

# *Stockholmsförsöket*



## EFFEKTER PÅ LUFTKVALITET OCH HÄLSA

---

STOCKHOLM JUNI 2006



MILJÖFÖRVALTNINGEN

 STOCKHOLMS OCH UPPSALA  
LÄNS LUFTVÅRDSFÖRBUND

## Kort sammanfattning

Det är väl dokumenterat att luftföroeningar, speciellt partiklar, har betydande effekter på Stockholms invånarnas hälsa, både genom påverkan på luftvägarna och på hjärt- kärlsystemen. Största delen av utsläppen av luftföroeningar sker av bilarna i Stockholms innerstad där också flest människor bor och vistas.

Ett av målen med Stockholmsförsöket är att utsläppen av koldioxid, kväveoxider och partiklar i innerstadsluften skall minska. Mätningar har tydligt visat att Stockholmsförsöket har lett till minskad mängd trafik i Stockholms innerstad. Den minskade trafikmängden har lett till lägre utsläpp av koldioxid, partiklar och kväveoxider, vilket i sin tur minskat bidraget från trafiken till de totala halterna av partiklar (PM10) och kvävedioxid. Detta betyder att om försöket skulle permanentas, och ge samma minskningar i trafikmängden, så skulle trafiken i Stockholm inte bidra lika mycket till luftföroeningarna som utan miljöavgifter/trängselskatt.

Beräkningar visar att utsläppen av partiklar och kväveoxider från vägtrafiken minskar med 8 % - 12 % i Stockholms innerstad. För all vägtrafik i Stockholms stad motsvarar det mellan 3 % och 5 %. Detta innebär att de genomsnittliga partikelhalterna för befolkningen i Stockholm skulle vara någon procent lägre och kväveoxidhalterna några procent lägre med miljöavgifter/trängselskatt.

Trots att dessa skillnader i luftföroeningshalter är ganska små som genomsnitt beräknas hälsokonsekvenserna bli betydande. Totalt för hela Storstockholmsområdet (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km) beräknas mellan 25 och 30 färre förtida dödsfall per år på grund av minskad långtidsexponering för partiklar. Effekter på dödligheten är naturligtvis bara ”toppen av ett isberg”. Avgaser påverkar också uppkomsten av vissa sjukdomar, förvärrar luftvägsproblem samt leder till irriterande besvär hos många känsliga personer. Även detta skulle minska om ett permanent avgiftssystem på trafiken infördes i Stockholm.

Många av Stockholms innerstadsgator har mycket höga luftföroeningshalter. Med Stockholmsförsöket beräknas situationen förbättras. Miljökvalitetsnormer till skydd för hälsan kommer att klaras i högre utsträckning än tidigare i och med utsläppsminskningarna. Stockholmsförsökets effekt är dock inte tillräcklig för att miljökvalitetsnormerna ska klaras överallt i Stockholm. För detta krävs större trafikminskningar eller fler åtgärder som gör att trafikens utsläpp minskar.

Jämförelser mellan föroeningshalterna som *mätts upp* under de fyra första månaderna som försöket pågått fullt ut (perioden januari – april 2006) med motsvarande månader år 2003, 2004 och 2005, visar att variationerna i föroeningshalter mellan olika år kan vara betydande. Detta beror till stor del på att de meteorologiska förhållandena är mycket betydelsefulla när man betraktar en kort tidsperiod. De uppmätta totala halterna under Stockholmsförsöket kan därför inte ge kvantitativt besked om hur stor betydelse de minskade utsläppen från trafiken haft för luftföroeningshalterna. På lång sikt, t.ex om Stockholmsförsöket permanentas, påverkas däremot luftkvaliteten i Stockholm mest av de minskade utsläppen.

En mer detaljerad analys av mätningarna på innerstadsgatorna Hornsgatan och Sveavägen under de fyra första månaderna 2005 och 2006 visar att trafikens utsläppsbidrag till kväveoxidhalterna har minskat. Dock kunde också de nya direktbussarnas tillskott till utsläppen under vissa tider påvisas i mätningarna på Sveavägen.

# Innehållsförteckning

<b>KORT SAMMANFATTNING</b>	<b>1</b>
<b>TABELLFÖRTECKNING</b>	<b>4</b>
<b>FIGURFÖRTECKNING</b>	<b>5</b>
<b>FÖRORD</b>	<b>8</b>
<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>9</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>13</b>
<b>2 RESULTAT</b>	<b>14</b>
2.1 Effekten på utsläpp av luftföroreningar	14
2.2 Effekten på luftföroreningshalterna	17
2.3 Långsiktiga hälsokonsekvenser	22
2.4 Effekter i gatunivå och jämförelser med miljö kvalitetsnormer	23
<b>3 SLUTSATSER</b>	<b>29</b>
<b>4 METOD</b>	<b>30</b>
4.1 Mätningar av luftföroreningshalter	30
4.2 Beräkning av utsläpp och halter	31
<b>5 DATA - UPPMÄTT LUFTKVALITET I SAMBAND MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET</b>	<b>32</b>
5.1 Diskussion och slutsatser	40
<b>6 REFERENSFÖRTECKNING</b>	<b>40</b>
<b>7 BILAGA 1. DEFINITIONSLISTA</b>	<b>42</b>

<b>8</b>	<b>BILAGA 2. MÄTUTRUSTNING OCH MÄTPLATSBESKRIVNINGAR</b>	<b>43</b>
<b>9</b>	<b>BILAGA 3. MÄTNINGAR UNDER JANUARI – APRIL OCH JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE ÅR</b>	<b>44</b>
9.1	Övriga mätningar av kvävedioxid	50
9.2	Övriga mätningar av partiklar, PM10	52
9.3	Mätningar av meteorologi	53

# Tabellförteckning

TABELL S1. BERÄKNADE UTSLÄPPSMINSKNINGAR FRÅN VÄGTRAFIKEN I STOCKHOLM FÖR EN SITUATION MED RESPEKTIVE UTAN STOCKHOLMSFÖRSÖKET ÅR 2006.	9
TABELL 1. FÖRÄNDRING AV TRAFIKFLÖDEN UNDER VARDAGSDYGN PÅ NÅGRA HUVUDGATOR I STOCKHOLMS INNERSTAD I OCH MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET (TRAFIKKONTORET 2005, TRAFIKKONTORET 2006). DEN GENOMSNITTLIGA TRAFIKMINSKNINGEN FÖR VARDAGSDYGN I INNERSTADEN ÅR 15 % (VTI, 2006).	15
TABELL 2. FÖRÄNDRING AV TRAFIKFLÖDEN UNDER VARDAGSDYGN PÅ INFARTS- OCH KRINGFARTSLEDER I OCH MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET (VÄGVERKET KONSULT, 2006).	16
TABELL 3. BERÄKNADE UTSLÄPPSMINSKNINGAR FRÅN VÄGTRAFIKEN I STOCKHOLM FÖR EN SITUATION MED RESPEKTIVE UTAN STOCKHOLMSFÖRSÖKET ÅR 2006.	17
TABELL 4. GENOMSNITTLIGA BIDRAG TILL DE TOTALA HALTERNA AV KVÄVEOXIDER OCH PARTIKLAR FRÅN VÄGTRAFIKENS UTSLÄPP MED RESPEKTIVE UTAN AVGIFTER ENLIGT STOCKHOLMSFÖRSÖKET. MEDELHALTERNA HAR BERÄKNATS GENOM ATT VIKTA MED HÄNSYN TILL ANTALET BOENDE INOM OMRÅDET. ENHET: $\mu\text{G}/\text{M}^3$ .	18
TABELL 5. MILJÖKVALITETSNORMER FÖR PARTIKLAR, PM <sub>10</sub> , SOM SKA KLARAS FR O M DEN 1 JANUARI 2005.	23
TABELL 6. MILJÖKVALITETSNORMER FÖR KVÄVEDIOXID SOM SKA KLARAS FR O M DEN 1 JANUARI 2006.	23

# Figurförteckning

FIGUR S1. FÖRÄNDRINGEN I PARTIKELHALTER (PM10, ÅRSMEDELVÄRDEN) MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET JÄMFÖRT MED HALTERNA UTAN AVGIFTER ÅR 2006. INOM GRÖNA OMRÅDEN BLIR HALTERNA LÄGRE, INOM GULA TILL RÖDA OMRÅDEN SKER EN ÖKNING AV HALTERNA. FÖR INNERSTADEN AVSES FÖRÄNDRING I TAKHÖJDSNIVÅ.....	10
FIGUR 1. OLIKA TYPER AV SVÄVANDE PARTIKLAR I UTOMHUSLUFTEN. TILL VÄNSTER SYNS FÄRSKA PARTIKLAR SOM BILDATS VID SLITAGE AV EN ASFALTERAD VÄGBANA (1 UM ÄR LIKA MED 1 TUSENDELS MILLIMETER). TILL HÖGER SYNS EN DIESELPARTIKEL SOM BESTÅR AV FLERA SMÅ CYLINDERFORMADE PARTIKLAR SOM SLAGITS SIG SAMMAN OCH BILDAT EN KEDJELIKNANDE STRUKTUR (1 NM ÄR LIKA MED 1 MILJONDELS MILLIMETER). DIESELPARTIKLARNA ÄR ALLTSÅ BETYDLIGT MINDRE ÄN SLITAGEPARTIKLARNA. ....	13
FIGUR 2. FÖRÄNDRINGEN I PARTIKELHALTER (PM10, ÅRSMEDELVÄRDEN) MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET JÄMFÖRT MED HALTERNA UTAN AVGIFTER ÅR 2006. ÖVRE BILDEN VISAR SKILLNADEN FÖR HELA STORSTOCKHOLMS-OMRÅDET OCH UNDER BILDEN VISAR STOCKHOLMS INNERSTAD. INOM GRÖNA OMRÅDEN BLIR HALTERNA LÄGRE, INOM GULA TILL RÖDA OMRÅDEN SKER EN ÖKNING AV HALTERNA. ....	19
FIGUR 3. FÖRÄNDRINGEN I PARTIKELHALTER (AVGASPARTIKLAR, ÅRSMEDELVÄRDEN) MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET JÄMFÖRT MED HALTERNA UTAN AVGIFTER ÅR 2006. ÖVRE BILDEN VISAR SKILLNADEN FÖR HELA STORSTOCKHOLMSOMRÅDET OCH UNDER BILDEN VISAR STOCKHOLMS INNERSTAD. INOM GRÖNA OMRÅDEN BLIR HALTERNA LÄGRE, INOM GULA TILL RÖDA OMRÅDEN SKER EN ÖKNING AV HALTERNA. ....	20
FIGUR 4. FÖRÄNDRINGEN I KVÄVEOXIDHALTER (ÅRSMEDELVÄRDEN) MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET JÄMFÖRT MED HALTERNA UTAN AVGIFTER ÅR 2006. ÖVRE BILDEN VISAR SKILLNADEN FÖR HELA STORSTOCKHOLMSOMRÅDET OCH UNDER BILDEN VISAR STOCKHOLMS INNERSTAD. INOM GRÖNA OMRÅDEN BLIR HALTERNA LÄGRE, INOM GULA TILL RÖDA OMRÅDEN SKER EN ÖKNING AV HALTERNA. ....	21
FIGUR 5. BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV LUFTKVALITET VID HORNSGATAN OCH JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETS-NORMER TILL SKYDD FÖR HÄLSAN (RÖD STRECKAD LINJE). DATA FÖR ÅR 2005 ÄR UPPMÄTT. VÄRDENA GÄLLER FÖR HELA ÅR. ENHET $\mu\text{G}/\text{M}^3$ . ....	24
FIGUR 6. BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV LUFTKVALITET VID SVEAVÄGEN OCH JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORMER TILL SKYDD FÖR HÄLSAN (RÖD STRECKAD LINJE). DATA FÖR ÅR 2005 ÄR UPPMÄTT. VÄRDENA GÄLLER FÖR HELA ÅR. ENHET $\mu\text{G}/\text{M}^3$ . ....	25
FIGUR 7. BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV LUFTKVALITET VID NORRLANDSGATAN OCH JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORMER TILL SKYDD FÖR HÄLSAN (RÖD STRECKAD LINJE). DATA FÖR ÅR 2005 ÄR UPPMÄTT. VÄRDENA GÄLLER FÖR HELA ÅR. ENHET $\mu\text{G}/\text{M}^3$ . ....	26
FIGUR 8. BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV LUFTKVALITET VID S:T ERIKSGATAN OCH JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORMER TILL SKYDD FÖR HÄLSAN (RÖD STRECKAD LINJE). DATA FÖR ÅR 2005 ÄR UPPMÄTT. VÄRDENA GÄLLER FÖR HELA ÅR. ENHET $\mu\text{G}/\text{M}^3$ . ....	27
FIGUR 9. BERÄKNAD FÖRÄNDRING AV LUFTKVALITET VID VALHALLAVÄGEN OCH JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORMER TILL SKYDD FÖR HÄLSAN (RÖD STRECKAD LINJE). DATA FÖR ÅR 2005 ÄR UPPMÄTT. VÄRDENA GÄLLER FÖR HELA ÅR. ENHET $\mu\text{G}/\text{M}^3$ . ....	28

FIGUR 10. KARTA ÖVER MÄTPLATSER FÖR LUFTKVALITETSMÄTNINGAR I SAMBAND MED STOCKHOLMSFÖRSÖKET. ....	33
FIGUR 11. GENOMSNITTLIGA HALTER AV NOX, NO <sub>2</sub> OCH CO UNDER PERIODEN JANUARI – APRIL UNDER OLIKA ÅR. HALTERNA ÄR MEDELVÄRDEN AV MÄTDATA FRÅN DE FASTA MÄTSTATIONERNA PÅ HORNSGATAN OCH SVEAVÄGEN DÄR MÄTNINGAR SKETT PÅ BÅDA SIDORNA AV GATAN CA 2,5 M ÖVER TROTTOAREN. ....	34
FIGUR 12. GENOMSNITTLIGA VARIATIONER I HALTERNA AV NOX VID HORNSGATAN UNDER VARDAGSDYGNEN (MÅNDAGAR – TORSDAGAR) UNDER JANUARI – APRIL ÅR 2005 OCH 2006 VID HORNSGATANS FASTA MÄTSTATION. TAKHALTERNA ÄR SUBTRAHERADE FRÅN HALTERNA UPPMÄTTA I GATUNIVÅ OCH ENDAST NORDLIGA VINDAR ÄR MEDTAGNA FÖR ATT ERHÅLLA DET LOKALA HALTTILLSKOTTET FRÅN TRAFIKEN PÅ HORNSGATAN. ....	35
FIGUR 13. GENOMSNITTLIGA VARIATIONER AV TRAFIKFLÖDEN UNDER VARDAGSDYGNEN (MÅNDAGAR – TORSDAGAR) UNDER JANUARI – APRIL ÅR 2005 OCH 2006 VID HORNSGATANS FASTA MÄTSTATION. ....	35
FIGUR 14. GENOMSNITTLIGA VARIATIONER I HALTERNA AV NOX VID SVEAVÄGEN UNDER VARDAGSDYGNEN (MÅNDAGAR – TORSDAGAR) UNDER JANUARI – APRIL ÅR 2005 OCH 2006 VID SVEAVÄGENS FASTA MÄTSTATION. TAKNIVÅVÄRDEN ÄR SUBTRAHERADE FRÅN HALTERNA UPPMÄTTA I GATUNIVÅ OCH ENDAST NORDLIGA VINDAR ÄR MEDTAGNA FÖR ATT ERHÅLLA DET LOKALA HALTTILLSKOTTET FRÅN TRAFIKEN PÅ HORNSGATAN. ....	36
FIGUR 15. GENOMSNITTLIGA VARIATIONER AV TRAFIKFLÖDEN UNDER VARDAGSDYGNEN (MÅNDAGAR – TORSDAGAR) UNDER JANUARI – APRIL ÅR 2005 OCH 2006 PÅ SVEAVÄGEN (MELLAN ADOLF FREDRIKS KYRKO GATA OCH KAMMAKARGATAN). ....	36
FIGUR 16. JÄMFÖRELSE AV NEDERBÖRDSMÄNGDER OCH DEN PROCENTUELLA ANDELEN AV TOTALA ANTALET TIMMAR MED NEDERBÖRD UNDER JANUARI – APRIL 2005 OCH 2006. MÄTNINGAR FRÅN HÖGDALEN I SÖDRA STOCKHOLM. ....	37
FIGUR 17. TOTALA PM10 HALTERNA PÅ HORNSGATAN, SVEAVÄGEN OCH NORRLANDSGATAN UNDER PERIODEN JANUARI – APRIL ÅR 2003, 2004, 2005 OCH 2006. ....	38
FIGUR 18. ANTAL DYGN MED HALTER ÖVER 50 µG/M <sup>3</sup> UNDER DE FYRA FÖRSTA MÅNADERNA (JANUARI – APRIL) DE SENASTE 4 ÅREN PÅ HORNSGATAN, SVEAVÄGEN OCH NORRLANDSGATAN. MILJÖKVALITETSNORMEN ANGER ATT 50 µG/M <sup>3</sup> INTE FÅR ÖVERSKRIDAS MER ÄN 35 GÅNGER UNDER ETT HELT ÅR (JANUARI – DECEMBER). ....	38
FIGUR 19. GENOMSNITTLIGA VARIATIONER I DE LOKALA BIDRAGEN FRÅN TRAFIKEN TILL HALTERNA AV PM10 UNDER VARDAGSDYGNEN (MÅNDAGAR – TORSDAGAR) UNDER JANUARI – APRIL ÅR 2005 OCH 2006 VID HORNSGATAN (N VINDAR), NORRLANDSGATAN OCH SVEAVÄGEN (V VINDAR). ....	39
FIGUR 20. HALTER AV KVÄVEDIOXID, NO <sub>2</sub> I GATUNIVÅN PÅ HORNSGATAN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	44
FIGUR 21. HALTER AV PARTIKLAR, PM10 I GATUNIVÅN PÅ HORNSGATAN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	45
FIGUR 22. HALTER AV KVÄVEOXIDER, NOX I GATUNIVÅN PÅ SVEAVÄGEN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	45

FIGUR 23. HALTER AV KVÄVEDIOXID, NO <sub>2</sub> I GATUNIVÅN PÅ SVEAVÄGEN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	46
FIGUR 24. HALTER AV PARTIKLAR, PM <sub>10</sub> I GATUNIVÅN PÅ SVEAVÄGEN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	46
FIGUR 25. HALTER AV KVÄVEOXIDER, NO <sub>x</sub> I GATUNIVÅN PÅ NORRLANDSGATAN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	47
FIGUR 26. HALTER AV KVÄVEDIOXID, NO <sub>2</sub> I GATUNIVÅN PÅ NORRLANDSGATAN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	47
FIGUR 27. HALTER AV PARTIKLAR, PM <sub>10</sub> I GATUNIVÅN PÅ NORRLANDSGATAN I CENTRALA STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	48
FIGUR 28. HALTER AV KVÄVEOXIDER, NO <sub>x</sub> VID VÄGKANTEN AV E4 LILLA ESSINGEN I STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	48
FIGUR 29. HALTER AV KVÄVEDIOXID, NO <sub>2</sub> VID VÄGKANTEN AV E4 LILLA ESSINGEN I STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	49
FIGUR 30. HALTER AV PARTIKLAR, PM <sub>10</sub> VID VÄGKANTEN AV E4 LILLA ESSINGEN I STOCKHOLM. HALTER UNDER STOCKHOLMSFÖRSÖKET MED TRÄNGSELSKATT UNDER 2006, I JÄMFÖRELSE MED SAMMA PERIOD UNDER DE FÖREGÅENDE ÅREN. ....	49

# Förord

Kommunfullmäktige i Stockholm beslutade den 2 juni 2003, att föreslå ett försök med miljöavgifter/trängselskatt – Stockholmsförsöket. Den 16 juni 2004 antog riksdagen lagen om trängselskatt (SFS 2004:629). Lagen möjliggör uttag av trängselskatt i Stockholm t.o.m. den 31 juli 2006. Den 28 april 2005 beslutade regeringen att försöksperioden med miljöavgifter/trängselskatt i Stockholm skulle påbörjas den 3 januari 2006. Huvudaktörerna i Stockholmsförsöket är Stockholms stad, Vägverket och Storstockholms Lokaltrafik (SL). Försöket finansieras av staten.

Stockholmsförsöket består av tre delar: utökad kollektivtrafik, miljöavgifter/trängselskatt samt fler infartsparkeringar i staden och länet.

Målen för försöket är:

- Antalet fordon över innerstadssnittet under morgonens och eftermiddagens maxtimmar ska minska med 10 - 15 procent.
- Framkomligheten ska öka på de hårdast belastade vägarna i stockholmstrafiken.
- Utsläppen av koldioxid, kväveoxider och partiklar i innerstadsluften ska minska.
- De som vistas i innerstaden ska uppleva en miljöförbättring i gaturummet.

Miljöavgiftskansliet är Stockholms stads projektkansli. Dess uppgift är att planera, samordna, informera om och utvärdera försöket. För att ge svar på i vilken utsträckning målen nås och för att kunna studera effekterna av Stockholmsförsöket har Miljöavgiftskansliet tillsammans med Vägverket, Landstingets Regionplane- och trafikkontor, SL, olika forskningsinstitutioner samt vissa av stadens förvaltningar, utarbetat ett omfattande utvärderingsprogram. Mätningarna, analyserna och rapporterna har utförts av myndigheter och förvaltningar samt konsultföretag specialiserade inom de olika delområden som ingår i utvärderingsprogrammet. Samtliga utvärderingsrapporter publiceras successivt på försökets hemsida, [www.stockholmsforsoket.se](http://www.stockholmsforsoket.se).

Projektledare för utvärderingsprogrammet var från början civ.ing. Joanna Dickinson. Hon efterträddes av tekn. dr. Muriel Beser Hugosson och tekn. lic. Ann Sjöberg. Utöver projektledarna har även Camilla Byström (tekn. dr.), Annika Lindgren, Oscar Alarik, Litti le Clercq, David Drazdil, Malin Säker och Ann Ponton Klevstedt arbetat med utvärderingarna.

I denna rapport presenteras Stockholmsförsökets påverkan på utsläppen och halterna av luftföroreningar samt även beräknade hälsokonsekvenser. Rapporten är sammanställd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. SLB-analys ansvarar för Stockholms stads fasta mätsystem för luftföroreningar samt är operatör för det regionala luftvårdsprogrammet i Stockholms- och Uppsala län. Programmet omfattar mätningar och beräkningar av luftkvalitet i regionen. Projektledare har varit Christer Johansson och Lars Burman. Övriga medarbetare på SLB-analys har varit Tage Jonson, Magnus Brydolf, Billy Sjövall, Karl-Gunnar Westerlund och Boel Lövenheim. Bertil Forsberg vid Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin på Umeå Universitet har hjälpt till med hälsoeffektberäkningarna.

# Sammanfattning

Stockholmsförsöket med miljöavgifter/trängselskatt pågår under perioden 3 januari t o m 31 juli 2006. Huvudmålen för försöket är att minska trängseln, öka framkomligheten och förbättra miljön.

I denna rapport redovisas Stockholmsförsökets effekt på utsläpp och halter av luftföroreningar i Stockholm och dess långsiktiga betydelse för stockholmarnas hälsa. Rapporten fokuserar på inandningsbara partiklar (PM10) och kväveoxider (NO<sub>x</sub> och NO<sub>2</sub>), men utsläppsberäkningar har även gjorts för andra luftföroreningar som t ex den klimatpåverkande gasen koldioxid. Utvärderingen av miljöeffekterna omfattar främst *beräkningar* av hur utsläpp och luftföroreningshalter har påverkats av Stockholmsförsöket. Beräkningarna baseras på de trafikanalyser som har gjorts i anslutning till försöket. Före och under försöket har också luftkvaliteten mätts på ett tjugotal platser i Storstockholmsområdet.

Jämfört med en situationen hela år 2006 utan Stockholmsförsöket, beräknas att utsläppen av kväveoxider i Storstockholmsområdet (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km) minskar med ca 55 ton, varav det mesta beror på minskade utsläpp i Stockholms innerstad. För partiklar, PM10 är motsvarande minskning ca 30 ton, varav ca 2/3 beror på utsläppsminskningar i innerstaden. Både partiklar som bildas på grund av slitage från främst vägbanor, samt partiklar som släpps ut via avgasrören minskar. Koldioxidutsläppen i Storstockholmsområdet beräknas minska med ca 41 000 ton.

