

## Luftkvaliteten i Sverige år 2030

Sofi Holmin Fridell, Jörgen Jones, Cecilia Bennet, Helena Södergren, Sven Kindell, Stefan Andersson, Martin Torstensson och Mattias Jakobsson



Pärbild.  
Bilden föreställer gatukorsningen Storgatan-Järnvägsgatan i Örebro.  
Foto: Claes Fridell

METEOROLOGI Nr 155, 2013

## Luftkvaliteten i Sverige år 2030

Sofi Holmin Fridell, Jörgen Jones, Cecilia Bennet, Helena Södergren, Sven Kindell, Stefan Andersson, Martin Torstensson och Mattias Jakobsson



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>SYFTE.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>METODIK REGIONALA BERÄKNINGAR.....</b>	<b>3</b>
4.1	Emissionsdata .....	3
4.1.1	Beskrivning av MATCH och utförda beräkningar.....	5
4.1.2	Utvärdering av MATCH-Europa för 2007-2009 .....	5
<b>5</b>	<b>RESULTAT OCH DISKUSSION REGIONALA BERÄKNINGAR .....</b>	<b>7</b>
5.1	Deposition av svavel.....	7
5.2	Deposition av kväve.....	10
5.3	AOT40 .....	15
5.4	Marknära ozon .....	17
<b>6</b>	<b>METODIK LOKALA BERÄKNINGAR .....</b>	<b>17</b>
6.1	Framställning av data.....	17
6.2	Beräkningsplatser .....	18
6.3	Emissioner och meteorologi .....	22
6.3.1	Emissioner .....	22
6.3.2	Meteorologi .....	22
6.4	Trafikökningar och trafikflöden.....	22
6.5	Modellen SIMAIR .....	22
6.6	Beräkning av PM2.5 .....	23
6.7	Kalibrering av modellberäknade halter mot mätdata.....	24
6.8	Dieselfordon och kväveoxider.....	26
6.9	Dubbdäck och partiklar.....	27
6.10	Känslighetsanalys .....	28
<b>7</b>	<b>RESULTAT OCH DISKUSSION LOKALA BERÄKNINGAR.....</b>	<b>31</b>
7.1	Resultat .....	31
7.1.1	Partiklar PM10.....	31
7.1.2	Partiklar PM2.5.....	31
7.1.3	Kvävedioxid (NO <sub>2</sub> ).....	32
7.2	Jämförbarhet med tidigare studier .....	37
<b>8</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>37</b>
8.1	Regionala beräkningar .....	37
8.1.1	Resultat .....	37
8.1.2	Osäkerheter .....	38
8.2	Lokala beräkningar .....	38
8.2.1	Resultat .....	38
8.2.2	Osäkerheter lokala beräkningar.....	38

8.3	Känslighetsanalys .....	39
<b>9</b>	<b>REFERENSER .....</b>	<b>40</b>
	<b>APPENDIX 1 - LOKALA SCENARION .....</b>	<b>42</b>
	<b>APPENDIX 2 - KÄNSLIGHETSANALYS.....</b>	<b>46</b>
	<b>APPENDIX 3 - ANTAGNA TRAFIKÖKNINGAR 2008-2030 .....</b>	<b>48</b>

## Tabellförteckning

<i>Tabell 1. Sammanställning av miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmålet Frisk luft. ....</i>	<i>2</i>
<i>Tabell 2. Jämförelse mellan modellberäknade och observerade halter av olika komponenter för 2009. Enhet är <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> förutom för AOT 40 som har enheten <math>\mu\text{gh}/\text{m}^3</math> (summan av alla timmar som överskrider 40 ppb under maj-juli multiplicerat med överskridandets storlek). Jämförelsen är gjord för stationer belägna <math>&gt;66^\circ\text{N}</math> för månaderna maj till juli. ....</i>	<i>6</i>
<i>Tabell 3. Jämförelse mellan modellberäknad och observerad våtdeposition av olika komponenter för år 2007-2009 för europeiska stationer. Enhet <math>\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}</math> .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabell 4. Indata till beräkningarna för all undersökta gator.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabell 5. Trafik- och vägdata för alla undersökta gator .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabell 6 Korrekta resultat (<math>\mu\text{g m}^{-3}</math>) för beräkningar utförda inom 2020-projektet för år 2008 och 2020. Värdena inom parentes är de felaktiga värdena rapporterade i 2020-studien.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabell 7. Gator där SIMAIR-beräkningarna har kalibrerats mot mätdata. Korrektionsfaktorerna anger förhållande mätt/beräknat.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabell 8. Korrektionsfaktorer för gator där mätdata saknats.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabell 9. Gator där specialberäkningar har gjorts utan den i basberäkningarna antagna trafikflödesökningen mellan 2008 och 2030. Antagen procentuell ökning i basberäkningarna anges. ....</i>	<i>28</i>

# 1 Sammanfattning

Sveriges luftkvalitet påverkas av lokala och nationella utsläppskällor såväl som av emissioner från Europa. Utsläppen av många luftföroreningar har minskat under de senaste årtiondena tack vare kontinuerligt skärpta emissionskrav. Trots kraftiga minskningar av utsläppen både i Sverige och övriga Europa har inte luftkvaliteten i våra städer, med avseende på kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>) och partiklar (PM10), förbättrats avsevärt det senaste decenniet. Inte heller har t.ex. surheten i Sveriges skogsmarker minskat sedan 1980-talet (Naturvårdsverket, a).

SMHI genomförde under 2011 och 2012 en kartläggning av luftmiljö och deposition fram till år 2020 (Andersson et al, 2011 och Omstedt et al, 2012a). I detta fortsättningsprojekt har kartläggningen gjorts ytterligare 10 år framåt i tiden, till år 2030. Studien behandlar både lokal luftkvalitet och beräkningar av bakgrundshalter och deposition.

Lokala beräkningar har utförts för 46 gator/vägar i eller i nära anslutning till tätortsmiljö. Beräkningarna omfattar halter av kvävedioxid och partiklar (PM10 och PM2.5). Deposition redovisas för svavel- och kväveföreningar uppdelat på total-, våt- samt torrdeposition. Lufthalter inklusive AOT40 redovisas för ozon.

Lokalt uppvisar PM10 flest överskridandena av miljökvalitetsnormerna och miljökvalitetsmålet Frisk luft. Årsmedelvärdet varierar mellan de studerade gatumiljöerna från knappt 10 till 37  $\mu\text{g m}^{-3}$ , och 90-percentilen från knappt 17 till 80  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Miljökvalitetsmålet för PM10 beräknas överskridas i 42 av de 46 studerade trafikmiljöerna.

PM2.5-halterna ligger väl under miljökvalitetsnormen för samtliga studerade trafikmiljöer. Miljökvalitetsmålet överskrids i åtta av de 42 studerade trafikmiljöerna. Årsmedelvärdet varierar mellan 4 och 12  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

För NO<sub>2</sub> varierar årsmedelvärdet i de studerade städerna mellan 6 och 25  $\mu\text{g m}^{-3}$ , 98-percentilen av dygnsmedelvärden mellan 12 och 46  $\mu\text{g m}^{-3}$  och 98-percentilen av timmedelvärdet mellan 16 och 67  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Miljökvalitetsnormerna beräknas inte överskridas i någon av de studerade trafikmiljöerna. Miljökvalitetsmålet Frisk luft för NO<sub>2</sub> avseende 98-percentil timmedelvärden överskrids i 4 av de 46 studerade miljöerna. För årsmedelvärden noteras inget överskridande av målet.

För fyra gator har en känslighetsanalys genomförts där trafikökningen har hållits oförändrad jämfört med år 2008. Uteblivna trafikökningar till år 2030 jämfört med 2008 leder till minskade haltnivåer mellan 3 och 11 % för PM10 och NO<sub>2</sub>. PM2.5 påverkas endast marginellt av förändrade trafikflöden.

Som följd av minskade emissioner kommer deposition av svavel och oxiderat kväve att minska till år 2030. Depositionen kommer vara fortsatt störst i södra Sverige. Depositionen av reducerat kväve kommer på de flesta platser vara oförändrad.

Luftkvaliteten med avseende på marknära ozon kommer att förbättras i Sverige fram till år 2030. Halterna av ozon kommer fortsatt att ligga under miljökvalitetsmålet för ozons påverkan på grödor och skog.

De största osäkerheterna i denna studie antas finnas i emissionsdata, trafikökningar på enskilda gator, fordonssammansättningen (t.ex. andelen dieslbilar) och andelen bilar med dubbdäck. I studien används meteorologin för år 2008 vilket gör att erhållna resultat inte inkluderar variabilitet i meteorologin.

## 2 Bakgrund

Luftföroreningar orsakar skador på människors hälsa såväl som på ekosystem och kulturminnen. Vissa luftföroreningar har även en påverkan på klimatet (värmande eller kylande).

Exponering av luftföroreningar leder bl.a. till ökad risk av hjärt- och kärlsjukdomar samt andningsproblem, vilket i sin tur kan leda till förtida dödsfall, framför allt hos känsliga grupper såsom barn, gamla och sjuka (Russell and Brunekreef, 2009). Deposition av svavel- och kväveföroreningar leder också till försurning och övergödning av mark och vatten (SMHI, a).

Sveriges luftkvalitet regleras på nationell nivå av Luftkvalitetsförordningen (2010:447) vilken styrs av beslut i EU. Trots att luftkvaliteten generellt har förbättrats under de senaste decennierna tack vare kontinuerligt skärpta emissionskrav, bor fortfarande nästan hälften av Europas befolkning i områden där EU:s lagstiftning inte uppfylls. Även den kritiska belastningen för t.ex. försurning överskreds på stora arealer inom unionen, i Sverige utsattes 2010 en femtedel av sjö- och skogsarealen för deposition över den kritiska belastningen (Naturvårdsverket, b).

Under 2013 ska en översyn av Europas luftkvalitetspolitik göras för att fastställa långsiktiga mål för en bättre luftmiljö (Naturvårdsverket, c).

I Sverige följs arbetet med en renare luft upp med två mått; miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmålet Frisk luft. Miljökvalitetsnormer (MKN) är genom Luftkvalitetsförordningen (2010:477) bindande idag. Miljökvalitetsmålet anger istället det tillstånd i miljön som det svenska miljöarbetet ska leda till på lång sikt. Tabell 1 sammanställer haltnivåerna för de gällande miljökvalitetsnormerna och miljökvalitetsmålen.

**Tabell 1. Sammanställning av miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmålet Frisk luft.**

Ämne	Medelvärdetid	MKN	Frisk luft	Anmärkning
NO <sub>2</sub>	1 timme	90 µg/m <sup>3</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	Värdet får överskridas 175 gånger per kalenderår. Motsvarar ungefär 98-percentil
	1 dygn	60 µg/m <sup>3</sup>		Värdet får överskridas 7 gånger per kalenderår. Motsvarar ungefär 98-percentil
	1 år	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	
PM10	1 dygn	50 µg/m <sup>3</sup>	30 <sup>1)</sup> µg/m <sup>3</sup>	Värdet får överskridas 35 gånger per kalenderår. Motsvarar ungefär 90-percentil.
	1 år	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	
PM2.5	1 år	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	
	1 dygn		25 <sup>2)</sup> µg/m <sup>3</sup>	
Ozon till skydd för människors hälsa	8 timmar <sup>3)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	70 µg/m <sup>3</sup>	
	1 timme		80 µg/m <sup>3</sup>	
Ozon till skydd för växtlighet	8 timmar <sup>3)</sup>		10000 µg/m <sup>3</sup>	Genomsnittligt värde under en femårsperiod.
	t.o.m. 2020	18000 (µg/m <sup>3</sup> )*h		
	fr.o.m. 2020	6000 (µg/m <sup>3</sup> )*h		

<sup>1)</sup> Det är inte ännu fastlagt vilken percentil som avses. Efter samråd med Naturvårdsverket bedöms halten motsvara 90-percentil då den ungefär motsvarar WHO:s AQG 50 µg/m<sup>3</sup> som 99-percentil av dygnsmedel.

<sup>2)</sup> Det är inte ännu fastlagt vilken percentil som avses.

<sup>3)</sup> Exponeringsindex AOT 40 uttrycks i mikrogram per kubikmeter luft för en viss tidsperiod och avser värde för summerade överskridanden av en viss halt ozon. Exponeringsindex AOT 40 beräknas på följande sätt. Under perioden från och med den 1 maj till och med den 31 juli varje år ska det för varje timme mellan klockan 08.00 och 20.00 bestämmas ett timmedelvärde för ozonhalten. Varje timmedelvärde bestäms som skillnaden mellan den koncentration av ozon som överstiger 80 mikrogram per kubikmeter luft och 80 mikrogram per kubikmeter luft. Skillnaderna summeras först för varje dag och sedan till en totalsumma för hela perioden.



### 3 Syfte

Detta projekt syftar till att ge ett underlag inför kommande översyn av EU:s luftkvalitetsarbete genom att beräkna lokala halter för NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> och PM<sub>2.5</sub> på 46 gator i 38 tätorter, deposition av svavel och kväve över Sverige samt bakgrundshalter av ozon.

### 4 Metodik regionala beräkningar

I projektet har beräkningar av transport, deposition och halter i luft genomförts. För att kunna genomföra dessa beräkningar har geografiskt upplösta emissionsdata för nutid (2010) och framtid (2030) tagits fram. Utsläppsdata är baserade på EC4MACS utsläppsscenario från IIASA (International Institute for Applied System Analysis, [www.iiasa.ac.at](http://www.iiasa.ac.at)). Scenariot är geografiskt fördelat av EMEP (The European Monitoring and Evaluation Programme, [ww.emep.int](http://ww.emep.int)).

Depositionsdata för totaldeposition av svavel och kväve (uppdelat på våt- och torrdeposition) beräknas med MATCH-modellen. Sveriges bidrag till den totala depositionen urskiljs och redovisas separat.

Halter i luft av ozon har beräknats och redovisas som årsmedelhalter samt AOT40 för skog och grödor.

#### 4.1 Emissionsdata

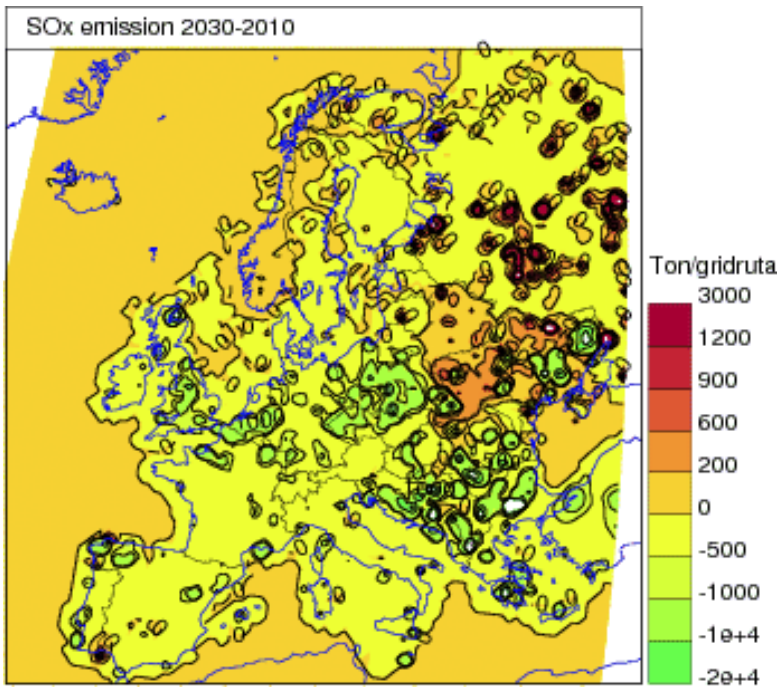
Emissionsdata baserade på EC4MACS scenarier för 2030 finns framtagna av IIASA för hela Europa. De av IIASA framtagna nationella totalerna är fördelade på ett antal sektorer och behöver fördelas geografiskt för att kunna användas i spridningsberäkningar. Detta är gjort av EMEP med en upplösning på 50×50 kilometer.

I Figur 1 till Figur 3 nedan visas kartor över de griddade emissionsdata som använts i beräkningarna. Emissionerna anges i ton per gridruta, där varje ruta representerar en yta på 44×44 kilometer. Kartorna visar skillnader i emissioner mellan nutid och framtid, alltså som differensen i utsläpp mellan åren 2030 och 2010, för svavel, oxiderat kväve respektive reducerat kväve över Europa.

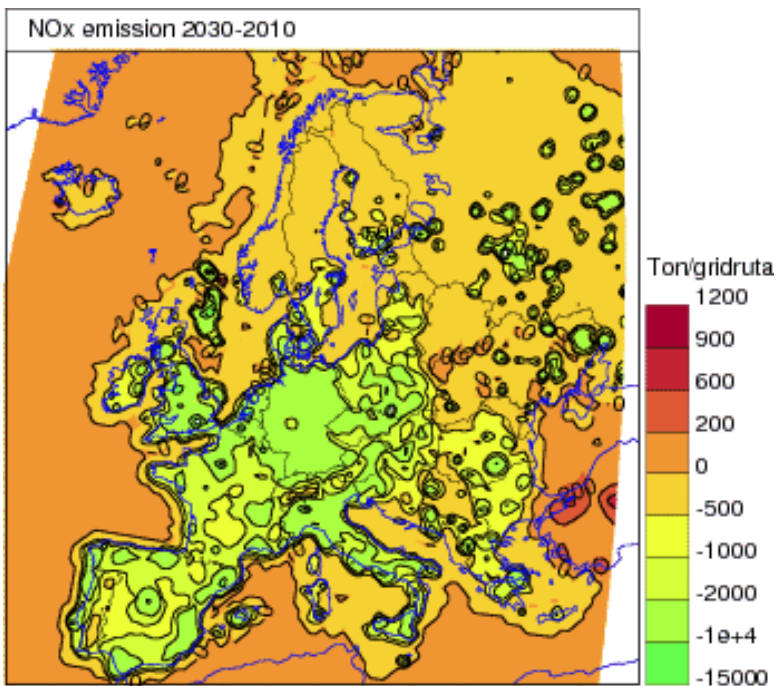
Då det gäller SO<sub>x</sub> (Figur 1) kommer utsläppen att minska i de flesta områden, utom i havsområdena och i östeuropeiska städer. I havsområdena står sjöfarten för den största delen av utsläppen.

Utsläppen av NO<sub>x</sub> (Figur 2) kommer att minska i nästan hela Europa, men öka i havsområdena. Minskningen kommer vara minst i norra och delar av östra Europa.

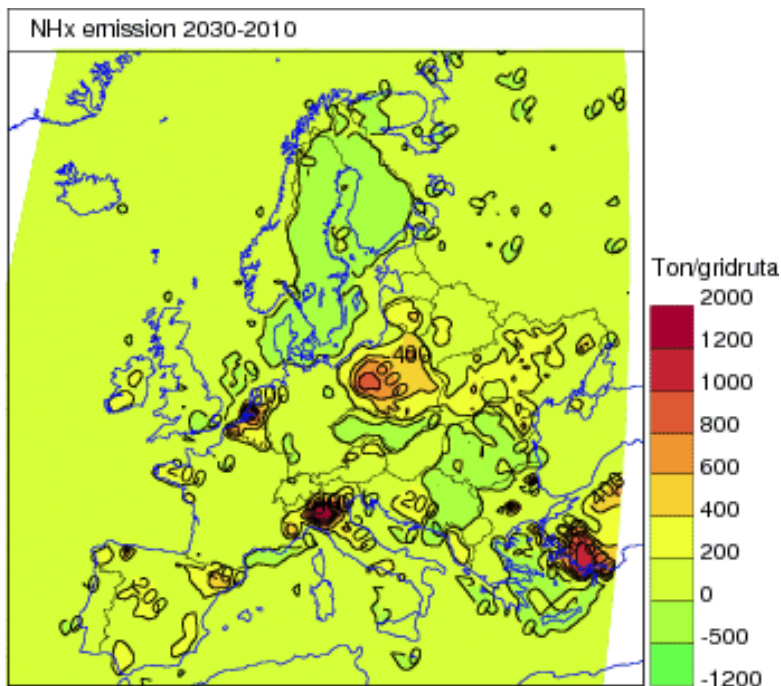
Emissioner av reducerat kväve ökar något i Europa, undantaget vissa delar av norra Europa. Speciellt stora ökningarna kan bland annat ses i norra Italien, Nederländerna och Polen, vilka är stora jordbruksområden (Figur 3). Enligt EMEPs utvärdering av deposition av reducerat kväve i Sverige står t.ex. Polen för 9 % av de totala halterna, och Tyskland med 14 %. Sverige bidrar med 32 % (Gauss et al, 2012).



**Figur 1.** Skillnad i antropogena emissioner av svavel för åren 2010 och 2030. Emissionerna visas som totala emissioner i ton per gridruta (44 x 44 km).



**Figur 2.** Skillnad i antropogena emissioner av oxiderat kväve för åren 2010 och 2030. Emissionerna visas som totala emissioner i ton per gridruta (44 x 44 km).



**Figur 3.** Skillnad i antropogena emissioner av reducerat kväve för åren 2010 och 2030. Emissionerna visas som totala emissioner i ton per gridruta (44 x 44 km).

#### 4.1.1 Beskrivning av MATCH och utförda beräkningar

MATCH är en tredimensionell Eulersk fotokemimodell som används såväl inom svensk nationell miljöövervakning som i studier av luftmiljö inom Sverige, Europa och andra delar av världen. MATCH fotokemimodell kan användas dels på grov skala över hela kontinenter eller mer högupplöst i urban miljö. Modellen innehåller fysikaliska och kemiska processer som styr atmosfärisk kemisk transport och spridning, kemisk omvandling samt våt- och torrdeposition av en rad olika luftföroreningar.

Den fotokemiska modulen i MATCH används för att beräkna den kemiska bildningen och omvandlingen av de svavel- och kväveföreningar som ingår i studien. Modulen innehåller ca 70 kemiska komponenter och 130 kemiska reaktioner. Som drivande meteorologi används SMHIs väderprognosmodell HIRLAMs tre-timmars operationella vädersimuleringar över Europa. För antropogena emissioner används en inbyggd tidsvariation med timupplösning i modellen.

För emissionsåren 2010 och 2030 samt för bidragsberäkningarna beräknas halter och emissioner för tre meteorologiska år (2007-2009) för att minska effekten av meteorologisk variabilitet från år till år.

#### 4.1.2 Utvärdering av MATCH-Europa för 2007-2009

För att säkerställa kvaliteten i resultaten från MATCH-beräkningarna har en utvärdering gjorts för åren 2007-2009. Jämförelser har gjorts mellan mätdata från europeiska EMEP-stationer för åren 2007-2009. I Tabell 2 listas modellerade och observerade halter av olika komponenter som ingår i MATCH fotokemischema, samt relativ bias, vilket antyder korrelationen mellan modell och observation. En låg bias antyder en hög korrelation och vice versa.

Ozon visar relativt liten bias, endast 0.02, medan kväveämnen som kvävedioxid och kvävemonoxid visar högre biases, -0.47 respektive -0.71. Observera att denna bias gäller för utvärdering av många olika stationer och att över- och underskattningar tar ut varandra. Tabell 3 visar resultat från observerad och uppmätt våtdeposition och halt i nederbörd av svavel, oxiderat och reducerat kväve. Osäkerheten är något större i halt i nederbörd än i våtdeposition. Reducerat kväve uppvisar en liten bias på 12 % för våtdeposition.

**Tabell 2.** Jämförelse mellan modellberäknade och observerade halter av olika komponenter för 2009. Enhet är  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  förutom för AOT 40 som har enheten  $\mu\text{gh}/\text{m}^3$  (summan av alla timmar som överskrider 40 ppb under maj-juli multiplicerat med överskridandets storlek). Jämförelsen är gjord för stationer belägna  $>66^\circ\text{N}$  för månaderna maj till juli.

