kl. 18-00	101	105	110
Totalt	413	430	450

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 kallluftflöden 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. 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)).



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

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

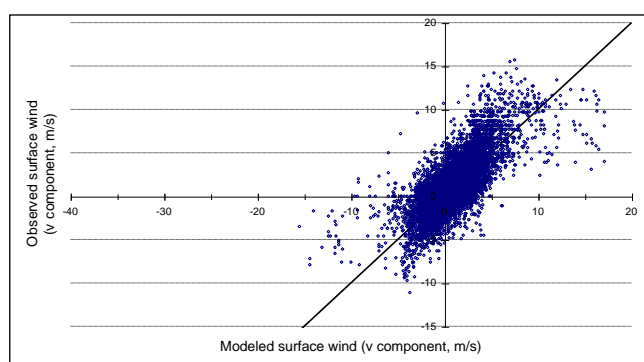
form av diagram och tabeller både som årsmedelvärden och olika percentiler (dygn respektive timmedelvärden).

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.

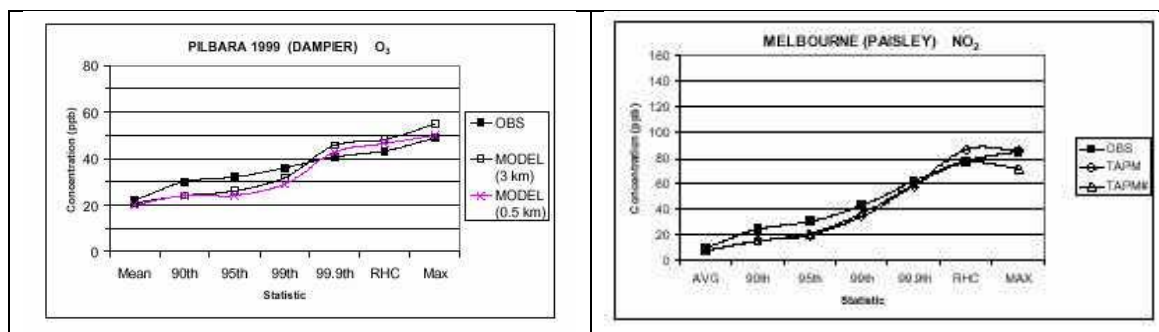
I Chen m.fl., (2002) gjordes även en jämförelse mellan uppmätta (med TAPM) och beräknade parametrar. I figur A.1 presenteras jämförelsen av temperatur i olika tidsupplösning.

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.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 Beskrivning MISKAM-modellen

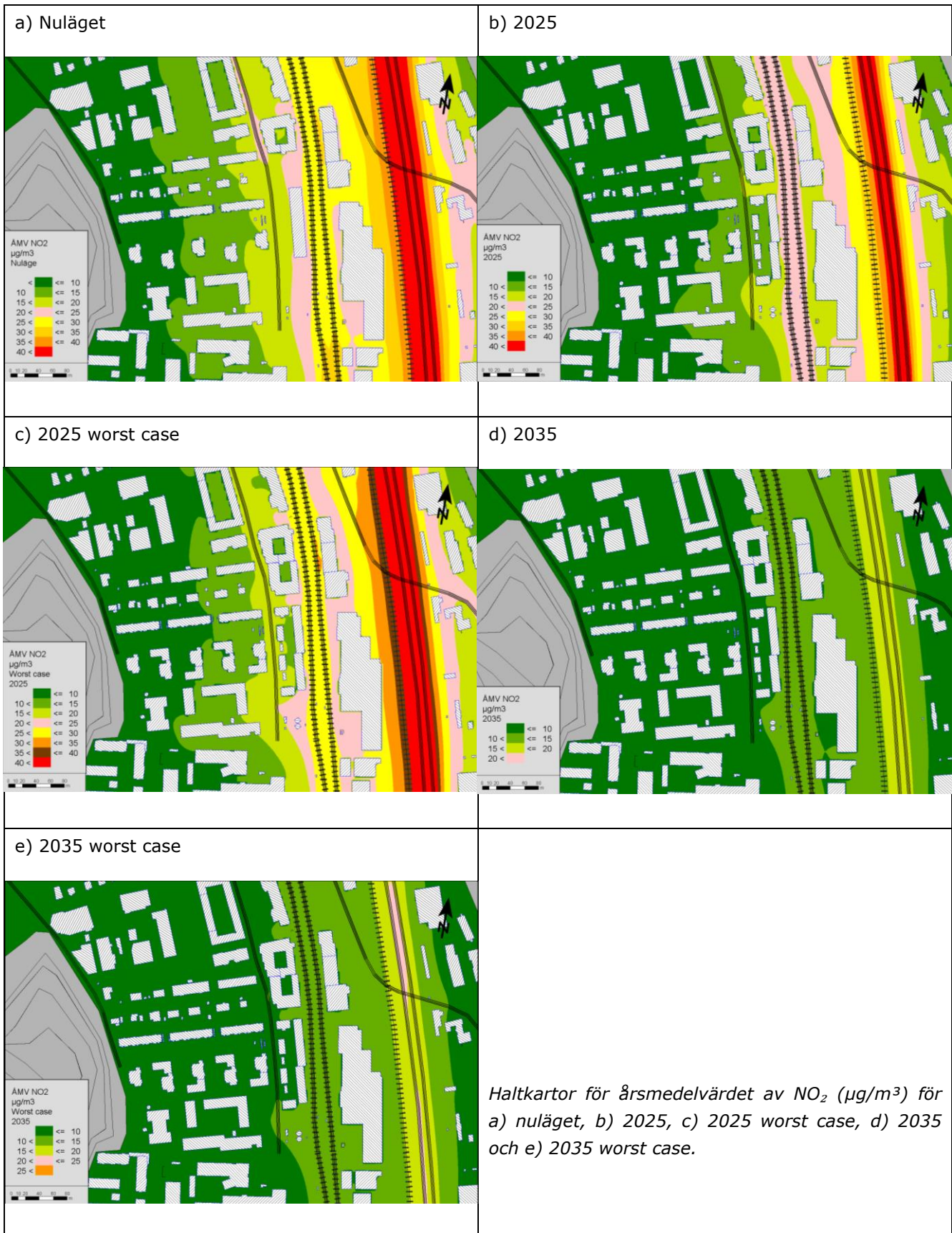
MISKAM (Microscale Climate and Dispersion Model). MISKAM-modellen är en av de idag mest sofistikerade modellerna för beräkning av spridning avseende luftföroreningar i mikroskala. Det är en tredimensionell dispersionsmodell som kan beräkna vind- och haltfördelningen med hög upplösning i allt från gaturum och 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.