För Storstockholmsområdet beräknas de procentuella minskningarna av utsläppen bli ca 1-3 %, för Stockholms stad ca 3-5 % och för Stockholms innerstad ca 8-14 %. Utsläppen inkluderar även effekter av den utökade busstrafiken i och med Stockholmsförsöket (bl. a. direktbussar till och från innerstaden).

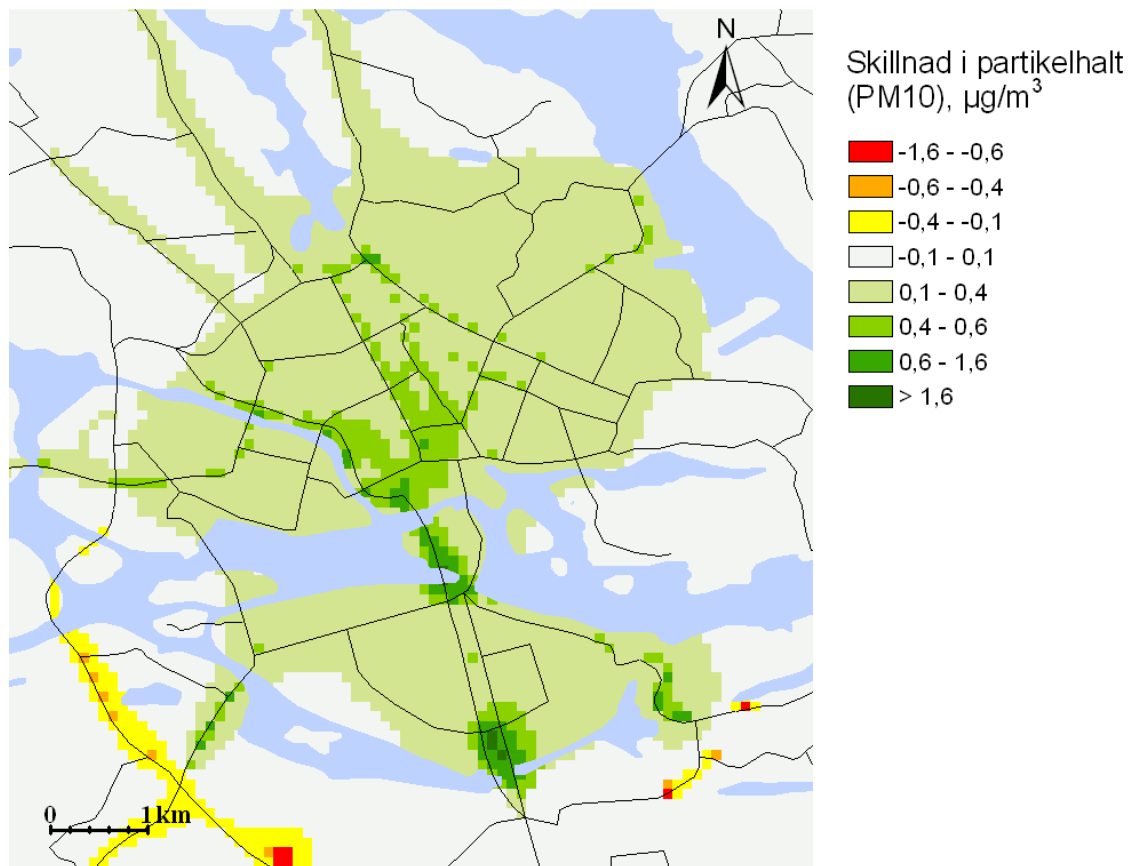
De totalt sett minskade utsläppen innebär att delmålet för Stockholmsförsöket, att utsläppen av luftföroreningar skall minska, har uppnåtts.

Tabell S1. Beräknade utsläppsminskningar från vägtrafiken i Stockholm för en situation med respektive utan Stockholmsförsöket år 2006.

	<b>Innerstaden:</b>		<b>Stockholms stad:</b>		<b>Storstockholm:*</b>	
	ton/år	procent	ton/år	procent	ton/år	procent
Kväveoxider, NO <sub>x</sub>	45	-8,5 %	47	-2,7 %	55	-1,3 %
Kolmonoxid, CO	670	-14 %	710	-5,1 %	770	-2,9 %
Partiklar, PM10 totalt	21	-13 %	23	-3,4 %	30	-1,5 %
”slitagepartiklar”	19	-13 %	21	-3,3 %	28	-1,5 %
”avgaspartiklar”	1,8	-12 %	1,8	-4,4 %	2,1	-2,4 %
Flyktiga kolväten, VOC	110	-14 %	120	-5,2 %	130	-2,9 %
bensen, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3,4	-14 %	3,6	-5,3 %	3,8	-3,0 %
Koldioxid, CO <sub>2</sub>	36 000	-13 %	38 000	-5,4 %	41 000	-2,7 %

\* definieras som ett område 35 x 35 km över centrala Stockholm.

Minskade utsläpp från vägtrafiken i Stockholm innebär att luften blir renare. De genomsnittliga halterna av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) beräknas minska med som mest 5-10 µg/m<sup>3</sup> (mikrogram per kubikmeter luft) och halterna av partiklar, PM10 med som mest 2-3 µg/m<sup>3</sup>. De största förbättringarna av luftkvaliteten beräknas längs Klarastrandsleden, Centralbron, Valhallavägen och Sveavägen, samt vid Söderledstunnelns mynningar (Figur S1). Luftföroreningshalterna ökar i ett område omkring Essingeleden och Södra Länken, men betydligt fler stockholmare får minskade luftföroreningshalter och bättre luftkvalitet jämfört med dem som får ökade halter.



Figur S1. Förändringen i partikelhalter (PM10, årsmedelvärden) med Stockholmsförsöket jämfört med halterna utan avgifter år 2006. Inom gröna områden blir halterna lägre, inom gula till röda områden sker en ökning av halterna. För innerstaden avses förändring i takhöjdsnivå.

På Hornsgatan beräknas att halterna av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i gatunivån minskar med ca 7-8 %, halterna av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) med ca 3-4 % och halterna av partiklar (PM10) med 5 %. Förbättringen är tillräcklig för att miljö kvalitetsnorm (till skydd för människors hälsa), avseende årsmedelvärde för partiklar, PM10, inte ska överskrids på Hornsgatan. Däremot överskrids fortfarande miljö kvalitetsnormer avseende höga dygnsmedelvärden både för partiklar, PM10 och för kvävedioxid. Miljö kvalitetsnormer är rättsligt bindande nationella föreskrifter vars främsta syfte är att skydda människor mot höga luftföroreningshalter. Miljö kvalitetsnormer för årsmedelvärden avser skydda befolkningen mot långsiktiga hälsoeffekter, medan dygnsmedelvärden (och timmedelvärden) avser skydd mot akuta hälsoeffekter.

På Sveavägen beräknas halterna av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i gatunivån minska med 3 %, halterna av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) med ca 1-2 % och halterna av partiklar (PM10) med 4 %. Förbättringen räcker för att miljö kvalitetsnorm för årsmedelvärde för kvävedioxid, NO<sub>2</sub>, inte ska överskrids på Sveavägen. Liksom på Hornsgatan överskrids dock fortfarande miljö kvalitetsnormer avseende höga dygnsmedelvärden både för partiklar, PM10 och för kvävedioxid.

På Norrlandsgatan beräknas halterna av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i gatunivån minska med 11 %, halterna av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) med ca 5-6 % och halterna av partiklar (PM10) med 7 %. Förbättringen räcker för att miljö kvalitetsnorm för årsmedelvärde för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> inte ska överskridas på Norrlandsgatan. Även här överskrids dock fortfarande miljö kvalitetsnormer avseende höga dygnsmedelvärden både för partiklar, PM10 och för kvävedioxid.

På S:t Eriksgatan (söder om S:t Eriksbron) beräknas luftkvaliteten bli oförändrad i gatunivån. Något mer trafik och utsläpp uppvägs av att den urbana bakgrundshalten av luftföroreningar minskar. Miljö kvalitetsnormer för årsmedelvärden klaras, däremot överskrids miljö kvalitetsnorm för höga dygnsmedelvärden av partiklar, PM10.

På Valhallavägen (nordväst om Lidingövägen) beräknas halterna av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i gatunivån minska med 12 %, och halterna av kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och partiklar (PM10) med ca 7-8 %. Förbättringen är inte tillräcklig för att miljö kvalitetsnorm för höga dygnsmedelvärden av partiklar, PM10, ska klaras på Valhallavägen.

Även längs Essingeleden överskrids miljö kvalitetsnormer till skydd för människors hälsa. Den ökade trafiken på vägen, i och med Stockholmsförsöket, beräknas innebära något ökade halter av luftföroreningar, som nämndes ovan. Haltökningarna för ett genomsnittligt dygn är ca 3 µg/m<sup>3</sup> (mikrogram per kubikmeter luft) för kväveoxider, NO<sub>x</sub> och upp till ca 2 µg/m<sup>3</sup> för partiklar, PM10. För att klara miljö kvalitetsnormerna för partiklar längs Essingeleden krävs stora utsläppsminskningar.

För många innerstadsgator med höga luftföroreningshalter förbättras situationen med Stockholmsförsöket. Miljö kvalitetsnormer till skydd för hälsan kommer att klaras i högre utsträckning än tidigare i och med den minskade trafiken. Detta försöks effekt är dock inte tillräcklig för att miljö kvalitetsnormer ska klaras överallt i Stockholm (förutom vid innerstadsgator överskrids miljö kvalitetsnormer längs stadens infartsleder). För detta krävs större trafikminskningar eller fler åtgärder som minskar vägtrafikens utsläpp.

De minskade utsläppen och den generella förbättringen av luftkvaliteten i Stockholm innebär att stockholmarnas hälsa blir bättre på lång sikt (d.v.s. vid ett permanent införande). Vid långvarig exponering av luftföroreningar kan även relativt små förbättringar av luftkvaliteten ge betydande positiva hälsoeffekter för en stor befolkning. Internationell forskning tillmäter *minskad dödlighet* som den viktigaste av dessa hälsoeffekter. Förtida död p.g.a. långvarig exponering av luftföroreningar kan t.ex bero på hjärt-kärlsjukdomar och lungcancer.

För att kvantifiera Stockholmsförsökets effekt vad gäller den långsiktiga betydelsen för stockholmarnas dödlighet har en norsk studie använts. Utifrån denna studie beräknas den förbättrade luftkvaliteten i Stockholm, leda till ca 20-25 färre förtida dödsfall per år för Stockholms innerstad. Totalt för hela Storstockholmsområdet (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km) beräknas mellan 25 och 30 färre förtida dödsfall per år, p.g.a. den renare luften. Förutom den långsiktiga effekten på dödligheten för stockholmarna påverkar också utsläppen från bilarna uppkomsten av sjukdomar samt förvärrar luftvägs-problemen hos känsliga personer. Den renare luften i och med Stockholmsförsöket innebär färre sjukhusinläggningar och

besvärsupplevelser, d v s att människor upplever luften som irriterande, illaluktande och smutsig.

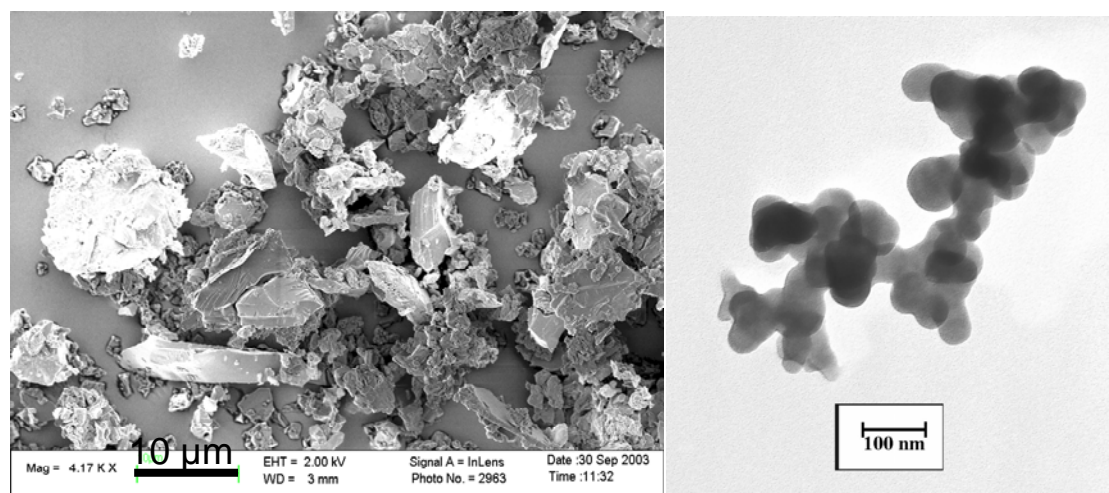
Jämförelser mellan luftföroreningshalterna som *mätts upp* under de fyra första månaderna som försöket pågått fullt ut (perioden januari – april 2006) med motsvarande månader år 2003, 2004 och 2005 visar att variationerna i föroreningshalter mellan olika år kan vara betydande. Detta beror till stor del på att de meteorologiska förhållandena är mycket betydelsefulla när man studerar en kort tidsperiod. Partikelhalterna i luften beror t.ex i hög grad av vägbanornas fuktighet. Under våren 2006 hade Stockholm rikligt med nederbörd och en sen snösmältning vilket gjorde att partikelhalterna var ovanligt låga. Meteorologins inverkan innebär att de uppmätta totala halterna under Stockholmsförsöket, inte kan ge kvantitativt besked om hur stor betydelse de minskade utsläppen från trafiken haft för luftföroreningshalterna. På lång sikt, t.ex om Stockholmsförsöket permanentas, påverkas däremot luftkvaliteten i Stockholm mest av de minskade utsläppen.

En mer detaljerad analys av mätningarna på innerstadsgatorna Hornsgatan och Sveavägen under de fyra första månaderna 2005 och 2006 visar att trafikens utsläppsbidrag till kväveoxidhalterna har minskat. Dock kunde också de nya direktbussarnas tillskott till utsläppen under vissa tider påvisas i mätningarna på Sveavägen.

# 1 Inledning

Stockholmsförsöket har som delmål att utsläppen av koldioxid, kväveoxider och partiklar i utomhusluften ska minska. Efter introduktionen av katalysatorer i personbilar i slutet av 80-talet har utsläppen i Stockholm av en rad luftföroreningar sjunkit kraftigt och fortsätter att minska i takt med att äldre fordon byts ut. Stockholms miljözon har påskyndat utvecklingen vad gäller att reducera utsläppen från lastbilar och bussar. För flera luftföroreningar (bensen, kolmonoxid, bly och benso[a]pyren) ligger halterna under de fastställda miljökvalitetsnormerna (eller EG- direktiven) även på de mest trafikerade gatorna i Stockholms innerstad.

Fortfarande finns dock problem i Stockholm med för höga halter av kvävedioxid och partiklar. Kvävedioxidhalterna sjunker inte i samma takt som utsläppen av kväveoxider från trafiken på grund av att halterna påverkas av ozonhalterna, som i sin tur ökat stadigt (Johansson & Forsberg, 2005). Partikelhalterna sjunker inte heller i den takt som utsläppen av partiklar i avgaserna minskar på grund av att partiklarna till största delen kommer från slitage av vägbanorna, som i sin tur beror på användningen av dubbdäck (Johansson et al., 2004). Figur 1 nedan visar fotografier av slitagepartiklar, som bildas då dubbdäcken nöter på vägbanorna, samt avgaspartiklar, som uppkommer på grund av ofullständig förbränning av diesel och bensen. Slitagepartiklarna är betydligt större än avgaspartiklarna och de har helt olika form och kemisk sammansättning. Vilka partiklar som är skadligast för människors hälsa vet forskningen inte exakt men det är väl dokumenterat att **partiklarna i luften påverkar både sjukligheten och dödligheten bland befolkningen**. Det är också klarlagt att partiklarna har större betydelse för folkhälsan än de andra luftföroreningarna.



Figur 1. Olika typer av svävande partiklar i utomhusluften. Till vänster syns färska partiklar som bildats vid slitage av en asfalterad vägbanan (1 µm är lika med 1 tusendels millimeter). Till höger syns en dieselpartikel som består av flera små cylinderformade partiklar som slagits sig samman och bildat en kedjeliknande struktur (1 nm är lika med 1 miljondels millimeter). Dieselpartiklarna är alltså betydligt mindre än slitagepartiklarna.

Partiklar mäts som PM<sub>10</sub>, vilket betyder mängden (massan) av alla inandningsbara partiklar med en diameter som är mindre än 10 mikrometer (10 tusendels millimeter). Vägtrafiken är den viktigaste källan till förekomst av partiklar i Stockholms innerstad. Största delen av PM<sub>10</sub>-halterna längs gatorna i innerstaden beror av bilarnas slitage av körbanorna på grund av

dubbäckan. Partiklarna i avgaserna från bensin- och dieselfordon är mycket mindre och bidrar inte speciellt mycket till PM10-halterna. Däremot är avgaspartiklarna betydligt flera än de partiklar som bildats på grund av dubbarnas slitage. Vägtrafiken är också största källan för kväveoxider (t ex NO<sub>x</sub> och NO<sub>2</sub>), men här är utsläppen via avgaserna dominerande. Kväveoxidhalterna och avgaspartikelhalterna samvarierar väldigt väl och därför är kväveoxidhalterna en indikator för halterna av avgaspartiklarna. PM10-halterna uppvisar däremot dålig samvariation med kväveoxidhalterna beroende på att helt andra faktorer såsom att vägbaneförhållandena styr PM10-halterna (Johansson et al., 2006).

För att komma till rätta med luftföroreningsproblemen krävs både åtgärder som minskar avgasutsläppen och åtgärder som minskar bildningen av icke-avgasrelaterade partiklar (främst partiklar som uppkommer via slitage av vägbanorna). Analyser som SLB-analys genomfört tidigare har visat att ”trängselavgifter” enligt ett förslag som Naturvårdsverket tagit fram och ”miljöavgifter/trängselskatt” enligt den modell som Stockholms stad nu prövar, förväntas ge betydelsefulla minskningar av utsläppen av både avgasrelaterade och icke avgasrelaterade luftföroreningar (se Johansson et al., 2003 respektive Johansson et al., 2004). Andra åtgärder som utvärderats i Stockholm är dels sådana som enbart minskar icke avgasrelaterade partiklar (dammbindning, intensifierad gatuhållning och minskad dubbäckandel; Johansson et al., 2005), dels åtgärder som endast minskar avgasutsläppen såsom till exempel Stockholms miljözon (Burman & Johansson, 2001).

Syftet med denna rapport är att analysera Stockholmsförsoekets inverkan på luftföroreningsutsläpp, luftkvalitet och stockholmarnas hälsa. Utvärderingen inriktas i första hand på partiklar och kväveoxider. Andra hälsopåverkande luftföroreningar som redovisas är bensen och vissa andra flyktiga kolväten (VOC). Dessutom redovisas utsläppen av koldioxid (CO<sub>2</sub>), som har effekter på klimatet.

Att jämföra uppmätta halter av luftföroreningar mellan perioder med olika väder är vanskligt eftersom utsläppens utspädning då varierar. På kort sikt påverkas luftkvaliteten mycket av dessa variationer i vädret. I det långa loppet, under normala väderförhållanden, påverkas luftföroreningshalterna mest av utsläppens storlek. För utvärderingen av Stockholmsförsoekets effekt på luftkvaliteten och dess långsiktiga inverkan på stockholmarnas hälsa och på miljökvalitetsnormerna (som gäller kalenderårsvis) har både mätningar och beräkningar använts.

## 2 Resultat

### 2.1 Effekten på utsläpp av luftföroreningar

Beräkningar av Stockholmsförsoekets inverkan på vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar följer nedan. Beräkningarna är gjorda med hjälp av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds utsläppsdata-baser (LVF, 2006), samt de trafikmätningar (Trafikkontoret 2005, Trafikkontoret 2006) och trafikarbetsskattningar (VTI, 2006, Vägverket Konsult 2006) som har gjorts i samband försoeket.

Det totala trafikarbetet (d v s sträckan som fordonen sammanlagt förflyttar sig), i Stockholms innerstad har med Stockholmsförsoeket minskat med **ca 15 %** för ett genomsnittligt vardagsdygn. Det beräknas motsvara en minskning på ca 14 % för ett genomsnittligt dygn (årsmedeldygn). För Stockholms län har trafikarbetet minskat med **ca 2 %** under vardagsdygn

(VTI, 2006). Minskat trafikarbete i Stockholm innebär att också vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar minskar.

Stockholmsförsöket har således inneburit att trafiken har minskat längs de flesta gatorna i innerstaden. I Tabell 1 redovisas förändringen av trafikmängden på några huvudgator i innerstaden med mycket trafik och stora utsläpp. På t ex den av luftföroreningar hårt belastade Hornsgatan har trafiken minskat med ca 8 % mellan Ringvägen och Varvsgatan. Trafiken på Sveavägen har minskat med ca 4- 6 %. På några enstaka gator/gatuavsnitt i innerstaden har trafiken ökat, t e x på S:t Eriksgatan söder om S:t Eriksbron.

När det gäller infarts- och kringfartsleder har trafiken på Essingeleden ökat med mellan 3 % och 5 % under vardagsdygn. För de södra infarterna syns ökningar på Huddingevägen (norr om tpl Älvsjö), samt på E4/E20 vid Västertorp. På Nynäsvägen har dock trafiken minskat något. För de norra infarterna syns måttliga trafikminskningar.

Tabell 1. Förändring av trafikflöden under vardagsdygn på några huvudgator i Stockholms innerstad i och med Stockholmsförsöket (Trafikkontoret 2005, Trafikkontoret 2006). Den genomsnittliga trafikminskningen för vardagsdygn i innerstaden är 15 % (VTI, 2006).

<b>Innerstadsgata:</b>	<b>Plats:</b>	<b>Förändring:</b>
Hornsgatan	Ringvägen-Varvsgatan	-8 %
Sveavägen	Vandisvägen-Frejgatan	-6 %
	Odengatan-Kungstensgatan	-4 %
	Adolf Fredriks Kyrkogata-Kammakargatan	-6 %
Norrlandsgatan	Birger Jarlsgatan-Kungsgatan	-1 %
	Hamngatan-Mäster Samuelsgatan	-12 %
Birger Jarlsgatan	Tegnégatan-Rådmansgatan	-6 %
Valhallavägen	Odengatan-Drottning Kristinas Väg	-14 %
Stadsgårdsleden	Tullhusinfarten-Stadsgårdshamnen	-14 %
Centralbron	Herkulesgatan/Söderkoppl-Riddarfjärdsav- och påfart	-10 %
Söderledstunneln	Johanneshovsbron-Söderleden	-7 %
Västerbron	Lorensbergsgatan-Västerbronedfarten	-13 %
Strandvägen	Artillerigatan-Nybroplan	-11 %
S:t Eriksgatan	Norra Stationsgatan-Vanadisplan	-20 %
	Vanadisplan- Karlbergsvägen	-12 %
	Alströmergatan-S:t Erikspan	+5 %
Drottningholmsvägen	Fredhällsavfarten- Fredhällspåfarten	-18 %
Folkungagatan	Borgmästargatan-Erstagatan	-9 %
Folkungagatan	Sågargatan- Tegelviksgatan	- 23 %
Cedersdalsgatan	Roslagstull-Sveaplan	- 8 %

Tabell 2. Förändring av trafikflöden under vardagsdygn på infarts- och kringfartsleder i och med Stockholmsförsöket (Vägverket Konsult, 2006).

	<b>Väg:</b>	<b>Plats:</b>	<b>Förändring:</b>
Infarter, norr/väst	E18	Norr om tpl Danderyds k:a	- 6 %
	E18	Norr om Rinkeby	-2 %
	E4	Norr om tpl Järva krog	- 2 %
	E4	Söder om tpl Haga	- 3 %
	Bergshamraleden	Norra Öster om	- 2 %
	Roslagsvägen	Ulriksdalsvägen	- 6 %
	Drottningholmsvägen	Väster om Frescati Tranebergsbron	-1 %
Infarter, söder/öster	Värmdöleden	Öster om tpl Skogalund	+1 %
	Värmdöleden	Vid Alphyddan	Oför.
	Nynäsvägen	Norr om tpl Gubbängen	- 2 %
	Huddingevägen	Norr om tpl Älvsjö	+5 %
	E4/E20	Väster om tpl Västertorp	+2 %
Essingeleden:	Vid Tranebergsbron	Norrut	+3 %
	Vid Tranebergsbron	Söderut	+3 %
	Vid Gröndalsbron	Norrut	+ 3 %
	Vid Gröndalsbron	Söderut till anslutning Södra Länken	+ 5 %

I Tabell 3 redovisas hur den förändrade trafiken, i och med Stockholmsförsöket, har påverkat de totala utsläppen från vägtrafiken i olika delar av Storstockholm. Vid beräkningarna har Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds länstäckande utsläppsdata använts. I databaserna finns detaljerade beskrivningar av vägtrafikens utsläpp för alla trafiklänkar i regionen med ett trafikflöde på mer än 1000 fordon per dygn. Beräkningarna i Tabell 3 har ej tagit hänsyn till eventuella hastighetsförändringar p.g.a. Stockholmsförsöket. Effekter av den utökade busstrafiken (bl.a direktbussar till och från Stockholms innerstad) har däremot tagits med i beräkningarna.