Ämne	Observationsvärde	Modellvärde	Relativ bias	Antal dygnsvärden	Antal stationer
NO	3.05	0.87	-0.71	341	1
NO <sub>2</sub>	1.75	0.92	-0.47	14726	42
NH <sub>3</sub>	0.93	0.59	-0.37	3372	10
NH <sub>4</sub>	0.75	0.48	-0.36	9463	27
TNHx	1.51	1.07	-0.3	13909	42
NO <sub>3</sub>	0.44	0.26	-0.41	7350	21
HNO <sub>3</sub>	0.21	0.09	-0.59	3430	10
TNO <sub>3</sub>	0.59	0.34	-0.43	14953	45
SO <sub>2</sub>	0.71	0.39	-0.44	14276	43
SO <sub>4</sub>	0.6	0.39	-0.35	15333	49
O <sub>3</sub>	59.4	60.8	0.02	35678	101
AOT40	2042	2354	0.15		

**Tabell 3.** Jämförelse mellan modellberäknad och observerad våtdeposition av olika komponenter för år 2007-2009 för europeiska stationer. Enhet  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$

Deposition ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{år}$ )	Medel obs	Medel modell	Relativ bias [%]	RMSD	Rumslig korrelation för tre-årsmedel	Antal stationer
Sox	256	193	-24	161	0.49	64
NOy	276	216	-22	156	0.68	64
NHx	323	290	-12	179	0.59	64

Halt i nederbörd	Medel obs	Medel modell	Relativ bias [%]	RMSD	Rumslig korrelation för tre-årsmedel	Antal stationer
SOx	0.33	0.22	-33	0,17	0.71	64
NOy	0.35	0.25	-27	0,18	0.67	64
NHx	0.42	0.33	-21	0,23	0.56	64

## 5 Resultat och diskussion regionala beräkningar

### 5.1 Deposition av svavel

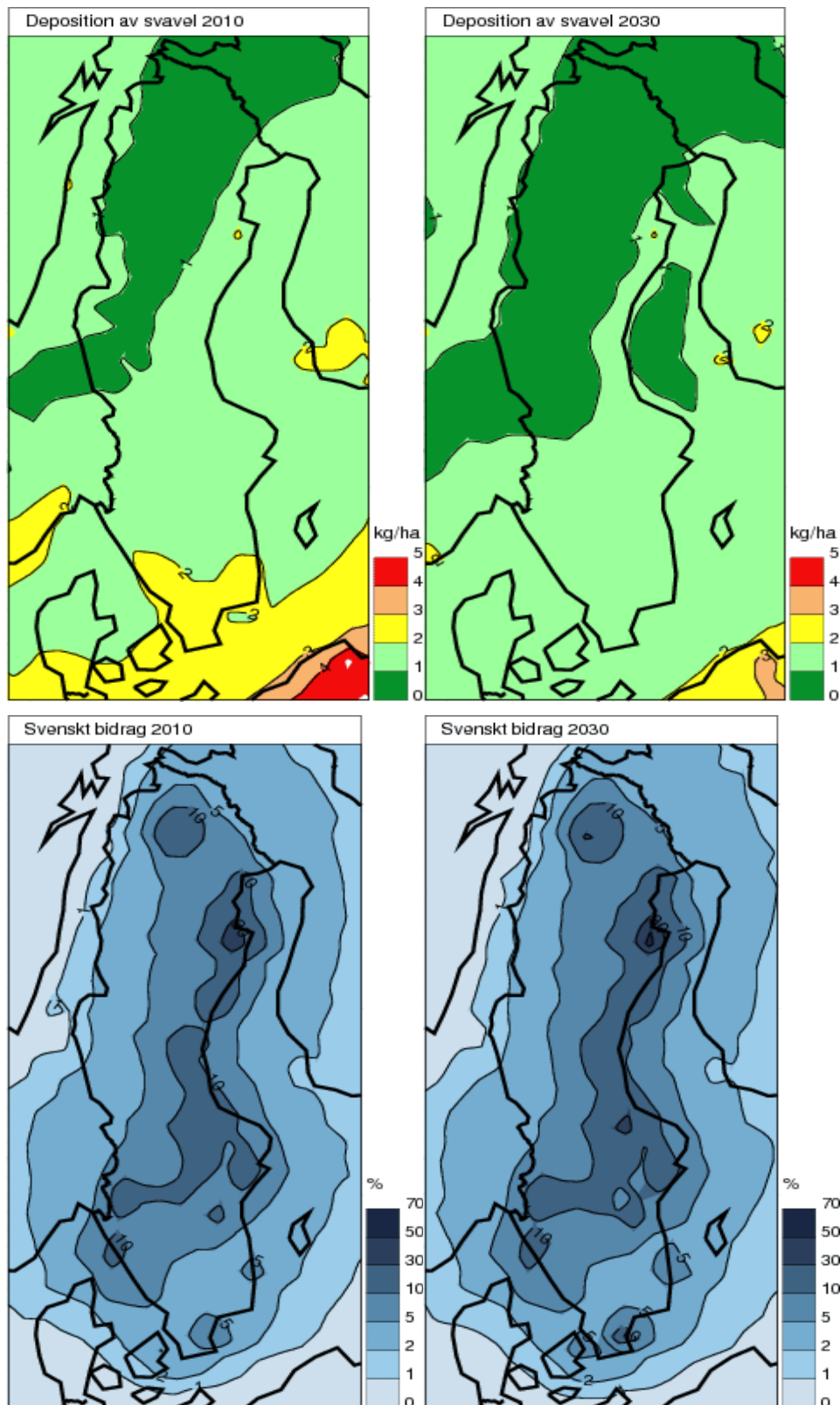
Deposition av svavel leder till försurning av mark och vattendrag och påverkar därför växtlighet och vattenlevande organismers livsvillkor. Förbränning av fossila bränslen är den största källan till svavel. I denna rapport rapporteras svavel från antropogena källor samt naturliga källor i form av vulkaner och dimetylsulfid (DMS) från havet.

I Figur 4 och Figur 5 visas total- respektive torr- och våtdeposition av svavel år 2010 och 2030. Vid beräkningarna för emissionsåret 2030 och vid beräkningarna av Sveriges bidrag till den totala depositionen används tre meteorologiska år (2007-2009). Detta görs för att minska effekten av meteorologisk variabilitet från år till år.

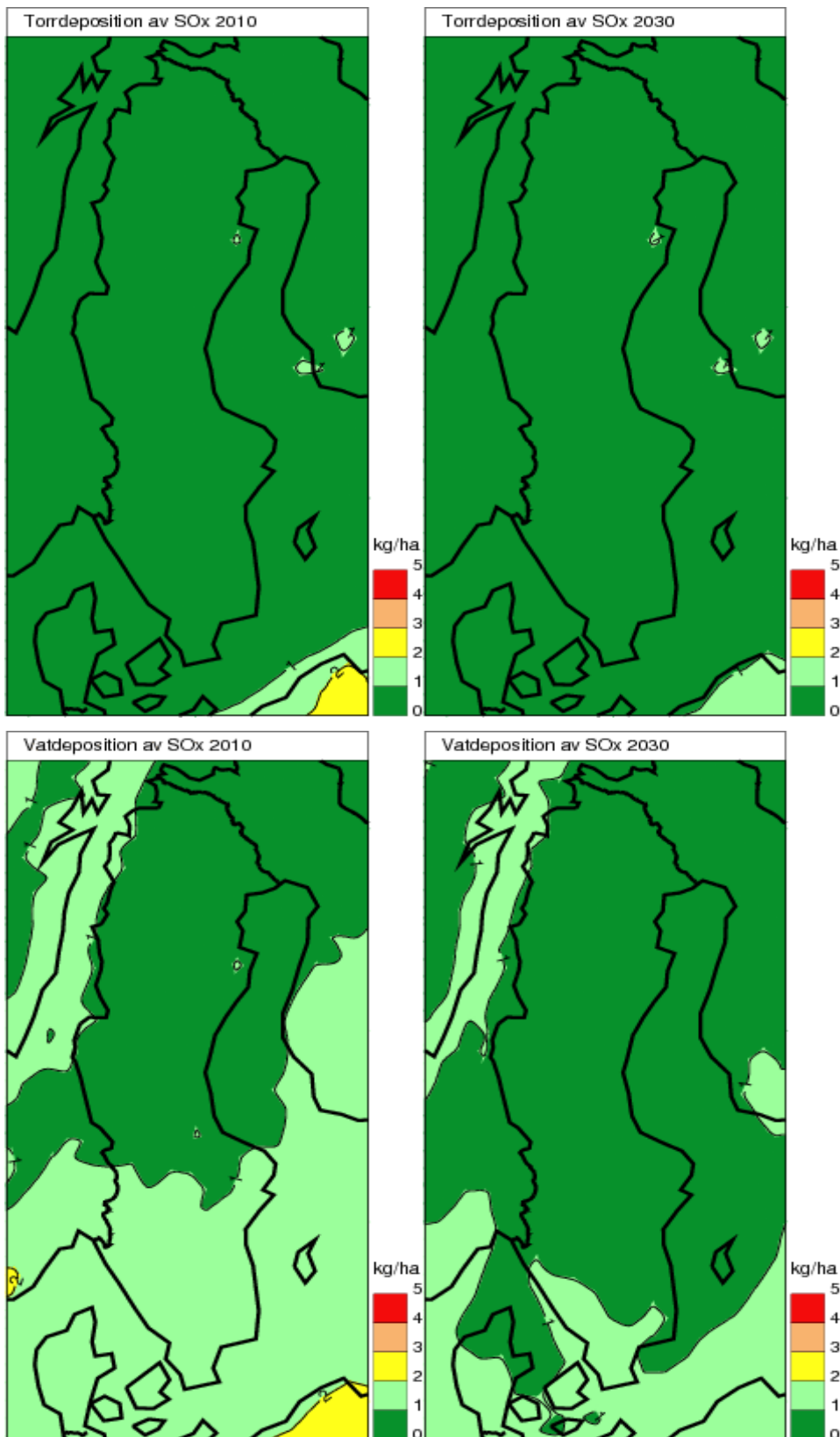
Depositionen i Sverige påverkas till största del av emissioner som ligger utanför landets gränser. Deposition sker i större utsträckning nära utsläppskällor där också lufthalterna är höga, och minskar sedan med avstånd till källan. Detta gör att vi i Sverige ser en minskning av depositionen i nordlig riktning. Endast mycket lokalt runt några stora punktkällor är de svenska emissionerna den dominerande källan till deposition.

Svavelnedfallet kommer att minska till 2030 som följd av minskade emissioner (se Figur 1) och enligt detta scenario kommer då de områden där Sveriges bidrag är betydande öka lite i utsträckning. Notera att sverigebidraget visas som procent av den totala depositionen.

Det utsläppta svavlet kan deponera direkt på omgivande ytor (torrdeposition) samt omvandlas i atmosfären till sulfatpartiklar som antingen faller ner i samband med nederbörd (våtdeposition) eller faller ut (torrdeposition) efter transport av vindar. Den dominerande mekanismen för deposition i Sverige är våtdeposition. De svenska punktkällorna syns tydligast i torrdepositionskartorna.



**Figur 4.** Beräknad svaveldeposition (exklusive havssalt) för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år (2007-2009). Årsackumulerat nedfall för nutid, 2010, visas i övre vänstra hörnet. Årsackumulerat nedfall för framtiden, 2030, visas i högra övre hörnet. De nedre kartorna visar bidraget från svenska antropogena emissioner i procent av den totala depositionen för nutid till vänster och framtid till höger. Depositionshalterna anges i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .



**Figur 5.** Beräknad svaveldeposition (exklusive havssalt) för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år. Årsackumulerad torrdeposition (övre raden) och våtdeposition (nedre raden) av svavel över Sverige för år 2010 (vänster) 2030 (höger). Depositionshalterna anges i  $\text{mg/m}^2$ .



## 5.2 Deposition av kväve

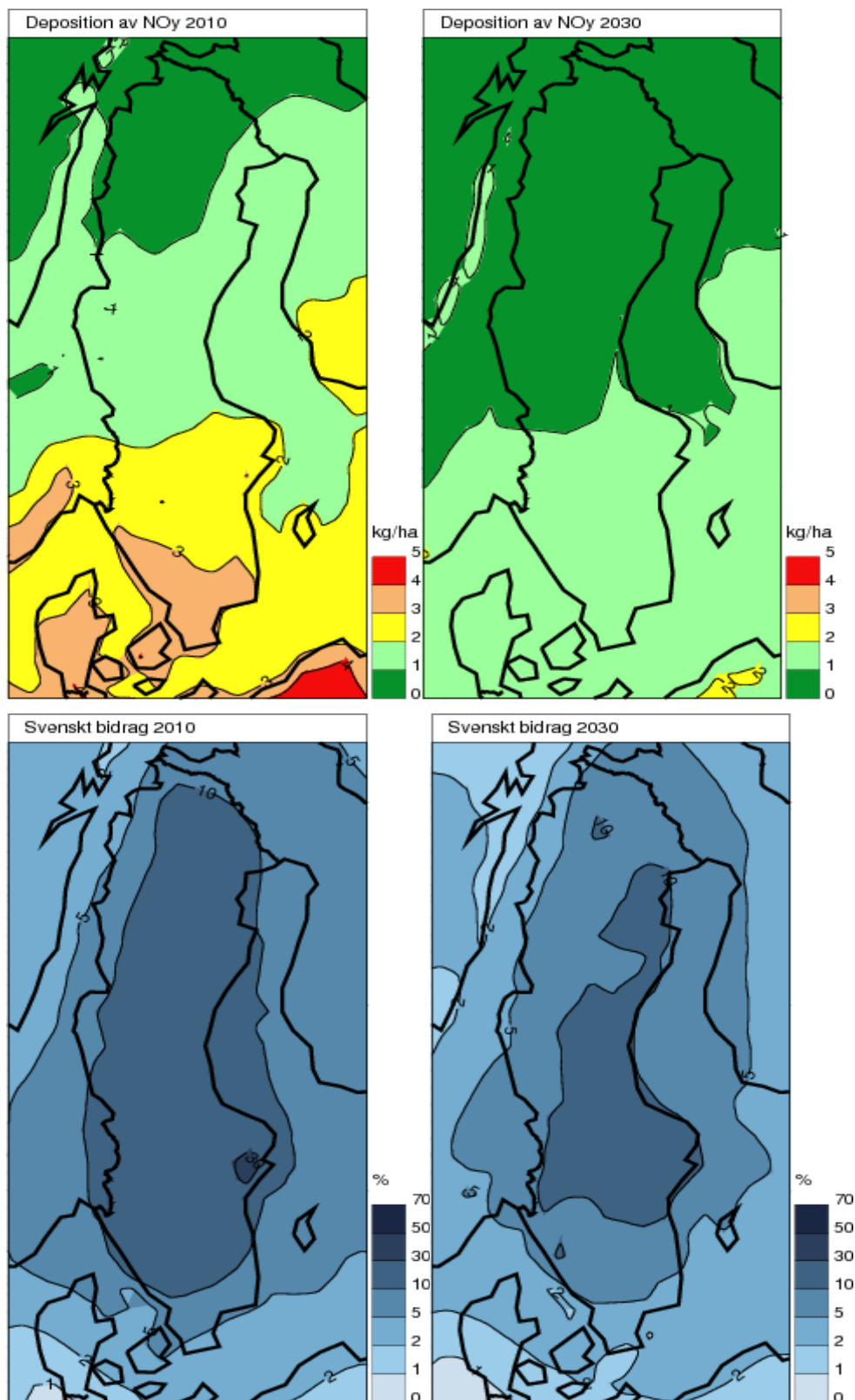
Deposition av kväveämnen verkar både försurande och övergödande på mark och vattendrag. Merparten av utsläppen av oxiderat kväve kommer från person- och lastbilstrafik. Det reducerade kvävet kommer till största delen från jordbruk, men även från vägtrafik. Precis som för svavel påverkas Sverige till största delen av kväveemissioner som släpps ut utanför landets gränser.

Figur 6 och Figur 8 visar deposition för oxiderat respektive reducerat kväve för åren 2010 (vänstra panelen) och 2030 (högra panelen). Figureerna visar den totala depositionen (överst) och Sveriges bidrag (nederst). Depositionen beräknas för tre meteorologiska år (2007-2009) för att minska effekten av meteorologisk variabilitet från år till år.

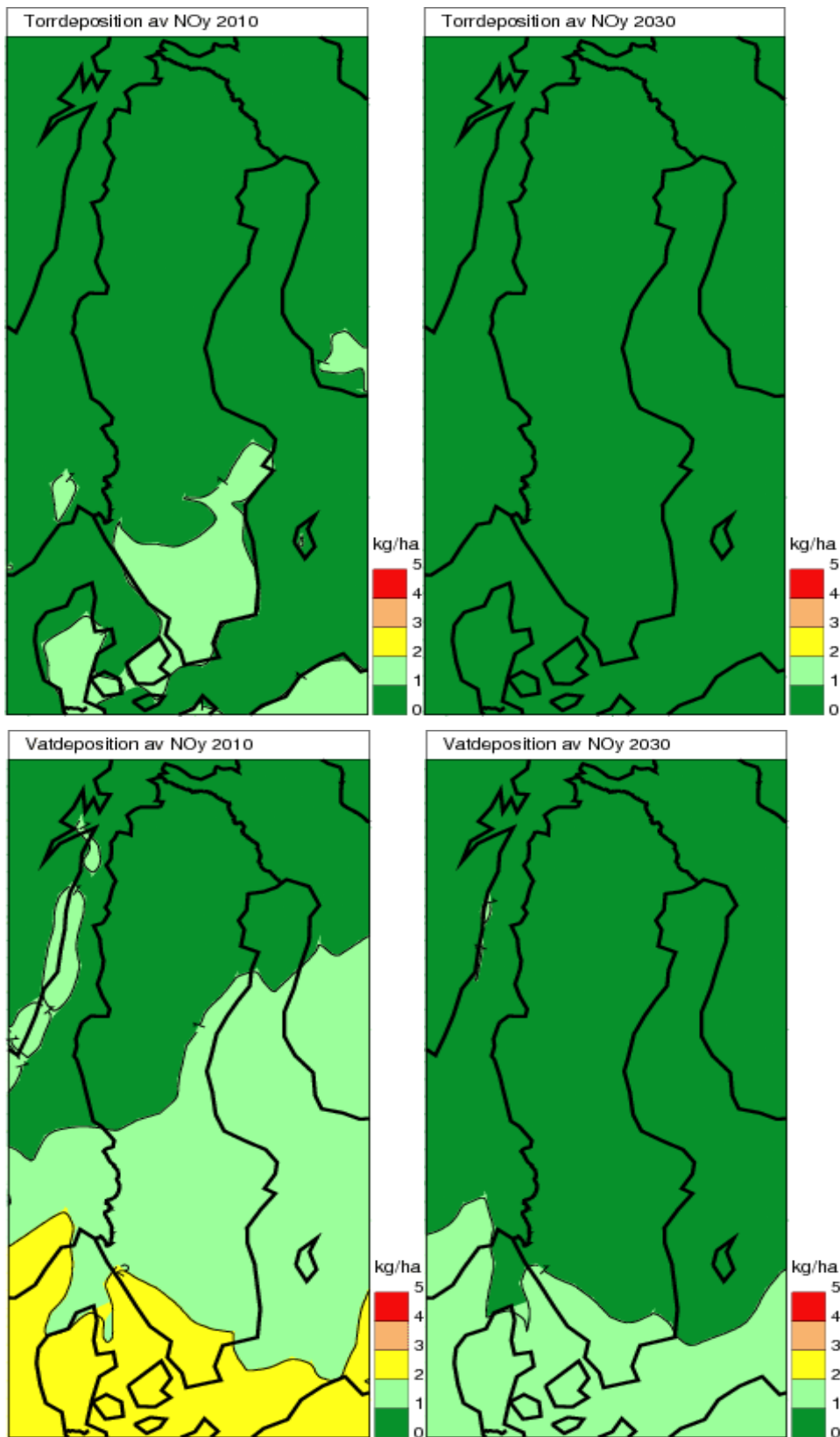
Precis som för svavel kommer den totala depositionen av oxiderat kväve att minska till 2030 som en följd av minskade emissioner. Den största minskningen kommer att ske i de södra delarna av landet, där halterna är som högst. Det är även där den största delen av det långtransporterade bidraget, d.v.s. bidraget från övriga Europa utanför Sveriges gränser, återfinns. Även det svenska bidraget minskar till 2030. De största depositionerna orsakade av de svenska utsläppen av oxiderat kväve återfinns runt Stockholm. Våtdepositionen står för den större delen av nedfall av oxiderat kväve, men både torr- och våtdeposition kommer enligt beräkningarna att minska till 2030 (se Figur 7), speciellt i södra delarna av landet.

Den högsta depositionen av reducerat kväve återfinns i de södra och sydvästra delarna av landet, och de svenska utsläppen återfinns till största delen i södra och mellersta delarna (Figur 8). I motsats till svavel och oxiderat kväve ser det reducerade kvävet inte ut att minska fram till 2030, halterna är relativt oförändrade trots att emissionerna över Sverige och stora delar av Europa minskar (se Figur 3). Detta skulle kunna förklaras av att Sverige påverkas av emissioner från t.ex. Polen och Nederländerna. Ur Figur 8 kan man dock se en antydning till minskning av det svenska bidraget, speciellt i södra Sverige. Både torr- och våtdeposition är relativt oförändrade 2030 jämfört med 2010, men det går ändå att se en knapp minskning av Sveriges relativa bidrag.