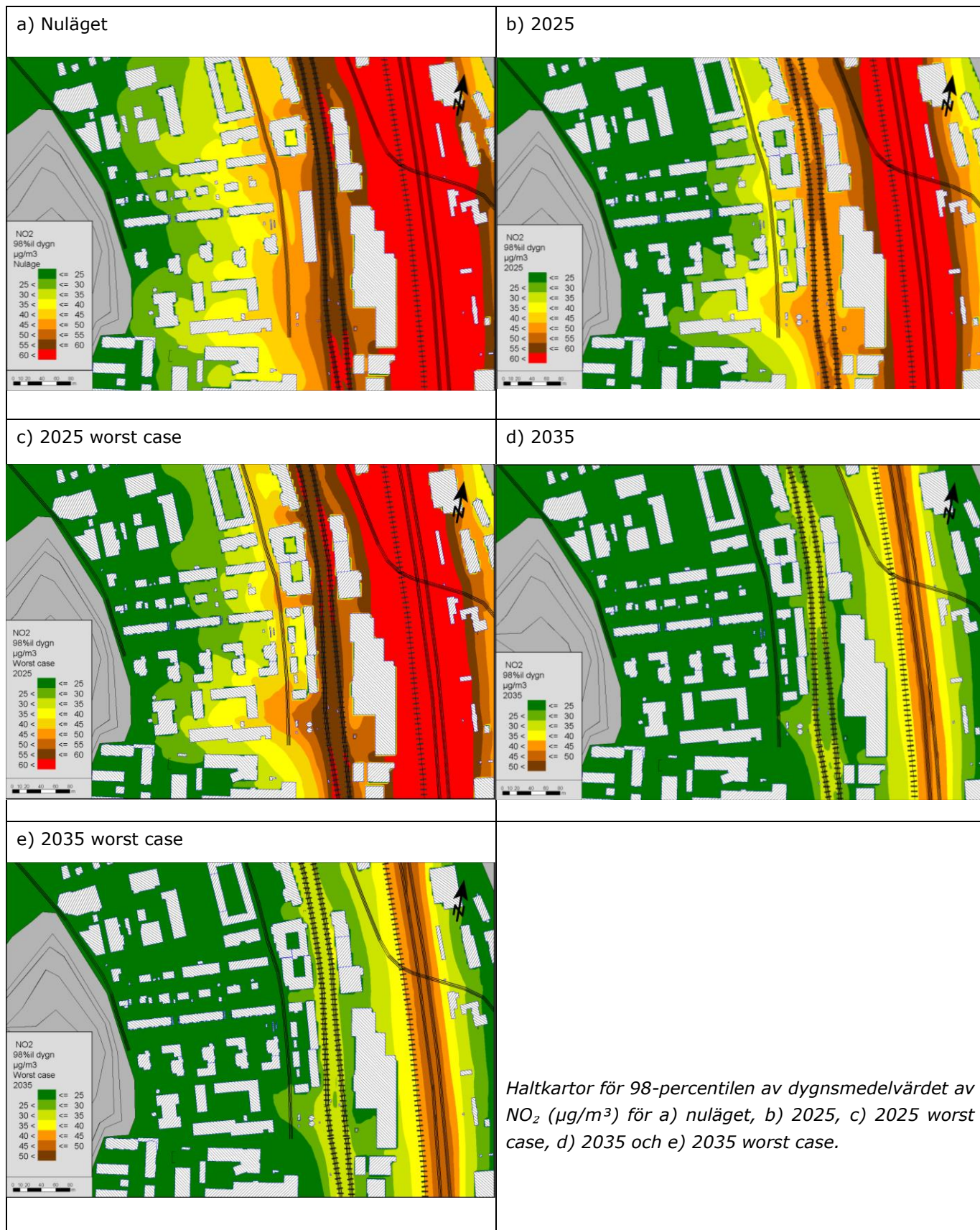
Modellen simulerar ett tredimensionellt vindfält över beräkningsområdet varför t.ex. turbulens runt hus samt s.k. trafikinducerad turbulens och därmed marknära strömningsförhållanden återges på ett realistiskt sätt. Denna typ av modell lämpar sig därmed väl även för beräkningar inom tätbebyggda områden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