Jämfört med en situationen år 2006 utan Stockholmsförsöket, beräknas att utsläppen av kväveoxider i Storstockholm (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km), minskar med ca 55 ton, varav det mesta beror på minskade utsläpp i Stockholms innerstad.

För partiklar, PM10 är motsvarande minskning ca 30 ton, varav ca 2/3 beror på utsläppsminskningar i innerstaden. Både partiklar som bildas av slitage från främst vägbanor, samt partiklar som släpps ut visa avgasrören minskar. Koldioxidutsläppen i Storstockholmsområdet beräknas minska med ca 41 000 ton. Utsläppsminskningarna som redovisas i Tabell 3 är något mindre p.g.a. den utökade busstrafiken med Stockholmsförsöket, med bl. a. direktbussar till och från innerstaden. Effekterna av detta beräknas vara störst för utsläppen av kväveoxider. Summerat över Storstockholmsområdet blir de procentuella minskningarna av utsläppen ca 1-3 %. Summerat för Stockholms stad ca 4-5 % och för Stockholms innerstad ca 8-14 %.

Tabell 3. Beräknade utsläppsminskningar från vägtrafiken i Stockholm för en situation med respektive utan Stockholmsförsöket år 2006.

	<b>Innerstaden:</b>		<b>Stockholms stad:</b>		<b>Storstockholm*:</b>	
	ton/år	procent	ton/år	procent	ton/år	procent
Kväveoxider, NO <sub>x</sub>	45	-8,5 %	47	-2,7 %	55	-1,3 %
Kolmonoxid, CO	670	-14 %	710	-5,1 %	770	-2,9 %
Partiklar, PM10 totalt	21	-13 %	23	-3,4 %	30	-1,5 %
”slitagepartiklar”	19	-13 %	21	-3,3 %	28	-1,5 %
”avgaspartiklar”	1,8	-12 %	1,8	-4,4 %	2,1	-2,4 %
Flyktiga kolväten, VOC	110	-14 %	120	-5,2 %	130	-2,9 %
Bensen, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3,4	-14 %	3,6	-5,3 %	3,8	-3,0 %
Koldioxid, CO <sub>2</sub>	36 000	-13 %	38 000	-5,4 %	41 000	-2,7 %

\* definieras som ett område 35 x 35 km över centrala Stockholm.

## 2.2 Effekten på luftföroreningshalterna

I detta avsnitt presenteras de beräknade effekterna av Stockholmsförsöket på halterna av kväveoxider och partiklar. Beräkningarna baseras på de utsläpp som redovisas ovan och som i sin tur bygger på analyser av VTI (Statens väg- och transportinstitut), hur Stockholmsförsöket påverkat trafikarbetet. De beräknade trafikförändringarna och motsvarande luftföroreningshalter är årsmedelvärden som skulle uppkomma vid ett permanent avgiftssystem i enlighet med Stockholmsförsöket (d.v.s. inte enbart haltförändringen under de månader som försöket pågätt). För innerstaden gäller förändringen i takhöjdsnivå och för öppna områden avses 2 m över marken. Luftföroreningshalterna i takhöjdsnivå i innerstaden (s k urban bakgrundshalt) ger en indikation på medelbelastningen för befolkningen i Stockholm. Förändringar av luftföroreningshalter i gatunivå har beräknats separat för ett antal innerstadsgator, och redovisas i avsnitt 2.4. Längre fram i rapporten (kapitel 5) presenteras de uppmätta totala halterna under perioden januari – april 2006.

I Figur 2, Figur 3 och Figur 4 redovisas den geografiska fördelningen av skillnaden i partikelhalter (PM10 och avgaspartiklar) och kväveoxidhalter mellan situationen med och utan Stockholmsförsöket under år 2006. Den geografiska fördelningen av haltförändringarna blir i stort sett densamma eftersom beräkningarna baseras på samma förändring av trafikarbetet för alla ämnen. De största förbättringarna av luftkvaliteten syns längs Klarastrandsleden, Centralbron, Valhallavägen och Sveavägen, samt vid Söderledstunnelns mynningar.

Som mest minskar halterna av kväveoxider, NO<sub>x</sub> med upp till ca 5-10 µg/m<sup>3</sup> (mikrogram per kubikmeter luft), och partiklar, PM10 med upp till ca 2-3 µg/m<sup>3</sup>. Ökade halter erhålls i ett mer begränsat område, främst omkring Essingeleden. Haltökningarna är små, som mest upp till ca 3 µg/m<sup>3</sup> för NO<sub>x</sub> och upp till ca 2 µg/m<sup>3</sup> för PM10. Betydligt färre personer utsätts för ökade halter jämfört med antalet som erhåller minskade halter.

I Tabell 4 presenteras de beräknade genomsnittliga halterna som uppkommer på grund av vägtrafikens utsläpp, dels i hela Storstockholmsområdet (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km),

samt dels enbart för Stockholms innerstad (350 000 invånare, 7 km x 7 km stort område, se t.ex Figur 2. I tabellen redovisas även förändringarna i halterna av partiklar och kväveoxider som uppkommer på grund av Stockholmsförsöket. Haltbidragen är de genomsnittliga bidragen som befolkningen beräknas utsättas för och de har erhållits genom att ta hänsyn till var folk bor i förhållande till halternas geografiska fördelning. Av tabellen framgår att vägtrafikens bidrag till halterna av kväveoxider sjunker från 4,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  till 4,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , d.v.s. en minskning av haltbidraget med drygt 5 %.

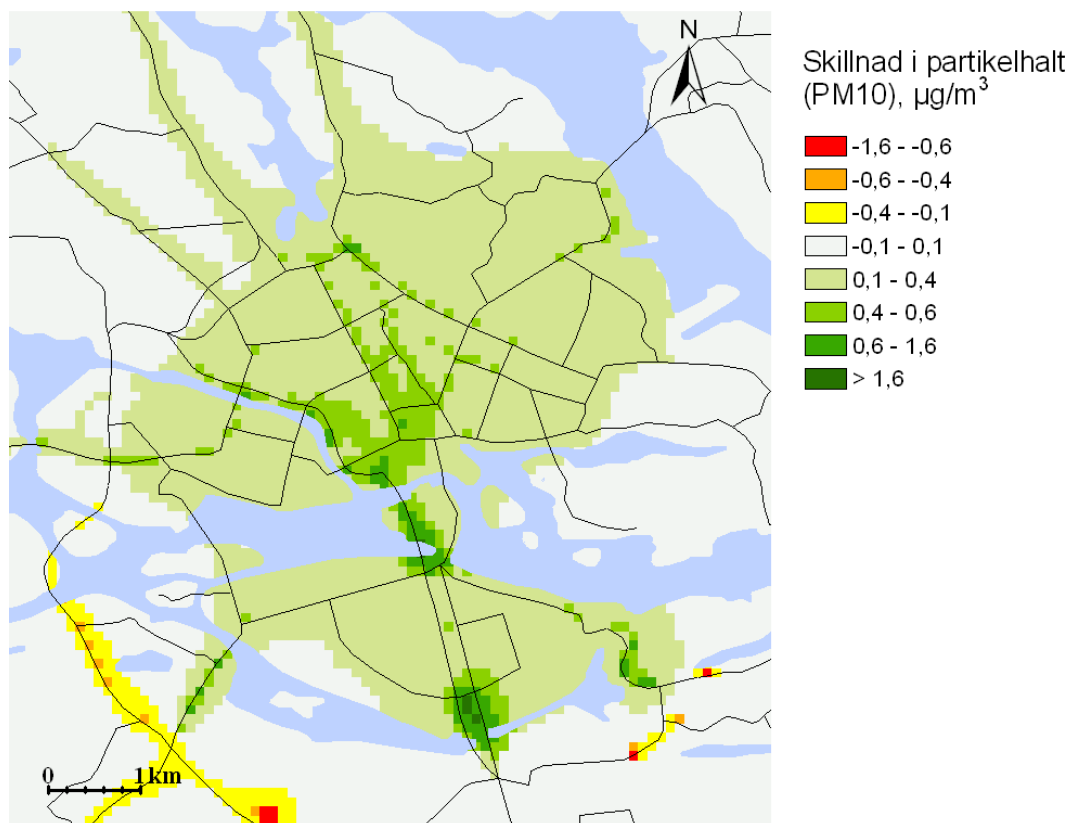
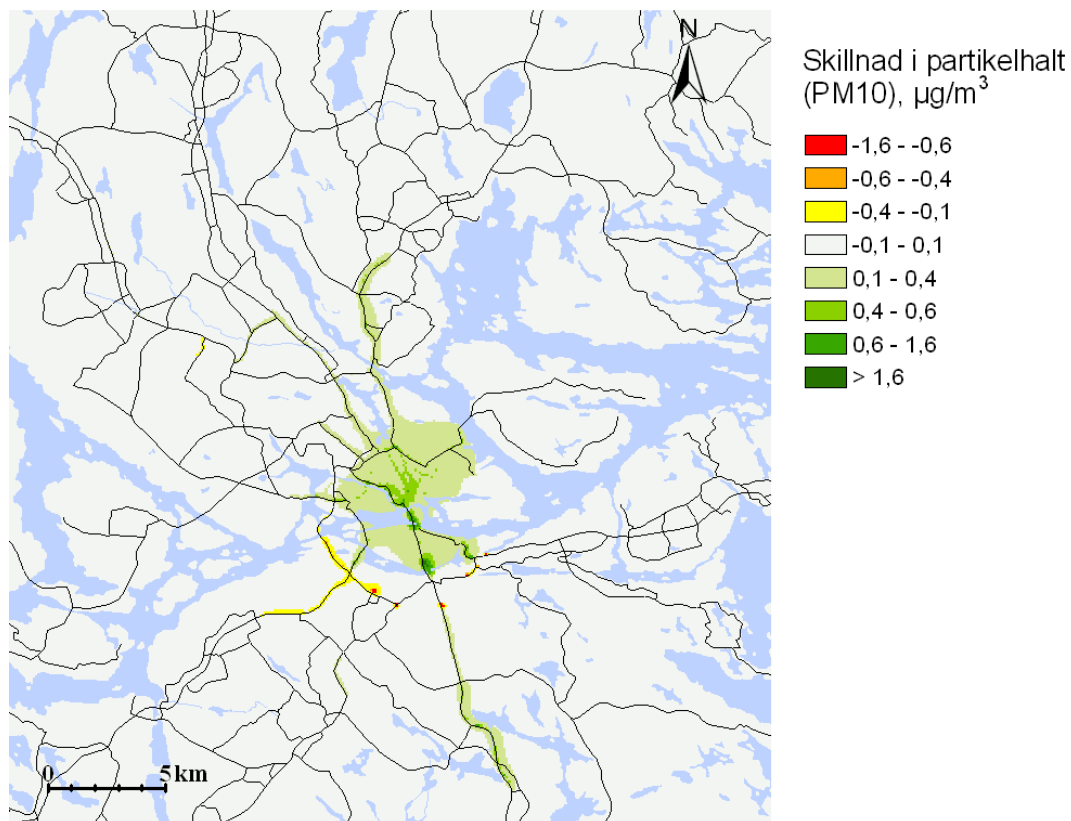
För partiklar är haltbidragen väsentligt olika beroende på om man bara ser till partiklarna som släpps ut via avgaserna (PM avgas) eller också tar hänsyn till de partiklar som bildas vid slitaget av vägbanorna på grund av dubbdäcken samt slitage av bromsar och däck. Slitagepartiklarna ger betydligt större bidrag till partikelhalterna jämfört med avgaspartiklarna. För Storstockholm sjunker haltbidraget av summan av slitagepartiklarna och avgaspartiklarna från vägtrafiken från 1,71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  till 1,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , d.v.s. knappt 4 %. För avgaspartiklarna sjunker haltbidragen från 0,102  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  till 0,0960  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket motsvarar ca 6 % minskning.

Om man ser till beräkningarna för innerstaden så är bidragen från vägtrafiken betydligt större och trafikminskningen betyder mer både för partiklar och för NOx; upp emot 10 %, för de befolkningsviktade haltbidragen från vägtrafiken.

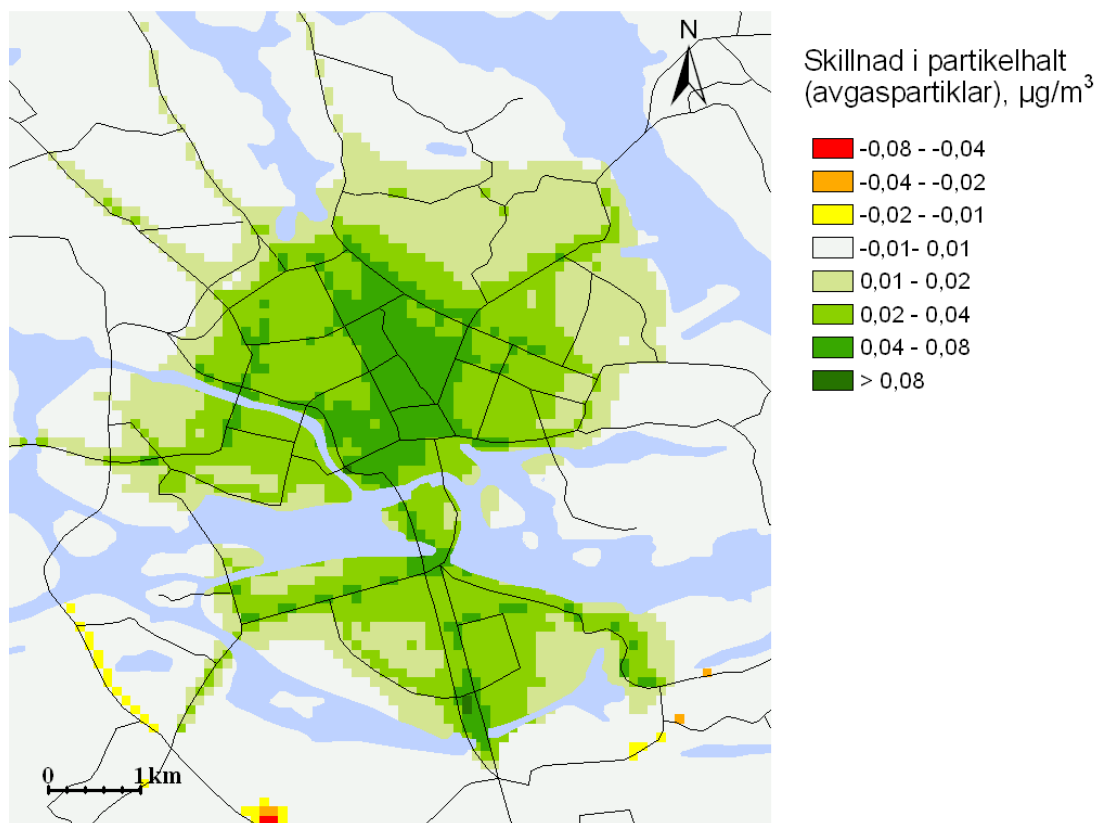
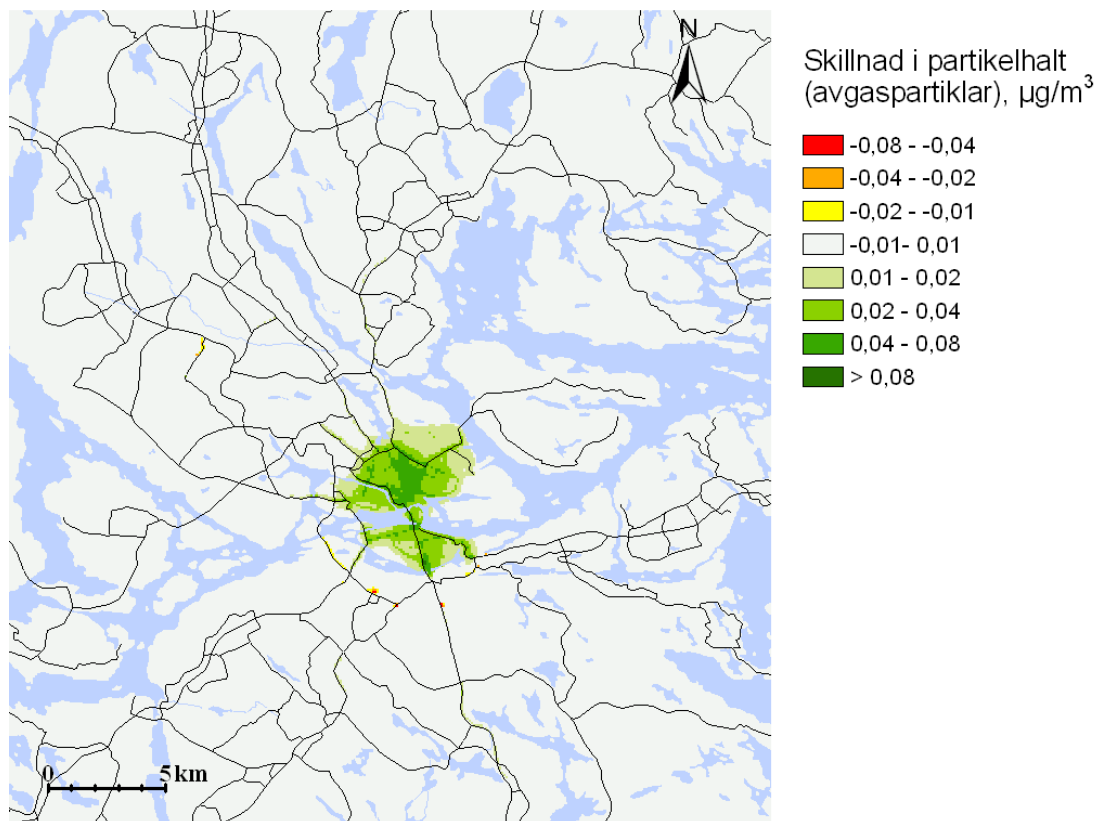
Minskningarna i halter kan också jämföras med de totala halterna som mätts upp. På Södermalm (mätstationen vid Torkel Knutssonsgatan) är de totala halterna av NOx ca 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i genomsnitt under ett år. Här beräknas halterna minska med ca 1,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket motsvarar knappt 6 %. För PM10 är de totala halterna omkring 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och minskningen beräknas till 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  eller drygt 1 %.

Tabell 4. Genomsnittliga bidrag till de totala halterna av kväveoxider och partiklar från vägtrafikens utsläpp med respektive utan avgifter enligt Stockholmsförsöket. Medelhalterna har beräknats genom att vikta med hänsyn till antalet boende inom området. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

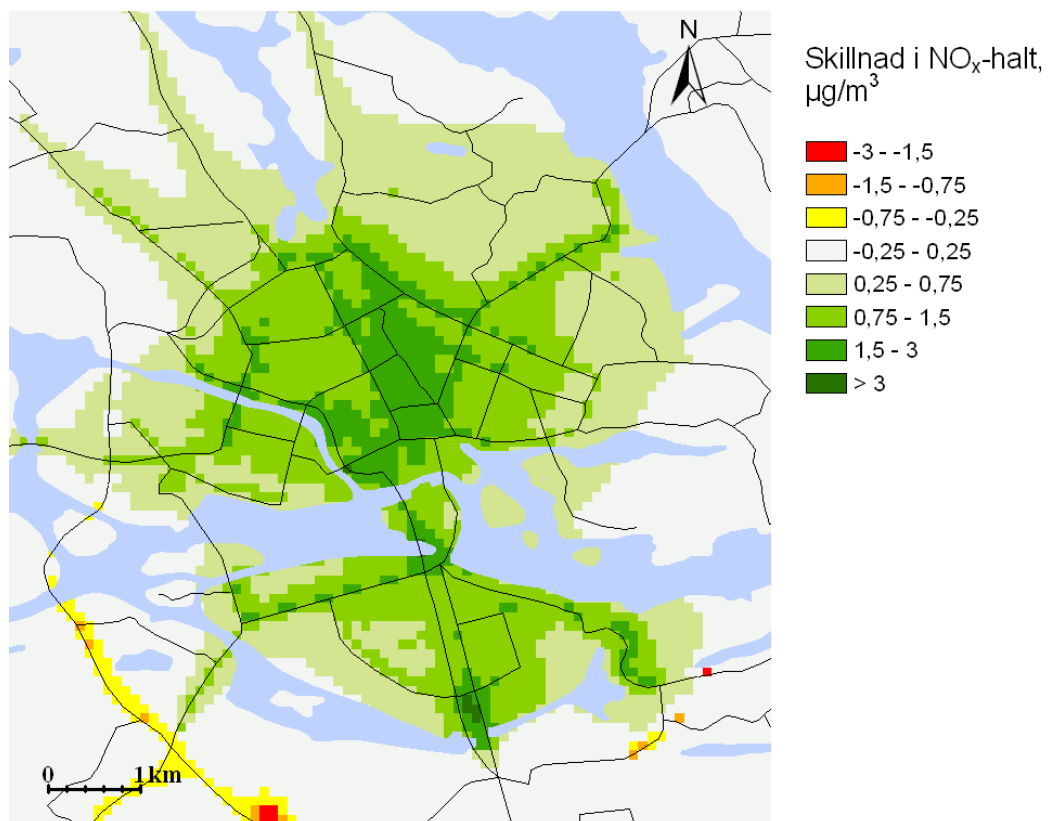
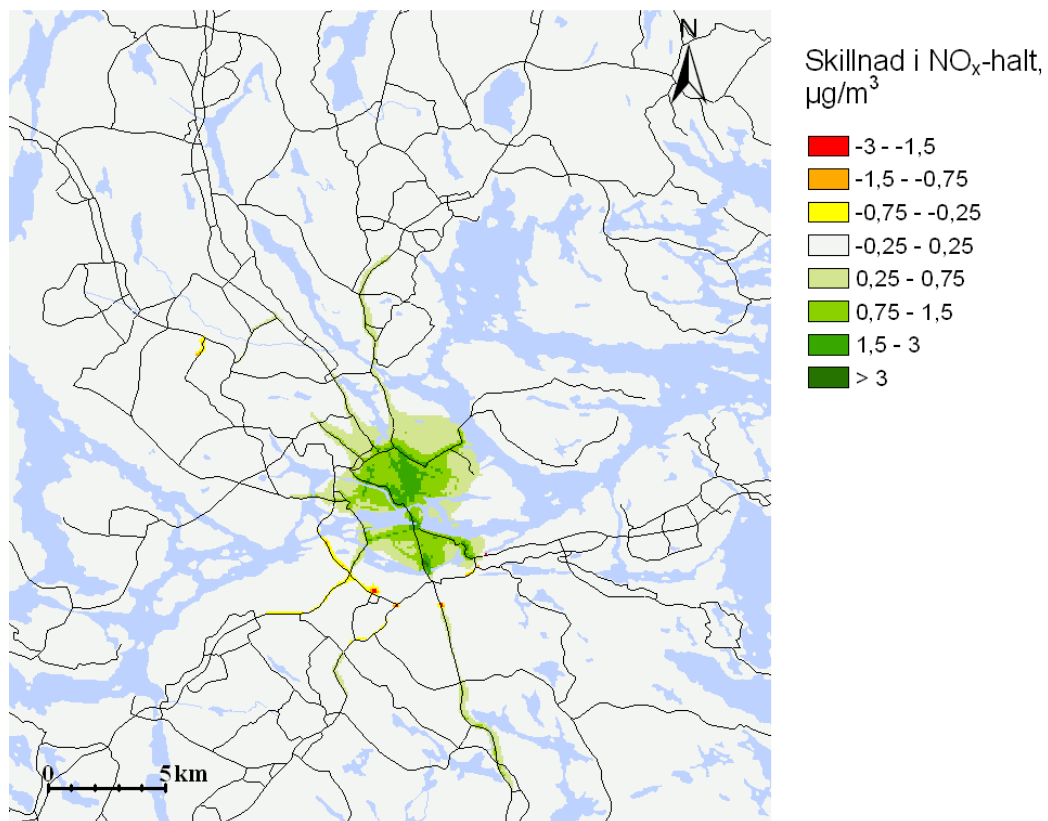
	År 2006 utan Stockholmsförsöket	År 2006 med Stockholmsförsöket	Skillnad
NOx (Storstockholm)	4,42	4,19	0,23 (5,3 %)
PM10 (Storstockholm)	1,71	1,65	0,064 (3,8 %)
PMavgas (Storstockholm)	0,102	0,0960	0,0062 (6,1 %)
NOx (innerstaden)	8,41	7,60	0,81 (10 %)
PM10 (innerstaden)	2,76	2,55	0,21 (7,6 %)
PMavgas (innerstaden)	0,21	0,19	0,022 (10 %)



Figur 2. Förändringen i partikelhalter (PM10, årsmedelvärden) med Stockholmsförsöket jämfört med halterna utan avgifter år 2006. Övre bilden visar skillnaden för hela Storstockholmsområdet och undre bilden visar Stockholms innerstad. Inom gröna områden blir halterna lägre, inom gula till röda områden sker en ökning av halterna.