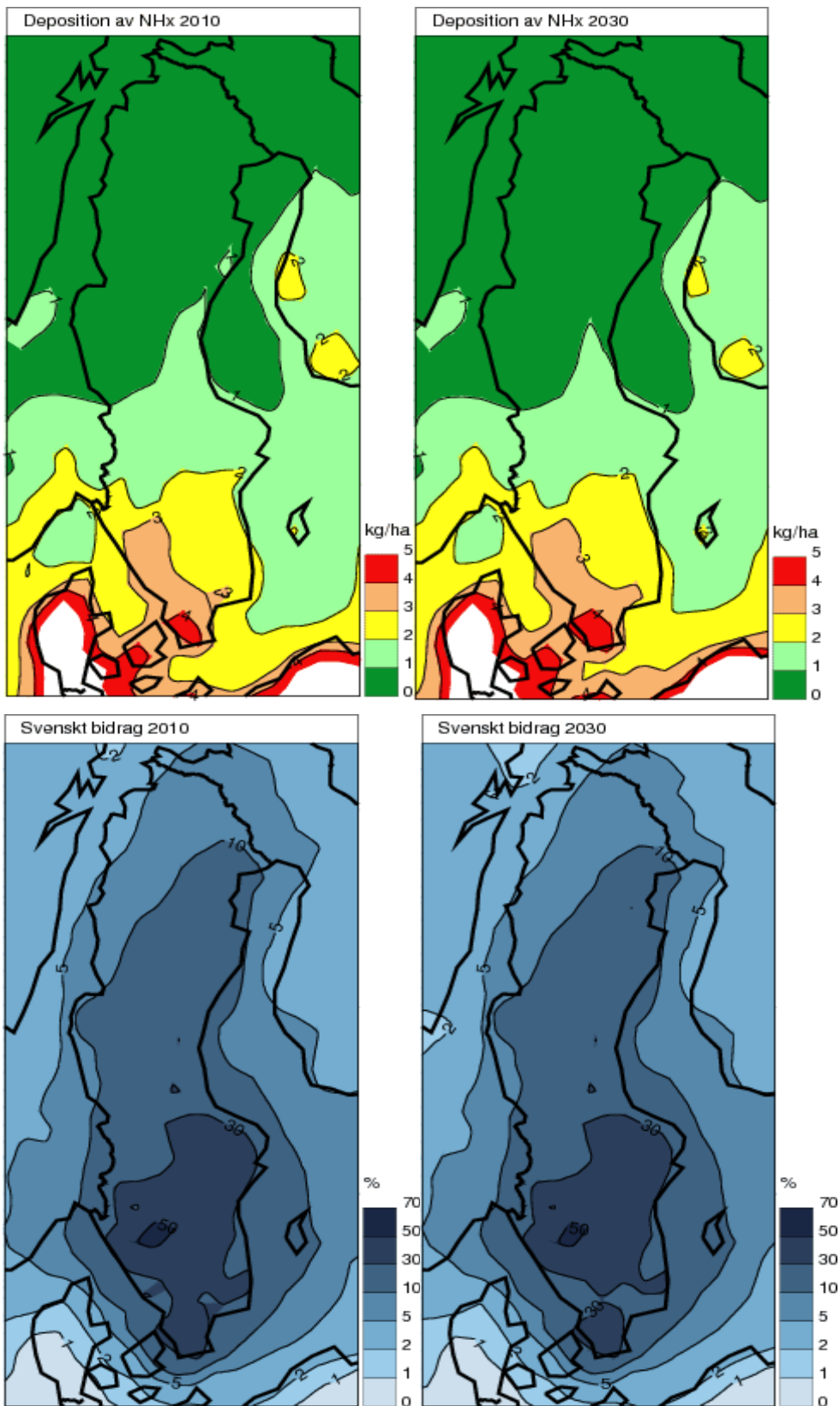




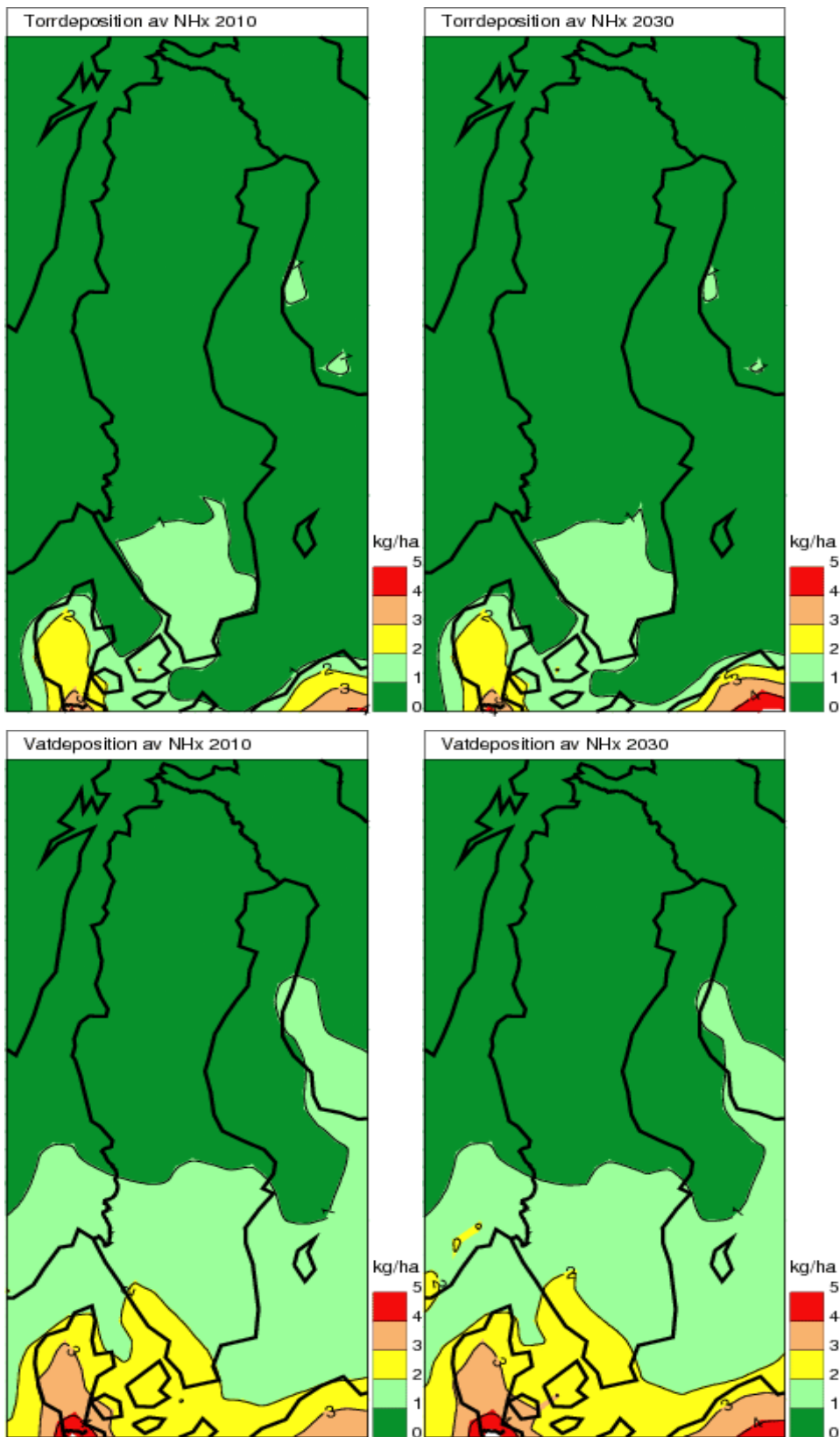
**Figur 6.** Beräknad deposition av oxiderat kväve för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år (2007-2009). Årsackumulerat nedfall för nutid, 2010, visas i övre vänstra hörnet. Årsackumulerat nedfall för framtiden, 2030, visas i högra övre hörnet. De nedre kartorna visar bidraget från svenska antropogena emissioner i procent av de totala halterna för nutid till vänster och framtid till höger. Depositionshalterna anges i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .



**Figur 7.** Beräknad torr- och våtdeposition av oxiderat kväve för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år (2007-2009). Årsackumulerad torrdeposition (övre raden) och våtdeposition (nedre raden) av svavel över Sverige för nutid, d.v.s. 2010 (vänster) och framtid d.v.s. 2030 (höger). Depositionshalterna anges i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .



**Figur 8.** Beräknad deposition av reducerat kväve för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år (2007-2009). Årsackumulerad torrdeposition (övre raden) och våtdeposition (nedre raden) över Sverige för år 2010 (vänster) och år 2030 (höger). Depositionshalterna anges i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .



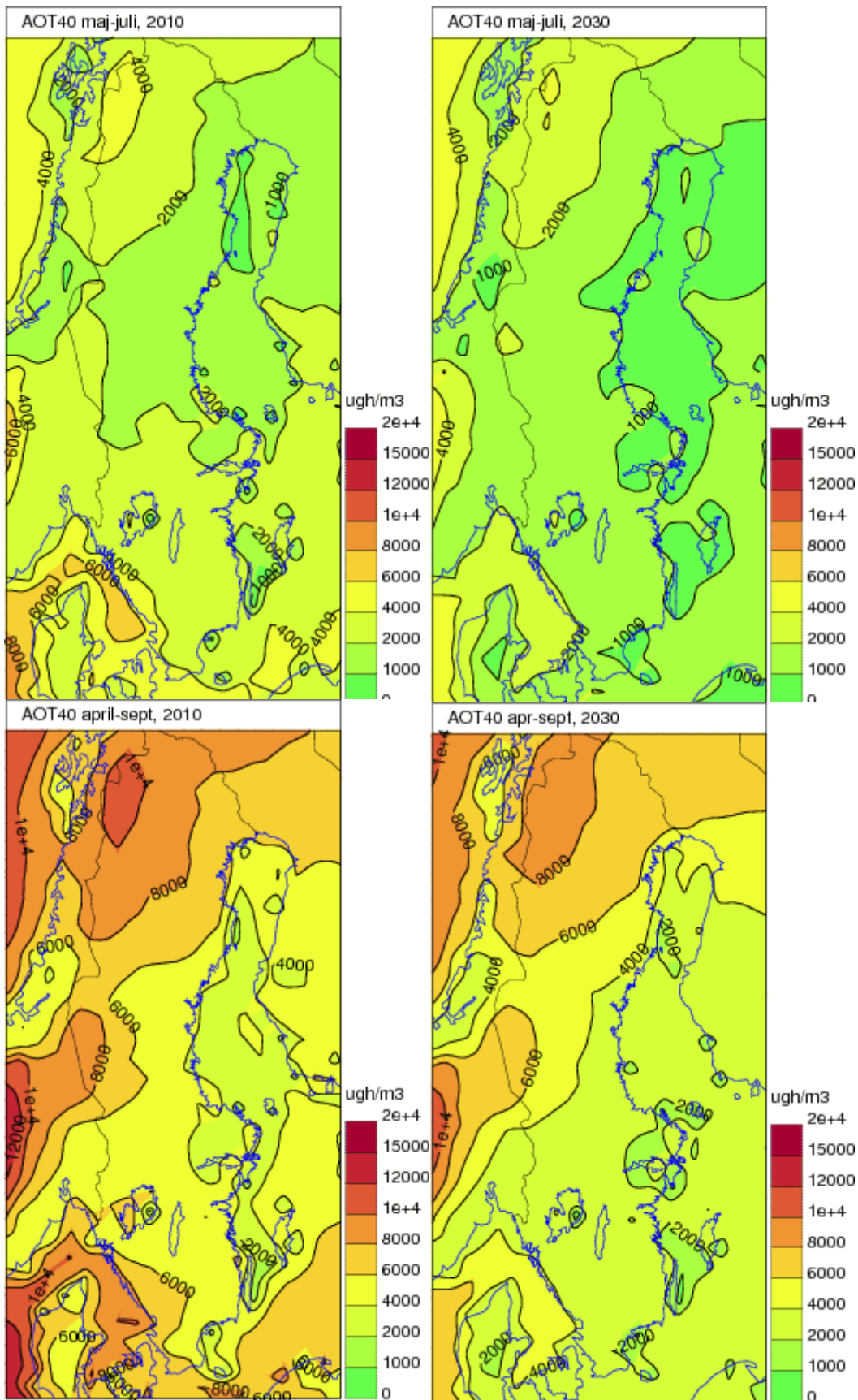
**Figur 9.** Beräknad torr- och våtdeposition av reduceerat kväve för ett år, beräknat som ett medel över tre meteorologiska år (2007-2009). Årsackumulerat nedfall för år 2010 visas i övre vänstra hörnet. Årsackumulerat nedfall för år 2030 visas i högra övre hörnet. De nedre kartorna visar bidraget från svenska antropogena emissioner i procent av de totala halterna för nutid till vänster och framtid till höger. Depositionshalterna anges i  $\text{mg}/\text{m}^2$ .

### 5.3 AOT40

Ozon skadar växtlighet och grödor bland annat genom att följa med in i bladens klyvöppningar då växten tar in luft för fotosyntes. Måttet AOT40 används som en indikator för risk för skador på växtlighet på grund av marknära ozon. AOT40 är ett ackumulativt mått av ozonhalter där överskridandet av tröskelvärdet 40 ppb(v) ( $80 \mu\text{g m}^{-3}$ ) för timvisa ozonhalter under dagtid (8.00-20.00) summeras. Den formel som används är följande,

$$AOT40 = \sum_{n=1,N} \text{MAX}(C_h - 40\text{ppb}(v), 0) \quad (1)$$

där  $C_h$  är ozonkoncentrationen för varje timma  $h$ , mellan klockslagen 8.00 till 20.00. I Figur 10 nedan presenteras de beräknade AOT40 för år 2010 och 2030. Den övre raden visar AOT40 för grödor under tidsperioden maj till juli och den nedre raden visar AOT40 för skog under månaderna april till september. AOT40 förväntas, som ses i figuren, att minska till 2030 jämfört med 2010 som en följd av minskningar i emissioner. AOT40 för grödor under tidsperioden maj till juli överstiger inte  $6000 \mu\text{gh/m}^3$  vilket är preciseringen för miljömålet från och med 2020. För AOT40 över skog under perioden april till september överskrider miljömålspreciseringen i norra Sverige (främst Lappland och Norrbotten) och i de sydliga fjälltrakterna (norra Dalarna, Härjedalen och södra Jämtland). Generellt är AOT40 högre i norra Sverige vilket eventuellt förklaras av ozons låga depositionshastighet över snö.

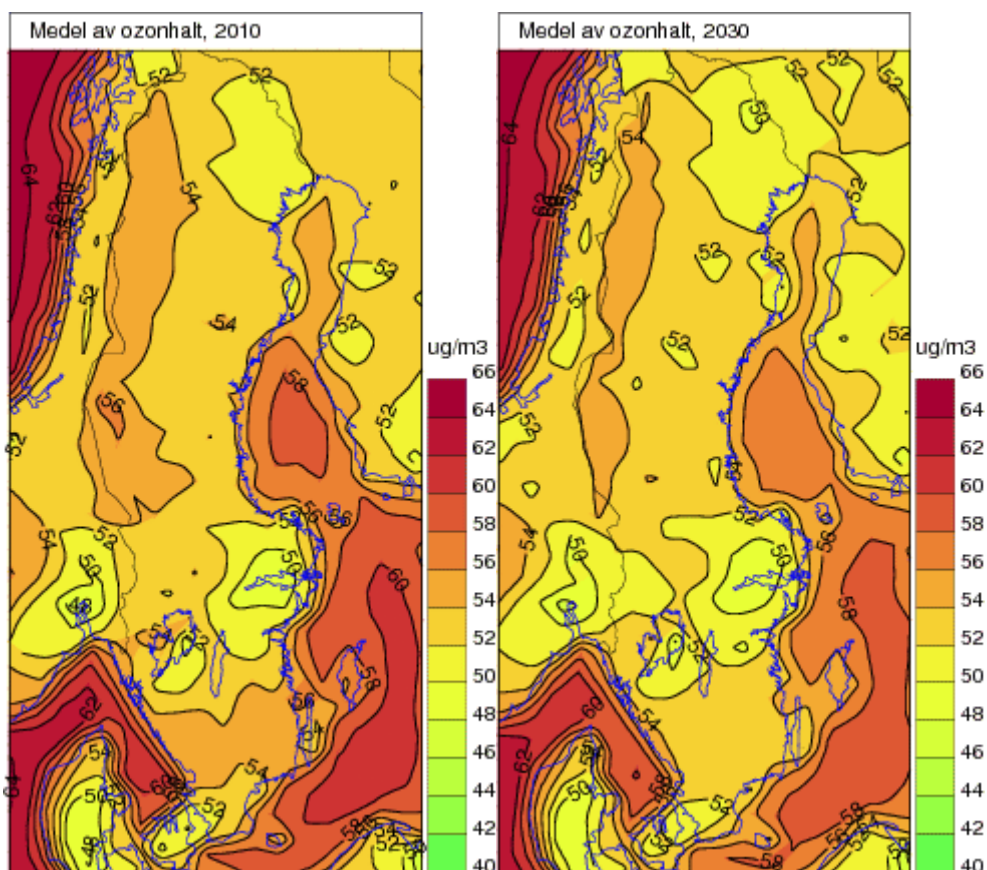


**Figur 10.** AOT40 år 2010 till vänster, och år 2030 till höger, för perioden maj till juli. Beräkningarna representerar ett medel baserat på tre meteorologiska år (2007-2009). Enheten är  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## 5.4 Marknära ozon

Ozon är farligt för människor att andas in, då de reaktiva egenskaperna hos gasen retar slemhinnor. Detta kan utlösa astmaanfall och i värsta fall för tidig död. I Figur 11 presenteras marknära ozon som ett medel över hela året. De högsta halterna av marknära ozon återfinns i södra Sverige och i fjälltrakterna längs Norges gräns. Ozon är en sekundär förorening som bildas en bit från källan där den primära föroreningen emitterades. På grund av detta är halterna av ozon lägre i t.ex. stadsområden som Stockholm, där utsläppen av kväve är större. Ozon har en låg depositions hastighet över snö och vatten vilket kan förklara de höga koncentrationerna över havet och i fjällkedjan.



**Figur 11.** Beräknat medel över sommarhalvåret av marknära ozon för år 2010 till vänster och år 2030 till höger. Beräkningarna representerar ett medel baserat på tre meteorologiska år (2007-2009). Enheten är  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6 Metodik lokala beräkningar

### 6.1 Framställning av data

För att beräkna halterna för år 2030 behövs emissioner på flera skalor. För att ta fram den europeiska intransporten av luftföroreningar har MATCH-modellen använts. Emissionsdata för 2030 har fått från scenariot EC4MACS framtaget av IIASA och geografiskt fördelat av EMEP. I resultatet från MATCH, som består av halter producerade både inom och utanför Sveriges gränser, har den del av halterna som kommer från svenska emissioner tagits bort vilket lämnar det europeiska haltbidraget till Sveriges totala halter. De europeiska haltbidraget är framtaget med en upplösning på  $44 \times 44$  km.

Det svenska bidraget till totalhalterna har erhållits från SMEDs prognosprojekt där totalemissioner år 2030 har tagits fram och fördelats på ämne och sektor. Emissionerna har därefter fördelats geografiskt (ej ännu publicerat av SMED, redovisat till Naturvårdsverket hösten 2012). Den geografiska fördelningen har gjorts i fyra olika sektorer (trafik, uppvärmning av småhus, nationell sjöfart och övrigt) vilket är i enlighet med SIMAIRs sektorsuppdelning. Emissionerna har fördelats med en upplösning på 1×1 kilometer.

PM10 beskrivs inte fullständigt i MATCH-modellen och behöver därför bearbetas med en s.k. 2-dimensionell variationell analys (2dvar-analys). I 2dvar-analysen tas hänsyn till både modell- och mätdata vilka vägs ihop för att få en så god haltapproximation som möjligt. PM10-halterna för 2030 har tagits fram genom att addera skillnaden mellan MATCH-analyserna för 2030 och 2008 till 2d-varanalysen för 2008 enligt

$$C_{2dvar}'_{2030} = C_{2dvar}_{2008} - C_{2008} + C_{2030} \quad (2)$$

där  $C_{2dvar}'_{2030}$  är den PM10-halt som använts i denna studie,  $C_{2dvar}_{2008}$  är den PM10-halt som använts år 2008 efter en 2dvar-analys och  $C_{2008}$  och  $C_{2030}$  är modellerade PM10-halter (utan 2dvar-analys) för 2008 och 2030 respektive.

För att göra om beräknade emissioner till halter har modellen BUM använts. BUM producerar haltdata med en upplösning på 1×1 km.

Det svenska och europeiska bidraget till totalhalterna utgör tillsammans den urbana bakgrunden. För att erhålla halten av en luftförorening i ett gaturum behöver även det lokala bidraget beräknas vilket består av vägtrafikens direkta och indirekta emissioner i gaturummet.

Det lokala bidraget erhålls från modellen HBEFA (HBEFA, web). Faktorer som påverkar det lokala bidraget är t.ex. mängd och typ av trafik, höjden på de hus som omger gatan, dubbdäcksanvändningen samt omfattningen på sandning och saltning vintertid.

## 6.2 Beräkningsplatser

I denna studie har 46 gatumuljörer fördelade på 38 olika tätorter studerats. Gatumuljörerna är desamma som i projektet *Luftkvalitet i Sverige 2020* (hädanefter kallad 2020-studien) som genomfördes på SMHI under 2012 (Omstedt et al, 2012a). Undantaget är Nässjö och Mariestad som ej omfattas av denna studie p.g.a. problem med indata.

Urvalet av beräkningsplatser har baserats på följande kriterier:

- Beräkningsplatsen ligger nära en väg
- Beräkningsplatserna går att beskriva väl med avseende på nödvändig indata
- Beräkningsplatserna är väl spridda över Sverige för att representera olika geografiska förhållanden
- Alla gaturum med mätdata inrapporterad till Naturvårdsverkets datavärd (IVL, web) år 2008 har inkluderats i studien.



Tabell 4 beskriver förhållandena för varje gata där beräkningar skett, mer detaljer finns i Appendix 3 i 2020-studien (Omstedt et al, 2012a). Trafikflödet på varje gata har beräknats utifrån varje kommuns uppgifter om trafikflöden år 2008 vilka redovisas i Tabell 5. Kommunernas uppskattade trafikflöden av personbilar och tung trafik är generellt högre än de flöden som är framtagna av Trafikverket och inlagda i SIMAIR som standardvärde. Kommunernas uppskattning av trafiksituationen torde dock vara rimligare då de oftast är baserade på mätningar och används därför i denna studie.

Generellt kan varje beräkningsplats sägas karaktäriseras enligt nedanstående punkter:

- Flera beräkningsplatser är tämligen hårt trafikerade gator med relativt sluten bebyggelse centralt belägna i tätorter, ex. Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm, Kungsgatan och Östra Promenaden i Norrköping samt Västra Esplanaden i Umeå.
- Några beräkningsplatser är hårt trafikerade infartsleder som är relativt öppna. Exempel på det är Lilla Essingen i Stockholm och Gårda i Göteborg.
- Några beräkningsplatser avser mer typiska innerstadsgator i medelstora och små tätorter med inte alltför hög trafik, ex. Södra Vägen i Kalmar, Västra Boulevarden i Kristianstad, Drottninggatan i Linköping och Storgatan i Sunne.
- I övrigt är alla trafikmiljöer där mätdata har inrapporterats till Naturvårdsverkets datavärd år 2008 med i denna rapport.

Beräkningarna som utförts för varje gata kan dels sägas representera framtida förhållanden på den specifika gatan, under förutsättning att antagandena som gjorts stämmer. Resultaten kan även antas representera liknande gatumiljöer i den aktuella eller liknande tätorten, t.ex. gator med liknande trafikflöden och utformning av gaturummet.