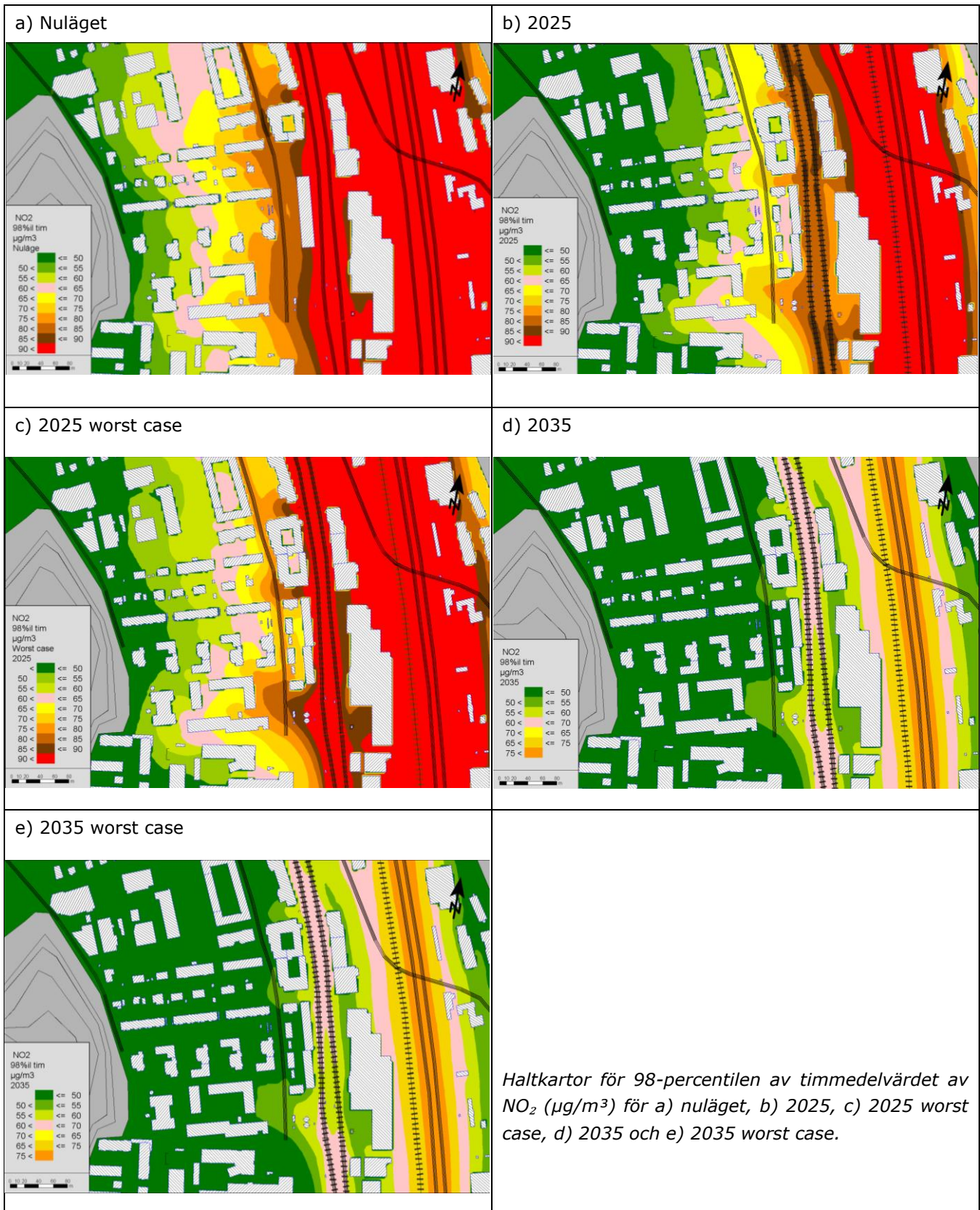
MISKAM är speciellt anpassad för planering i planeringsprocesser av nya vägdragningar eller nybyggnation i urbana områden. Modellen är utvecklad av The Institut für Physik der Atmosphäre of the University of Mainz.

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 D Resultat haltkartor







Haltkartor för 98-percentilen av timmedelvärdet av NO₂ (µg/m³) för a) nuläget, b) 2025, c) 2025 worst case, d) 2035 och e) 2035 worst case.