Figur 3. Förändringen i partikelhalter (avgaspartiklar, årsmedelvärden) med Stockholmsförsöket jämfört med halterna utan avgifter år 2006. Övre bilden visar skillnaden för hela Storstockholmsområdet och undre bilden visar Stockholms innerstad. Inom gröna områden blir halterna lägre, inom gula till röda områden sker en ökning av halterna.



Figur 4. Förändringen i kväveoxidhalter (årsmedelvärden) med Stockholmsförsöket jämfört med halterna utan avgifter år 2006. Övre bilden visar skillnaden för hela Storstockholmsområdet och undre bilden visar Stockholms innerstad. Inom gröna områden blir halterna lägre, inom gula till röda områden sker en ökning av halterna.

### 2.3 Långsiktiga hälsokonsekvenser

Vid studier på folkgrupper (s k epidemiologiska studier) undersöker forskare över hela världen samband mellan luftföroreningshalter och olika hälsoeffekter. Vid hälso-konsekvensanalyserna brukar störst betydelse tillmätas effekterna på dödligheten, eftersom exponeringen under lång tid (ett eller flera år) visats påverka överlevnaden hos människor.

De första amerikanska långtidsstudierna av luftföroreningshalter och överlevnad fick stort genomslag i litteraturen, men dessa undersökte hur skillnader *mellan städer* i halten av partiklar (PM10, PM2.5) påverkade dödligheten (Dockery et al., 1993; Pope et al., 1995). I denna studie är vi intresserade av att skatta effekterna på befolkningens hälsa på grund av minskningen i luftföroreningshalterna på grund av minskad exponering för trafikens avgaser. Skillnaden i partikelhalterna mellan olika städer som registrerats i de amerikanska studierna är ett dåligt mått på skillnaderna i exponeringen för trafikens avgaser. Men på senare tid har det kommit flera studier som använt skillnaderna i exponeringshalten av avgaser mätt som kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) eller kväveoxider (NO<sub>x</sub>) inom städer. Sådana studier finns nu från Holland, Nya Zeeland, Frankrike och Norge. Dessa studier har kommit till mycket likartade s k halt-responssamband för avgasernas betydelse för dödligheten. De fann att ökningen i dödlighet är 12, 13 respektive 14 % per 10 µg/m<sup>3</sup> (mikrogram per kubikmeter luft) ökad halt av kvävedioxid, NO<sub>2</sub> (i studierna från Holland, Nya Zeeland respektive Frankrike). Den norska undersökningen, gjord på vuxna män (Naftstad et al, 2004), har bedömts som mest relevant för konsekvensanalysen för Stockholmsförsökets effekt. I den kom man fram till en ökad dödlighet med 8 % per 10 µg/m<sup>3</sup> ökad halt av kväveoxider, NO<sub>x</sub>.

Det skall observeras att det är varken NO<sub>2</sub> eller NO<sub>x</sub> i sig som är orsaken till den påverkan på dödligheten som rapporterats. Som påpekades i inledningen är det klarlagt att partiklarna har större betydelse för folkhälsan än andra luftföroreningar. I de studier som citeras ovan har NO<sub>2</sub> respektive NO<sub>x</sub> använts som **indikatorer** på trafikens avgaser. Exakt vilken eller vilka komponent(er) i avgaserna som är orsaken är inte klarlagt, men mycket talar för att partiklarna är viktiga.

Om man antar halt-responssambandet för NO<sub>x</sub> från den norska studien (8 % per 10 µg/m<sup>3</sup>) och en frekvens av dödsfall på 1000/100 000 invånare och år, skulle haltminskningen i Stockholms innerstad med ca 350 000 boende, väntas medföra **ca 20-25 färre förtida dödsfall per år**. Vi har då räknat med att även den låga dödligheten bland yngre påverkas procentuellt lika av minskade halter, eftersom andra studier visat att partiklar påverkar dödligheten även hos barn. Att yngre inkluderats har dock försumbar betydelse för resultatet. Med samma antaganden för hela beräkningsområdet (Storstockholm ungefär) med 1,44 miljoner invånare (inklusive innerstan) beräknas haltsänkningen medföra att **ca 25-30 förtida dödsfall per år kan undvikas**.

Effekter på dödlighet är naturligtvis bara en av många negativa hälsoeffekter. Bilarnas utsläpp påverkar också uppkomsten av vissa sjukdomar, förvärrar luftvägsproblem hos känsliga personer samt kan leda till irriterande besvär.

## 2.4 Effekter i gatunivå och jämförelser med miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer är rättsligt bindande nationella föreskrifter vars främsta syfte att skydda människor mot höga luftföroreningshalter. Miljö kvalitetsnormerna har utarbetats i anslutning till miljöbalken. Normvärden och begrepp grundas på direktiv och gränsvärden från EU.

En miljö kvalitetsnorm ska klaras snarast möjligt, dock senast vid en för varje ämne angiven tidpunkt. För närvarande finns miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, marknära ozon och bly (Miljödepartementet, 2001).

Halterna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly i stockholmsluften är så låga att de med god marginal underskrider miljö kvalitetsnormerna. De miljö kvalitetsnormer som generellt sett är svårast att klara i Stockholmsområdet är partiklar och kvävedioxid. Överskridande sker idag längs många av Stockholms innerstadsgator och infartsleder.

För partiklar, PM10 finns miljö kvalitetsnormer till skydd för hälsan både som årsmedelvärde och som dygnsmedelvärde. För kvävedioxid finns dessutom en miljö kvalitetsnorm för timmedelvärde. Korttidsvärden (timmar, dygn) avser skydda befolkningen mot akuta hälsoeffekter, medan årsmedelvärden avser skydda mot långsiktiga hälsoeffekter.

Tabell 5. Miljö kvalitetsnormer för partiklar, PM10, som ska klaras fr o m den 1 januari 2005.

Tid för medelvärde	Normvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Värdet får inte överskridas mer än
1 dygn	50	35 dygn per kalenderår (90-pecentil)
Kalenderår	40	Får ej överskridas

Tabell 6. Miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid som ska klaras fr o m den 1 januari 2006.

Tid för medelvärde	Normvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Värdet får inte överskridas mer än
1 timme	90	175 timmar per kalenderår (98-percentil)
1 dygn	60	7 dygn per kalenderår (98-percentil)
Kalenderår	40	får ej överskridas

På sidorna som följer redovisas beräkningar av Stockholmsförsökets effekt, med avseende på miljö kvalitetsnormer för partiklar och kvävedioxid, på några av de mest föroreningsbelastade platserna i Stockholm. Beräkningarna för innerstaden avser halterna i gatunivån vid respektive gatuavsnitt (de kartor som redovisades tidigare avsåg halter i takhöjdsnivå för innerstaden). Luftföroreningshalterna i gatunivån i innerstaden är alltid högre än i takhöjdsnivå beroende på närheten till vägtrafiken samt den sämre utvädringen av utsläppen.

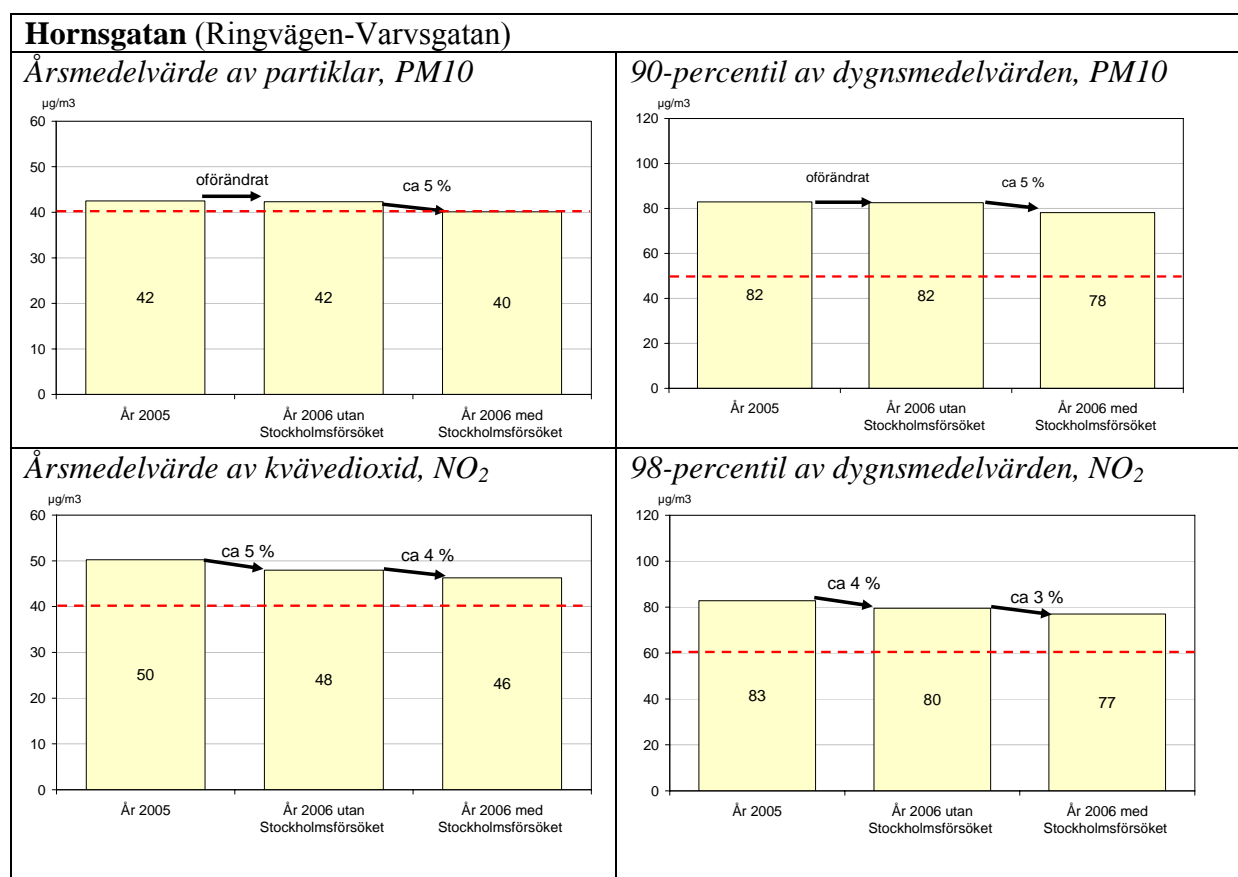
Redovisningen som följer gäller för totala halter, vilka omfattar dels gatubidraget (utsläppen från trafiken på gatan), dels den urbana bakgrundshalten (alla övriga utsläpp i och utanför Stockholm). Jämförelse görs med situationen år 2005. Mellan år 2005 och år 2006 utan Stockholmsförsöket, beräknas utsläppen av kväveoxider minska något, vilket beror på att

fordonsparken blir något renare för varje år (enligt Vägverkets EVA-modell). För partiklar, PM10 minskar utsläppen av avgaspartiklar, men eftersom dessa utgör en mindre del av totala PM10-halten, syns inte detta i diagrammen (PM10 består ju främst av partiklar från slitage mellan däck och vägbanan).

Med t.ex 90-percentil avses den halt som underskrids 90 % och överskrids 10 % av medelvärdetiden. När 90-percentilen av dygnsmedelvärden för partiklar, PM10 redovisas i diagrammen som följer så innebär det medelvärdet under det 36:e ”värsta” dygnet under året. När 98-percentilen av dygnsmedelvärden för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> redovisas så innebär det medelvärdet under det åttonde ”värsta” dygnet under året.

På **Hornsgatan** (Ringvägen-Varvsgatan) beräknas halterna av partiklar, PM10, **minska med 5 %** i gatunivån (Figur 5) med Stockholmsförsöket (årsbasis). Minskningen är tillräcklig för att miljö kvalitetsnormen 40 µg/m<sup>3</sup> (årsmedelvärde av PM10) inte ska överskridas. Miljö kvalitetsnormen 50 µg/m<sup>3</sup> (dygnsmedelvärde, 90-percentil) beräknas trots förbättringen fortsätta att överskridas på Hornsgatan.

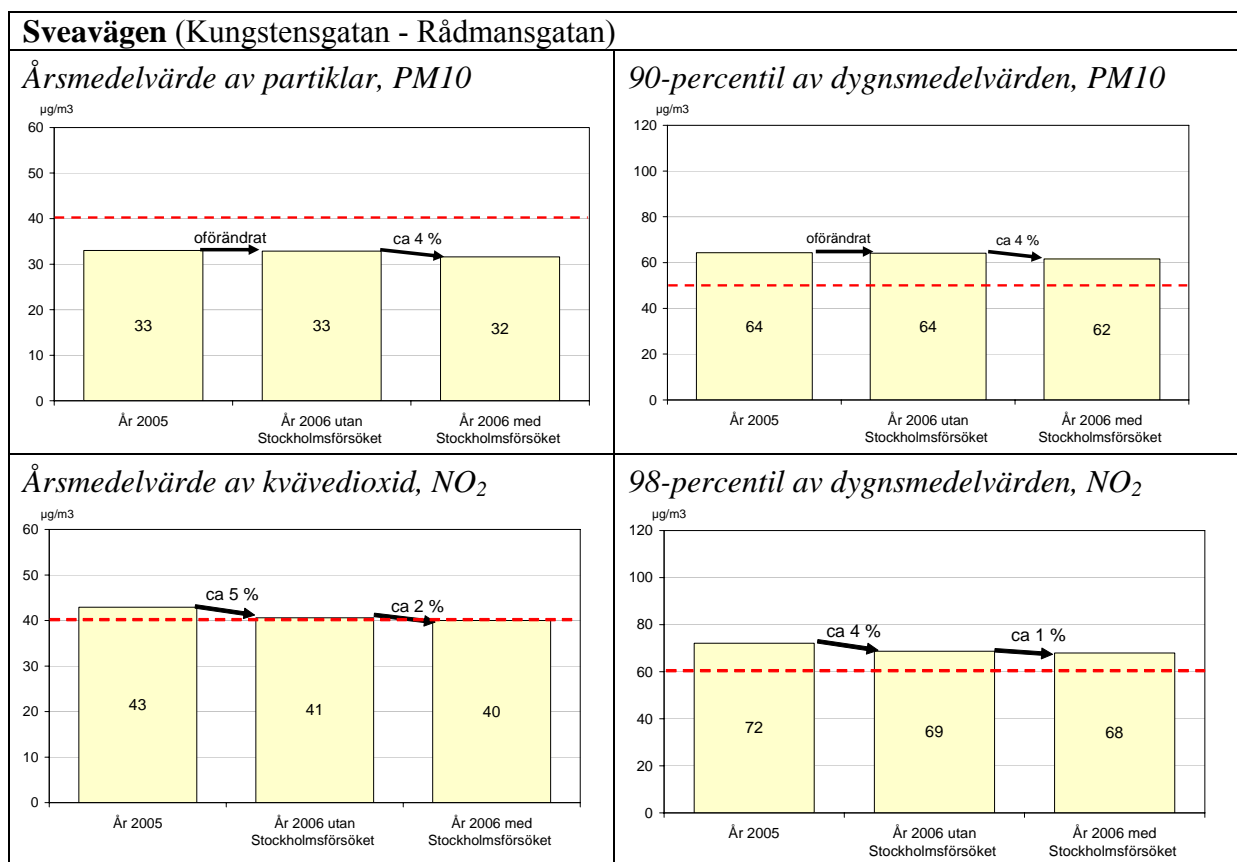
Halterna av kväveoxider, NO<sub>x</sub>, i gatunivån på Hornsgatan beräknas minska med ca 7-8 % med Stockholms-försöket (årsbasis). Kvävedioxidhalterna på Hornsgatan beräknas **minska med ca 3-4 %**. Minskningen är inte tillräcklig för att miljö kvalitetsnormerna för NO<sub>2</sub> ska nås.



Figur 5. Beräknad förändring av luftkvalitet vid Hornsgatan och jämförelse med miljö kvalitetsnormer till skydd för hälsan (röd streckad linje). Data för år 2005 är uppmätt. Värdena gäller för hela år. Enhet µg/m<sup>3</sup>.

På **Sveavägen** (Kungstensgatan-Rådmanngatan) beräknas halterna av partiklar, PM10, **minska med 4 %** i gatunivån (Figur 6) med Stockholmsförsöket (årsbasis). Miljökvalitetsnormen  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (årsmedelvärde) beräknas klaras även utan denna minskning. Däremot överskrids miljökvalitetsnormen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (dygnsmedelvärde, 90-percentil).

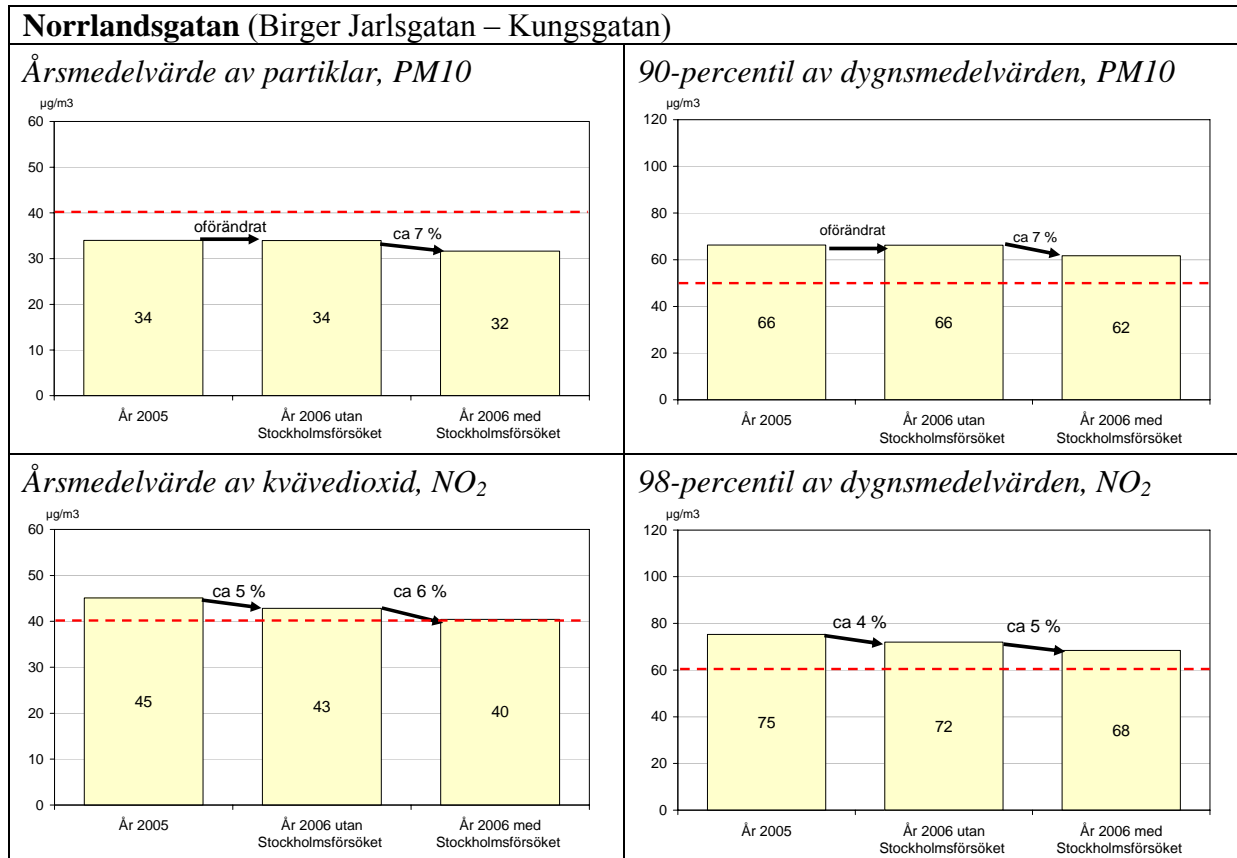
Halterna av kväveoxider, NO<sub>x</sub>, i gatunivån på Sveavägen beräknas minska med 3 % med Stockholmsförsöket (årsbasis). Kvävedioxidhalterna beräknas **minska med ca 1-2 %**. I beräkningarna har då även de nya direktbussarnas utsläpp av kväveoxider tagits med. Utan dessa bussar skulle kvävedioxidhalterna minska med 3 % (PM10-halterna påverkas däremot inte). På årsbasis innebär minskningen att miljökvalitetsnormen  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (årsmedelvärde) klaras. Däremot överskrids miljökvalitetsnormen  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (dygnsmedelvärde, 98-percentil) fortfarande.



Figur 6. Beräknad förändring av luftkvalitet vid Sveavägen och jämförelse med miljökvalitetsnormer till skydd för hälsan (röd streckad linje). Data för år 2005 är uppmätt. Värdena gäller för hela år. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

På **Norrandsgatan** (Birger Jarlsgatan – Kungsgatan) beräknas halterna av partiklar, PM10, **minska med 7 %** i gatunivån (Figur 7) med Stockholmsförsöket (årsbasis). Minskningen är inte tillräcklig för att klara miljökvalitetsnorm på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (dygnsmedelvärde, 90-percentil).

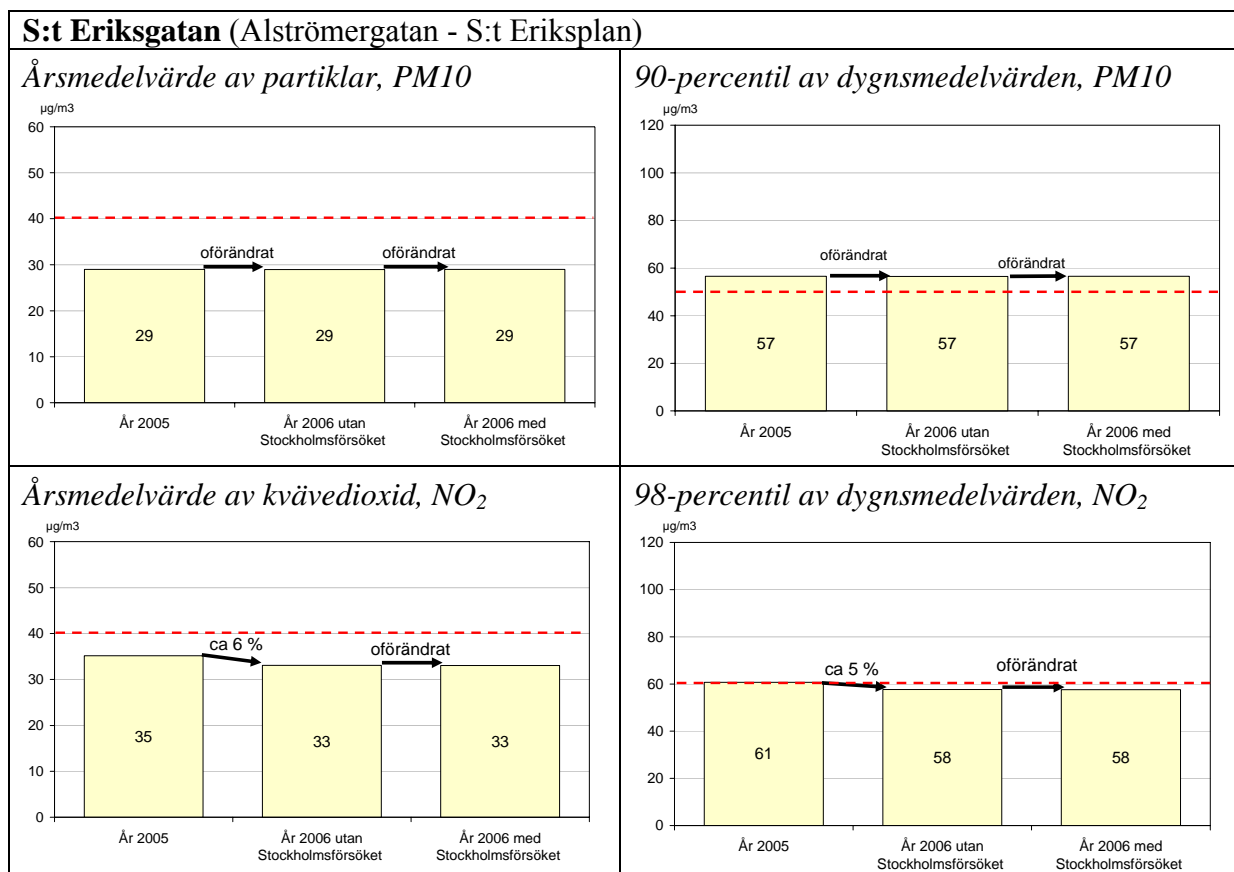
Halterna av kväveoxider, NO<sub>x</sub>, i gatunivån på Norrandsgatan beräknas minska med 11 % med Stockholmsförsöket (årsbasis). Kvävedioxidhalterna på Norrandsgatan beräknas **minska med ca 5-6 %**. Minskningen innebär att miljökvalitetsnormen  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (årsmedelvärde) inte överskrids. Däremot överskrids dygnsmedelvärdet  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fortfarande.