**Tabell 4. Indata till beräkningarna för all undersökta gator**

Tätort	Gata	Hushöjd [m] v/n. sida/ ö/s. sida	Gaturums- bredd [m]	Vägbredd [m]	Antal körfält	Mätstationens placering
Malmö	Dalaplan	20/20	55	30	6	Norra sidan
Kristianstad	V. Boulevarden	0/17	11	9	2	Östra sidan
Landskrona	Eriksgatan	10/8	17.5	7	2	-
Helsingborg	Drottninggatan	15/25	44	19	4	Västra sidan
Karlskrona	N. Smedjegatan	12/10	17	12	2	-
Halmstad	Viktoriagatan	2/11	40	35	4	Södra sidan
Växjö	Storgatan	12/12	34	14	3	Södra sidan
Ljungby	Märta Ljungbergsv	10/7	35	11	2	-
Kalmar	Södra vägen	5/10	22	14	2	-
Jönköping	Barnarpsgatan	10/2	18	8.6	2	Västra sidan
Jönköping	Kungsgatan	15/20	30	25	5	Norra sidan
Visby	Österväg	6/8	30	14	3	-
Linköping	Drottninggatan	15/2	25	10	2	Södra sidan
Linköping	Hamngatan	16/20	35	18	4	Västra sidan
Norrköping	Kungsgatan	12/12	12	8	2	Östra sidan
Norrköping	Ö. Promenaden	17/8	29	20	4	Östra sidan
Göteborg	E6 vid Gårda	10/7	64	28	7	Västra sidan
Göteborg	Sprängkullsg.	10/5	19	12	3	Västra sidan
Borås	Allégatan	15/18	23	15	2	-
Trollhättan	Drottninggatan	18/10	38	20	4	Södra sidan
Karlstad	Hamngatan	20/8	20	14	4	Södra sidan
Karlstad	Ö Torggatan	12/15	27	7	2	Östra sidan
Sunne	Storgatan	0/8	18	9	2	Södra sidan
Karlskoga	Katrinedalsgatan	11/10	21	6	2	Södra sidan
Örebro	Rudbecksgatan	15/3	26	19	4	Södra sidan
Västerås	Stora gatan	14/14	16	10	2	Norra sidan
Eskilstuna	Rådhusstorget	16/16	18	15	2	Norra sidan
Katrineholm	Vasavägen	12/4	25	20	4	-
Södertälje	Turingegatan	20/3	32	24	4	Norra sidan
Stockholm	Hornsgatan	24/24	24	20	4	Norra sidan
Stockholm	Lilla Essingen	Öppen	Öppen	36	8	Södra sidan
Stockholm	Norrlandsgatan	25/25	15	11	2	Västra sidan
Stockholm	Sveavägen	25/25	33	11	2	Västra sidan
Sollentuna	E4 Häggvik	Öppen	Öppen	40	6	Östra sidan
Uppsala	Kungsgatan	20/10	20	14	4	Östra sidan
Borlänge	Siljansvägen	14/0	26	24	4	-
Falun	Gruvgatan	8/8	38	20	4	Södra sidan
Gävle	Staketgatan	10/18	33	28	4	Norra sidan
Hudiksvall	Kungsgatan	10/12	15	12	2	-
Sundsvall	Strandgatan	20/10	38	20	4	Västra sidan
Örnsköldsvik	Centralesplanaden	4/16	32	20	4	Södra sidan
Östersund	Färjemansgatan	16/16	30	25	4	-
Umeå	V Esplanaden	15/15	28	22	4	Östra sidan
Skellefteå	E4	7/3	40	24	4	Västra sidan
Luleå	Smedjegatan	15/12	25	20	4	Västra sidan
Boden	Kungsgatan	10/10	22	12	2	Norra sidan

*Tabell 5. Trafik- och vägdata för alla undersökta gator*

Tätort	Gata	År	ÅDT [fordon/dygn]	Andel tung trafik [%]	Skyltad hastighet [km/h]	Halkbekämpningsmetod
Malmö	Dalaplan	2008	28000	5	50	Salt
Kristianstad	V. Boulevarden	2008	10000	7	50	Salt
Landskrona	Eriksgatan	2006	8827	7	50	Salt
Helsingborg	Drottninggatan	2005	21700	7	50	Salt
Karlskrona	N. Smedjegatan	2008	4586	3	50	Salt
Halmstad	Viktoriagatan	2008	30000	2	40	Sand
Växjö	Storgatan	2008	13537	7	50	Salt
Ljungby	Märta Ljungbergsv	2009	8063	3	50	Sand
Kalmar	Södra vägen	2008	8714	7	50	Salt
Jönköping	Barnarpsgatan	2008	13050	6	50	Sand
Jönköping	Kungsgatan	2008	17910	7	50	Sand
Visby	Österväg	2008	14900	8	50	Sand
Linköping	Drottninggatan	2006	11000	7	50	Sand
Linköping	Hamngatan	2009	12000	8	50	Sand
Norrköping	Kungsgatan	2008	13848	7	50	Salt
Norrköping	Ö. Promenaden	2008	20900	7	50	Salt
Göteborg	E6 vid Gårda	2008	93600	9	70	Salt
Göteborg	Sprängkullsg.	2008	13700	3	50	Salt
Borås	Allégatan	2008	9700	11	50	Sand
Trollhättan	Drottninggatan	2008	10000	5	50	Salt
Karlstad	Hamngatan	2008	14800	7	50	Salt
Karlstad	Ö Torggatan	2008	7200	6	30	Salt
Sunne	Storgatan	2008	10500	6	50	Sand
Karlskoga	Katrinedalsgatan	2002	6479	4	50	Sand
Örebro	Rudbecksgatan	2008	18300	3	50	Sand
Västerås	Stora gatan	2008	4000	12	30	Salt
Eskilstuna	Rådhusstorget	2008	10100	5	50	Salt
Katrineholm	Vasavägen	2006	11540	10	50	Sand
Södertälje	Turingegatan	2008	30850	7	50	Salt
Stockholm	Hornsgatan	2008	27 800	3	50	Salt
Stockholm	Lilla Essingen	2008	121000	7	90	Salt
Stockholm	Norrlandsgatan	2008	10 000	3	50	Salt
Stockholm	Sveavägen	2008	23700	2	50	Salt
Sollentuna	E4 Häggvik	2008	77800	7	110	Salt
Uppsala	Kungsgatan	2008	16400	15	50	Sand
Borlänge	Siljansvägen	2005	14800	9	50	Sand
Falun	Gruvgatan	2011	19200	9	50	Sand
Gävle	Staketgatan	2008	16800	10	50	Sand
Hudiksvall	Kungsgatan	2005	5276	8	50	Sand
Sundsvall	Strandgatan	2010	28570	8	50	Salt
Örnsköldsvik	Centralesplanaden	2008	20655	8	50	Salt
Östersund	Färjemansgatan	2008	11200	6	50	Sand
Umeå	V Esplanaden	2008	28500	13	50	Sand
Skellefteå	E4	2008	23400	7	50	Sand
Luleå	Smedjegatan	2008	9180	13	50	Sand
Boden	Kungsgatan	2011	3786	9	30	Sand

## 6.3 Emissioner och meteorologi

### 6.3.1 Emissioner

Den urbana bakgrunden består av emissioner från scenariot EC4MACS (se avsnitt 4.1) och prognoser framtagna och geografiskt fördelade av SMED (se avsnitt 6.1). Emissionerna har delats upp i sektorerna trafik, uppvärmning av småhus, nationell sjöfart och övrigt. I sektorn övrigt är de dominerande källorna industriprocesser, energiproduktion och arbetsmaskiner. Andra exempel på emissionskällor är jordbruk, luftfart och avfallshantering.

### 6.3.2 Meteorologi

Beräkningarna har gjorts med meteorologiska data från 2008. En beskrivning av vädret år 2008 kan hittas på SMHIs hemsida (SMHI, b). Viktigast att notera är nederbörden som förutom i Lapplandsfjällen och i mindre områden var större än normalt.

Skillnaden i beräkningsresultat mellan 2008 och 2030 inkluderar alltså inte meteorologiska skillnader utan enbart skillnader i emissioner. Dock har det inte tagits hänsyn till den variabilitet av föroreningshalter som inträffar p.g.a. meteorologiska skillnader mellan olika år.

## 6.4 Trafikökningar och trafikflöden

Trafikökningens storlek antas vara av stor betydelse för framtida lufthalter i tätorter. Trafikverket har prognostiserat trafikökningen i Sverige fördelat på 32 regioner fram till 2030 (Trafikverket, 2013). Trafikökningen i en region antas dock i de flesta fall vara större än motsvarande trafikökning i regionens tätorter, detta beroende dels på platsbrist och dels på åtgärder för en bättre luftkvalitet i tätorter.

För att inte beräkna framtida lufthalter baserat på orimliga trafikökningar i tätorter har det antagits att trafikökningen i Sveriges tätorter inte blir större än 20 % mellan 2008 och 2030. Detta gäller både för lätt och tung trafik. För regionala trafikuppräknings större än 20 % har trafikökningen i tätorten antagits vara 20 %. I regioner med en trafikökning mindre än 20 % har trafikökningen i tätorten antagits vara densamma som i regionen. Undantag är de undersökta gator som inte är innerstadsgator och har ett öppet gaturum. Detta är i denna studie Lilla Essingen i Stockholm, E4 vid Häggvik i Sollentuna och E6 vid Gårda i Göteborg. För dessa gator har trafikökningen antagits vara densamma som i regionen. I Appendix 3 sammanställs de antagna trafikökningarna gjorda av Trafikverket respektive i denna studie.

## 6.5 Modellen SIMAIR

SIMAIR (Gidhagen et al., 2009; Omstedt et al., 2012b) är ett nationellt webbaserat system för beräkning av luftkvalitet i svenska tätorter. Årliga uppdateringar görs av vägtrafik, emissioner och meteorologi. SIMAIR används lokalt på många olika platser i landet men också i olika nationella projekt (se t.ex. SIMAIRs referenslista (SMHI, 2012b)). Arbetet med SIMAIR bedrivs i samverkan mellan SMHI och Trafikverket.

I SIMAIR-systemet finns tre olika webbapplikationer för spridningsberäkningar; SIMAIR-väg, SIMAIR-korsning och SIMAIR-ved. De skiljer sig åt genom att olika lokala spridningsmodeller används. Regional och urbana modeller och databaser är dock samma i de olika applikationerna. SIMAIR-väg beräknar halter i gaturum och nära enskilda vägar. SIMAIR-korsning beräknar halter i beräkningsrutnät för flera vägar där också vägens geometri beskrivs. I denna studie är SIMAIR-väg använd.

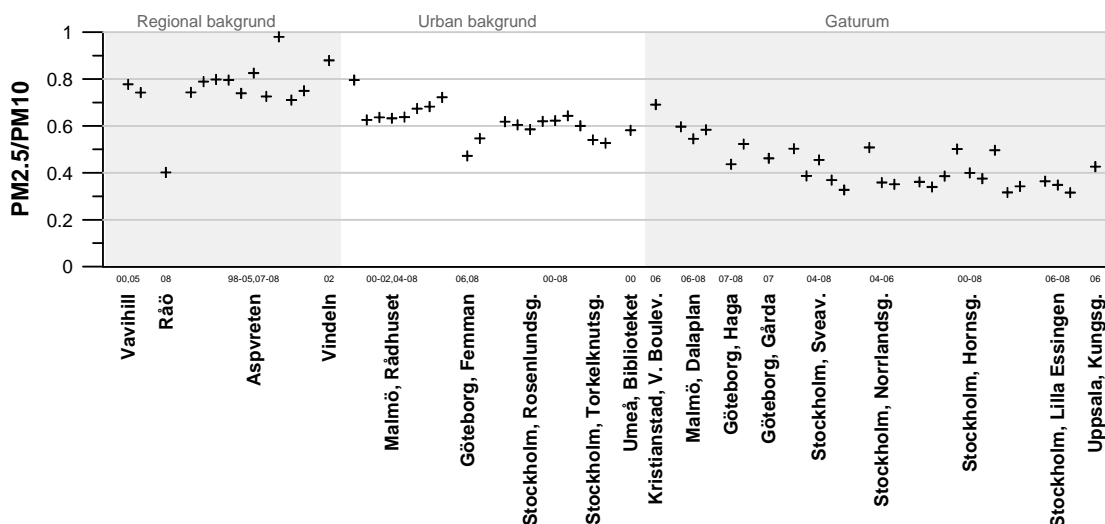
## 6.6 Beräkning av PM2.5

I SIMAIR görs för närvarande inga beräkningar av PM2.5. I tidigare projekt (Anderson et al., 2008 och Omstedt et al, 2012b) används en metod för att beräkna PM2.5 baserat på SIMAIRS beräknade emissionsfaktorer och PM10-halter. Denna metod används även i denna studie.

Årsmedelhalten av PM2.5 ( $c_{total}^{PM2.5}$ ), beräknas på följande sätt:

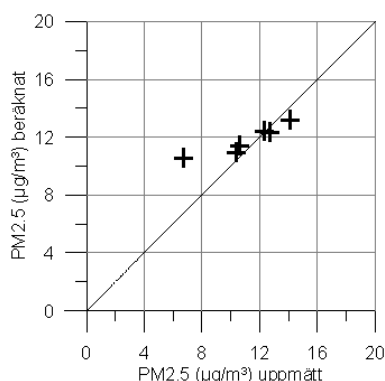
$$c_{total}^{PM2.5} = \left[ \alpha * c_{Reg}^{PM10} + (c_{Urb}^{PM10} + c_{Lok}^{PM10}) \frac{e_{f,avgaser}^{PM10}}{e_{f,total}^{PM10}} + (c_{Urb}^{PM10} + c_{Lok}^{PM10}) \frac{e_{f,slitage}^{PM2.5}}{e_{f,total}^{PM10}} \right] \quad (3)$$

där  $\alpha$  anger förhållandet mellan halterna av PM2.5 och PM10 i regional bakgrundsluft, som är av storleksordningen 0.8, se Figur 12. Regionalt, urbant och lokalt haltbidrag samt emissionsfaktorer för PM10 beräknas i SIMAIR. Uppskattningar av emissionsfaktorn för slitagedelen av PM2.5,  $e_{f,slitage}^{PM2.5}$ , varierar mellan 5- 39 mg/fkm. Inget tydligt samband finns i dessa data mellan emissionsfaktorer och dubbdäcksandelar (Andersson et al., 2008). I denna rapport sätts  $e_{f,slitage}^{PM2.5}$  till 10 mg/fordons-km, vilket är samma approximation som gjordes i 2020-projektet (Omstedt et al, 2012a).



**Figur 12.** Kvot PM2.5/PM10 för uppmätta halter av partiklar. Stationerna är klassificerade i regional bakgrund, urban bakgrund samt gaturum och sedan sorterade från söder till norr. För varje station har årsmedelvärden av PM2.5 respektive PM10 beräknats för konsistenta tidsperioder. Figuren innefattar enbart årsmedelvärden avseende kalenderår (från Omstedt et al., 2010b).

Resultatet av beräkningarna för de mätdata som finns av PM2.5 för år 2008 visas i Figur 13. Överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade halter är god fränsett för det lägst uppmätta värdet vid Hamngatan i Karlstad där beräkningarna överskattar halten.



**Figur 13.** Jämförelse mellan uppmätta och beräknade halter (ekvation 1) av PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) för år 2008. Beräknade PM2.5-halter redovisas i Appendix 1 uppdelade utifrån ekvationen i halter för bakgrund, slitage- och förbränningspartiklar.

## 6.7 Kalibrering av modellberäknade halter mot mätdata

I 2020-projektet korrigerades SIMAIRs beräknade årsmedelvärden och percentiler av PM10 och NO2 mot mätdata för de gator där mätserier för år 2008 var tillgängliga. Dessa korrigeringsfaktorer har även använts i denna studie. Korrigeringsfaktorer för gator där mätserier finns tillgängliga framgår av Tabell 7. För gator utan mätserier har de modellerade halterna korrigerats regionvis genom att använda ett medelvärde för kvoten mätt/beräknat för gatorna i regionen där mätningar har funnits tillgängliga. Korrektionsfaktorn (medelvärde) finns listade i Tabell 7.

I 2020-studien inträffade två beräkningsfel vid korrektionsberäkningarna vilket påverkade resultatet för NO2-halterna i Boden och PM10-halterna i Uppsala. I denna studie är felen för 2008 korrigerade och hittas i Tabell 6 tillsammans med de korrekta värdena för år 2020.

**Tabell 6** Korrekta resultat ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) för beräkningar utförda inom 2020-projektet för år 2008 och 2020. Värdena inom parantes är de felaktiga värdena rapporterade i 2020-studien.

Stad	År	Förorening	Årsmedel-halt	Lokalt bidrag	Urbant bidrag	90-percentil dygn	98-percentil dygn	98-percentil timma
Boden	2008	NO2	18.2 (19.6)	12.1 (13.1)	6.1 (6.5)	-	40.4 (42.5)	61.9 (69.1)
Boden	2020	NO2	10.8 (11.6)	5.3 (5.7)	5.5 (5.9)	-	23.4 (24.6)	36.4 (40.6)
Uppsala	2008	PM10	30.8 (24.6)	14.4 (11.5)	16.4 (13.1)	62.2 (47.5)	-	-
Uppsala	2020	PM10	32.4 (25.9)	14.8 (11.8)	17.6 (14.1)	65.5 (50.0)	-	-

**Tabell 7.** Gator där SIMAIR-beräkningarna har kalibrerats mot mätdata. Korrektionsfaktorerna anger förhållande mätt/beräknat.

	Korrektionsfaktor PM10		Korrektionsfaktor NO <sub>2</sub>		
	Årsmedelvärde	90%-il dygn	Årsmedelvärde	98%-il dygn	98%-il timme
Malmö (Dalaplan)	1.02	0.94	1.66	1.48	1.30
Kristianstad (V. Boulevarden)	1.24	1.27			
Helsingborg (Drottninggatan)			1.19	1.08	1.11
Halmstad (Viktoriagatan)	0.85	0.91	1.74	1.55	1.59
Växjö (Storgatan)	0.89	0.84			
Kalmar (Södra vägen)					
Jönköping (Barnarpsgatan)	0.96	1.12			
Jönköping (Kungsgatan)			0.99	0.88	1.04
Norrköping (Kungsgatan)	1.44	1.68			
Norrköping (Ö. Promenaden)	1.17	1.24			
Linköping (Drottninggatan)	0.97	0.96			
Göteborg (E6 vid Gårda)	0.72	0.66	1.39	1.45	1.63
Göteborg (Sprängkullsg.)	0.94	0.94	1.41	1.30	1.35
Trollhättan (Drottninggatan)	0.66	0.68			
Sunne (Storgatan)	1.13	1.40			
Örebro (Rudbecksgatan)	0.82	0.80			
Södertälje (Turingegatan)	1.15	1.42			
Stockholm (Hornsgatan)	1.31	1.41	1.63	1.46	1.61
Stockholm (Lilla Essingen)	1.24	1.29	1.36	1.16	0.98
Stockholm (Norrländsgatan)	1.25	1.31	1.65	1.59	1.52
Stockholm (Sveavägen)	1.20	1.27	1.42	1.44	1.59
Sollentuna (E4 Häggvik)	0.97	0.90			
Uppsala (Kungsgatan)	1.25	1.31			
Sundsvall (Strandgatan)	0.97	1.14	1.25	1.21	1.45
Umeå (V Esplanaden)	0.77	0.80	1.33	1.35	1.69
Skellefteå (E4)			1.79	1.92	2.36
Luleå (Smedjegatan)	0.75	0.72	1.24	1.40	1.37

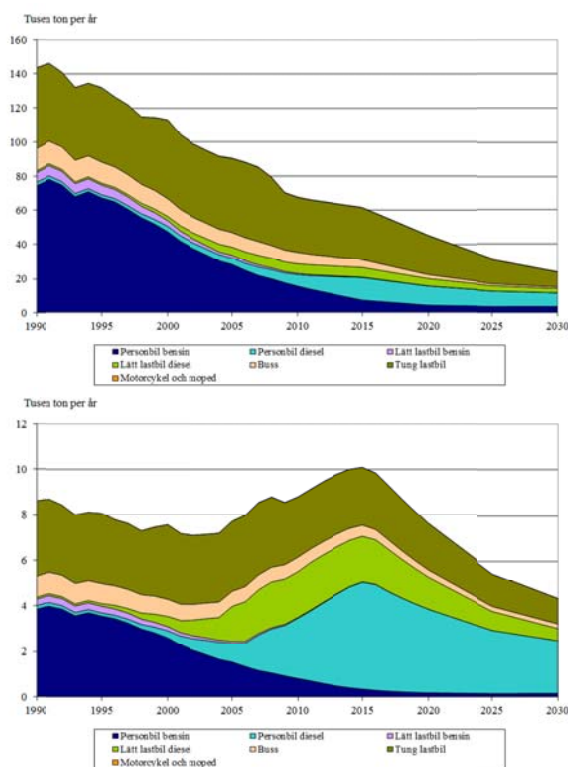
**Tabell 8.** Korrektionsfaktorer för gator där mätdata saknats

Region	PM10 års	PM10 90%-il dygn	NO2 års	NO2 98%-il dygn	NO2 98%-il timme
Södra Götaland	1.04	1.04	1.53	1.37	1.33
Norra Götaland	0.97	1.02	1.26	1.21	1.34
Svealand	1.15	1.24	1.52	1.41	1.43
Södra Norrland	1 (få data)	1 (få data)	1.25	1.21	1.45
Norra Norrland	0.76	0.76	1.45	1.56	1.81

## 6.8 Dieselfordon och kväveoxider

I Sverige minskar NO<sub>x</sub>-emissionerna, men trots detta minskar inte halterna av NO<sub>2</sub> i tätorter. En av orsakerna är det ökande användandet av personbilar som drivs med diesel, vilka har högre primäremissioner av NO<sub>2</sub> jämfört med bensinbilar.

Figur 14 a) och b) visar uppskattade NO<sub>x</sub>- och NO<sub>2</sub>-emissioner från den svenska vägtrafiken. Figuren visar tydligt att samtidigt som NO<sub>x</sub>-emissionerna minskar, ökar NO<sub>2</sub>-emissionerna fram till år 2015, varefter en minskning sker. Orsakerna till NO<sub>2</sub>-uppgången är den ökande primäremissionen av NO<sub>2</sub> från framförallt dieselpersonbilar men också från lätta diesellastbilar.

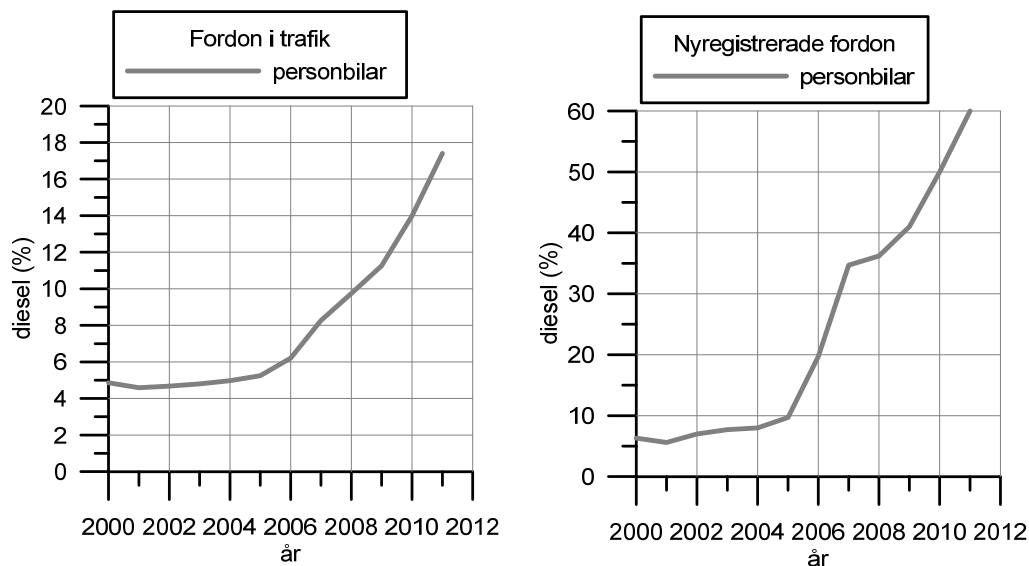


**Figur 14.** a) Uppskattade emissioner av NO<sub>x</sub> för åren 1990 till 2030 från den svenska vägtrafiken. b) Uppskattade emissioner av NO<sub>2</sub> för åren 1990 till 2030 från den svenska vägtrafiken (Håkan Johansson, Trafikverket).

I en studie av SLB (SLB, 7:2010) har omfattande trafikregistreringar vid Hornsgatan i Stockholm hösten 2009 analyserats. Studien konstaterade bl.a. att cirka 60 % av utsläppen av kväveoxider på Hornsgatan sker från dieseldrivna fordon, detta trots att dessa fordon endast utgör 30 % av det totala antalet fordon.

I Sverige har andelen dieselpbilar i den svenska fordonsflottan ökat sedan 2004 och utgjorde år 2011 knappt 18 % av personbilarna. Andelen nyregistrerade dieselpbilar har ökat till 60 % år 2011, se Figur 15.





**Figur 15.** Andelar personbilar som använder diesel i förhållandet till totala antalet personbilar (%) för åren 2000-2011. Figuren till vänster visar fordon i trafik och figuren till höger visar nyregistrerade fordon (SCB, 2012).

Fordonsammansättning och emissionsfaktorer fås i denna studie från modellen HBEFA. HBEFA antar för år 2030 att andelen dieselfordon år 2030 kommer vara ca 60 % av den svenska personbilsflottan. NO<sub>x</sub>-emissionerna från fordonstrafiken beräknas utifrån detta antagande. Vid jämförelser som gjorts mellan beräkningsresultaten från HBEFA och mätningar via fjärranalys (Carslaw et al., 2011, Sjödin and Jerksjö, 2008) har det noterats att de beräknade emissionsfaktorerna ibland underskattar de uppmätta emissionsfaktorerna. Felet tycks öka för nyare fordon med högre krav på emissionskrav. Detta betyder att det underskattande felet antagligen är större i uppskattningarna för år 2030 jämfört med 2008.

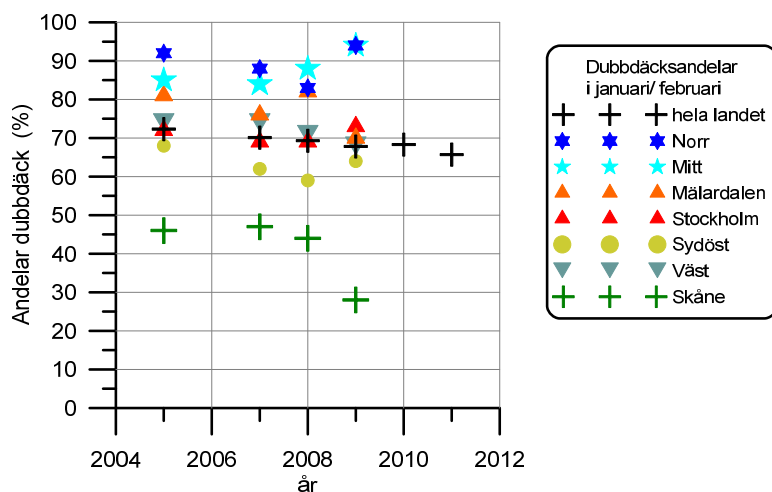
## 6.9 Dubbdäck och partiklar

Partiklar är den luftförorening som orsakar störst hälsoproblem i svenska tätorter (Forsberg et al., 2005; Meister et al., 2012). Koncentrationen av partiklar ökar i stängda gaturum med dålig omblandning och höga trafikflöden. Dessa gaturum sammanfaller ofta med miljöer där mycket människor befinner sig, vilket förstärker de negativa hälsoeffekterna av den förorenade miljön.

Partiklar orsakade av trafik består av direkta partiklar bildade ur avgasemissioner samt indirekta partiklar orsakade genom slitage av vägbanor och uppvirvling av damm och smuts på vägbanan. I denna studie inkluderas både avgaspartiklar samt partiklar från slitage och uppvirvling i de totala partikelhalterna.

SMHI har tidigare studerat haltminskningar av partiklar i gaturum vid olika åtgärder såsom minskat användande av dubbdäck, ökat antal gatustädningar och mindre sandning eller saltning (Omstedt et al, 2012a). Studien visade att den enskilt effektivaste åtgärden för att minska partikelhalterna i ett gaturum är att minska användandet av dubbdäck.

Från år 2010 gäller nya regler som reglerar perioden då dubbdäck är tillåtna. Dessa regler kräver att vinterdäck används under perioden 1 december till 31 mars. Det är vidare tillåtet att använda dubbdäck från den 1 oktober till den 15 april. Denna period är en minskning av tiden då dubbdäck är tillåtna med två veckor jämfört med lagstiftning innan 2010. Från 1 juli 2013 minskar den tillåtna andelen dubb per däck, vilket innebär en minskning av dubben på nyproducerade däck med 15 %. Då livslängden på vinterdäck antas vara 5-7 år kommer alla däck år 2030 att uppfylla den nya lagstiftningen. De två lagändringar leder till ett minskat slitage på vägarna orsakade av dubbdäck med ca 30 %, vilket också är den dubbdäcksminskning som antagits fram till 2030 i denna studie. Ett minskat användande av dubbdäck på frivillig väg har alltså inte antagits trots att detta är en noterad trend i nuläget, se Figur 16.



Figur 16. Uppskattade andelar dubbdäck (%) i januari/februari (Vägverket, 2009; Trafikverket, 2011)

## 6.10 Känslighetsanalys

Trafikmängderna på de undersökta gatorna antas vara av stor vikt för resultatet. För att analysera trafikökningens betydelse har ytterligare beräkningar gjorts på fyra gator. De ordinarie beräkningarna (basberäkningarna) avser ett scenario med en trafikökning baserad på antagandena beskrivna i avsnitt 6.4. I känslighetsanalysberäkningarna har trafikökningen antagits oförändrad jämfört med trafikmängden år 2008, d.v.s. satts till noll.

Känslighetsanalysberäkningarna visar alltså hur stor inverkan den antagna ökningen av trafikflöden på de aktuella gatorna har på totalhalterna. På detta sätt erhålls en indikation på hur stor osäkerhetskälla de uppskattade trafikökningarna utgör. För somliga hårt belastade innerstadsgator, där en ökning av trafiken antingen inte är fysiskt möjlig, alternativt regleras med olika åtgärder, kan ett oförändrat trafikflöde möjligen vara mer realistiskt än de antagandena som gjorts i basberäkningarna.

I denna känslighetsanalys har enbart gator med antagna trafikökningar på 20 % till år 2030 inkluderats. För gator med mindre eller större antagna trafikökningar skulle analysen antagligen se annorlunda ut.

De gator där känslighetsberäkningarna har genomförts redovisas i Tabell 9. Gatorna har valts för att representera en geografisk och storleksmässig fördelning av svenska städer.

Tabell 9. Gator där specialberäkningar har gjorts utan den i basberäkningarna antagna trafikflödesökningen mellan 2008 och 2030. Antagen procentuell ökning i basberäkningarna anges.

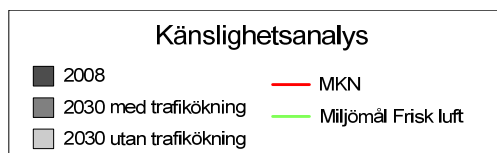
Gatunamn	Tätort	Trafikflödesökning 2008-2030 basscenario (%)	Trafikflödesökning 2008-2030 känslighetsscenario (%)
Hornsgatan	Stockholm	20	0
Dalaplan	Malmö	20	0
Västra Esplanaden	Umeå	20	0
Hamngatan	Linköping	20	0

Figur 17 (a-f) visar i diagramform resultaten för de båda beräkningsfallen samt för de beräknade halterna år 2008. I Appendix 2 återfinns resultaten i tabellform. I tabellerna redovisas även den procentuella förändringen mellan känslighetsanalysen och basberäkningarna år 2030.

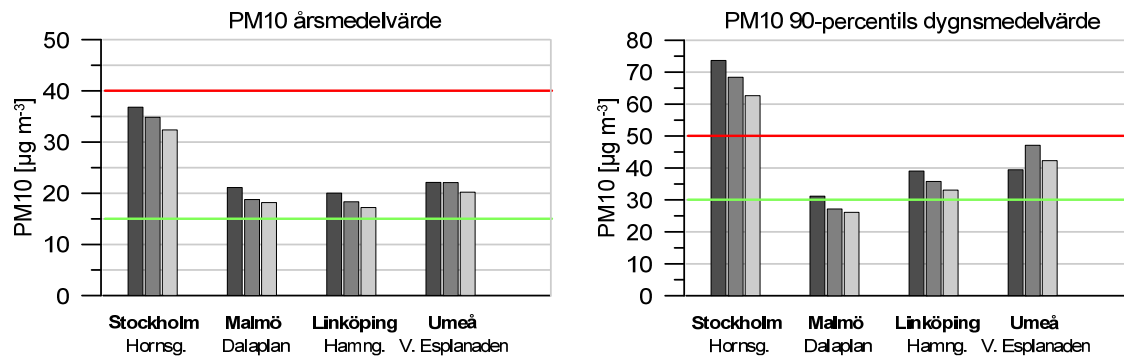
Av figurerna framgår, för de olika ämnena hur mycket halterna påverkas av den trafikflödesökning som har antagits i de ordinarie beräkningarna. Resultaten kan även jämföras med halterna år 2008.

En utebliven trafikökning har störst effekt på halterna av PM10 och NO2. Den procentuella ökningen av föroreningshalterna vid ökande trafik är störst på Västra Esplanaden i Umeå och minst på Dalaplan i Malmö. Förändringen av luftföroreningshalterna är vid trafikökningar på 20 % jämfört med 2008 års trafikflöden som mest 11 % för NO2 (årsmedelhalten) och 10,4 % för PM10 (90-percentilen för dygnsmedelvärdet). Vid en utebliven trafikökning jämfört med 2008 skulle alla halter förutom 90-percentilens dygnsmedelvärde för PM10 i Umeå minska (jämfört med halterna år 2008). Ökningen av 90-percentilens dygnsmedelvärde för PM10 i Umeå beror på att det högsta beräkningsvärdet vid en väg har valts i denna studie vilket skiljer sig mot 2020-studien där beräkningsvärdet på den sida gatan där en mätstation stod valdes. Detta kan även ha effekt på övriga jämförelser men syns extra tydligt för Umeå i detta fall.

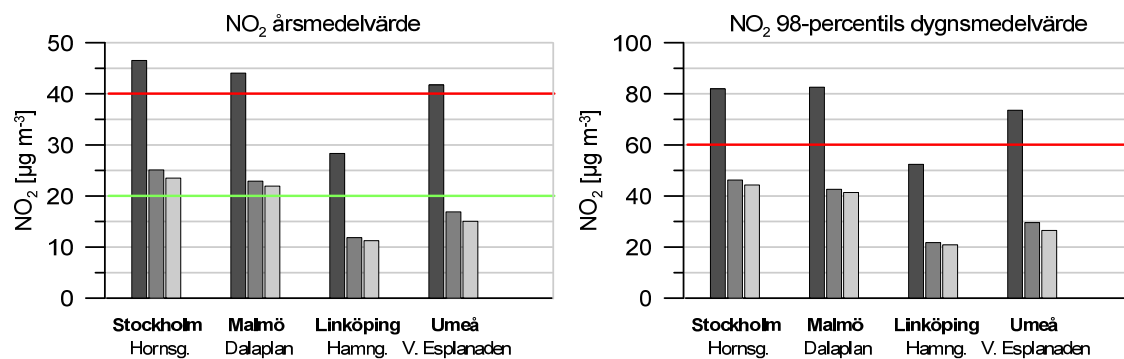
PM2.5 påverkas endast marginellt av förändrade trafikflöden vilket beror på att det mesta av PM2.5-halterna kommer från den urbana bakgrunden. Ändringar av det lokala bidraget har därför en liten effekt och det kan antas att osäkerheterna i de regionala beräkningarna påverkar de totala halterna mer än vad osäkerheterna i trafikflödet gör.



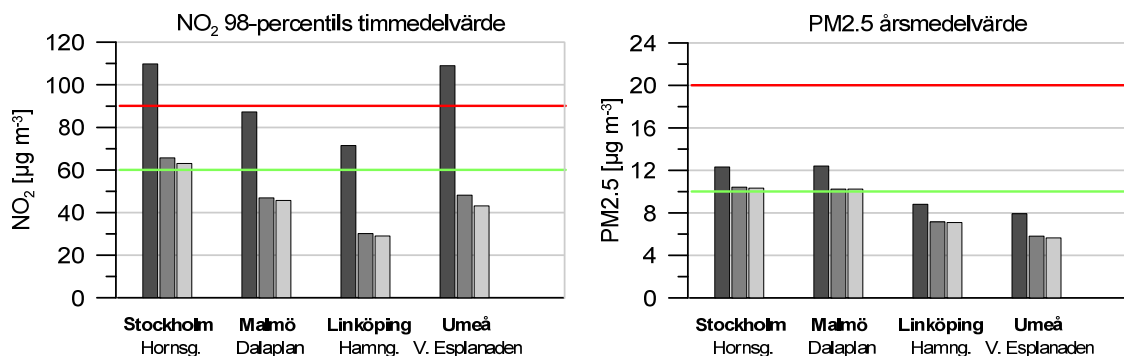
a) PM10 årsmedelvärde; b) PM10 90-percentil av dygnsmedelvärden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



c) NO<sub>2</sub> årsmedelvärde; d) NO<sub>2</sub> 98-percentil av dygnsmedelvärden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



e) NO<sub>2</sub> 98-percentil av timmedelvärden; f) PM2.5 årsmedelvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



**Figur 17 a-f.** Jämförelser av haltresultat med och utan den trafikökning som har antagits mellan åren 2008 och 2030.

## 7 Resultat och diskussion lokala beräkningar

### 7.1 Resultat

Resultaten av 2030-beräkningarna redovisas i stapeldiagramform i Figur 18, Figur 19 och Figur 20 för alla gator i studien. Det är i tur och ordning totalhalterna samt uppdelningen mellan urban bakgrund och lokalt bidrag till totalhalterna för PM10, PM2.5 och NO2 som visas. Figurerna innehåller även en jämförelse med aktuell miljö kvalitetsnorm (MKN) och miljö kvalitetsmålet Frisk luft för varje ämne. I Appendix 1 finns resultathalterna angivna som explicita siffervärden.

#### 7.1.1 Partiklar PM10

Figur 18 visar resultaten för årsmedelhalterna för PM10 (Figur 18a) och 90-percentils dygnsmedelhalter (Figur 18b). Årsmedelhalterna delas upp i lokalt bidrag (avgaser och uppvirvling från samma gatuavsnitt som beräkningen avser) och urban bakgrund (bidrag från ortens övriga källor samt bidrag från övriga Sverige och utlandet).

Mest kritiskt för jämförelsen med miljö kvalitetsnormen (MKN) är 90-percentilhalterna. Däremot gäller det omvända för miljö kvalitetsmålet Frisk luft; här är det årsmedelvärdet som är mest kritiskt. Målet är satt till  $15 \mu\text{g m}^{-3}$ , en nivå som i flera städer redan överskrider i urban bakgrund, vartill alltså även bidraget från den beräknade gatan själv läggs.

För år 2030 varierar årsmedelvärdet (totalhalt) mellan de studerade gatumiljöerna från knappt 10 till  $37 \mu\text{g m}^{-3}$ . Alla studerade gator har halter som ligger under MKN ( $40 \mu\text{g m}^{-3}$ ). Överskridande av miljö kvalitetsmålet Frisk luft avseende årsmedelvärde av PM10 sker dock på alla gator utom fyra (Drottninggatan i Trollhättan, Norra Smedjegatan i Karlskrona, Smedjegatan i Luleå och Kungsgatan i Boden). Några gator ligger mycket nära gränsen för miljö kvalitetsmålet och här är det relativt troligt att t.ex. annorlunda antaganden angående trafikflödena på gatorna kunde lett till att de beräknade halterna hade hamnat på andra sidan målvärdet. Ett sådant exempel är Stora gatan i Västerås vars årsmedelvärde för PM10 med den antagna trafikökningen är  $15.2 \mu\text{g m}^{-3}$ . Utan en trafikökning skulle denna gata med stor sannolikhet klara miljö kvalitetsmålet.

Det lokala bidraget till totalhalterna av PM10 ökar till år 2030 på 14 studerade gator jämfört med år 2008. Det lokala PM10-bidraget beror på mängden trafik i gaturummet, fordonssammansättningen, hur stor andel av trafiken som använder dubbdäck, hur mycket sandning och saltning som sker på gatan samt gaturummets utformning. De iakttagna minskningarna av lokala halter som sker trots trafikökningar kan antagligen förklaras med förändrad användningen av dubbdäck och minskad sandning och/eller saltning.

90-percentilens dygnsmedelvärde av PM10 år 2030 varierar från knappt 17 till  $80 \mu\text{g m}^{-3}$ . Miljö kvalitetsnormen ( $50 \mu\text{g m}^{-3}$ ) överstigs på åtta gator. Det högsta 90-percentilshalten antas uppkomma på Lilla Essingen (Stockholm,  $80.4 \mu\text{g m}^{-3}$ ), där normen alltså är ganska kraftigt överskriden. På denna gata antas dock en högre trafikökning än på de flesta andra gator, se avsnitt 6.4, vilket bidrar till högre halter. Överskridanden av MKN kan förutom vid Lilla Essingen också konstateras vid övriga Stockholmsgator i studien (Hornsgatan, Norrlandsgatan och Sveavägen) samt i Jönköping (Barnarpsgatan), Norrköping (Kungsgatan), Södertälje (Turingegatan) och Uppsala (Kungsgatan).

För miljö kvalitetsmålet Frisk luft är antalet överskridanden 31 av 46 gatumiljöer, vilket är sju färre än år 2008 men fortfarande en majoritet av gatorna.

#### 7.1.2 Partiklar PM2.5

I Figur 19 visas resultaten för PM2.5 år 2030. Halterna ligger väl under miljö kvalitetsnormen ( $20 \mu\text{g m}^{-3}$ ) för samtliga studerade trafikmiljöer; årsmedelvärdet varierar mellan knappt 4 och  $12 \mu\text{g m}^{-3}$ . Miljö kvalitetsmålet Frisk luft överskrids i åtta av de 42 studerade gatumiljöerna.

Överskridanden sker i Skåne (Dalaplan i Malmö, V. Boulevarden i Kristianstad, Eriksgatan i Landskrona och Drottninggatan i Helsingborg), Norrköping (Kungsgatan), Göteborg (Sprängkullsgatan) och på två gator i Stockholm (Hornsgatan och Lilla Essingen).

Totalhalterna av PM<sub>2.5</sub> består till största delen av bidraget från den urbana bakgrunden. En mindre del av totalhalterna kommer från lokala källor vilket är avgas- och slitagerelaterat. Det lokala bidraget till totalemissionerna står för den största minskningen fram till år 2030 vilket beror på minskade emissioner till följd av en antagen teknikutveckling. Även det urbana bidraget minskar i de flesta gatumuljörer vilket beror på en generellt förbättrad teknikutveckling.

### 7.1.3 Kvävedioxid (NO<sub>2</sub>)

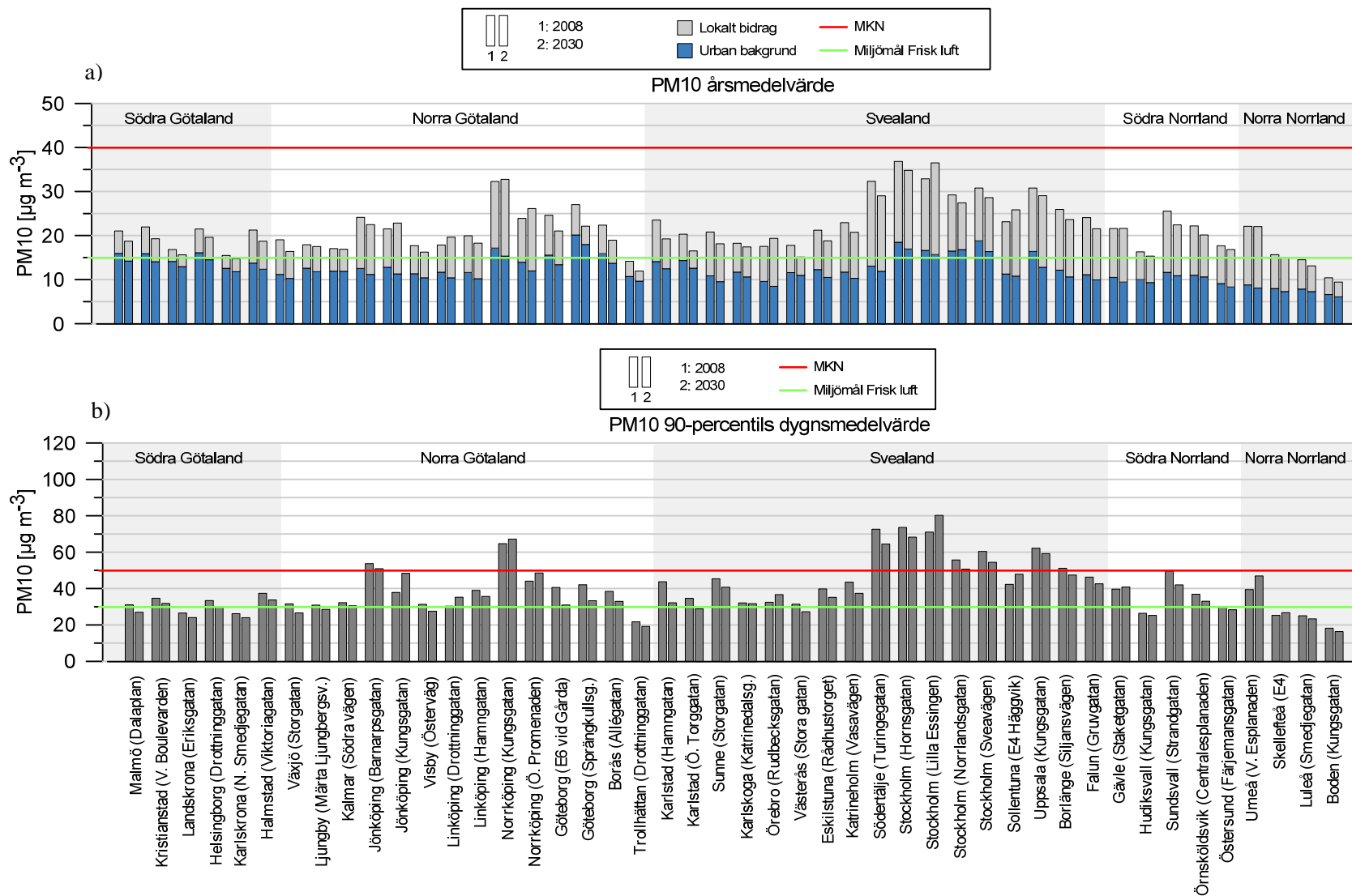
I Figur 20 visas resultaten för NO<sub>2</sub> år 2030; årsmedelhalter i Figur 20a, 98-percentil av dygnsmedelhalter i Figur 20b och 98-percentil av timmedelhalter i Figur 20c. Årsmedelhalterna delas upp i lokalt bidrag och urban bakgrund. För de olika trafikmiljöerna varierar årsmedelvärdet mellan 6 och 25 µg m<sup>-3</sup>, 98-percentil dygnsmedelvärden mellan 12 och 46 µg m<sup>-3</sup> och 98-percentil timmedelvärden mellan 16 och 67 µg m<sup>-3</sup>.

Mest kritiska i förhållande till MKN och miljö kvalitetsmålet Frisk luft är 98-percentilerna (Figur 20b och Figur 20c). Miljö kvalitetsnormerna beräknas dock inte överskridas för 98-percentilens dygns- eller timmedelvärde (60 respektive 90 µg m<sup>-3</sup>) i någon av de studerade trafikmiljöerna.

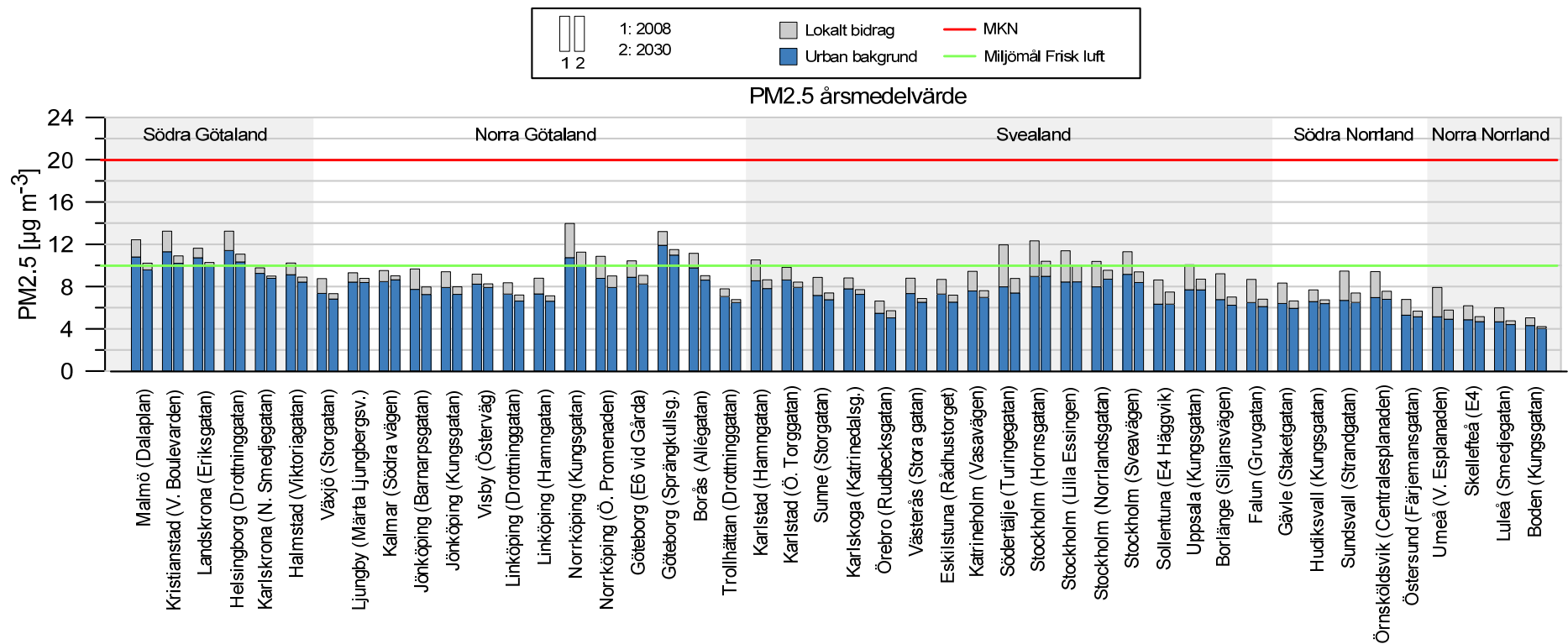
För miljö kvalitetsmålet Frisk luft överskrids årsmedelhalten i fem gatumuljörer vilket är en minskning med 32 gatumuljörer jämfört med 2008. Ett par av gatorna har haltvärden som ligger nära miljö kvalitetsmålet och osäkerheter i antagna trafikökningar kan här spela en roll där halterna vid andra antaganden hade hamnat på andra sidan målvärdet.