Figur 7. Beräknad förändring av luftkvalitet vid Norrandsgatan och jämförelse med miljökvalitetsnormer till skydd för hälsan (röd streckad linje). Data för år 2005 är uppmätt. Värdena gäller för hela år. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

På **S:t Eriksgatan** (Alströmergatan - S:t Eriksplan) beräknas trafiken *ökat något* med Stockholmsförsöket (Tabell 1). PM10-halterna beräknas ändå bli oförändrade p g a att det ökade gatubidraget till totala luftföroreningshalten uppvägs av en minskad bakgrundshalt (Figur 8). Miljö kvalitetsnormen  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (årsmedelvärde) beräknas klaras, medan normen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (dygnsmedelvärde, 90-percentil) överskrids oavsett försöket.

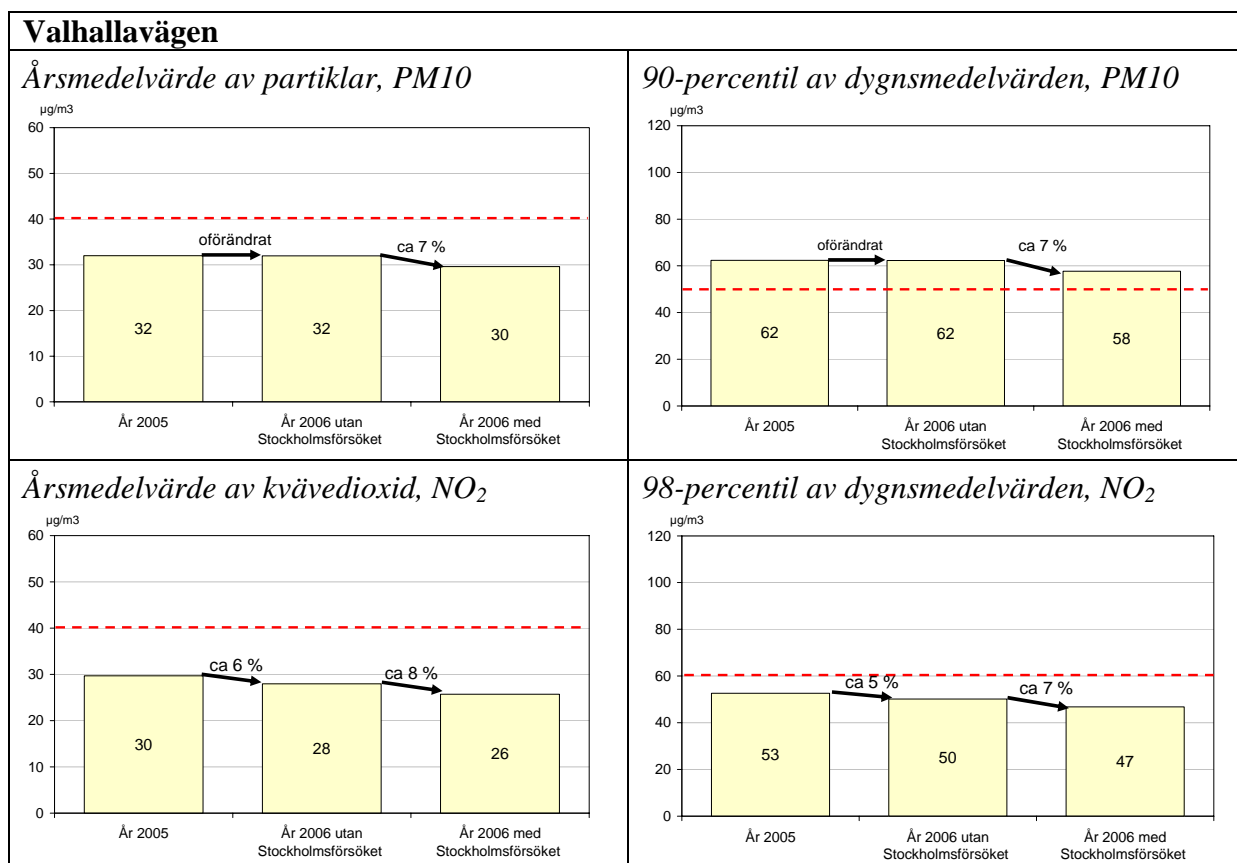
Även kvävedioxidhalterna beräknas bli oförändrade med försöket. Miljö kvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras på S:t Eriksgatan.



Figur 8. Beräknad förändring av luftkvalitet vid S:t Eriksgatan och jämförelse med miljö kvalitetsnormer till skydd för hälsan (röd streckad linje). Data för år 2005 är uppmätt. Värdena gäller för hela år. Enhet  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

På **Valhallavägen** (Odengatan - Drottning Kristinas Väg) beräknas halterna av partiklar, PM10, **minska med 7 %** i gatunivån (Figur 9) med Stockholmsförsöket (årsbasis). Minskningen är inte tillräcklig för att klara motsvarande miljökvalitetsnorm på 50 µg/m<sup>3</sup>.

Halterna av kväveoxider, NO<sub>x</sub> i gatunivån på Valhallavägen beräknas minska med 12 % med Stockholmsförsöket (årsbasis). Kvävedioxidhalterna beräknas **minska med ca 7-8 %**. Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid klaras på Valhallavägen.



Figur 9. Beräknad förändring av luftkvalitet vid Valhallavägen och jämförelse med miljökvalitetsnormer till skydd för hälsan (röd streckad linje). Data för år 2005 är uppmätt. Värdena gäller för hela år. Enhet µg/m<sup>3</sup>.

Längs **Essingeleden** överskrider idag miljökvalitetsnormer till skydd för människors hälsa. Den ökade trafiken i och med Stockholmsförsöket beräknas innebära något ökade halter av luftföroreningar. Haltökningarna för ett genomsnittligt dygn är ca 3 µg/m<sup>3</sup> (mikrogram per kubikmeter luft) för kväveoxider, NO<sub>x</sub> och upp till ca 2 µg/m<sup>3</sup> för partiklar, PM10. För att klara miljökvalitetsnormer avseende främst höga dygnsmedelvärden av partiklar, PM10, krävs stora utsläppsminskningar längs Essingeleden.

### 3 Slutsatser

Följande slutsatser har erhållits i undersökningen:

- Den minskade trafikmängden har lett till lägre utsläpp av koldioxid, partiklar och kväveoxider, vilket i sin tur minskat bidraget från trafiken till de totala halterna av partiklar (PM10) och kvävedioxid. Detta betyder att om försöket skulle permanentas, och ge samma minskningar i trafikmängden, så skulle trafiken i Stockholm inte bidra lika mycket till föroreningshalterna som utan miljöavgifter/trängselskatt.
- Utsläppen av partiklar och kväveoxider från vägtrafiken i Stockholms innerstad beräknas minska med mellan 8 % och 12 %. För vägtrafiken i Stockholms stad motsvarar detta mellan 3 % och 5 %. Utsläppsminskningarna av främst kväveoxider beräknas bli mindre p.g.a. den ökade busstrafiken under Stockholmsförsöket.
- De totalt sett minskade utsläppen innebär att delmålet för Stockholmsförsöket, att utsläppen av luftföroreningar skall minska, har uppnåtts.
- De genomsnittliga halterna av kväveoxider (NOx) beräknas på vissa platser minska med upp till ca 5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mikrogram per kubikmeter luft) och halterna av partiklar, PM10 med upp till ca 2-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De största förbättringarna av luftkvaliteten beräknas ske längs Klarastrandsleden, Centralbron, Valhallavägen och Sveavägen, samt vid Söderledstunnelns mynningar. Ökade luftföroreningshalter erhålls i ett område omkring Essingeleden och Södra Länken, men betydligt fler stockholmare får minskade luftföroreningshalter och bättre luftkvalitet jämfört med dem som erhåller ökade halter.
- De genomsnittliga partikelhalterna för befolkningen i Stockholm (Storstockholm) beräknas bli någon procent lägre och kväveoxidhalterna några procent lägre med miljöavgifter/trängselskatt. Totalt för hela Storstockholmsområdet (1,44 miljoner invånare, 35 x 35 km) beräknas mellan 25 och 30 färre förtida dödsfall per år på grund av långtidsexponering för partiklar. Utsläpp från biltrafiken i Stockholm orsakar även uppkomsten av vissa sjukdomar, förvärrar luftvägsproblem samt leder till irriterande besvär hos många känsliga personer. Detta minskar med miljöavgifter/trängselskatt.
- På många av Stockholms innerstadsgator, med mycket höga luftföroreningshalter, förbättras situationen med Stockholmsförsöket. Miljökvalitetsnormer till skydd för hälsan kommer att klaras i högre utsträckning än tidigare i och med utsläppsminskningarna. Detta försöks effekt är dock inte tillräcklig för att miljökvalitetsnormer ska klaras överallt i Stockholmsregionen. För detta krävs större trafikminskningar eller fler åtgärder som minskar vägtrafikens utsläpp.
- Jämförelser mellan föroreningshalterna som har mätts upp under de fyra första månaderna som försöket pågick (perioden januari – april 2006) med motsvarande månader år 2003, 2004 och 2005 visar att variationerna i föroreningshalter mellan olika år kan vara betydande. Detta beror till stor del beror på olika meteorologiska förhållanden. De uppmätta totala halterna under det korta Stockholmsförsöket kan därför inte ge kvantitativt besked om hur stor betydelse de minskade utsläppen från trafiken haft för luftföroreningshalterna. På lång sikt, t.ex om Stockholmsförsöket permanentas, påverkas luftkvaliteten i Stockholm mest av de minskade utsläppen. Utvärderingen av den uppmätta luftkvaliteten under Stockholmsförsöket redovisas i kapitel 5.

## 4 Metod

De viktigaste faktorerna som styr luftkvaliteten och därmed befolkningens påverkan av luftföroreningar i Stockholm är:

- Utsläppen i Stockholm, Sverige och Europa i övrigt
- Det storskaliga vädret som avgör vilka av dessa utsläpp som sprids till Stockholm
- De lokala emissionerna från främst vägtrafiken i Stockholm
- Det lokala vädret som avgör hur de lokala emissionerna sprids.

Att jämföra uppmätta halter av luftföroreningar mellan perioder med olika väder är vanskligt eftersom utsläppens spridning kan variera mycket såväl kontinentalt, regionalt som lokalt. På kort sikt påverkas luftkvaliteten mycket av variationer i vädret. I det långa loppet, under normala väderförhållanden, påverkas luftföroreningshalterna mest av utsläppens storlek. Långa mätserier är därför nödvändiga för att ge en bra bild av hur halterna förändras på grund av utsläppsförändringar. Långa mätserier behövs också för att avgöra om miljö kvalitetsnormerna klaras eller inte. Eftersom Stockholmsförsökets sju månader i detta sammanhang är en kort period har mätningarna kompletterats med modellberäkningar. Modellberäkningarna är också nödvändiga för att uppskatta befolkningens exponering och hälsoeffekter av luftföroreningar. Vad gäller hälsopåverkan är långtidsexponeringen viktigast, d.v.s. den nivå som befolkningen utsätts för under ett eller flera år, och inte hur höga luftföroreningshalterna råkar vara under korta perioder. Detta gör att beräkningsmodeller måste användas i kombination med mätningar för att utvärdera effekterna på halterna och på befolkningens hälsa.

### 4.1 Mätningar av luftföroreningshalter

Stockholmsförsökets effekter på luftkvalitet och hälsa har utvärderats genom att utnyttja:

- Fasta kontinuerliga mätningar av luftföroreningar och meteorologi i Stockholm med hög tidsupplösning, d v s timme för timme
- Mätningar av luftföroreningar före och under Stockholmsförsöket längs huvudgator och infarter, delvis med lägre tidsupplösning, dygn eller månad
- Beräkningar av utsläpp från vägtrafik med emissionsfaktorer enligt Vägverket och trafikdata från Stockholmsförsökets trafikmätningar och VTI:s modellberäkningar
- Beräkningar av halter och exponering med spridningsmodeller i Luftvårdsförbundets (LVF) system (SMHI Airviro).

Luftvårdsförbundets system är ett komplett geografiskt informationssystem för utvärdering och övervakning av luftkvaliteten i regionen. Varje år lagras data om vilka föroreningar som släpps ut i atmosfären samt var och när utsläppen sker. Förutom information om utsläpp baseras beräkningarna i systemet på meteorologidata.

Modellberäkningar med indata om både utsläpp och meteorologi har använts för att avgöra hur luftkvaliteten har påverkats av Stockholmsförsöket. Därigenom har vädret hållits konstant och normalt medan endast vägtrafikens förändrade utsläpp varierats. Mätningarna av luftföroreningar har bl. a. använts för att validera beräkningsresultatet.

## **4.2 Beräkning av utsläpp och halter**

Utsläppsdaten år 2006 utan Stockholmsförsöket omfattar de trafikdata som finns inlagda i den senast uppdaterade emissionsdatabasen för Stockholms och Uppsala län. För denna liksom för den utsläppsdata som omfattar försöket är sammansättningen av stockholms- trafikens avgasreningsgrad enligt de emissionsfaktorer som gäller för år 2006 enligt Vägverkets EVA-modell.

Förutom avgaspartiklar genereras och sprids också partiklar från främst vägbaneslitage men även däck- och bromsslitage. Emissionsfaktorer för PM10 exklusive avgaspartiklar (d.v.s. slitagepartiklar) är erhållna utifrån mätningar på Hornsgatan i centrala Stockholm. Dessa emissionsfaktorer förväntas vara oförändrade så länge åtgärder inte vidtas som minskar bildning och spridning av dessa partiklar.

Vid beräkningarna av utsläpp och halter av luftföroreningar från trafiken har hänsyn inte tagits till effekter av ändrad hastighet på gatorna i Stockholmsförsöket. Ökad hastighet kan öka slitaget av vägbanorna och uppvirvlingen. Utsläppen av andra ämnen kan minska vid minskad köbildning och jämnare körmonster. Stockholmsförsöket innebär också ökad busstrafik. De för försöket ca 200 stycken nya skolor direktbussarna drivs med dieselbränsle (ett fåtal är biogas). Motorerna uppfyller avgaskrav enligt "Euro 3" och är utrustade med partikelfilter. De nya bussarnas trafikarbete (körsträckor) är hämtade från VTI:s beräkningar (VTI, 2006).

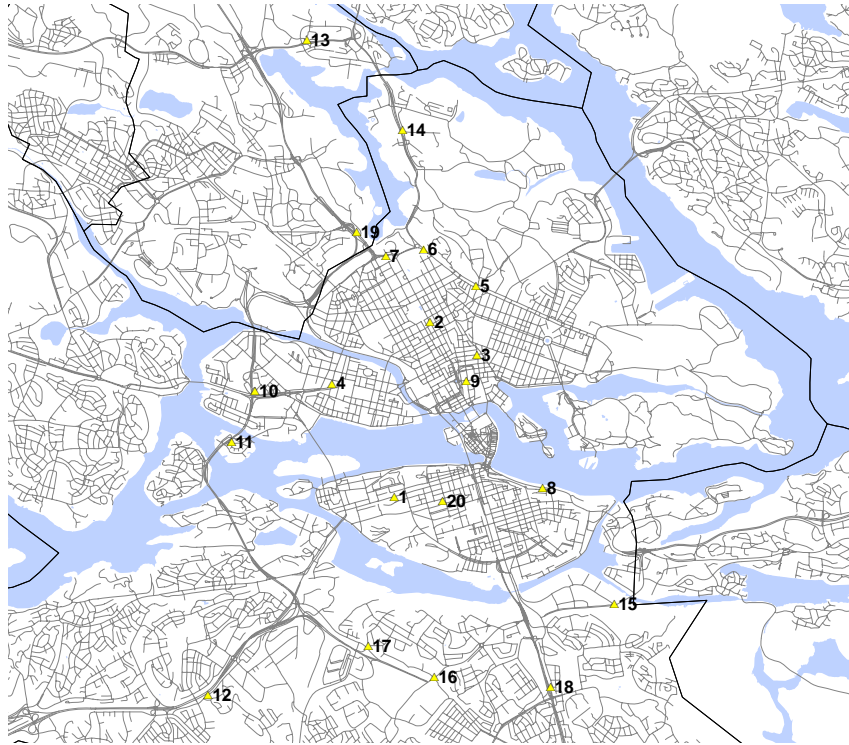
Vad gäller beräkningsmodeller hänvisas till tidigare utredningar (Johansson m fl., 2003). Beräkningar har genomförts för kväveoxider NO<sub>x</sub> och partiklar, PM10 avgaspartiklar, dels för hela Storstockholmsområdet, dels för ett område som täcker innerstaden och även delar utanför innerstaden (d.v.s. utanför avgiftssnittet). Haltberäkningarna för innerstaden har gjorts med upplösningen 25 meter. Upplösningen i befolkningsdata är dock 100 meter, så dessutom gjordes beräkningar med 100 meters upplösning för att kunna beräkna befolkningsviktade exponeringshalter. Närmare beskrivning av de befolkningsdata som använts finns i Forsberg m fl., 2003.

## 5 Data - uppmätt luftkvalitet i samband med Stockholmsförsöket

Luftkvaliteten före och under Stockholmsförsöket (inklusive miljöavgifter/trängselskatt) har mätts på 20 platser i Storstockholmsområdet (Figur 10). Kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ) har mätts i alla dessa punkter, medan halten av kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) har mätts i 5 och partiklar ( $\text{PM}_{10}$ ) i 10 punkter. Hela mätprogrammet i samband med Stockholmsförsöket samt mätmetoder framgår av bilaga 2. En mer detaljerad beskrivning av mätresultaten vad gäller trafikflöden, luftföroreningshalter och meteorologiska mätningar från de fasta mätstationerna under försökets första fyra månader januari – april framgår av bilaga 3. Övriga mätningar under Stockholmsförsöket har genomförts med dygns- eller månadsupplösning under så vädermässigt jämförbara säsonger som möjligt; januari-juli 2005 och januari-juli 2006 under försöket. De hittills erhållna analysresultaten för dessa presenteras också i bilaga 3.

Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan, E4-Essingeleden samt Torkel Knutssonsgatan (takhöjdsnivå) är fasta mätstationer, vilket betyder att bl. a. partiklar ( $\text{PM}_{10}$ ) och kväveoxider ( $\text{NO}_x$  och  $\text{NO}_2$ ) mäts kontinuerligt timme för timme. Detta genererar långa mätserier med data som för vissa mätplatser kan jämföras många år bakåt i tiden.

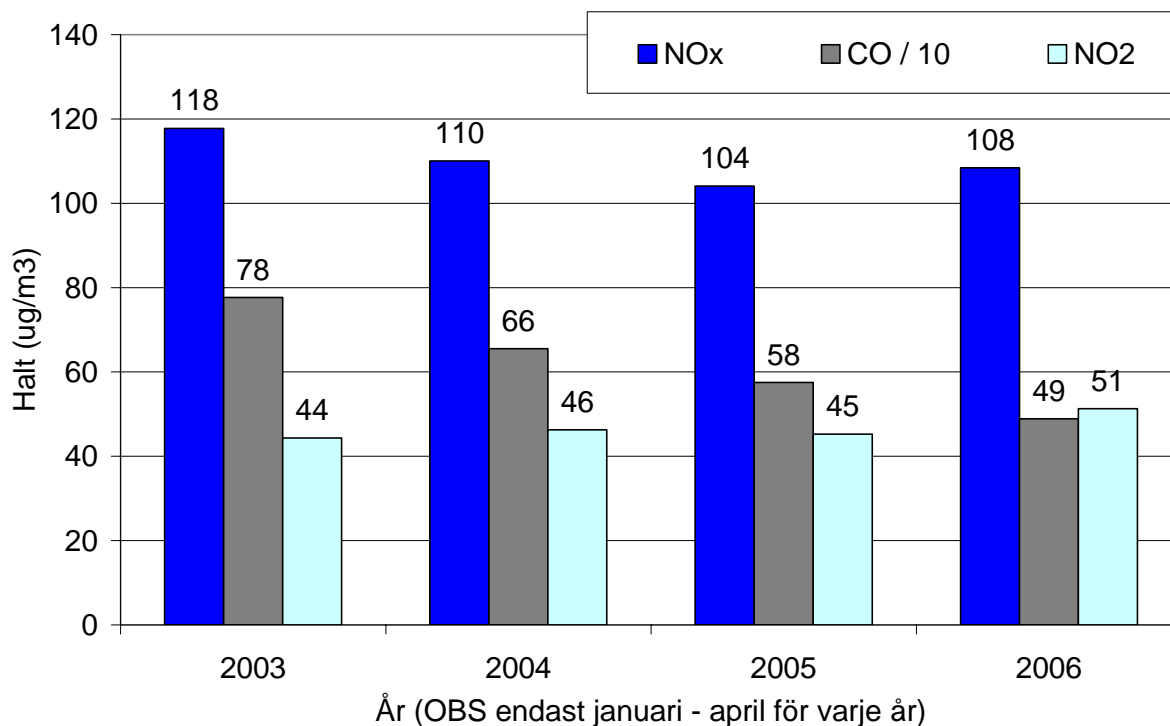
I Figur 11 visas de genomsnittliga halterna av kväveoxider ( $\text{NO}_x$  och  $\text{NO}_2$ ) och kolmonoxid ( $\text{CO}$ ) på Hornsgatan och Sveavägen under januari – april i år och motsvarande månader de tre föregående åren. Av figuren framgår att halterna av  $\text{CO}$  och delvis också  $\text{NO}_x$  sjunkit stadigt vilket hänger samman med **minskade utsläpp** från hela fordonsparken, främst p.g.a. färre äldre personbilar. Skillnaderna mellan åren beror också på de **meteorologiska förhållandena**. Inflytandet av meteorologin är speciellt betydelsefull när man bara betraktar en kort tidsperiod. För  $\text{NO}_2$ -halterna är det inte i första hand utsläppen av  $\text{NO}_2$  som avgör utan fotokemiska reaktioner i luften där ozonhalterna spelar en avgörande roll (Johansson & Forsberg, 2005). Sammantaget kan man säga att jämförelser av uppmätta totala halter mellan olika år inte ger kvantitativt besked om hur stor betydelse de minskade utsläppen från trafiken i innerstaden haft för halterna. För detta krävs beräkningar som kan separera betydelsen av meteorologin och emissionerna för halterna.



Figur 10. Karta över mätplatser för luftkvalitetsmätningar i samband med Stockholmsförsöket.