Årsmedelhalterna har på alla studerade gator minskat mellan år 2008 och 2030. Minskningen syns både i de lokala och de urbana halterna. De lokala halterna minskar trots antagna trafikökningar vilket beror på teknikutveckling av fordonsparken och därmed mindre emissioner. Som diskuteras i avsnitt 8.2.2 är emissionsfaktorernas utveckling i HBEFA med stor sannolikhet något optimistiska vilket medför större minskningar i beräkningarna än vad vi eventuellt kommer se i verkligheten.

För NO<sub>2</sub> är bidraget från lokala källor och källor inom tätorten viktigast för totalhalterna. Långdistansbidraget av kväveoxider är av mindre vikt, däremot påverkar bakgrundshalterna av ozon NO<sub>2</sub>-halterna i tätorten p.g.a. atmosfärkemiska processer.

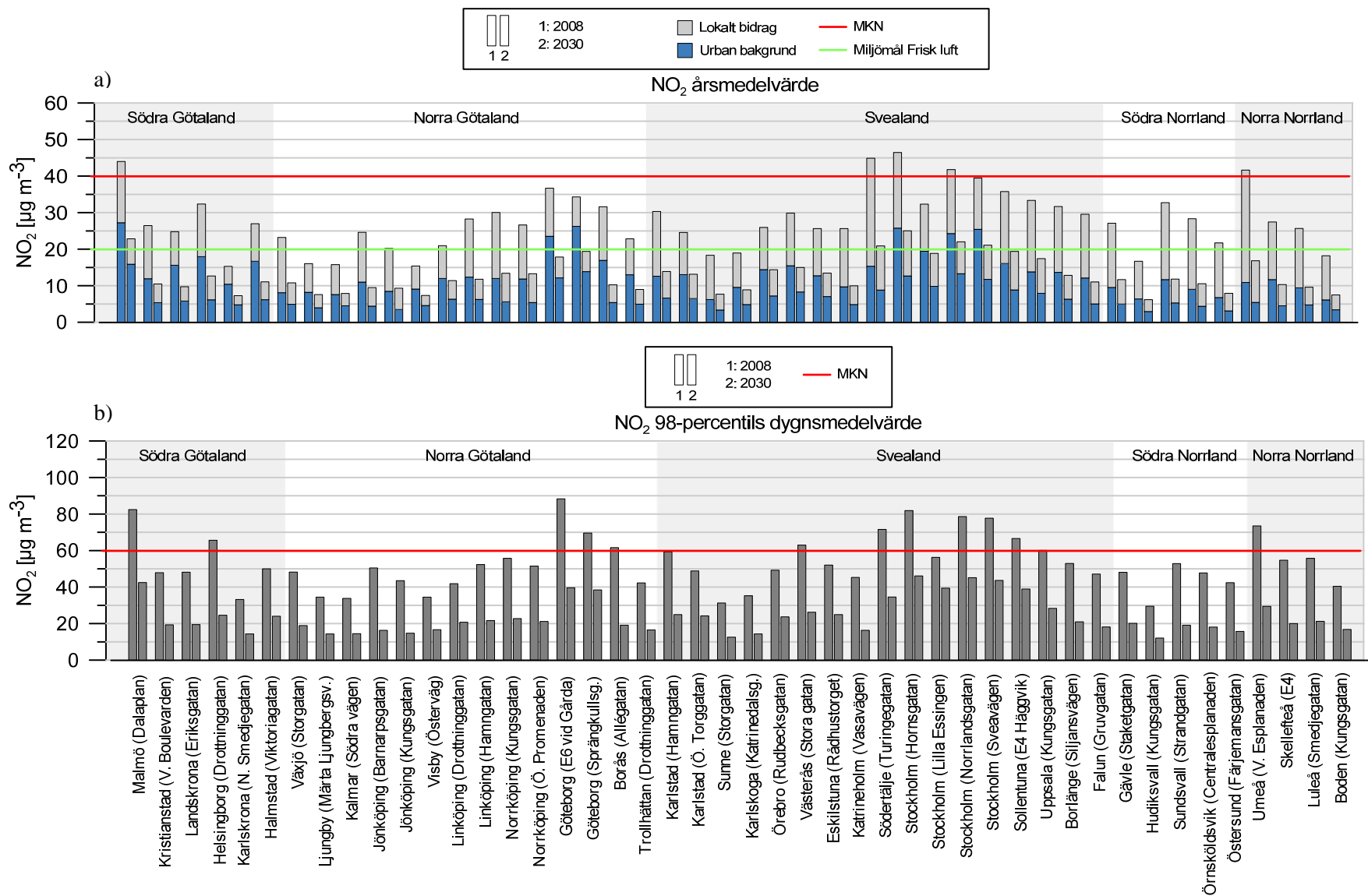


**Figur 18.** Beräknade halter av PM10 för olika gator år 2008 och 2030, korrigerade mot mätningar i enlighet med Tabell 6 och Tabell 7. Gränsvärdena enligt MKN (röd linje) och miljö kvalitetsmålet Frisk luft (grön linje) är också angivna. a) årsmedelhalter; b) 90-percentiler av dygnsmedelhalter.

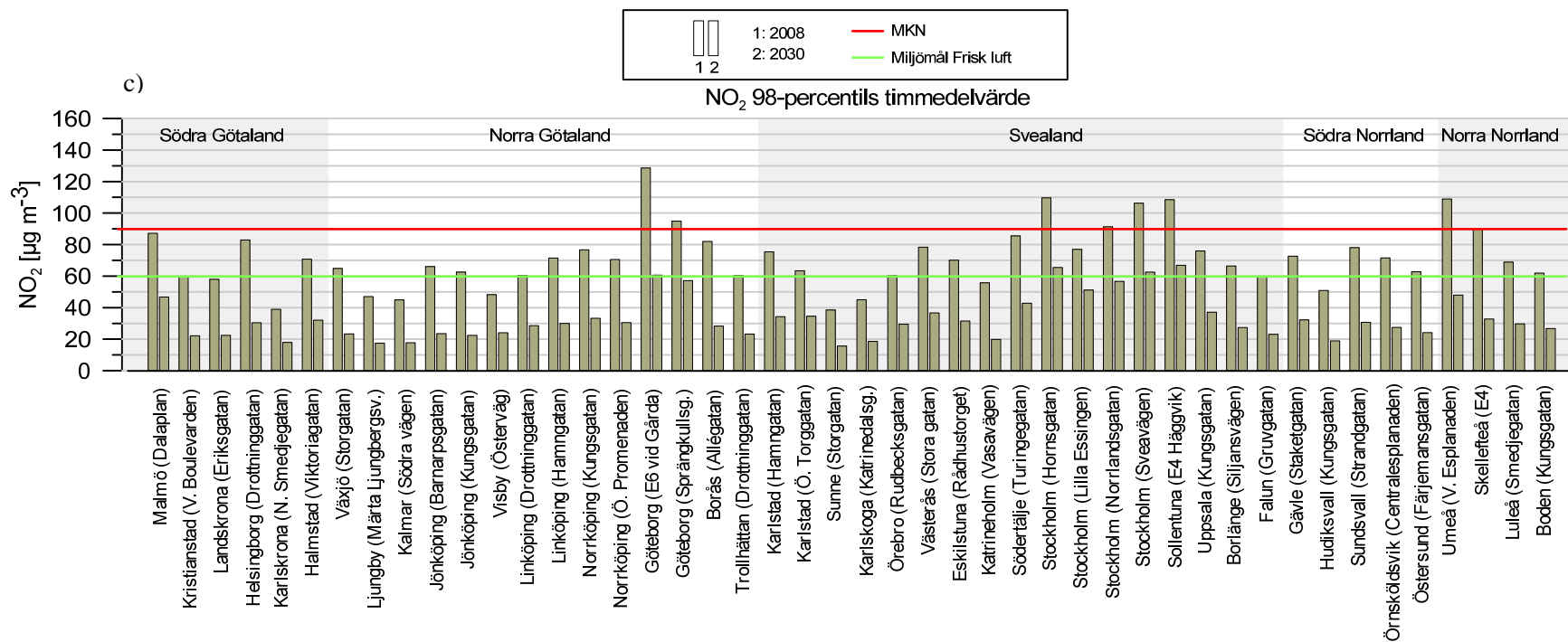


**Figur 19.** Beräknade årsmedelhalter av PM<sub>2.5</sub> för olika gator år 2008 och 2030, beräknade enligt metodiken i avsnitt 0. Gränsvärdena enligt MKN (röd linje) och miljö kvalitetsmålet Frisk luft (grön linje) är också angivna.





Figur 20. NO<sub>2</sub> – Figurtext, se nästa sida.



**Figur 20.** (Forts.) Beräknade halter av NO<sub>2</sub> för olika gator år 2008 och 2030, kalibrerade mot mätningar i enlighet med Tabell 6 och Tabell 7. Gränsvärdena enligt MKN (röd linje) och miljö kvalitetsmålet Frisk luft (grön linje) är också angivna. a) årsmedelhalter (överst föregående sida); b) 98-percentiler av dygnsmedelhalter (nederst föregående sida); c) 98-percentiler av timmedelhalter (denna sida).

## 7.2 Jämförbarhet med tidigare studier

I 2020-studien (Omstedt et al, 2012a) jämfördes halter av NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> och bensen mellan åren 2008 och 2020. I beräkningarna fram till 2030 har många av de antaganden och beräkningar som gjordes i 2020-studien använts. Om jämförelser önskas göra mellan resultaten i 2020-studien och denna studie ska man dock vara medveten om att resultaten ej är helt jämförbara.

De emissionsscenarior som använts för att beräkna Europas bidrag till Sveriges totalhalter skiljer sig åt mellan studierna. Scenariona är inte baserade på samma metodik och kan således innehålla betydande skillnader.

Även metodiken för framtagning av emissionerna inom Sveriges gränser skiljer sig åt. I 2020-studien användes de emissioner som beräknades i Europaberäkningarna även för Sverige medan det i 2030-studien har använts en geografiskt fördelad emissionsprognos framtagen av SMED. Den geografiska fördelningen för 2030 har tagits fram i relation till 2010. Framtagningen av PM<sub>10</sub> baseras dock på värden från 2008 (se avsnitt 6.1). Även korrigeringen av modellerade värden baseras på mätningar från 2008 (se avsnitt 6.7).

Trafikökningen har i de båda studierna i de flesta fall satts till 20 %. I 2020-studien var detta dock ett generellt antagande som användes för alla beräkningar. I denna studie har gator i regioner med beräknade trafikökningar med mindre än 20 % satts till regionens beräknade trafikökning. Gator som inte är typiska innerstadsgator har en trafikökning större än 20 % (se avsnitt 6.4).

I beräkningar med SIMAIR erhålls två värden för varje gatsegment, ett för varje sida av vägen. I 2020-studien valdes värdet på den sida av gatan där en mätstation stod. I denna studie har istället det högsta värdet valts. Detta kan påverka vid jämförelse av haltutvecklingen mellan 2008 och 2030 i olika städer.

På grund av beräkningsfel i 2020-studien är resultaten för NO<sub>2</sub> i Boden och PM<sub>10</sub> i Uppsala inte jämförbara mellan de gjorda studierna. Halterna har korrigerats och de rätta resultaten finns i avsnitt 6.7.

## 8 Slutsatser

Slutsatserna av utförda beräkningar sammanfattas nedan. Slutsatserna gäller för de emissionsscenarion som använts i denna studie och vid ett oförändrat klimat.

### 8.1 Regionala beräkningar

#### 8.1.1 Resultat

##### Deposition av svavel och kväve

Deposition av svavel och oxiderat kväve förväntas minska i Sverige till år 2030, detta till följd av minskade utsläpp i Sverige och övriga Europa. Depositionen av reducerat kväve beräknas vara oförändrad.

Depositionen av svavel och kväve är i dagsläget högst i södra Sverige och kommer att vara det även i år 2030. Deposition av reducerat kväve är högst i Sveriges jordbruksområden, vilket gäller både för år 2010 och 2030.

##### Ozon

Påverkan av ozon på grödor och skog överskrider idag inte gränsvärdet för miljökvalitetsmålet och kommer enligt beräkningarna heller inte att göra det år 2030.

Luftkvaliteten för marknära ozon kommer att förbättras i Sverige som en följd av minskade emissioner i Europa.

### **8.1.2 Osäkerheter**

I denna studie används endast modellberäkningar för att fastställa deposition till mark. I t.ex. MATCH Sverige-modellen för nedfall inom den nationella miljöövervakningen används även uppmätta atmosfärskemiska stationsvärden som de modellerade fälten viktas mot. I den här typen av studier utgör alltid emissionsdata en signifikant källa till osäkerheter. Vid tidigare jämförelser med EMEP-stationer i Sverige och Norge visar sig den modellerade våtdepositionen vara lägre än den uppmätta (-32 % för svavel, -39 % för reducerat kväve och -54 % för reducerat kväve). Även om detta måste finnas i åtanke vid tolkning och användning av resultaten så finns ingen anledning att tro att förändringen till framtid är felaktig, möjligen skulle minskningen av nedfall vara något större.

## **8.2 Lokala beräkningar**

### **8.2.1 Resultat**

#### **PM10**

I 36 av 46 gatumiljöer minskar årsmedelhalten av PM10 år 2030 jämfört med år 2008. För 90-percentilens dygnvärde är motsvarande siffra 35 av 46 gatumiljöer. Antalet gator som klarar miljömålet Frisk luft beräknas för år 2030 vara fyra stycken jämfört med tre stycken år 2008. För 90-percentilens dygnvärde har åtta gatumiljöer halter högre än MKN vilket är samma antal som år 2008. För miljökvalitetsmålet Frisk luft överskrids halterna i 31 av 46 gatumiljöer år 2030 vilket är sju färre än år 2008.

#### **PM2.5**

Årsmedelhalterna av PM2.5 minskar i alla undersökta gatumiljöer. Miljökvalitetsnormerna överskrids inte i några gatumiljöer, vilket inte heller var fallet år 2008. Miljökvalitetsmålet Frisk luft överskrids i åtta gatumiljöer vilket kan jämföras med överskridanden i 17 gatumiljöer år 2008.

#### **NO2**

Halterna av NO2 kommer enligt genomförda beräkningar att minska i alla undersökta gatumiljöer mellan år 2008 och 2030. Halterna överskrider inte miljökvalitetsnormen någonstans vilket är en förbättring från år 2008. Inte heller miljökvalitetsnormerna för 98-percentilens dygns- eller timmedelvärde överskrids i någon trafikmiljö. För miljökvalitetsmålet överskrids årsmedelhalten i fem gatumiljöer och för 98-percentilens timmedelvärde för fyra gatumiljöer vilket är en minskning med 32 respektive 30 gatumiljöer jämfört med 2008.

### **8.2.2 Osäkerheter lokala beräkningar**

Trafikökningarna på tätortsgator antas i denna studie inte överstiga 20 %. För gator vilka inte är innerstadsgator med slutna gaturum antas trafikökningen vara större än 20 %. Antagandena om trafikökningarna är mycket osäkra. De reella trafikökningarna kommer i högre grad variera mellan olika städer samt mellan gator med olika typ och omfattning av problem. För att belysa trafikens effekt på lufthalterna har en känslighetsanalys gjorts, vilken redovisas i avsnitt 6.10.

Modellberäkningarna för år 2030 har korrigerats mot mätdata för de trafikmiljöer där mätningar finns tillgängliga (från datavärdskapet) år 2008. Korrektionen har också gjorts på gator utan mätningar i enlighet med metodiken som finns beskriven i avsnitt 6.4. Att modellberäkningar och mätdata avviker från varandra kan ha flera orsaker, exempelvis brister i beräkningarna (felaktiga indata, förenklingar i modellerna), brister i mätdata (icke representativa mätdata t.ex. för nära vägkorsningar och rödljus) och brister i emissionsdata. Avsikten med korrektionen mot mätdata är att öka kvaliteten på beräkningsresultaten.

Vi antar att korrektionsfaktorerna från 2008 också är tillämpbara för år 2030. Förutsättningarna för ett sådant antagande är att korrektionen främst beror på plats- och modellspecifika faktorer som inte ändras med tiden och att emissionsmodellen HBEFA beskriver emissionstrenderna rätt. För kväveoxider vet vi att så inte är fallet. Vid jämförelser som gjorts mellan beräkningsresultaten från HBEFA och mätningar via fjärranalys (Carslaw et al., 2011; Sjödin and Jerksjö, 2008) har det noterats att de beräknade emissionsfaktorerna ibland underskattar de uppmätta emissionsfaktorerna. Felet tycks öka för nyare fordon med högre emissionsminskningskrav. Detta betyder att underskattningen av NO<sub>x</sub>-emissioner är större i uppskattningarna för år 2030 jämfört med 2008. Betydelsen av denna underskattning är svår att kvantifiera, men eftersom NO<sub>2</sub>-halterna inte är direkt proportionella mot NO<sub>x</sub>-emissionerna (Omstedt et al., 2010a) kommer felet i NO<sub>2</sub>-halterna troligtvis vara mindre än felet i NO<sub>x</sub>-emissionerna. Det är dock ändå rimligt att anta att halterna av NO<sub>2</sub> år 2030 blir högre än vad scenarierna enligt HBEFA indikerar.

En ytterligare osäkerhet vad gäller NO<sub>2</sub>-halterna är utvecklingen av andelen dieseldrivna fordon, eftersom dieseldrivna personbilar har en högre primäremission av NO<sub>2</sub> jämfört med bensinbilar. I denna studie antas andelen dieseldrivna personbilar 2030 uppgå till ca 60 %.

En skillnad i denna studie mot studien av miljömålsuppföljningen för år 2020 (Omstedt et al., 2012a) är att gatusidan med högst beräknad haltnivå konsekvent har valts för alla trafikmiljöer. På så sätt belyses alltid den mest kritiska miljön. Ett antagande som då görs är att den relativa avvikelser mellan modell och mätdata är lika på båda sidor om gatan.

För PM<sub>10</sub>-halterna står icke-avgaser för en övervägande del av det lokala haltbidraget. Dubbdäcksanvändning är den största källan till dessa slitagepartiklar. I denna studie antas en dubbdäcksminskning på 30 % till år 2030 jämfört med år 2008. Denna minskning beror på kortare dubbdäckssäsong (15 april mot 1 maj), samt nya regler för antal dubb i nya däck (minskning av andel dubb per däck med 15 %). Det bör dock betonas att andra åtgärder kan reducera halterna ytterligare; minskad dubbdäcksanvändning och behandling av gator med dammbindningsmedel har exempelvis visat på positiva effekter för att minska PM<sub>10</sub>-halterna i Stockholm (Johansson et al., 2011).

Meteorologin som använts i beräkningarna för 2030 är 2008 års meteorologi. Detta påverkar naturligtvis haltnivåerna och variationer i resultat för individuella meteorologiska år kan förekomma; för PM<sub>2.5</sub>, till exempel, har variabiliteten orsakad av meteorologiska skillnader uppskattats till ca 10 % mellan åren 1958 och 2001 (Andersson et al., 2007).

De svenska emissionerna år 2030 har vid den geografiska fördelningen antagits ha samma fördelning som år 2010. Detta utgör en osäkerhet då t.ex. industrier både kan lägga ner eller starta på nya platser. Även t.ex. jordbruksmark kan öka, minska eller ändra sitt geografiska läge.

### 8.3 Känslighetsanalys

Uteblivna trafikökningar till år 2030 jämfört med 2008 leder till minskade haltnivåer mellan 3 och 11 % för PM<sub>10</sub> och NO<sub>2</sub>. Störst procentuell skillnad vid en utebliven trafikökning sker i Umeå (Västra Esplanaden), den minsta skillnaden finner vi i Malmö (Dalaplan).

PM<sub>2.5</sub> påverkas endast marginellt av förändrade trafikflöden vilket beror på att det mesta av PM<sub>2.5</sub>-halterna kommer från den urbana bakgrunden.

## 9 Referenser

- Andersson C., Andersson S., Langner J. och Segersson D., 2011, *Halter och deposition av luftföroreningar. Förändring över Sverige från 2010 till 2020 i bidrag från Sverige, Europa och Internationell Sjöfart*. SMHI Meteorologi, Nr. 147
- Andersson, S., Bergström, R., Omstedt, G. och Engardt, M., 2008, *Dagens och framtidens partikelhalter i Sverige. Utredning av exponeringsminskningsmål för PM2.5 enligt luftdirektiv*. SMHI Meteorologi Nr. 133, 35 pp.
- Carslaw, D., Beevers, S., Westmoreland, E. and Williams, M., 2011, *Trends in NOx and NO2 emissions and ambient measurements in the UK*. [http://uk-air.defra.gov.uk/reports/cat05/1103041401\\_110303\\_Draft\\_NOx\\_NO2\\_trends\\_report.pdf](http://uk-air.defra.gov.uk/reports/cat05/1103041401_110303_Draft_NOx_NO2_trends_report.pdf)
- Forsberg, B., Hansson, HC., Johansson, C., Areskoug, H., Persson, K. and Järvholm, B., 2005, *Comparative health assessment of local and regional particulate air pollutions in Scandinavia*. Ambio Vol. 34, No. 1, 11-19.
- Gauss, M., Nyíri, Á., Steensen, B.M., Klein, H., 2012, *Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O3) and PM – Sweden*, EMEP MSC-W 1/2012
- Gidhagen, L., Johansson, H. and Omstedt, G., 2009, *SIMAIR - Evaluation tool for meeting the EU directive on air pollution limits*. Atmospheric Environment, Vol. 43, 1029–1036, doi:10.1016/j.atmosenv.2008.01.056
- HBEFA web <http://www.hbefa.net/e/index.html>
- IVL web, <http://www.ivl.se/tjanster/datavardskap/luftkvalitet.47df4c4e812d2da6a41680004804.html>
- Johansson, C., Norman, M. och Burman, L., 2011, *Vad dubbdäcksförbudet på Hornsgatan har betytt för luftkvaliteten*. SLB rapport, 2:2011.
- Johansson, Håkan, Trafikverket, privat kommunikation
- Meister, K., Johansson, C. and Forsberg, B., 2012, *Estimated Short-Term Effects of Coarse Particles on Daily Mortality in Stockholm, Sweden*. <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/lookupArticle.action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1103995#abstract0>
- Naturvårdsverkets webbplats, 2013-05-25
- [www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Forsurning/Markforsurningen-minskar-inte/](http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Forsurning/Markforsurningen-minskar-inte/)
  - <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Forsurning/Kritisk-belastning-overskrids/>
  - <http://naturvardsverket.se/sv/Nyheter-och-pessmeddelanden/Pressarkiv/Pressmeddelanden-2011-och-aldre/Nytt-samrad-nar-EU-ser-over-luftpolitiken/>
- Omstedt, G., Andersson, S. och Bergström, R., 2010a, *Dagens och framtidens luftkvalitet i Sverige. Haltberäkningar och NO2, PM10 och PM2.5 i svenska trafikmiljöer för framtidsscenarier med minskade europeiska emissioner*. SMHI rapport Meteorologi, Nr 140, 56 pp.
- Omstedt, G., Andersson, S., Bennet, C., Bergström, R., Gidhagen, L., Johansson, C. och Persson, K., 2010b, *Kartläggning av partiklar i Sverige. Halter källbidrag och kunskapsluckor*. SMHI rapport Meteorologi, Nr. 144, 102 pp.
- Omstedt, G., Andersson, S., Asker, C., Jones, J., Kindell, S., Segersson, D. och Torstensson, M., 2012a, *Luftkvaliteten i Sverige år 2020 – uppföljning av miljö kvalitetsmålet Frisk luft för trafikmiljöer i svenska tätorter*, SMHI rapport Meteorologi, Nr 150
- Omstedt, G., Andersson, S., Gidhagen, L. and Robertson, L., 2012b, *Evaluation of new model tools for meeting the targets of the EU Air Quality Directive: a case study on the studded tyre use in Sweden*. Int. J. Environment and Pollution, in press.
- Russell, A.G., Brunekreef, B., 2009, *A focus on particulate matter and health*, Environmental Science and Technology, 43, 4620-4625
- SCB, 2012, [http://www.scb.se/Pages/ProductTables\\_10516.aspx](http://www.scb.se/Pages/ProductTables_10516.aspx)

Sjödén, Å. and Jerksjö, M., 2008, *Evaluation of European road transport emission models against on-road emission data as measured by optical remote sensing*. 17th International Conference 'Transport and Air Pollution', Graz.

SMHI, 2012b, SIMAIR publikationslista.

[http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.15485!SIMAIR\\_publicationslista.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.15485!SIMAIR_publicationslista.pdf)

SMHI webbplats

a) <http://www.smhi.se/klimatdata/miljo/atmosfarskemi>

b) [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.17295!v%C3%A4der%C3%A5ret2008.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.17295!v%C3%A4der%C3%A5ret2008.pdf)

SLB, 2010, *Utsläpp och halter av kväveoxider och kvävedioxid på Hornsgatan. Analys av trafikmätningar under hösten 2009*, 7:2010.

Trafikverket, 2011, *Undersökning av däckstyper i Sverige Kvartal 1, 2011*

Trafikverket 2013, *Prognoser för arbetet med nationell transportplan 2014-2025 – Persontrafikens utveckling fram till 2030*, Publikationsnummer 2013:055

([http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7038/2013\\_055\\_prognoser\\_for\\_arbetet\\_med\\_nationell\\_transportplan\\_2014\\_2025\\_persontransporters\\_utveckling\\_fram\\_till\\_2030.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7038/2013_055_prognoser_for_arbetet_med_nationell_transportplan_2014_2025_persontransporters_utveckling_fram_till_2030.pdf))

Trafikverket 2013, *Prognoser för arbetet med nationell transportplan 2014-2025 - Godstransporters utveckling fram till 2030*, Publikationsnummer 2013:056

([http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7042/2013\\_056\\_prognoser\\_for\\_arbetet\\_med\\_nationell\\_transportplan\\_2014\\_2025\\_Godstransporters\\_utveckling\\_fram\\_till\\_2030.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7042/2013_056_prognoser_for_arbetet_med_nationell_transportplan_2014_2025_Godstransporters_utveckling_fram_till_2030.pdf))

Vägverket, 2009, *Undersökning av däckstyp samt mönsterdjup i Sverige*. Publikation 2009:4

## Appendix 1 - Lokala scenarion

PM10 2030	PM10 årsmedelvärde [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]			PM10 90-percentil dygn [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]
	Totalt	Urban bakgrund	Lokalt bidrag	
Malmö (Dalaplan)	18.8	14.3	4.5	27.2
Kristianstad (V. Boulevarden)	19.3	14.1	5.2	32.0
Landskrona (Eriksgatan)	15.7	13.0	2.7	24.2
Helsingborg (Drottninggatan)	19.7	14.6	5.1	30.0
Karlskrona (N. Smedjegatan)	14.8	11.9	2.9	24.1
Halmstad (Viktoriagatan)	18.8	12.4	6.4	33.9
Växjö (Storgatan)	16.5	10.3	6.1	26.8
Ljungby (Märta Ljungbergsv.)	17.6	11.9	5.7	28.7
Kalmar (Södra vägen)	17.0	12.0	5.0	30.7
Jönköping (Barnarpsgatan)	22.6	11.2	11.3	51.1
Jönköping (Kungsgatan)	22.9	11.3	11.5	48.6
Visby (Österväg)	16.3	10.5	5.8	27.7
Linköping (Drottninggatan)	19.7	10.5	9.2	35.4
Linköping (Hamngatan)	18.3	10.3	8.1	35.8
Norrköping (Kungsgatan)	32.8	15.4	17.4	67.4
Norrköping (Ö. Promenaden)	26.2	12.1	14.2	48.7
Göteborg (E6 vid Gårda)	21.1	13.5	7.6	31.2
Göteborg (Sprängkullsg.)	22.2	18.0	4.1	33.5
Borås (Allégatan)	19.0	13.8	5.2	33.2
Trollhättan (Drottninggatan)	12.0	9.7	2.3	19.4
Karlstad (Hamngatan)	19.3	12.5	6.8	32.4
Karlstad (Ö Torggatan)	16.6	12.7	3.9	29.0
Sunne (Storgatan)	18.2	9.6	8.6	40.9
Karlskoga (Katrinedalsg.)	17.5	10.7	6.8	31.9
Örebro (Rudbecksgatan)	19.4	8.5	10.9	36.8
Västerås (Stora gatan)	15.2	11.0	4.1	27.4
Eskilstuna (Rådhusstorget)	18.9	10.6	8.3	35.3
Katrineholm (Vasavägen)	20.8	10.4	10.5	37.6
Södertälje (Turingegatan)	29.1	12.0	17.1	64.6
Stockholm (Hornsgatan)	34.8	17.0	17.8	68.4
Stockholm (Lilla Essingen)	36.6	15.7	20.8	80.4
Stockholm (Norrländsgatan)	27.5	16.9	10.6	50.8
Stockholm (Sveavägen)	28.7	16.4	12.2	54.6
Sollentuna (E4 Häggvik)	25.9	10.9	15.0	48.1
Uppsala (Kungsgatan)	29.1	12.9	16.3	59.3
Borlänge (Siljansvägen)	23.7	10.7	13.0	47.6
Falun (Gruvgatan)	21.6	10.0	11.6	42.8
Gävle (Staketgatan)	21.7	9.5	12.2	41.0



Hudiksvall (Kungsgatan)	15.4	9.4	6.0	25.4
Sundsvall (Strandgatan)	22.5	11.0	11.5	42.2
Örnsköldsvik (Centralesplanaden)	20.2	10.7	9.5	33.2
Östersund (Färjemansgatan)	16.9	8.4	8.5	28.5
Umeå (V Esplanaden)	22.1	8.2	13.9	47.1
Skellefteå (E4)	15.1	7.4	7.8	26.9
Luleå (Smedjegatan)	13.2	7.4	5.9	23.5
Boden (Kungsgatan)	9.5	6.2	3.3	16.5

NO <sub>2</sub> 2030	NO <sub>2</sub> årsmedelvärde [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]			NO <sub>2</sub> 98-percentil dygn	NO <sub>2</sub> 98-percentil timme
	Totalt	Urban bakgrund	Lokalt bidrag	[ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]	[ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]
Malmö (Dalaplan)	22.9	15.9	7.0	42.6	46.9
Kristianstad (V. Boulevarden)	10.6	5.4	5.1	19.5	22.3
Landskrona (Eriksgatan)	9.8	5.9	3.9	19.6	22.6
Helsingborg (Drottninggatan)	12.7	6.2	6.5	24.7	30.6
Karlskrona (N. Smedjegatan)	7.3	4.9	2.5	14.5	18.1
Halmstad (Viktoriegatan)	11.1	6.3	4.9	24.2	32.3
Växjö (Storgatan)	10.9	5.0	5.9	19.0	23.5
Ljungby (Märta Ljungbergsv.)	7.7	4.0	3.6	14.5	17.7
Kalmar (Södra vägen)	8.0	4.6	3.4	14.7	18.0
Jönköping (Barnarpsgatan)	9.6	4.5	5.1	16.5	23.7
Jönköping (Kungsgatan)	9.4	3.6	5.9	14.9	22.7
Visby (Österväg)	7.4	4.7	2.8	16.8	24.3
Linköping (Drottninggatan)	11.5	6.4	5.1	20.9	28.8
Linköping (Hamngatan)	11.8	6.3	5.5	21.8	30.2
Norrköping (Kungsgatan)	13.5	5.7	7.8	22.9	33.5
Norrköping (Ö. Promenaden)	13.4	5.5	7.9	21.3	30.7
Göteborg (E6 vid Gårda)	17.9	12.2	5.7	39.7	60.8
Göteborg (Sprängkullsg.)	19.5	13.9	5.5	38.6	57.4
Borås (Allégatan)	10.3	5.5	4.9	19.2	28.5
Trollhättan (Drottninggatan)	9.1	5.0	4.0	16.7	23.5
Karlstad (Hamngatan)	14.0	6.7	7.3	25.1	34.5
Karlstad (Ö Torggatan)	13.2	6.6	6.7	24.4	34.7
Sunne (Storgatan)	7.8	3.4	4.3	12.7	15.9
Karlskoga (Katrinedalsg.)	9.0	4.9	4.0	14.5	18.7
Örebro (Rudbecksgatan)	14.4	7.3	7.2	23.8	29.7
Västerås (Stora gatan)	15.0	8.4	6.7	26.4	36.9
Eskilstuna (Rådhusstorget)	13.5	7.1	6.4	25.1	31.7
Katrineholm (Vasavägen)	10.0	4.9	5.1	16.5	20.0

Södertälje (Turingegatan)	21.0	8.9	12.1	34.7	43.0
Stockholm (Hornsgatan)	25.1	12.8	12.4	46.3	65.7
Stockholm (Lilla Essingen)	18.9	9.9	9.0	39.6	51.4
Stockholm (Norrländsgatan)	22.1	13.4	8.8	45.3	56.8
Stockholm (Sveavägen)	21.2	11.8	9.3	43.8	62.8
Sollentuna (E4 Häggvik)	19.5	8.9	10.5	39.1	67.1
Uppsala (Kungsgatan)	17.5	8.0	9.5	28.5	37.3
Borlänge (Siljansvägen)	12.9	6.4	6.5	21.2	27.6
Falun (Gruvgatan)	11.1	5.1	6.0	18.3	23.3
Gävle (Staketgatan)	11.8	5.1	6.7	20.3	32.5
Hudiksvall (Kungsgatan)	6.3	3.0	3.2	12.2	19.1
Sundsvall (Strandgatan)	11.9	5.4	6.5	19.2	30.9
Örnsköldsvik (Centralesplanaden)	10.6	4.5	6.2	18.3	27.7
Östersund (Färjemansgatan)	8.0	3.2	4.8	15.9	24.4
Umeå (V Esplanaden)	16.9	5.5	11.4	29.6	48.2
Skellefteå (E4)	10.4	4.6	5.8	20.2	33.0
Luleå (Smedjegatan)	9.7	4.8	4.8	21.4	29.9
Boden (Kungsgatan)	7.6	3.5	4.1	17.0	26.9

PM2.5 2030	PM2.5 årsmedelvärde [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]				
	Totalt	Urban bakgrund	Lokalt bidrag	Slitagepartiklar	Förbränning
Malmö (Dalaplan)	10.2	9.6	0.6	0.5	0.2
Kristianstad (V. Boulevarden)	10.9	10.2	0.7	0.5	0.2
Landskrona (Eriksgatan)	10.3	9.9	0.4	0.3	0.1
Helsingborg (Drottninggatan)	11.1	10.4	0.7	0.5	0.2
Karlskrona (N. Smedjegatan)	9.0	8.8	0.2	0.2	0.1
Halmstad (Viktoriegatan)	8.9	8.4	0.5	0.4	0.1
Växjö (Storgatan)	7.4	6.9	0.5	0.4	0.1
Ljungby (Märta Ljungbergsv.)	8.8	8.4	0.4	0.3	0.1
Kalmar (Södra vägen)	9.0	8.7	0.4	0.3	0.1
Jönköping (Barnarpsgatan)	8.0	7.3	0.7	0.5	0.2
Jönköping (Kungsgatan)	8.0	7.3	0.7	0.5	0.2
Visby (Österväg)	8.3	7.9	0.3	0.3	0.1
Linköping (Drottninggatan)	7.2	6.7	0.6	0.4	0.2
Linköping (Hamngatan)	7.1	6.7	0.5	0.4	0.1
Norrköping (Kungsgatan)	11.3	9.9	1.4	1.0	0.4
Norrköping (Ö. Promenaden)	9.0	7.9	1.1	0.8	0.3
Göteborg (E6 vid Gårda)	9.1	8.3	0.8	0.7	0.1
Göteborg (Sprängkullsg.)	11.5	11.0	0.5	0.4	0.1
Borås (Allégatan)	9.1	8.6	0.4	0.3	0.1
Trollhättan (Drottninggatan)	6.8	6.5	0.3	0.2	0.1

Karlstad (Hamngatan)	8.7	7.8	0.8	0.6	0.2
Karlstad (Ö Torggatan)	8.4	8.0	0.5	0.3	0.1
Sunne (Storgatan)	7.4	6.8	0.6	0.5	0.2
Karlskoga (Katrinedalsg.)	7.7	7.3	0.4	0.3	0.1
Örebro (Rudbecksgatan)	5.7	5.1	0.7	0.5	0.2
Västerås (Stora gatan)	6.9	6.5	0.4	0.2	0.1
Eskilstuna (Rådhusstorget)	7.2	6.6	0.7	0.5	0.2
Katrineholm (Vasavägen)	7.6	7.0	0.6	0.5	0.2
Södertälje (Turingegatan)	8.8	7.4	1.4	1.0	0.4
Stockholm (Hornsgatan)	10.4	9.0	1.4	1.1	0.4
Stockholm (Lilla Essingen)	10.1	8.5	1.6	1.3	0.3
Stockholm (Norrländsgatan)	9.6	8.7	0.8	0.6	0.2
Stockholm (Sveavägen)	9.4	8.4	1.0	0.7	0.3
Sollentuna (E4 Häggvik)	7.5	6.4	1.1	0.9	0.2
Uppsala (Kungsgatan)	8.7	7.7	1.0	0.7	0.3
Borlänge (Siljansvägen)	7.0	6.3	0.8	0.6	0.2
Falun (Gruvgatan)	6.8	6.1	0.7	0.5	0.2
Gävle (Staketgatan)	6.7	6.0	0.7	0.5	0.2
Hudiksvall (Kungsgatan)	6.8	6.4	0.4	0.3	0.1
Sundsvall (Strandgatan)	7.4	6.5	0.9	0.7	0.2
Örnsköldsvik (Centralesplanaden)	7.6	6.8	0.8	0.6	0.2
Östersund (Färjemansgatan)	5.7	5.2	0.5	0.4	0.1
Umeå (V Esplanaden)	5.8	4.9	0.9	0.6	0.3
Skellefteå (E4)	5.2	4.7	0.5	0.3	0.1
Luleå (Smedjegatan)	4.8	4.4	0.3	0.3	0.1
Boden (Kungsgatan)	4.2	4.1	0.2	0.1	0.0

## Appendix 2 - Känslighetsanalys

Årsmedelhalt ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av PM10				
Stad	Gata	Med trafikökning	Utan trafikökning	Procentuell skillnad
Stockholm	Hornsgatan	34.8	32.4	6.9%
Malmö	Dalaplan	18.8	18.2	3.2%
Linköping	Hamngatan	18.3	17.2	6.0%
Umeå	V Esplanaden	22.1	20.2	8.6%

90-percentil av dygnsmedelhalter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) för PM10				
Stad	Gata	Med trafikökning	Utan trafikökning	Procentuell skillnad
Stockholm	Hornsgatan	68.4	62.6	8.5%
Malmö	Dalaplan	27.2	26.0	4.2%
Linköping	Hamngatan	35.8	33.0	7.7%
Umeå	V Esplanaden	47.1	42.2	10.4%

Årsmedelhalt ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av PM2.5				
Stad	Gata	Med trafikökning	Utan trafikökning	Procentuell skillnad
Stockholm	Hornsgatan	10.4	10.3	1.0%
Malmö	Dalaplan	10.2	10.2	0.2%
Linköping	Hamngatan	7.1	7.1	1.0%
Umeå	V Esplanaden	5.8	5.6	3.2%

Årsmedelhalt ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) av NO <sub>2</sub>				
Stad	Gata	Med trafikökning	Utan trafikökning	Procentuell skillnad
Stockholm	Hornsgatan	25.1	23.5	6.5%
Malmö	Dalaplan	22.9	21.9	4.3%
Linköping	Hamngatan	11.8	11.2	5.3%
Umeå	V Esplanaden	16.9	15.0	11.0%

98-percentil av dygnsmedelhalter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) för NO <sub>2</sub>				
Stad	Gata	Med trafikökning	Utan trafikökning	Procentuell skillnad
Stockholm	Hornsgatan	46.3	44.2	4.4%
Malmö	Dalaplan	42.6	41.3	3.1%
Linköping	Hamngatan	21.8	20.8	4.4%
Umeå	V Esplanaden	29.6	26.5	10.5%

<b>98-percentil av timmedelhalter (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) för <math>\text{NO}_2</math></b>				
<b>Stad</b>	<b>Gata</b>	<b>Med trafikökning</b>	<b>Utan trafikökning</b>	<b>Procentuell skillnad</b>
Stockholm	Hornsgatan	65.7	63.0	4.2%
Malmö	Dalaplan	46.9	45.6	2.8%
Linköping	Hamngatan	30.2	28.9	4.0%
Umeå	V Esplanaden	48.2	43.1	10.5%

## Appendix 3 - antagna trafikökningar 2008-2030

### *Antagna trafikökningar till 2030 för personbilar*

Region TV	Ort	Gata	Trafikverkets beräknade tillväxt 2010- 2030 (%)	Denna studies antagna tillväxt 2008-2030 (%)
<b>Stockholm</b>			<b>61</b>	
	Sollentuna	E4 Häggvik		61
	Stockholm	Hornsgatan		20
	Stockholm	Lilla Essingen		61
	Stockholm	Norrlandsgatan		20
	Stockholm	Sveavägen		20
	Södertälje	Turingegatan		20
<b>Uppsala</b>			<b>52</b>	
	Uppsala	Kungsgatan		20
<b>Södermanland</b>			<b>29</b>	
	Eskilstuna	Rådhusorget		20
	Katrineholm	Vasavägen		20
<b>Östergötland</b>			<b>34</b>	
	Linköping	Drottninggatan		20
	Linköping	Hamngatan		20
	Norrköping	Kungsgatan		20
	Norrköping	Ö. Promenaden		20
<b>Jönköping</b>			<b>28</b>	
	Jönköping	Barnarpsgatan		20
	Jönköping	Kungsgatan		20
<b>Kronoberg</b>			<b>30</b>	
	Ljungby	Märta Ljungbergsv		20
	Växjö	Storgatan		20
<b>Kalmar</b>			<b>16</b>	
	Kalmar	Södra vägen		16
<b>Gotland</b>			<b>8</b>	
	Visby	Österväg		8
<b>Blekinge</b>			<b>21</b>	
	Karlskrona	N. Smedjegatan		20
<b>Skåne Sydväst</b>			<b>50</b>	
	Malmö	Dalaplan		20
<b>Skåne Nordväst</b>			<b>26</b>	
	Helsingborg	Drottninggatan		20
	Landskrona	Eriksgatan		20
<b>Skåne Öst</b>			<b>36</b>	
	Kristianstad	V. Boulevarden		20

<b>Stor-Göteborg</b>			<b>35</b>
	Borås	Allégatan	20
	Göteborg	E6 vid Gårda	35
	Göteborg	Sprängkullsg.	20
	Trollhättan	Drottninggatan	20
<b>Södra VVÄ</b>			<b>39</b>
	Halmstad	Viktoriagatan	20
<b>Västra och Norra VVÄ</b>			<b>19</b>
	Sunne	Storgatan	19
<b>Längs E18 VVÄ</b>			<b>19</b>
	Karlstad	Hamngatan	19
	Karlstad	Ö Torggatan	19
<b>Östra Örebro</b>			<b>31</b>
	Karlskoga	Katrinédalsgatan	20
<b>Västra Örebro</b>			<b>14</b>
	Örebro	Rudbecksgatan	14
<b>Östra Västmanland</b>			<b>29</b>
	Västerås	Stora gatan	20
<b>Dalarna</b>			<b>15</b>
	Borlänge	Siljansvägen	15
	Falun	Gruvgatan	15
<b>Gävleborg</b>			<b>12</b>
	Gävle	Staketgatan	12
	Hudiksvall	Kungsgatan	12
<b>Västernorrland</b>			<b>7</b>
	Sundsvall	Strandgatan	7
	Örnsköldsvik	Centralesplanaden	7
<b>Jämtland</b>			<b>16</b>
	Östersund	Färjemansgatan	16
<b>Västerbotten</b>			<b>22</b>
	Skellefteå	E4	20
	Umeå	V Esplanaden	20
<b>Norrbotten</b>			<b>6</b>
	Boden	Kungsgatan	6
	Luleå	Smedjegatan	6

*Antagna trafikökningar till 2030 för tung trafik*

Region TV	Ort	Gata	Trafikverkets beräknade tillväxt 2010- 2030 (%)	Denna studies antagna tillväxt 2008-2030 (%)
<b>Stockholm</b>			<b>27</b>	
	Sollentuna	E4 Häggvik		20
	Stockholm	Hornsgatan		20
	Stockholm	Lilla Essingen		20
	Stockholm	Norrlandsgatan		20
	Stockholm	Sveavägen		20
	Södertälje	Turingegatan		20
<b>Uppsala</b>			<b>31</b>	
	Uppsala	Kungsgatan		20
<b>Södermanland</b>			<b>25</b>	
	Eskilstuna	Rådhusorget		20
	Katrineholm	Vasavägen		20
<b>Östergötland</b>			<b>31</b>	
	Linköping	Drottninggatan		20
	Linköping	Hamngatan		20
	Norrköping	Kungsgatan		20
	Norrköping	Ö. Promenaden		20
<b>Jönköping</b>			<b>36</b>	
	Jönköping	Barnarpsgatan		20
	Jönköping	Kungsgatan		20
<b>Kronoberg</b>			<b>41</b>	
	Ljungby	Märta Ljungbergsv		20
	Växjö	Storgatan		20
<b>Kalmar</b>			<b>17</b>	
	Kalmar	Södra vägen		17
<b>Gotland</b>			<b>25</b>	
	Visby	Österväg		20
<b>Blekinge</b>			<b>43</b>	
	Karlskrona	N. Smedjegatan		20
<b>Skåne Sydväst</b>			<b>60</b>	
	Malmö	Dalaplan		20
<b>Skåne Nordväst</b>			<b>60</b>	
	Helsingborg	Drottninggatan		20
	Landskrona	Eriksgatan		20
<b>Skåne Öst</b>			<b>60</b>	
	Kristianstad	V. Boulevarden		20



<b>Stor-Göteborg</b>			<b>25</b>
	Borås	Allégatan	20
	Göteborg	E6 vid Gårda	20
	Göteborg	Sprängkullsg.	20
	Trollhättan	Drottninggatan	20
<b>Södra VVÄ</b>			<b>30</b>
	Halmstad	Viktoriagatan	20
<b>Västra och Norra VVÄ</b>			<b>25</b>
	Sunne	Storgatan	20
<b>Längs E18 VVÄ</b>			<b>25</b>
	Karlstad	Hamngatan	20
	Karlstad	Ö Torggatan	20
<b>Östra Örebro</b>			<b>34</b>
	Karlskoga	Katrinédalsgatan	20
<b>Västra Örebro</b>			<b>34</b>
	Örebro	Rudbecksgatan	20
<b>Östra västmanland</b>			<b>35</b>
	Västerås	Stora gatan	20
<b>Dalarna</b>			<b>26</b>
	Borlänge	Siljansvägen	20
	Falun	Gruvgatan	20
<b>Gävleborg</b>			<b>37</b>
	Gävle	Staketgatan	20
	Hudiksvall	Kungsgatan	20
<b>Västernorrland</b>			<b>30</b>
	Sundsvall	Strandgatan	20
	Örnsköldsvik	Centralesplanaden	20
<b>Jämtland</b>			<b>6</b>
	Östersund	Färjemansgatan	6
<b>Västerbotten</b>			<b>32</b>
	Skellefteå	E4	20
	Umeå	V Esplanaden	20
<b>Norrbotten</b>			<b>30</b>
	Boden	Kungsgatan	20
	Luleå	Smedjegatan	20

## SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sju rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Report Meteorology and Climatology)	1974
RH (Report Hydrology)	1990
RO (Report Oceanography)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985
KLIMATOLOGI	2009

### I serien METEOROLOGI har tidigare utgivits:

1985	9	Wern, L. (1985) Spridningsberäkningar för ASEA transformers i Ludvika.
1 Hagmarker, A. (1985) Satellitmeteorologi.	10	Axelsson, G., Eklind, R. (1985) Ovädret på Östersjön 23 juli 1985.
2 Fredriksson, U., Persson, Ch., Laurin, S. (1985) Helsingborgsluft.	11	Laurin, S., Bringfelt, B. (1985) Spridningsmodell för kväveoxider i gatumiljö.
3 Persson, Ch., Wern, L. (1985) Spridnings- och depositionsberäkningar för avfallsförbränningsanläggningar i Sofielund och Högdalen.	12	Persson, Ch., Wern, L. (1985) Spridnings- och depositionsberäkningar för avfallsförbränningsanläggning i Sofielund.
4 Kindell, S. (1985) Spridningsberäkningar för SUPRAs anläggningar i Köping.	13	Persson, Ch., Wern, L. (1985) Spridnings- och depositionsberäkningar för avfallsförbränningsanläggning i Högdalen.
5 Andersson, C., Kvik, T. (1985) Vindmätningar på tre platser på Gotland. Utvärdering nr 1.	14	Vedin, H., Andersson, C. (1985) Extrema köldperioder i Stockholm.
6 Kindell, S. (1985) Spridningsberäkningar för Ericsson, Ingelstafabriken.	15	Krieg, R., Omstedt, G. (1985) Spridningsberäkningar för Volvos planerade bilfabrik i Uddevalla.
7 Fredriksson, U. (1985) Spridningsberäkningar för olika plymlyft vid avfallsvärmeverket Sävenäs.	16	Kindell, S. Wern, L. (1985) Luftvårdsstudie avseende industrikombinatet i Nynäshamn (koncentrations- och luktberäkningar).
8 Fredriksson, U., Persson, Ch. (1985) NO <sub>x</sub> - och NO <sub>2</sub> -beräkningar vid Vasaterminalen i Stockholm.		