Genom att istället analysera de genomsnittliga dygnsvariationerna i halterna som uppkommer enbart på grund av trafiken på vissa gator kan man få en uppfattning om betydelsen av trafikförändringarna och/eller utsläppens betydelse. De genomsnittliga variationerna i halterna av NO<sub>x</sub> under vardagsdygnen under januari – april år 2005 och 2006 vid Hornsgatan och Sveavägen framgår av Figur 12 och Figur 14. Observera att detta inte är de totala halterna utan endast halterna som till största delen beror på den lokala trafiken på respektive gata (d.v.s. halterna i takhöjdsnivå har subtraherats). De genomsnittliga totalt uppmätta trafikflödena (fordon per timme) under vardagsdygn för Hornsgatan och Sveavägen framgår av Figur 13 och Figur 15.

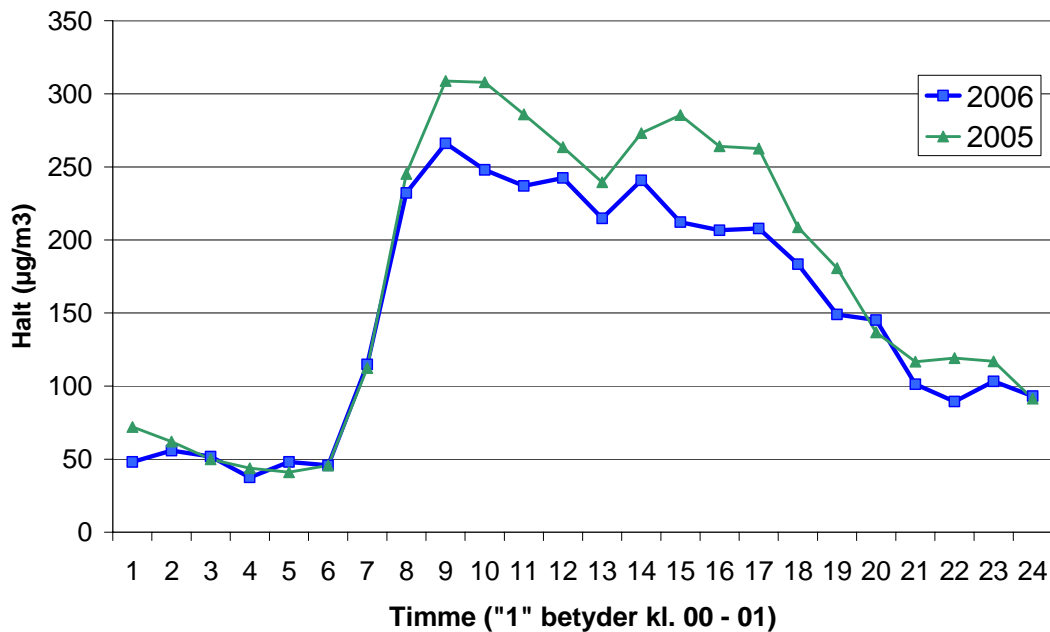
För Hornsgatan är förändringen mellan 2005 och 2006 i bidraget från trafiken till NO<sub>x</sub> halterna väldigt lik den förändring som uppmäts i trafikflödena. Under dagtid mellan kl. 8 och kl. 19 är haltbidragen lägre under januari – april år 2006 jämfört med samma period 2005. Till en del beror förändringen i NO<sub>x</sub>-halt på lägre utsläpp på grund av färre fordon, till en del beror den på lägre utsläpp från fordonen tack vare en nyare (renare) fordonspark. Skillnader mellan de två årens meteorologiska förhållanden har också inverkan, och eftersom vindhastigheterna var lägre år 2006 jämfört med 2005 ger detta motsatt effekt.



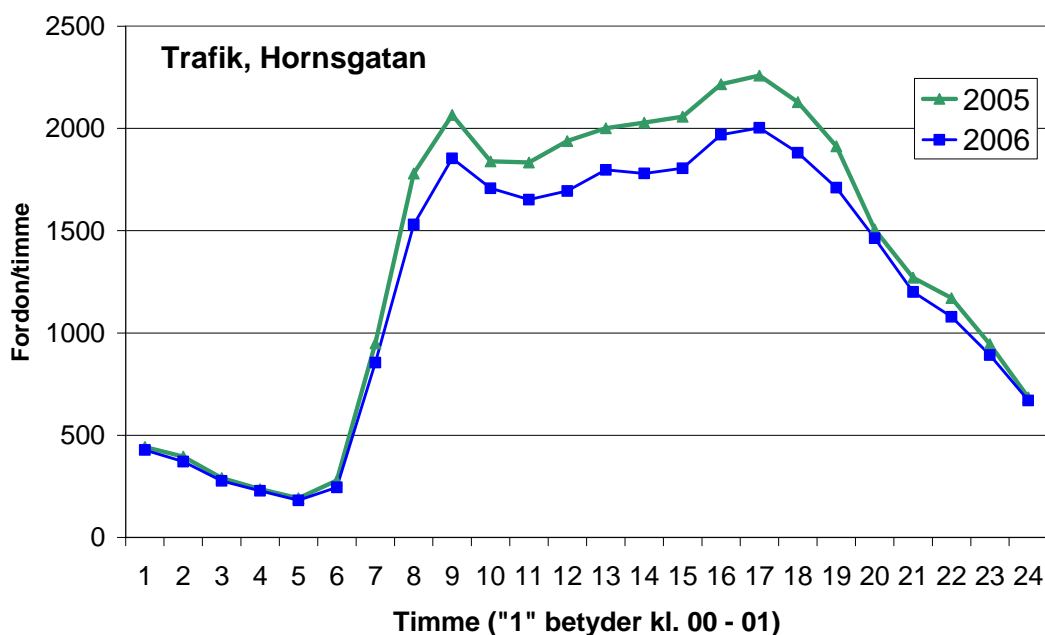
Figur 11. Genomsnittliga halter av NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> och CO under perioden januari – april under olika år. Halterna är medelvärden av mätdata från de fasta mätstationerna på Hornsgatan och Sveavägen där mätningar skett på båda sidorna av gatan ca 2,5 m över trottoaren.

För Sveavägen däremot avviker förändringen i de lokala haltbidragen från den förändrade trafikmängden (jämför Figur 14 och Figur 15). Haltbidragen från trafiken på Sveavägen är visserligen lägre år 2006 jämfört 2005 under natten och en period mitt på dagen, men högre bidrag noteras år 2006 på morgonen och ett par timmar på eftermiddagen. Detta kan ha sin förklaring i **ökade utsläpp på grund av de nya direktbussarna** som satts in i samband med Stockholmsförsöket. Linje 565 passerar vid mätstationen var 10:e minut mellan kl 06 – 09 samt var 15:e minut mellan kl 15.30 – 18.30. Linje 561 passerar var 12:e minut mellan kl 06.30 – 09.00 samt 15.30 – 18.30. Sammantaget innebär detta drygt 20 busspassager per timme under morgonen och eftermiddagen. Detta är visserligen väldigt få fordon i jämförelse med totala antalet fordon som är omkring 1400 fordon per timme, men utsläppen av NO<sub>x</sub> från dieselbussarna är väsentligt högre jämfört med personbilarna. Uppskattningsvis innebär de nya bussarna ett tillskott till utsläppen på runt 20 %, vilket är ungefär detsamma som ökningen i haltbidraget under morgontimmarna (om man jämför med haltbidraget mitt på dagen då inga direktbussar passerar). Att det är utsläppen från bussarna som förklarar de ökade haltbidragen under morgonen och eftermiddagen, styrks också av att de ökade haltbidragen för NO<sub>x</sub> uppträder samtidigt som de nya bussarna satts in under hösten 2005, men inte innan dess. Ytterligare en faktor som styrker att det är dieselutsläpp är att motsvarande beräknade haltbidrag för CO inte visar på någon topp under morgon och eftermiddag för 2006 jämfört med tidigare år – CO kommer huvudsakligen från bensinfordon, inte dieseldrivna fordon (såsom de nyinsatta bussarna).

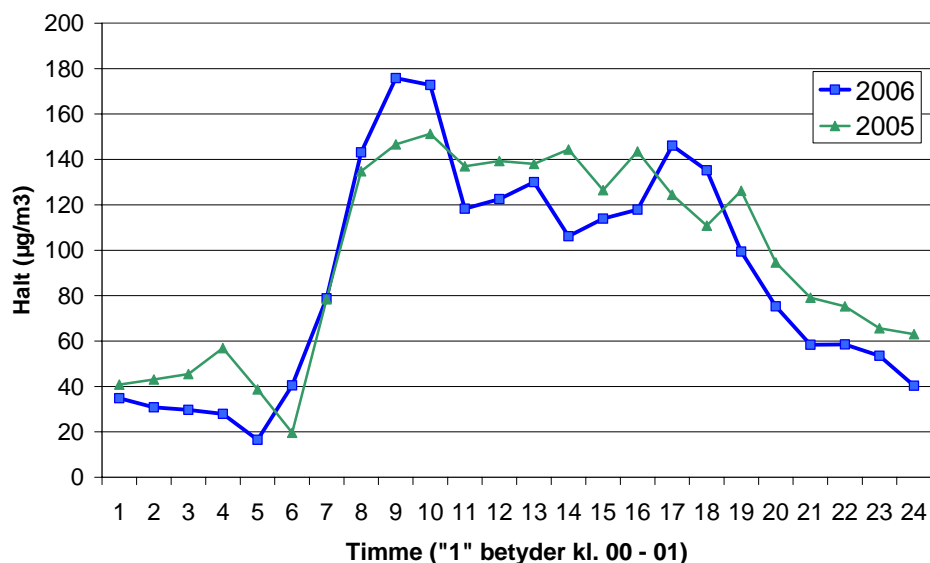
Det skall dock noteras att de totala utsläppen från alla nya bussar i innerstaden ger litet bidrag till de totala NO<sub>x</sub>-halterna från personbilarna. Det vill säga det är endast lokalt under rusningstid på de gator där nya bussar satts som utsläppen kan öka något.



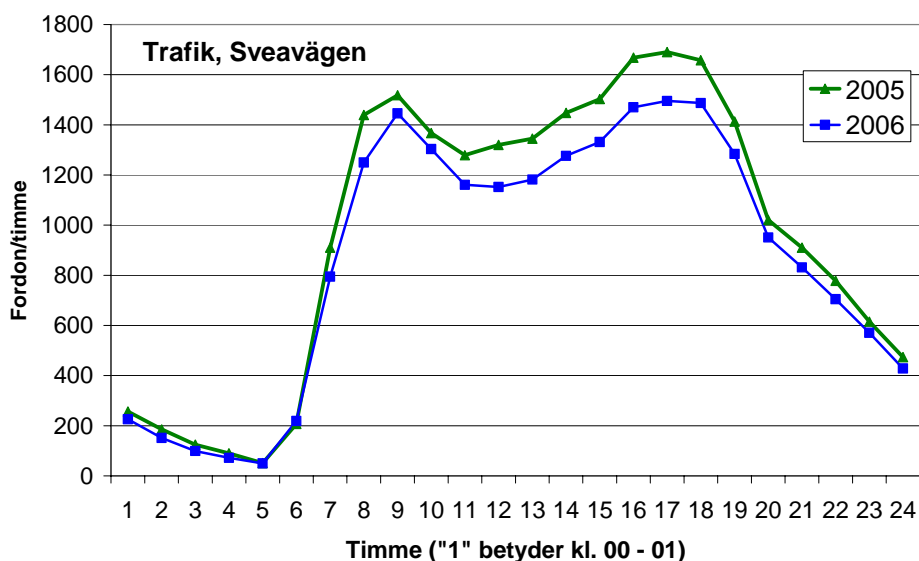
Figur 12. Genomsnittliga variationer i halterna av NOx vid Hornsgatan under vardagsdygnet (måndagar – torsdagar) under januari – april år 2005 och 2006 vid Hornsgatans fasta mätstation. Takhalterna är subtraherade från halterna uppmätta i gatunivå och endast nordliga vindar är medtagna för att erhålla det lokala halttillskottet från trafiken på Hornsgatan.



Figur 13. Genomsnittliga variationer av trafikflöden under vardagsdygnet (måndagar – torsdagar) under januari – april år 2005 och 2006 vid Hornsgatans fasta mätstation.



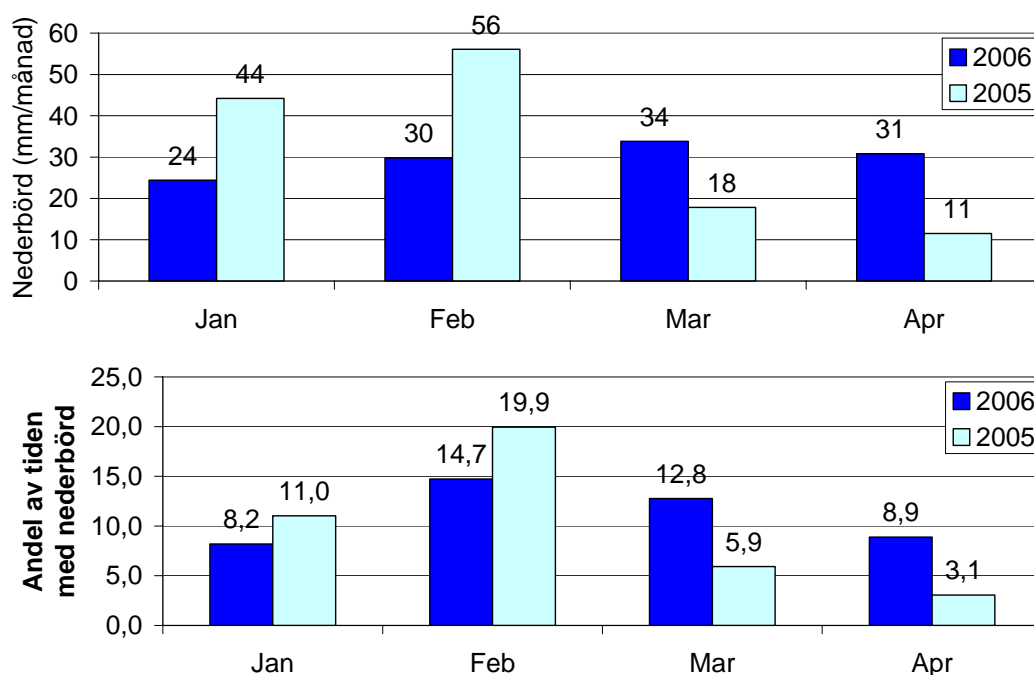
Figur 14. Genomsnittliga variationer i halterna av NOx vid Sveavägen under vardagsdygnet (måndagar – torsdagar) under januari – april år 2005 och 2006 vid Sveavägens fasta mätstation. Taknivåvärden är subtraherade från halterna uppmätta i gatunivå och endast nordliga vindar är medtagna för att erhålla det lokala halttillskottet från trafiken på Hornsgatan.



Figur 15. Genomsnittliga variationer av trafikflöden under vardagsdygnet (måndagar – torsdagar) under januari – april år 2005 och 2006 på Sveavägen (mellan Adolf Fredriks Kyrkogata och Kammakargatan).

De genomsnittliga partikelhalterna (PM10) på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan under januari – april 2006 och de föregående 3 åren framgår av Figur 17. Av figuren framgår att halterna var betydligt lägre år 2006 jämfört med samma perioder tidigare år. Detta beror till övervägande del på meteorologiska faktorer. Under våren styrs PM10-halterna längs gatorna till stor del av vägbanornas fuktighet. Partiklar som släpps ut av fordon via avgaserna bidrar väldigt lite till PM10-halterna. Partiklarna som bildas vid slitage av asfalt, virvlar upp i

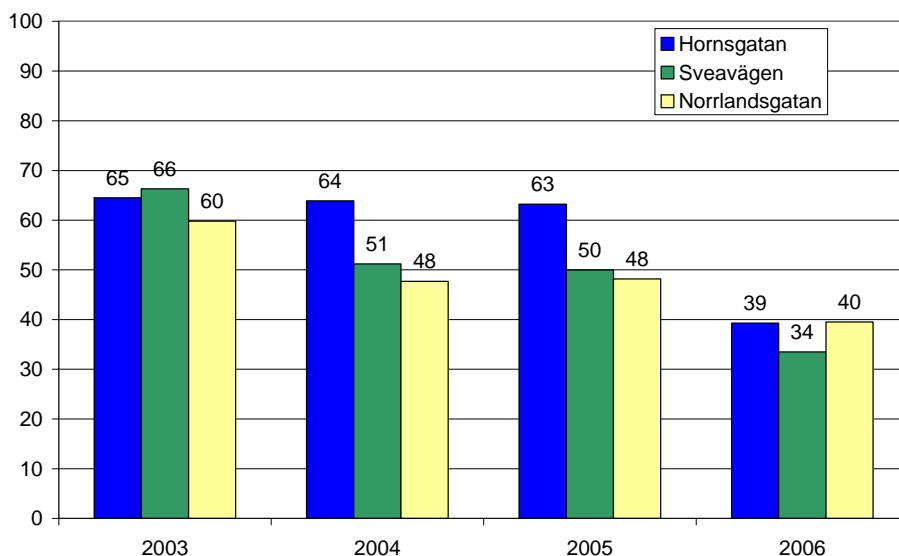
luften i samband med att vägbanorna är torra. Vid fuktiga vägbanor sker fortfarande ett slitage, men partiklarna ackumuleras på vägbanan tills den åter torkar upp. Andelen av tiden som vägbanan är torr har avgörande betydelse för vilka halter som mäts upp. Figur 16 visar nederbördsmängderna och andelen av tiden med nederbörd för de fyra första månaderna år 2006 och år 2005. Under 2005 var mars och april ovanligt torra månader i södra Sverige. I Stockholm var nederbördsmängderna bara hälften av de normala. Under mars och april är PM10-halterna normalt som högst under året. År 2006 var halterna ovanligt låga på grund av rikligt med nederbörd under just dessa två månader. SMHI konstaterade att hela Götaland och södra Svealand hade betydligt större snömagasin än normalt i slutet av mars 2006. Vägarna i innerstaden var fuktiga eller isiga under en stor del av tiden januari till mars och snön låg kvar ovanligt länge denna vår. Detta medförde att PM10-halterna var låga.



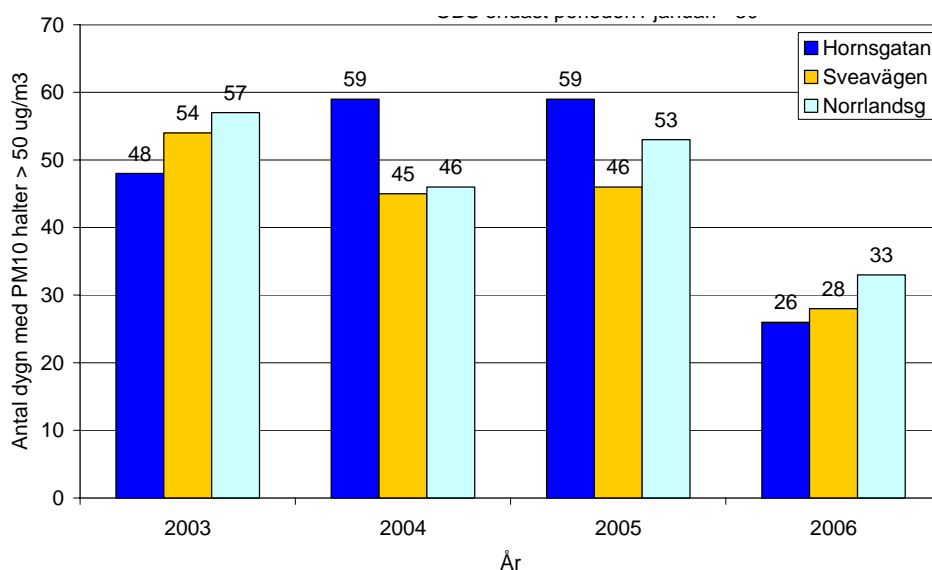
Figur 16. Jämförelse av nederbördsmängder och den procentuella andelen av totala antalet timmar med nederbörd under januari – april 2005 och 2006. Mätningar från Högdalen i södra Stockholm.

Samtidigt som de genomsnittliga halterna var ovanligt låga var det betydligt färre dygn med halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  under januari – april år 2006 jämfört med tidigare år (se Figur 18). Enligt Miljö kvalitetsnormen får  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  överskridas endast under 35 dygn per kalenderår. De tre senaste åren har det under perioden januari – april inträffat att mellan 45 och 59 dygn haft medelvärden över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , medan endast 26 till 33 dygn noteras med medelhalter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för samma månader år 2006. Till viss del har de högsta halterna dämpats genom att ett dammbindande medel (kalcium magnesium acetat, CMA) har spridits ut längs huvudgatorna i innerstaden och även längs de största infartslederna. CMA har även ersatt vanligt vägsalt för halkbekämpningen i innerstaden. CMA har förmågan att kvarhålla fuktigheten, binda partiklar och därmed minska mängden partiklar i luften. Hur stor betydelse detta haft för partikelhalterna i jämförelse med den ovanligt långa vinterperioden och fuktiga våren, har ännu inte utvärderats.

Den minskade trafikmängden tack vare miljöavgifter/trängselskatt har haft en mindre betydelse för de ovanligt låga partikelhalterna under denna period jämfört med meteorologins inverkan på vägbaneförhållandena.

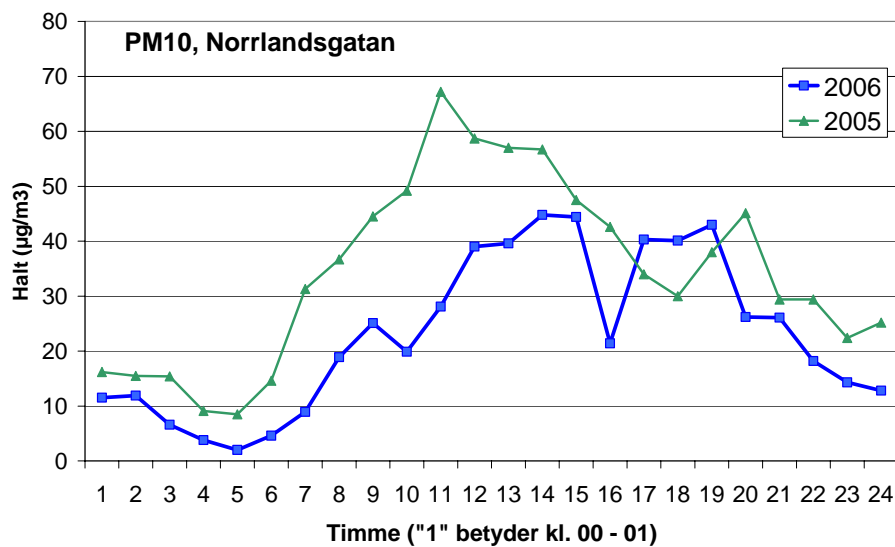
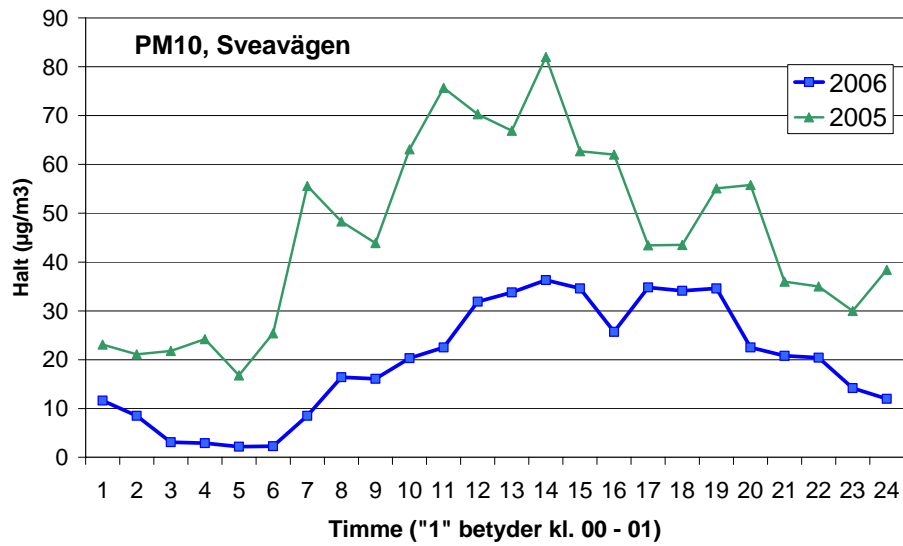
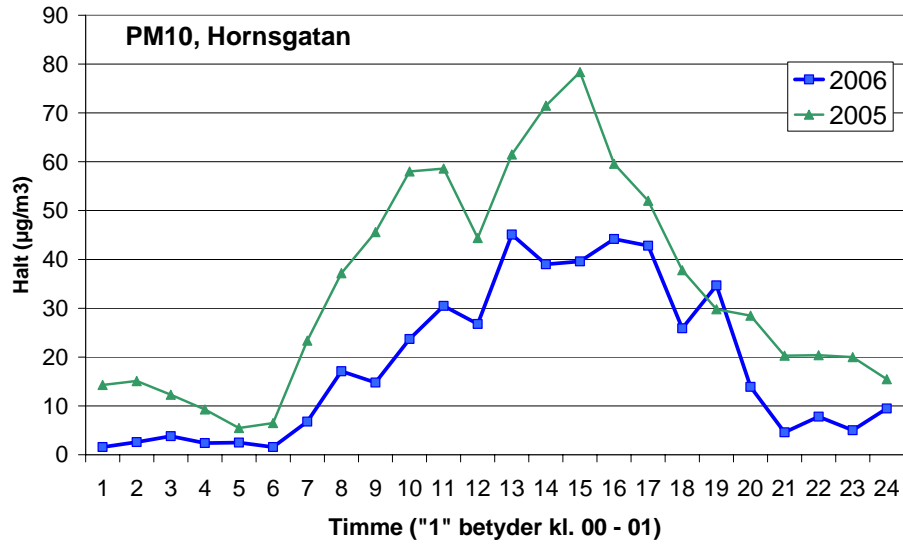


Figur 17. Totala PM10 halterna på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan under perioden januari – april år 2003, 2004, 2005 och 2006.



Figur 18. Antal dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> under de fyra första månaderna (januari – april) de senaste 4 åren på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan. Miljökvalitetsnormen anger att 50 µg/m<sup>3</sup> inte får överskridas mer än 35 gånger under ett helt år (januari – december).

Figur 19 visar de genomsnittliga bidragen till PM10-halterna från trafiken på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan under januari – april 2005 och 2006. Väsentligt lägre bidrag noteras för år 2006 på grund av de fuktiga vägarna jämfört med år 2005. Notera också skillnaderna i dygnsvariationerna för PM10-halterna och NOx-halterna; bidragen från trafiken till PM10-halterna är som störst under eftermiddagen då vägbanorna normalt är torra och då trafikflödena fortfarande är höga. Under morgontimmarna är ofta vägbanorna fortfarande fuktiga vilket dämpar PM10-emissionerna från vägbanorna.



Figur 19. Genomsnittliga variationer i de lokala bidragen från trafiken till halterna av PM10 under vardagsdygnen (måndagar – torsdagar) under januari – april år 2005 och 2006 vid Hornsgatan (N vindar), Norrlandsgatan och Sveavägen (V vindar).

## 5.1 Diskussion och slutsatser

Som påpekats tidigare är det omöjligt att utifrån enbart mätningar bedöma hur mycket Stockholmsförsöket påverkat luftföroreningshalterna eftersom variationerna i halterna styrs av många faktorer samtidigt; fluktuationer i utsläppen på grund av tillfälliga lokala förhållanden, variationer i de meteorologiska förhållandena som påverkar utspädningen av utsläppen samt variationer hur förorenad luften är som kommer in till regionen från andra länder.

Enda sättet att ta reda på hur stor betydelse trafikminskningarna till följd av Stockholmsförsöket haft för halterna av olika föroreningar är att göra utsläppsberäkningar och spridningsberäkningar av halterna. Detta innebär att följande beräkningar görs:

1. Trafikminskningen som orsakas av Stockholmsförsöket uppskattas utifrån mätningar av trafikflöden med respektive utan Stockholmsförsöket. Eftersom mätningar av trafik inte sker på alla gator i regionen görs vissa skattningar av hur trafiken påverkas på gator där mätningar saknas. Dessutom tas hänsyn till att trafikflödena varierar under olika tider på året.
2. Utsläppsminskningarna av olika ämnen på grund av de minskade trafikflödena beräknas med hjälp av kända samband som beskriver hur utsläppen för olika fordon förändras under olika trafikförhållanden.
3. Hur stor inverkan de beräknade utsläppsminskningarna har för halterna av olika ämnen beräknas slutligen med hjälp av spridningsmodeller som tar hänsyn till meteorologiska förhållanden och andra förhållanden som påverkar utspädningen av luftföroreningsutsläppen.

Med ovanstående metodik utvärderas Stockholmsförsökets effekt på luftkvaliteten i Stockholm. Resultaten presenteras i kapitel 2 (Resultat).

## 6 Referensförteckning

- Burman, L., & Johansson, C., 2001. Stockholms miljözon – effekter på luftkvalitet 2000. SLB analys, Miljöförvaltningen, Box 38 024, 100 64 Stockholm, rapport nr 4:2001.
- Dockery D, Pope A, Xu X, Spengler J, Wae J, Fay M et al. An association between air pollution and mortality in six U.S.Cities. N Engl J Med 1993;329(24):1753-9.
- Johansson, C. & Forsberg, B., 2005. Kvävedioxid och ozon i tätortsluften. Halternas samspel samt konsekvenser för hälsan. Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm, rapport 5519. ISBN 91-620-5519-4.
- Johansson, C., Burman, L. & Segerstedt, B., 2003. Trängselavgifter i Stockholm — Effekter på luftkvalitet år 2015. Miljöförvaltningen, SLB analys, Box 38 024, 100 64 Stockholm, Rapport LVF 2003:6, Luftvårdsförbundet i Stockholms och Uppsala län.
- Johansson, C., Burman, L., Lövenheim, B., Forsberg, B., & Segerstedt, B., 2004. Miljöavgifternas effekt på utsläpp, halter och hälsa i Storstockholmsområdet. Miljöförvaltningen, SLB analys, Box 38 024, 100 64 Stockholm, Rapport LVF 2004:13, Luftvårdsförbundet i Stockholms och Uppsala län.

- Johansson, C., Norman, M., & Gidhagen, L., 2006. Spatial and temporal variations of PM10 and particle number concentrations in urban air. Environmental Monitoring and assessment, *in press*.
- Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., Swietlicki, E., 2004. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10. SLB analys rapport nr. 4:2004. Miljöförvaltningen, Box 38 024, 10064 Stockholm.
- Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K.-G., Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm Stockholms innerstad, 2005 Stockholm Environment & Health Protection Administration (Miljöförvaltningen) & SU pages: 51 pp. report No: SLB 10:2005.
- LVF, 2006. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län – utsläppsdata 2004. Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, Rapport nr LVF 2006:9.
- Miljödepartementet 2001, Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2001:527)
- Nafstad Per, Lise Lund Håheim, Torbjørn Wisløff, Frederick Gram, Bente Oftedal, Ingar Holme, Ingvar Hjermann, & Paul Leren 2004. Urban Air Pollution and Mortality in a Cohort of Norwegian Men. Environ. Health Perspect., 610-615.
- Pope A, Burnett R, Thun M, Calle E, Krewski D, Ito K, Thurston G. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA. 2002;287:1132-1141.
- Pope A, Thun M, Namboodiri M, Dockery D, Evans J, Speizer F et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. Adults. Am J Respir Crit Care Med 1995;151(3):669-74.
- VTI 2006. Skattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län. Underlag till utvärdering av Stockholmsförsöket. Statens väg- och transportinstitut, VTI-rapport 532, 2006.
- Trafikkontoret 2005. Analys av biltrafiken inför Stockholmsförsöket – april 2005. Trafikkontoret i Stockholms stad, Avdelningen för trafikplanering. Rapport oktober 2005.
- Trafikkontoret 2006. Biltrafikmätningar i april 2006. Preliminära mätdata från Siamak Baradaran, Trafikkontoret i Stockholms stad, Avdelningen för trafikplanering, maj 2006.
- Vägverket Konsult 2006. Beräkningar av trafikflöden. Underlagsmaterial för beräkningar från Mats Tjernkvist, maj 2006.

## 7 Bilaga 1. Definitionslista

Lista på definitioner som används rapporten:

Halt	Halten av luftföroreningar anges i föroreningsvikt per omgivande luftvolym, vanligtvis i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (miljondels gram per kubikmeter)
Utsläpp	Utsläppen anges i regel i mängd per tidsenhet, vanligtvis ton per år.
Kväveoxider, NOx	Är summan av kvävemonoxid (NO) och kvävedioxid (NO <sub>2</sub> ). Utsläppen sker till största del i form av NO (85-95 %). I luften oxideras NO till det hälsofarligare NO <sub>2</sub> vid reaktion med främst marknära ozon.
Partiklar, PM10	Luften innehåller partiklar med varierande storlek och kemisk sammansättning. De inandningsbara partiklarna benämns PM10 och omfattar massan av alla partiklar mindre än 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{m}$ =miljondels meter) i diameter. PM10 i stadsmiljön består till största del av slitagepartiklar från vägbanan, men även slitage från bromsar och däck.
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogram per kubikmeter luft ( $10^{-6}\text{g}/\text{m}^3$ ). Vanligaste enheten för halten av en förorening i luften.
Årsmedelhalter	Genomsnittliga halter av en viss förorening ett visst år.
(Urban) bakgrundshalt	Luftföroreningshalten för den urbana bakgrunden ger en indikation på medelbelastningen i tätorten. För innerstaden uppmätts eller beräknas den urbana bakgrunden i takhöjdsnivå.
Gatubidrag, lokalt bidrag	Den halt som härrör från utsläpp från trafiken på gatan.
Total halt	Bakgrundshalt + gatubidrag (lokalt bidrag)
Percentil	Matematiskt begrepp som ofta använd i luftkvalitetssammanhang.
Befolkningsviktad halt	En medelhalt som fås genom att vikta luftföroreningshalten mot befolkningsmängden. Det innebär att halten där fler människor bor får större betydelse för medelvärdet jämfört med färre invånare.
Miljö kvalitetsnorm	Ett rättsligt styrmedel i svensk lagstiftning som infördes i samband med miljöbalken tillkomst år 1999. Främsta syftet att skydda människor mot höga luftföroreningshalter
Emissionsfaktor	Vanligtvis utsläpp per kilometer av ett ämne för en fordonstyp med en viss reningsgrad, hastighet och körsätt.
Trafikarbete	Den sträcka (km) som fordonen sammanlagt förflyttat sig (fordonstrafikarbete) under en viss tid.
Vardagsdygn respektive årsmedeldygn	Vardagsdygn motsvarar ett genomsnittligt vardagsdygn (mån-fre). Årsmedeldygn motsvarar ett genomsnittligt dygn ett visst år.

## 8 Bilaga 2. Mätutrustning och mätplatsbeskrivningar

Mätkomponent:	Utrustning:	Tidsupplösning:	Mätprincip/analysmetod:
Kvävedioxid, NO <sub>2</sub>	Diffusionsprovtagare (passiv)	1 månad	Våtkemisk spektrofotometri
Kväveoxider, NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> /NO	Environnement S.A., AC31M (aktiv)	1 timme	Kemiluminiscens
Partiklar, PM <sub>10</sub>	Filterprovtagare (aktiv)	1 dygn/1 vecka	Vägning
Partiklar, PM <sub>10</sub>	TEOM*) 1400	1 timme	Vägning

\*) Teom = Tapered element oscillating microbalance.

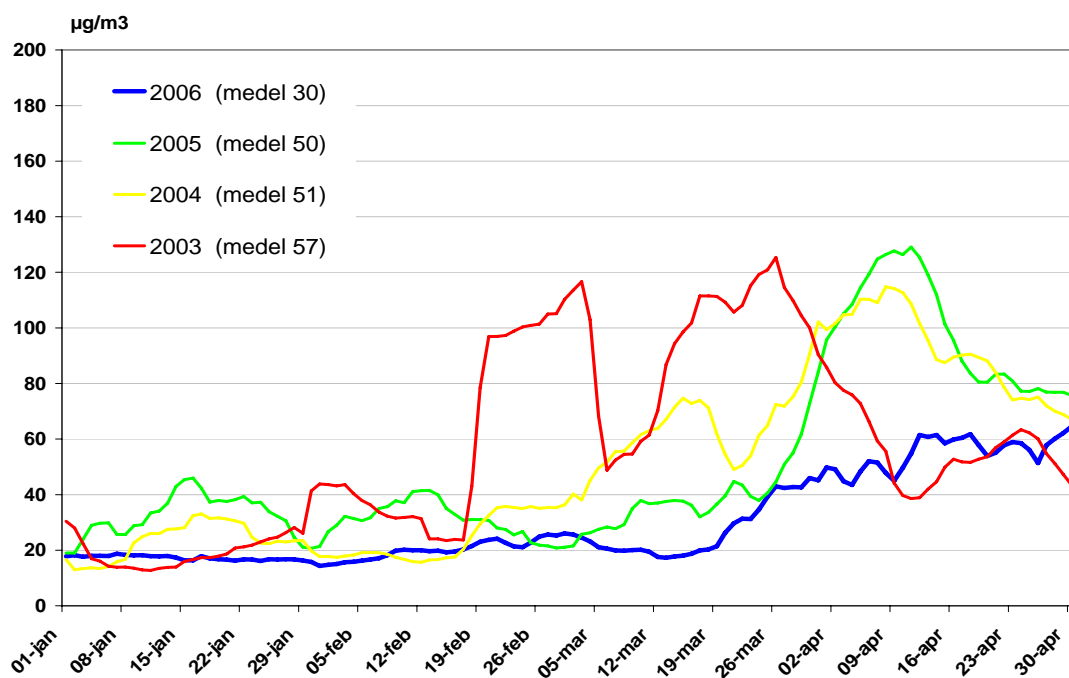
Mätplats:	Mätmetod:		Lägesbeskrivning:
	PM <sub>10</sub> :	NO <sub>2</sub> :	
1. Hornsgatan	TEOM	Aktiv, inkl NO <sub>x</sub>	Nr 108. Väster om Ringvägen.
2. Sveavägen	TEOM	Aktiv, inkl NO <sub>x</sub>	Nr 59. Norr om Rådmanngatan.
3. Norrlandsgatan	TEOM	Aktiv, inkl NO <sub>x</sub>	Nr 29. Norr om Kungsgatan.
4. S:t Eriksgatan	-	Passiv	Nr 33. Drottningholmsv - S:t Göransgatan.
5. Valhallavägen	Filterprovtagare	Passiv	Nr 74. Nära Engelbrektskolan.
6. Roslagstull	-	Passiv	Strax söder om Roslagstull.
7. Sveaplan	-	Passiv	Mellan Sveaplan och Norra Stationsgatan
8. Stadsgårdsleden	-	Passiv	8 m söder om vägen.
9. Hamngatan	-	Passiv	Utanför Gallerian
10. Essingeleden–Fredhällst	-	Passiv	Ca 100 m norr om Fredhällstunneln
11. Essingeleden - Lilla Essingen	TEOM	Passiv, Aktiv, även NO <sub>x</sub>	Vid påfarten från Lilla Essingen .
12. E4 - Västberga	Filterprovtagare	Passiv	30 m sydost om E4, 4 m nordväst om Kontrollvägen
13. Bergshamravägen	Filterprovtagare	Passiv	Ca 50-100 m väster om GC-bron över leden. Norra sidan.
14. Roslagsvägen	Filterprovtagare	Passiv	Vid Naturhistoriska Riksmuseet, 5 m öster om vägen.
15. Hammarbyvägen	Filterprovtagare	Passiv	Ca 100 m från Södra Länkens tunnelmynning mot Nacka Norra sidan av vägen.
16. Enskedefältet	-	Passiv	Ca 20-30 m söder om Södra Länkens tunnelmynning mot Huddinge.
17. Åmänningevägen	-	Passiv	Korsningen Storsjövägen och Åmänningev., ca 100 m från Södra Länkens mynning mot E4.
18. Nynäsvägen	-	Passiv	Vid Nynäsvägen, c a 25 m öster om vägen.
19. E4 Haga Tingshus	-	Passiv	Vid trafikplats Haga Södra.
20. Torkel Knutssonsgatan (takhöjdsnivå)	TEOM	Aktiv, även NO <sub>x</sub>	Ca 20 m över gatunivån mitt på Södermalm. Mäter den urbana bakgrundshalten i Sthlm.

## 9 Bilaga 3. Mätningar under januari – april och jämförelse med tidigare år

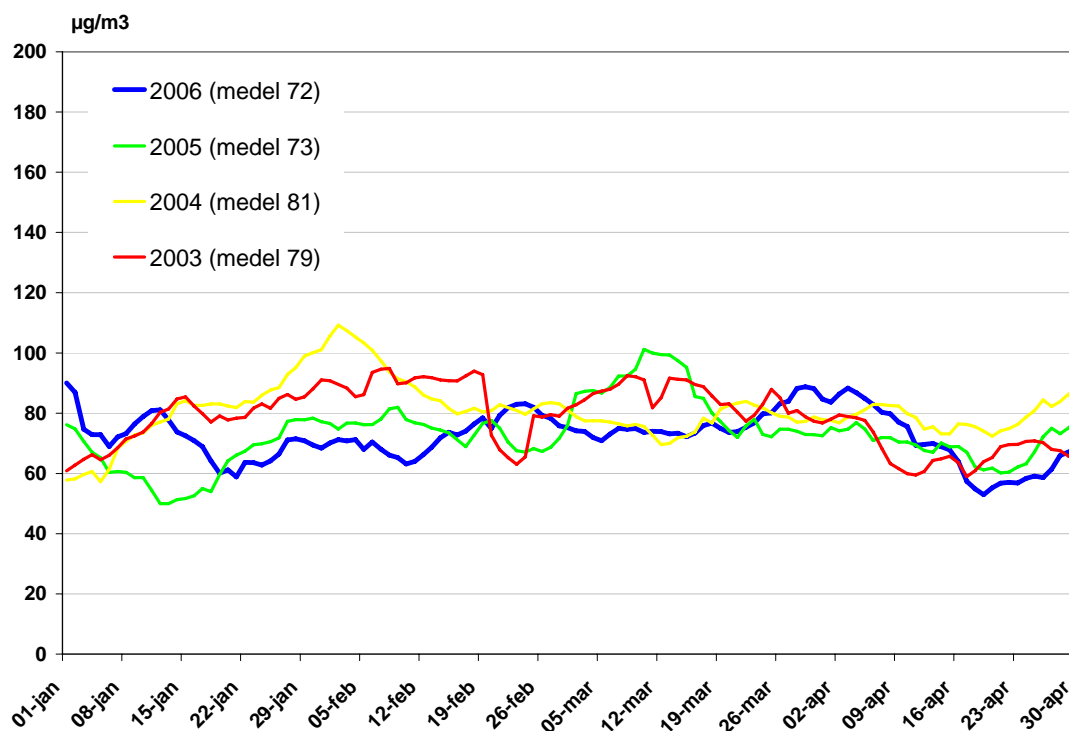
I diagrammen nedan följer resultat av mätningar av kväveoxider,  $\text{NO}_x$ , kvävedioxid  $\text{NO}_2$  och partiklar,  $\text{PM}_{10}$  i gatunivå vid innerstadsgatorna Hornsgatan, Sveavägen, Norrlandsgatan, under fyra månader av Stockholmsförsöket. Mätdata under år 2006 (blå linje) ses i diagrammen nedan med motsvarande period tidigare år. Övriga mätdata för kvävedioxid och partiklar visas i avsnitt 9.1 respektive avsnitt 9.2. För att utreda vädrets inverkan på luftkvalitetsmätningarna i samband med Stockholmsförsöket har också meteorologiska faktorer mätts. Några av dessa redovisas i avsnitt 9.3.

*FIGUR FÖR HORNSGATAN EJ KLAR, MÄTDATA SKA REVIDERAS*

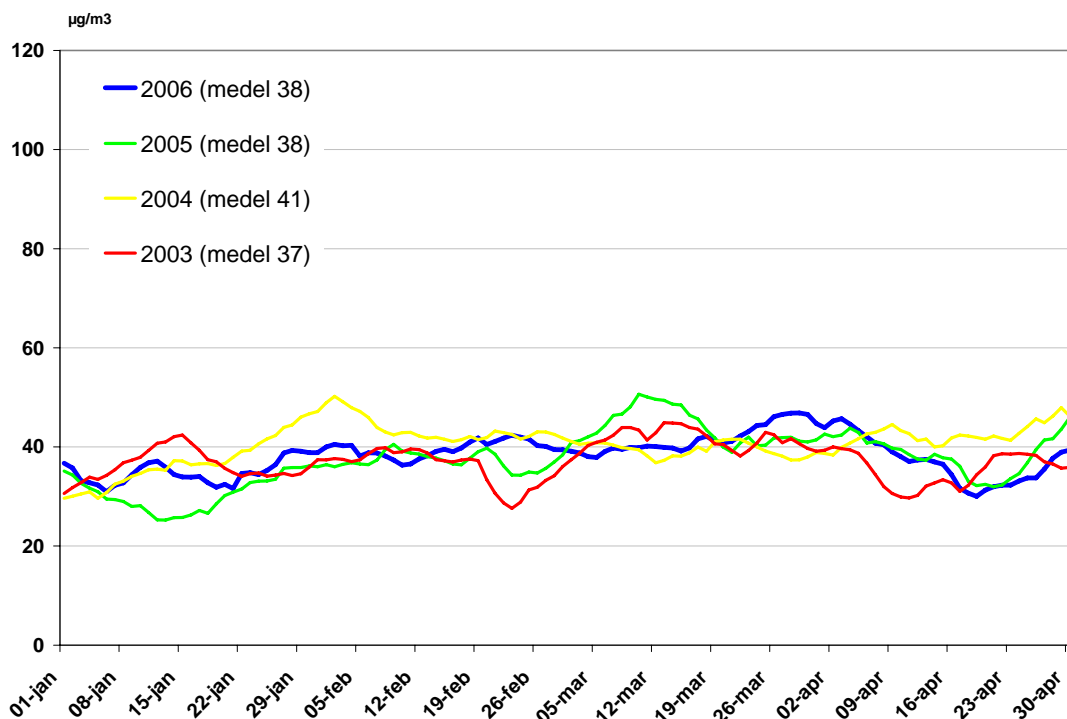
Figur 20. Halter av kvävedioxid,  $\text{NO}_2$  i gatunivån på Hornsgatan i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



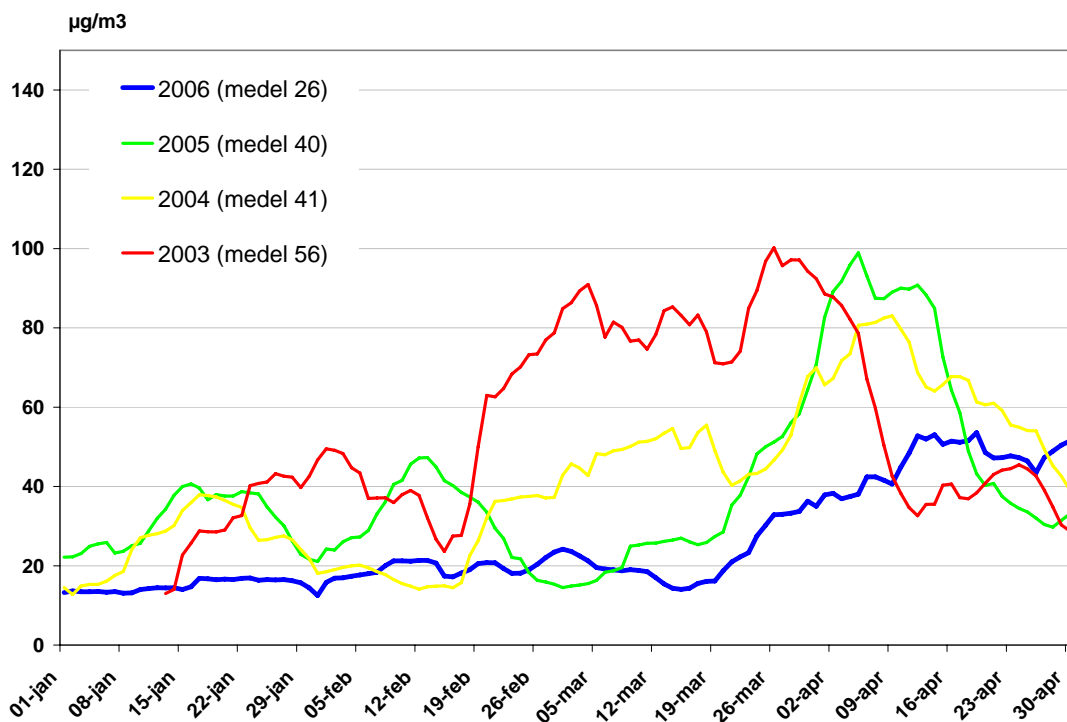
Figur 21. Halter av partiklar, PM10 i gatunivån på Hornsgatan i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