- 17 Laurin, S., Persson, Ch. (1985)  
Beräknad formaldehydspridning och deposition från SWEDSPANs spånskivefabrik.
- 18 Persson, Ch., Wern, L. (1985)  
Luftvårdsstudie avseende industri-kombinatet i Nynäshamn – depositionsberäkningar av koldamm.
- 19 Fredriksson, U. (1985)  
Luktberäkningar för Bofors Plast i Ljungby, II.
- 20 Wern, L., Omstedt, G. (1985)  
Spridningsberäkningar för Volvos planerade bilfabrik i Uddevalla - energicentralen.
- 21 Krieg, R., Omstedt, G. (1985)  
Spridningsberäkningar för Volvos planerade bilfabrik i Uddevalla - kompletterande beräkningar för fabrikena.
- 22 Karlsson, K.-G. (1985)  
Information från Meteosat - forskningsrön och operationell tillämpning.
- 23 Fredriksson, U. (1985)  
Spridningsberäkningar för AB Åkerlund & Rausings fabrik i Lund.
- 24 Färnlöf, S. (1985)  
Radarmeteorologi.
- 25 Ahlström, B., Salomonsson, G. (1985)  
Resultat av 5-dygnsprogno till ledning för isbrytarverksamhet vintern 1984-85.
- 26 Wern, L. (1985)  
Avesta stadsmodell.
- 27 Hultberg, H. (1985)  
Statistisk prognos av ytemperatur.
- 1986
- 1 Krieg, R., Johansson, L., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master, kvartalsrapport 3/1985.
- 2 Olsson, L.-E., Kindell, S. (1986)  
Air pollution impact assessment for the SABAH timber, pulp and paper complex.
- 3 Ivarsson, K.-I. (1986)  
Resultat av byggväderprognoser - säsongen 1984/85.
- 4 Persson, Ch., Robertson, L. (1986)  
Spridnings- och depositionsberäkningar för en sopförbränningsanläggning i Skövde.
- 5 Laurin, S. (1986)  
Bilavgaser vid intagsplan - Eskilstuna.
- 6 Robertson, L. (1986)  
Koncentrations- och depositionsberäkningar för en sopförbränningsanläggning vid Ryaverken i Borås.
- 7 Laurin, S. (1986)  
Luften i Avesta - föroreningsbidrag från trafiken.
- 8 Robertson, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för bromcyan.
- 9 Wern, L. (1986)  
Extrema byvindar i Orrefors.
- 10 Robertson, L. (1986)  
Koncentrations- och depositionsberäkningar för Halmstads avfallsförbränningsanläggning vid Kristinehed.
- 11 Törnevik, H., Ugnell (1986)  
Belastningsprognoser.
- 12 Joelsson, R. (1986)  
Något om användningen av numeriska prognoser på SMHI (i princip rapporten till ECMWF).
- 13 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master, kvartalsrapport 4/1985.
- 14 Dahlgren, L. (1986)  
Solmätning vid SMHI.

- 15 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för ett kraftvärme-  
verk i Sundbyberg.
- 16 Kindell, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för Uddevallas  
fjärrvärmecentral i Hovhult.
- 17 Häggkvist, K., Persson, Ch., Robertson, L  
(1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp  
från ett antal källor inom SSAB Luleå-  
verken.
- 18 Krieg, R., Wern, L. (1986)  
En klimatstudie för Arlanda stad.
- 19 Vedin, H. (1986)  
Extrem arealnederbörd i Sverige.
- 20 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i  
Tibro.
- 21 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master - kvartals-  
rapport 1/1986.
- 22 Kwick, T. (1986)  
Beräkning av vindenergitillgången på  
några platser i Halland och Bohuslän.
- 23 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master - kvartals-  
rapport 2/1986.
- 24 Persson, Ch. (SMHI), Rodhe, H.  
(MISU), De Geer, L.-E. (FOA) (1986)  
Tjernobylyolyckan - En meteorologisk  
analys av hur radioaktivitet spreds till  
Sverige.
- 25 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för Spendrups  
bryggeri, Grängesberg.
- 26 Krieg, R. (1986)  
Beräkningar av vindenergitillgången på  
några platser i Skåne.
- 27 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar, SSAB.
- 28 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för ny ugn,  
SSAB II.
- 29 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo  
Hallsbergverken.
- 30 Fredriksson, U. (1986)  
SO<sub>2</sub>-halter från Hammarbyverket kring ny  
arena vid Johanneshov.
- 31 Persson, Ch., Robertson, L., Häggkvist, K.  
(1986)  
Spridningsberäkningar, SSAB - Luleå-  
verken.
- 32 Kindell, S., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för SAABs  
planerade bilfabrik i Malmö.
- 33 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för  
svavelsyrafabrik i Falun.
- 34 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för Västhamns-  
verket HKV1 i Helsingborg.
- 35 Persson, Ch., Wern, L. (1986)  
Beräkningar av svaveldepositionen i  
Stockholmsområdet.
- 36 Joelsson, R. (1986)  
USAs månadsprognoser.
- 37 Vakant nr.
- 38 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Utemiljön vid Kvarnberget, Lysekil.
- 39 Häggkvist, K. (1986)  
Spridningsberäkningar av freon 22 från  
Ropstens värmepumpverk.
- 40 Fredriksson, U. (1986)  
Vindklassificering av en plats på Hemsön.
- 41 Nilsson, S. (1986)  
Utvärdering av sommarens (1986)  
använda konvektionsprognoshjälpmedel.

- 42 Krieg, R., Kvik, T. (1986)  
Vindmätningar i höga master.
- 43 Krieg, R., Fredriksson, U. (1986)  
Vindarna över Sverige.
- 44 Robertson, L. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp vid ScanDust i Landskrona - bestämning av cyanvätehalter.
- 45 Kvik, T., Krieg, R., Robertson, L. (1986)  
Vindförhållandena i Sveriges kust- och havsband, rapport nr 2.
- 46 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för en planerad panncentral vid Lindsdal utanför Kalmar.
- 47 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo BMs fabrik i Landskrona.
- 48 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för ELMO-CALFs fabrik i Svenljunga.
- 49 Häggkvist, K. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp från syrgas- och bensenupplag inom SSAB Luleåverken.
- 50 Wern, L., Fredriksson, U., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i Tidaholm.
- 51 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo BM ABs anläggning i Braås.
- 52 Ericson, K. (1986)  
Meteorological measurements performed May 15, 1984, to June, 1984, by the SMHI
- 53 Wern, L., Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkning för Kockums Plåtteknik, Ronneby.
- 54 Eriksson, B. (1986)  
Frekvensanalys av timvisa temperatur-observationer.
- 55 Wern, L., Kindell, S. (1986)  
Luktberäkningar för AB ELMO i Flen.
- 56 Robertson, L. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande utsläpp av NO<sub>x</sub> inom Fagersta kommun.
- 57 Kindell, S. (1987)  
Luften i Nässjö.
- 58 Persson, Ch., Robertson, L. (1987)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp vid ScanDust i Landskrona - bestämning av cyanväte.
- 59 Bringfelt, B. (1987)  
Receptorbaserad partikelmodell för gatumiljömodell för en gata i Nyköping.
- 60 Robertson, L. (1987)  
Spridningsberäkningar för Varbergs kommun. Bestämning av halter av SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> samt några kolväten.
- 61 Vedin, H., Andersson, C. (1987)  
E 66 - Linderödsåsen - klimatförhållanden.
- 62 Wern, L., Fredriksson, U. (1987)  
Spridningsberäkningar för Kockums Plåtteknik, Ronneby. 2.
- 63 Taesler, R., Andersson, C., Wallentin, C., Krieg, R. (1987)  
Klimatkorrigering för energiförbrukningen i ett eluppvärmt villaområde.
- 64 Fredriksson, U. (1987)  
Spridningsberäkningar för AB Åretå- Trycks planerade anläggning vid Kungens Kurva.
- 65 Melgarejo, J. (1987)  
Mesoskalig modellering vid SMHI.
- 66 Häggkvist, K. (1987)  
Vindlaster på kordahus vid Alviks Strand - numeriska beräkningar.
- 67 Persson, Ch. (1987)  
Beräkning av lukt och föroreningshalter i luft runt Neste Polyester i Nol.

- 68 Fredriksson, U., Krieg, R. (1987)  
En överskallig klimatstudie för Tornby,  
Linköping. prefeasibility study.  
IVL Publikation B 1038.
- 69 Häggkvist, K. (1987)  
En numerisk modell för beräkning av  
vertikal momentumtransport i områden  
med stora råhetelement. Tillämpning på  
ett energiskogsområde.
- 70 Lindström, Kjell (1987)  
Weather and flying briefing aspects.
- 71 Häggkvist, K. (1987)  
En numerisk modell för beräkning av  
vertikal momentumtransport i områden  
med stora råhetelement. En koefficient-  
bestämning.
- 72 Liljas, E. (1988)  
Förbättrad väderinformation i jordbruket -  
behov och möjligheter (PROFARM).
- 73 Andersson, Tage (1988)  
Isbildning på flygplan.
- 74 Andersson, Tage (1988)  
Aeronautic wind shear and turbulence.  
A review for forecasts.
- 75 Kållberg, P. (1988)  
Parameterisering av diabatiska processer i  
numeriska prognosmodeller.
- 76 Vedin, H., Eriksson, B. (1988)  
Extrem arealnederbörd i Sverige  
1881 - 1988.
- 77 Eriksson, B., Carlsson, B., Dahlström, B.  
(1989)  
Preliminär handledning för korrektion av  
nederbördsmängder.
- 78 Liljas, E. (1989)  
Torv-väder. Behovsanalys med avseende  
på väderprognoser och produktion av  
bränsletorv.
- 79 Hagmarker, A. (1991)  
Satellitmeteorologi.
- 80 Lövblad, G., Persson, Ch. (1991)  
Background report on air pollution  
situation in the Baltic states - a
- 81 Alexandersson, H., Karlström, C.,  
Larsson-McCann, S. (1991)  
Temperaturen och nederbörden i Sverige  
1961-90. Referensnormaler.
- 82 Vedin, H., Alexandersson, H., Persson, M.  
(1991)  
Utnyttjande av persistens i temperatur och  
nederbörd för vårflödesprognoser.
- 83 Moberg, A. (1992)  
Lufttemperaturen i Stockholm  
1756 - 1990. Historik, inhomogeniteter  
och urbaniseringseffekt.  
Naturgeografiska Institutionen,  
Stockholms Universitet.
- 84 Josefsson, W. (1993)  
Normalvärden för perioden 1961-90 av  
globalstrålning och solskenstid i Sverige.
- 85 Laurin, S., Alexandersson, H. (1994)  
Några huvuddrag i det svenska  
temperatur-klimatet 1961 - 1990.
- 86 Fredriksson, U. och Ståhl, S. (1994)  
En jämförelse mellan automatiska och  
manuella fältmätningar av temperatur och  
nederbörd.
- 87 Alexandersson, H., Eggertsson Karlström,  
C. och Laurin S. (1997).  
Några huvuddrag i det svenska  
nederbörds-klimatet 1961-1990.
- 88 Mattsson, J., Rummukainen, M. (1998)  
Växthuseffekten och klimatet i Norden -  
en översikt.
- 89 Kindbom, K., Sjöberg, K., Munthe, J.,  
Peterson, K. (IVL)  
Persson, C. Roos, E., Bergström, R.  
(SMHI). (1998)  
Nationell miljöövervakning av luft- och  
nederbörds-kemi 1996.
- 90 Foltescu, V.L., Häggmark, L (1998)  
Jämförelse mellan observationer och fält  
med griddad klimatologisk information.
- 91 Hultgren, P., Dybbroe, A., Karlsson, K.-G.  
(1999)

- SCANDIA – its accuracy in classifying  
LOW CLOUDS
- MESA-BETA analysis compared to  
measured global radiation.
- 92 Hyvarinen, O., Karlsson, K.-G., Dybbroe, A. (1999)  
Investigations of NOAA AVHRR/3 1.6  $\mu\text{m}$  imagery for snow, cloud and sunglint discrimination (Nowcasting SAF)
- 93 Bennartz, R., Thoss, A., Dybbroe, A. and Michelson, D. B. (1999)  
Precipitation Analysis from AMSU (Nowcasting SAF)
- 94 Appelqvist, Peter och Anders Karlsson (1999)  
Nationell emissionsdatabas för utsläpp till luft - Förstudie.
- 95 Persson, Ch., Robertson L. (SMHI) Thaning, L (LFOA). (2000)  
Model for Simulation of Air and Ground Contamination Associated with Nuclear Weapons. An Emergency Preparedness Model.
- 96 Kindbom K., Svensson A., Sjöberg K., (IVL) Persson C., (SMHI) ( 2001)  
Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds kemi 1997, 1998 och 1999.
- 97 Diamandi, A., Dybbroe, A. (2001)  
Nowcasting SAF  
Validation of AVHRR cloud products.
- 98 Foltescu V. L., Persson Ch. (2001)  
Beräkningar av moln- och dimdeposition i Sverigemodellen - Resultat för 1997 och 1998.
- 99 Alexandersson, H. och Eggertsson Karlström, C (2001)  
Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler - utgåva 2.
- 100 Korpela, A., Dybbroe, A., Thoss, A. (2001)  
Nowcasting SAF - Retrieving Cloud Top Temperature and Height in Semi-transparent and Fractional Cloudiness using AVHRR.
- 101 Josefsson, W. (1989)  
Computed global radiation using interpolated, gridded cloudiness from the
- 102 Foltescu, V., Gidhagen, L., Omstedt, G. (2001)  
Nomogram för uppskattning av halter av  $\text{PM}_{10}$  och  $\text{NO}_2$
- 103 Omstedt, G., Gidhagen, L., Langner, J. (2002)  
Spridning av förbränningsemissioner från småskalig biobränsleeldning – analys av  $\text{PM}_{2.5}$  data från Lycksele med hjälp av två Gaussiska spridningsmodeller.
- 104 Alexandersson, H. (2002)  
Temperatur och nederbörd i Sverige 1860 - 2001
- 105 Persson, Ch. (2002)  
Kvaliteten hos nederbörds kemiska mätdata som utnyttjas för dataassimilation i MATCH-Sverige modellen".
- 106 Mattsson, J., Karlsson, K-G. (2002)  
CM-SAF cloud products feasibility study in the inner Arctic region  
Part I: Cloud mask studies during the 2001 Oden Arctic expedition
- 107 Kärner, O., Karlsson, K-G. (2003)  
Climate Monitoring SAF - Cloud products feasibility study in the inner Arctic region. Part II: Evaluation of the variability in radiation and cloud data
- 108 Persson, Ch., Magnusson, M. (2003)  
Kvaliteten i uppmätta nederbörds mängder inom svenska nederbörds kemiska stationsnät
- 109 Omstedt, G., Persson Ch., Skagerström, M (2003)  
Vedeldning i småhusområden
- 110 Alexandersson, H., Vedin, H. (2003)  
Dimensionerande regn för mycket små avrinningsområden
- 111 Alexandersson, H. (2003)  
Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik
- 112 Joro, S., Dybbroe, A.(2004)  
Nowcasting SAF – IOP

- Validating the AVHRR Cloud Top Temperature and Height product using weather radar data  
Visiting Scientist report
- beräkning av luftkvalitet vid småskalig biobränsleeldning  
*Modellbeskrivning och slutrapport mars 2007*
- 113 Persson, Ch., Resson, E., Klein, T. (2004)  
Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen  
Metod- och resultatsammanställning för åren 1999-2002 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål
- 114 Josefsson, W. (2004)  
UV-radiation measured in Norrköping 1983-2003.
- 115 Martin, Judit, (2004)  
Var tredje timme – Livet som väderobservatör
- 116 Gidhagen, L., Johansson, C., Törnquist, L. (2004)  
NORDIC – A database for evaluation of dispersion models on the local, urban and regional scale
- 117 Langner, J., Bergström, R., Klein, T., Skagerström, M. (2004)  
Nuläge och scenarier för inverkan på marknära ozon av emissioner från Västra Götalands län – Beräkningar för 1999
- 118 Trolez, M., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2005)  
CM-SAF Validating the Cloud Top Height product using LIDAR data
- 119 Rummukainen, M. (2005)  
Växthuseffekten
- 120 Omstedt, G. (2006)  
Utvärdering av PM<sub>10</sub> mätningar i några olika nordiska trafikmiljöer
- 121 Alexandersson, H. (2006)  
Vindstatistik för Sverige 1961-2004
- 122 Samuelsson, P., Gollvik, S., Ullerstig, A., (2006)  
The land-surface scheme of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3)
- 123 Omstedt, G. (2007)  
VEDAIR – ett internetverktyg för
- 124 Persson, G., Strandberg, G., Barring, L., Kjellström, E. (2007)  
Beräknade temperaturförhållanden för tre platser i Sverige – perioderna 1961-1990 och 2011-2040
- 125 Engart, M., Foltescu, V. (2007)  
Luftföroreningar i Europa under framtida klimat
- 126 Jansson, A., Josefsson, W. (2007)  
Modelling of surface global radiation and CIE-weighted UV-radiation for the period 1980-2000
- 127 Johnston, S., Karlsson, K-G. (2007)  
METEOSAT 8 SEVIRI and NOAA Cloud Products. A Climate Monitoring SAF Comparison Study
- 128 Eliasson, S., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2007)  
Prototyping an improved PPS cloud detection for the Arctic polar night
- 129 Trolez, M., Karlsson, K-G., Johnston, S., Albert, P (2008)  
The impact of varying NWP background information on CM-SAF cloud products
- 130 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M (2008)  
Total ozone from zenith radiance measurements. An empirical model approach
- 131 Willén, U (2008)  
Preliminary use of CM-SAF cloud and radiation products for evaluation of regional climate simulations
- 132 Bergström, R (2008)  
TESS Traffic Emissions, Socioeconomic valuation and Socioeconomic measures Part 2:  
Exposure of the European population to atmospheric particles (PM) caused by emissions in Stockholm



- 133 Andersson, S., Bergström, R., Omstedt, G., Engardt, M (2008)  
Dagens och framtidens partikelhalter i Sverige. Utredning av exponerings-  
minskningsmål för PM2.5 enligt nytt  
luftdirektiv
- 134 Omstedt, G., Andersson, S (2008)  
Vintervägar med eller utan dubbdäck.  
Beräkningar av emissioner och halter av  
partiklar för olika dubbdäcksscenarioer
- 135 Omstedt, G., Andersson, S., Johansson,  
Ch., Löfgren, B-E (2008)  
Luftkvalitet och småskalig biobränsle-  
eldning. Tillämpningar av SIMAIR ved för  
några kommuner
- 136 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M  
(2009)  
Measurements of total ozone 2006-2008
- 137 Andersson, S., Omstedt, G (2009)  
Validering av SIMAIR mot mätningar av  
PM10, NO<sub>2</sub> och bensen.  
Utvärdering för svenska tätorter och  
trafikmiljöer avseende år 2004 och 2005
- 138 Wern, L., Bärring, L (2009)  
Sveriges vindklimat 1901 – 2008  
Analys av förändring i geostrofisk vind
- 139 Wern, L., German, J (2009)  
Korttidsnederbörd i Sverige, 1995 – 2008
- 140 Omstedt, G., Andersson, S., Bergström., R  
(2010)  
Dagens och framtidens luftkvalitet i  
Sverige. Haltberäkningar av NO<sub>2</sub>, PM10  
och PM2.5 i svenska trafikmiljöer för  
framtidsscenarioer med minskade  
europeiska emissioner
- 141 Wern, L., Isaksson, L (2010)  
Åska i Sverige 2002 – 2009
- 142 Andersson, S., Omstedt, G., Robertson, L  
(2010)  
Känslighetsanalys, vidareutveckling och  
validering av SIMAIRs urbana spridnings-  
modell BUM
- 143 Wern L., (2012)  
Extrem nederbörd i Sverige  
under 1 till 30 dygn, 1900 – 2011
- 144 Omstedt, G., Andersson, S., Bennet, C.,  
Bergström, R., Gidhagen, L., Johansson,  
Ch., Persson, K (2010)  
Kartläggning av partiklar i Sverige –  
halter, källbidrag och kunskapsluckor
- 145 Engardt, M., Andersson, C., Bergström, R  
(2010)  
Modellering av Marknära Ozon  
- Regionala och högupplösta tillämpningar  
av MATCH
- 146 Omstedt, G., Forsberg, B., Nerhagen, L.,  
Gidhagen, L., Andersson, S (2011)  
**SIMAIR**scenario – ett modellverktyg för  
bedömning av luftföroreningars  
hälsoeffekter och kostnader
- 147 Andersson, C., Andersson, S., Langner, J  
och Segersson, D (2011)  
Halter och deposition av luftföroreningar -  
Förändring över Sverige från 2010 till  
2020 i bidrag från Sverige, Europa och  
Internationell Sjöfart
- 148 Carlund, Th (2011)  
Upgrade of SMHI's meteorological  
radiation network 2006-2007 – Effects on  
direct and global solar radiation
- 149 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M  
(2012)  
Measurements of total ozone 2009-2011
- 150 Omstedt, G., Andersson, S., Asker, Ch.,  
Jones, J., Kindell, S., Segersson, D.,  
Torstensson, M (2012)  
Luftkvaliteten i Sverige år 2020  
Uppföljning av miljömålet Frisk luft för  
trafikmiljöer i svenska tätorter
- 151 Omstedt, G., Burman, L. SLB-analys,  
(2012)  
Beräkningar av kväveoxidhalter vid några  
gator i Umeå åren 2014 och 2020 med och  
utan miljözon

152. Stefan Andersson och Gunnar Omstedt (2013)  
Utvärdering av SIMAIR mot mätningar av PM10 och NO2 i Göteborg, Stockholm och Umeå för åren 2006-2009.  
Undersökning av en ny emissionsmodell för vägtrafikens slitagepartiklar.
153. Segersson, David (2013)  
A dynamic model for shipping emissions  
- Adaptation of Airviro and application in the Baltic Sea.
154. Wern, Lennart (2013)  
Luftfuktighet, Variationer i Sverige



**SMHI**

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 NORRKÖPING  
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 0283-7730