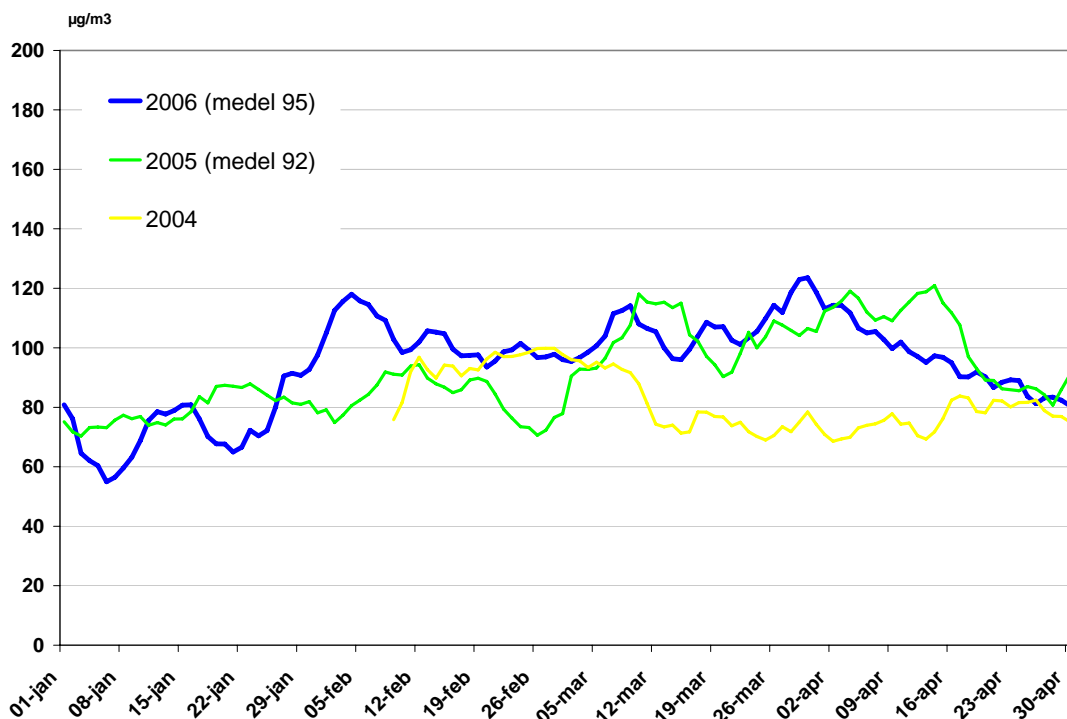
Figur 22. Halter av kväveoxider, NOx i gatunivån på Sveavägen i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



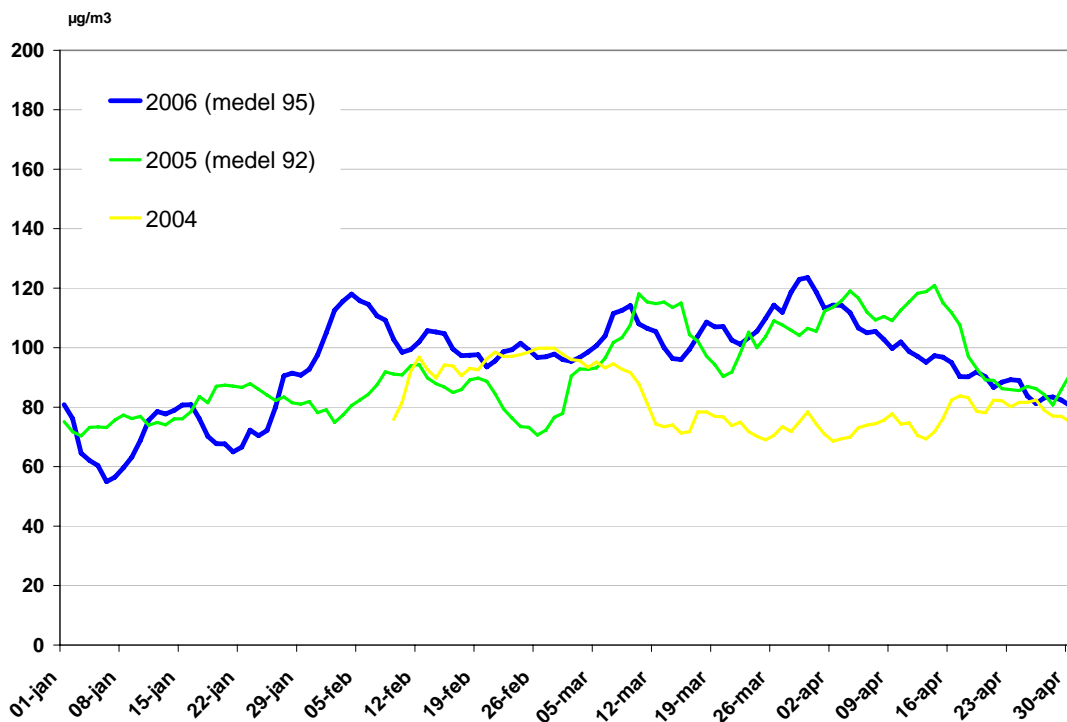
Figur 23. Halter av kvävedioxid, NO<sub>2</sub> i gatunivån på Sveavägen i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



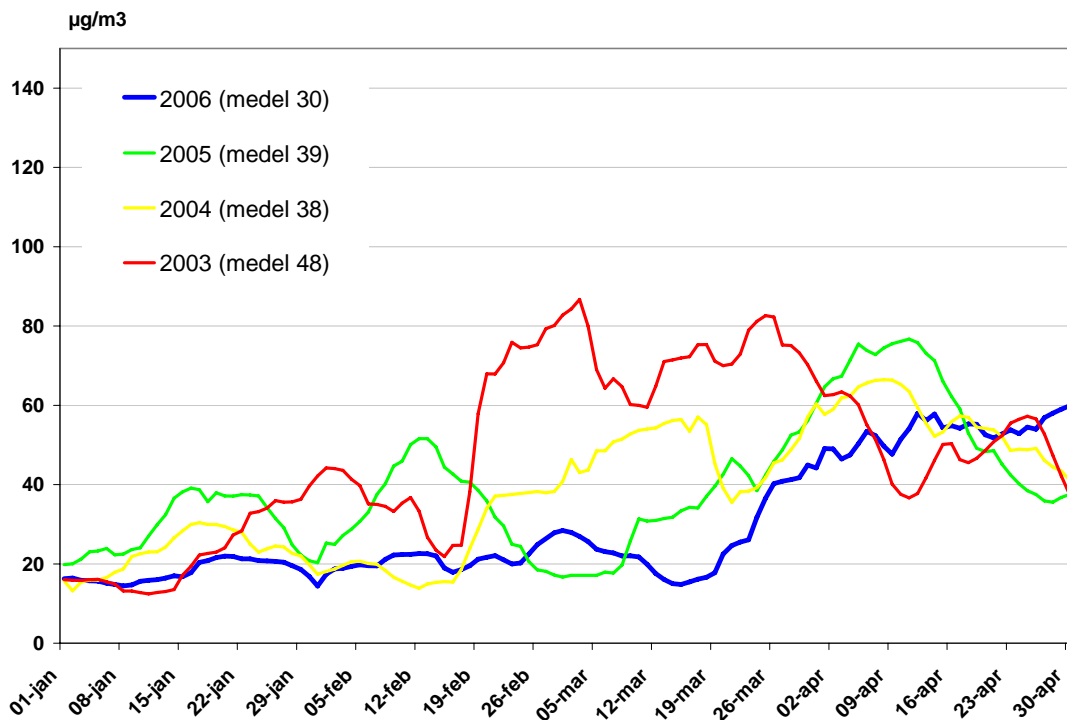
Figur 24. Halter av partiklar, PM<sub>10</sub> i gatunivån på Sveavägen i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



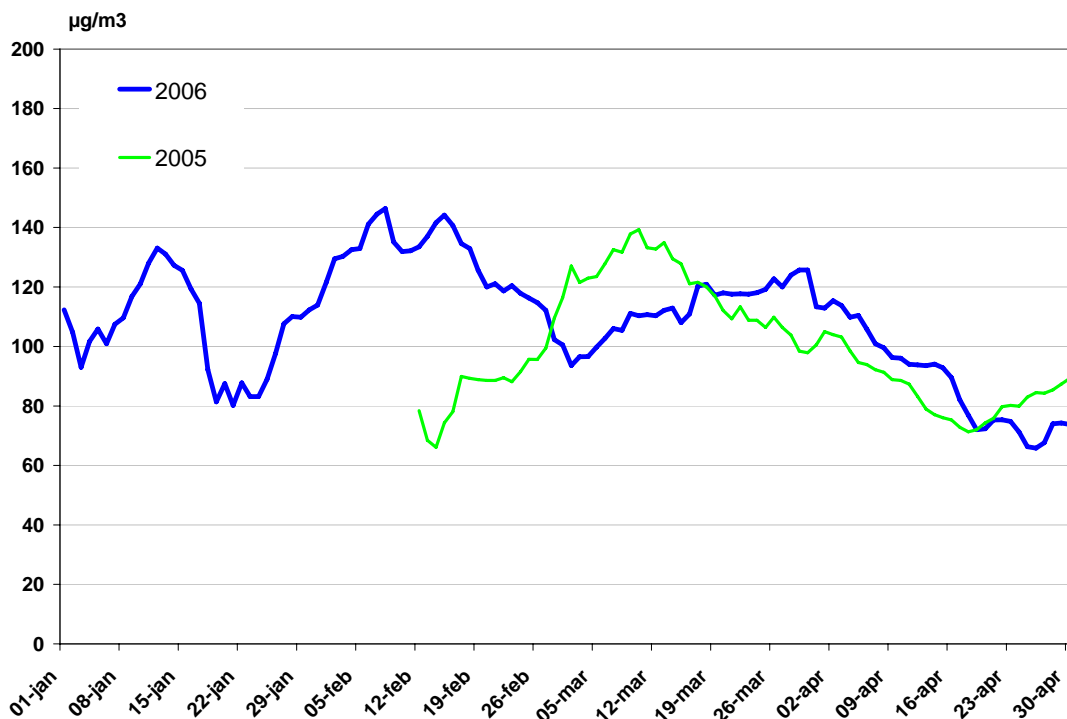
Figur 25. Halter av kväveoxider, NOx i gatunivån på Norrlandsgatan i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



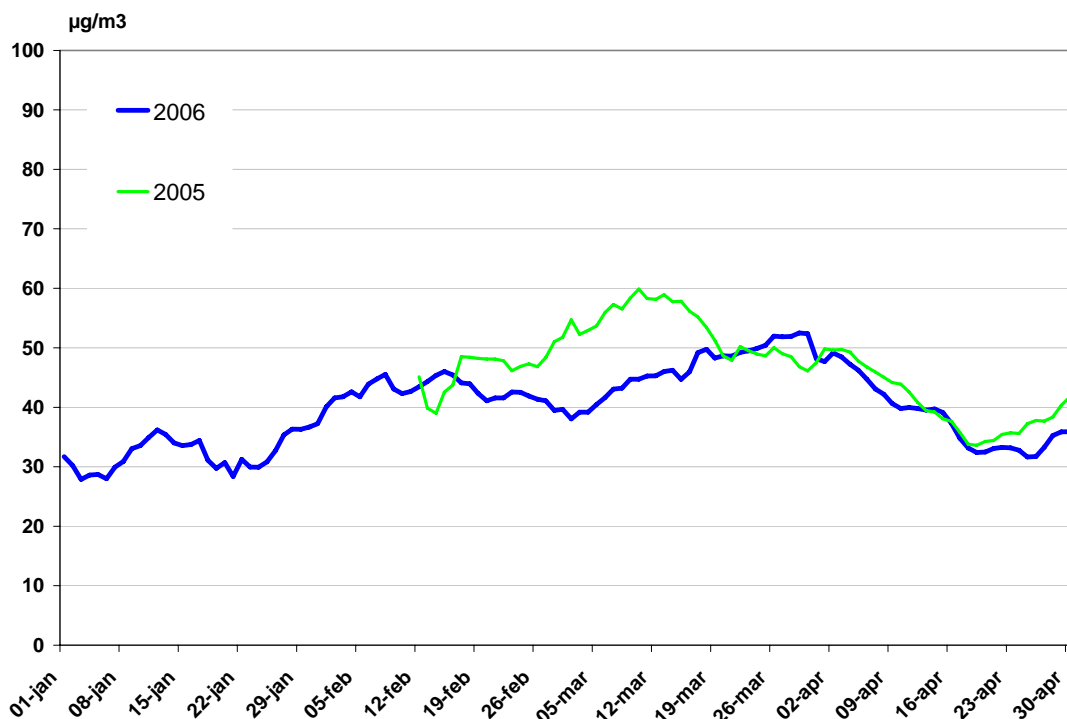
Figur 26. Halter av kvävedioxid, NO2 i gatunivån på Norrlandsgatan i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



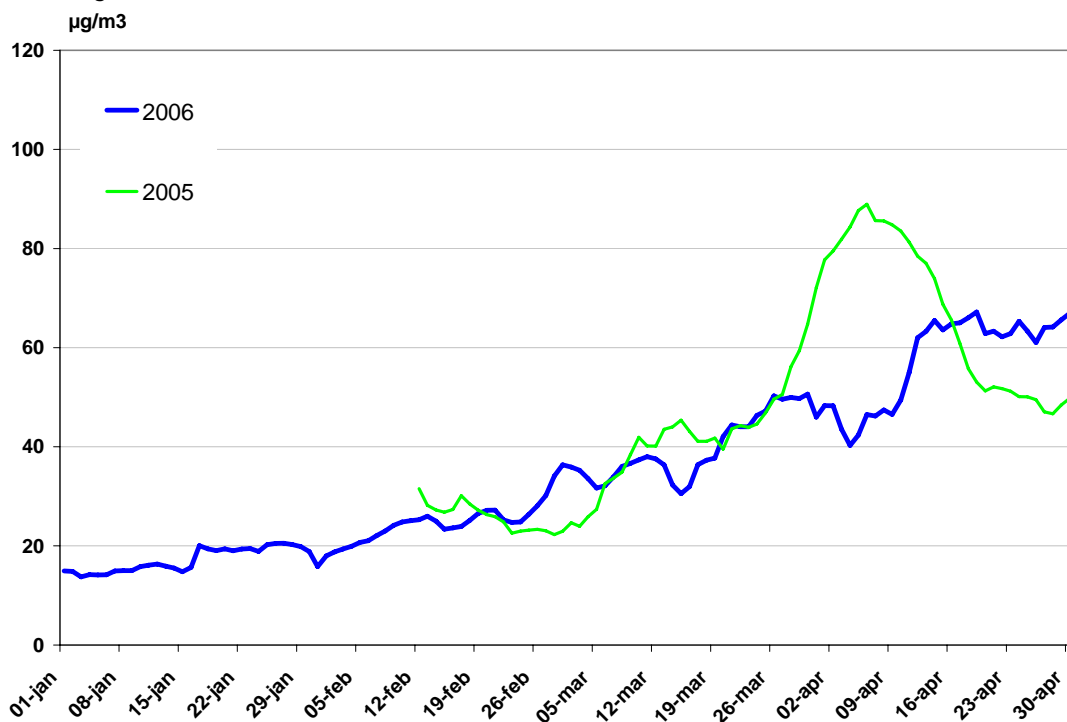
Figur 27. Halter av partiklar, PM10 i gatunivån på Norrlandsgatan i centrala Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



Figur 28. Halter av kväveoxider, NOx vid väkantnen av E4 Lilla Essingen i Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



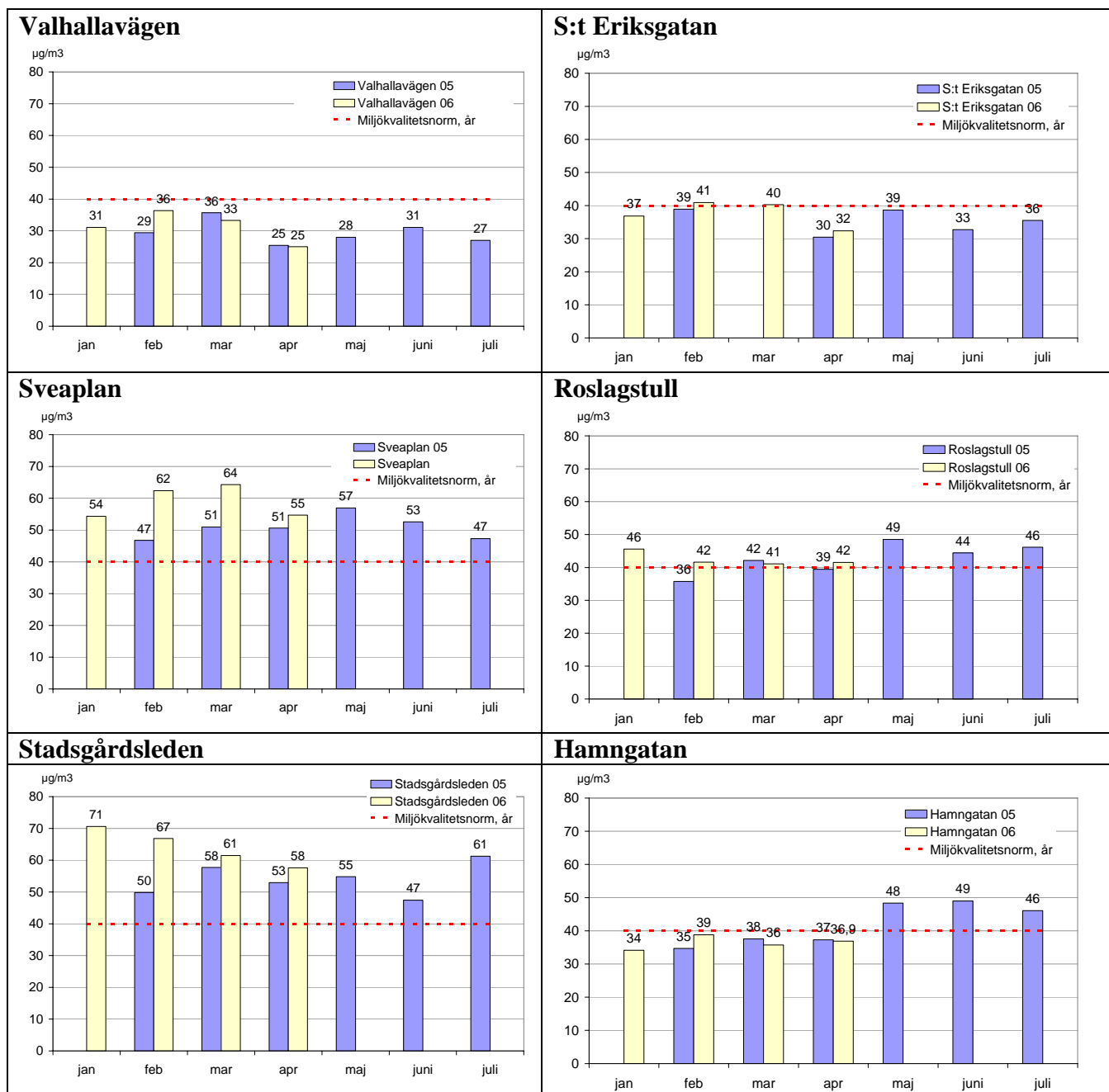
Figur 29. Halter av kvävedioxid, NO<sub>2</sub> vid väggkanten av E4 Lilla Essingen i Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.



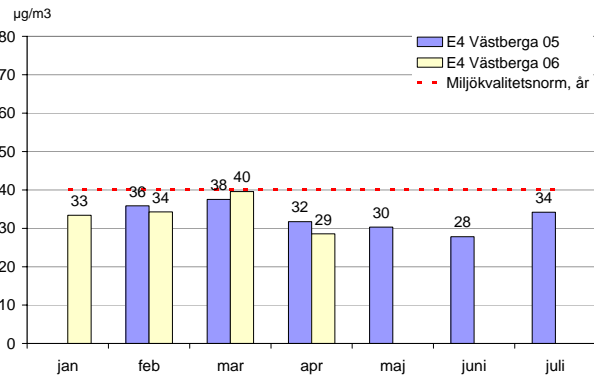
Figur 30. Halter av partiklar, PM<sub>10</sub> vid väggkanten av E4 Lilla Essingen i Stockholm. Halter under Stockholmsförsöket med trängselskatt under 2006, i jämförelse med samma period under de föregående åren.

## 9.1 Övriga mätningar av kvävedioxid

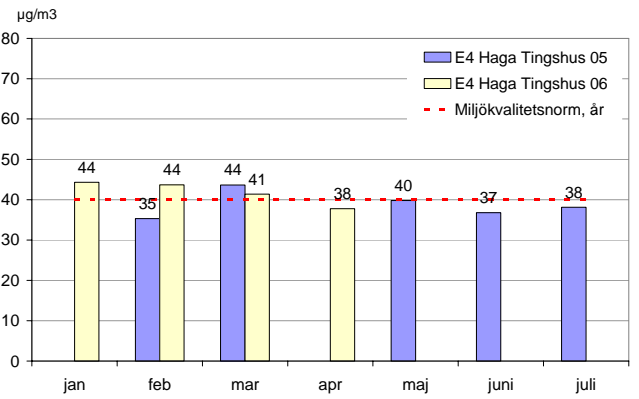
Nedan redovisas månadsmedelvärden för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> under perioden februari t o m juli 2005, samt januari t o m april 2006 (d.v.s. under Stockholmsförsöket). Mätningarna har gjorts med diffusionsprovtagare (s k passiva mätningar). Analysresultat svarar IVL Svenska Miljöinstitutet för. Jämförelse görs nedan med miljökvalitetsnorm för årsmedelvärde, vilken i Stockholm normalt är lättare att klara än miljökvalitetsnorm för dygnsmedelvärde.



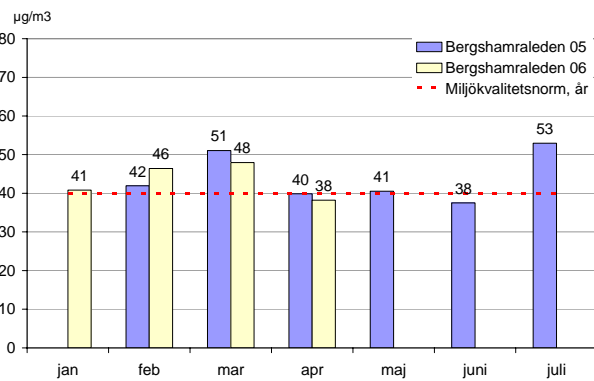
### E4 - Västberga



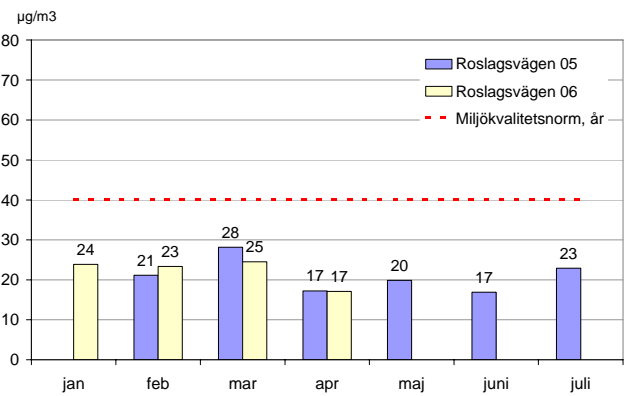
### 19. E4 Haga Tingshus



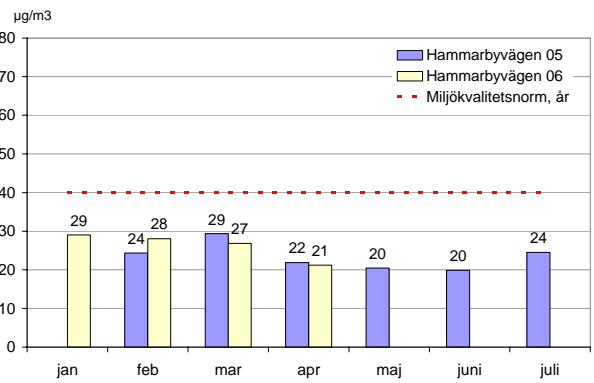
### Bergshamravägen



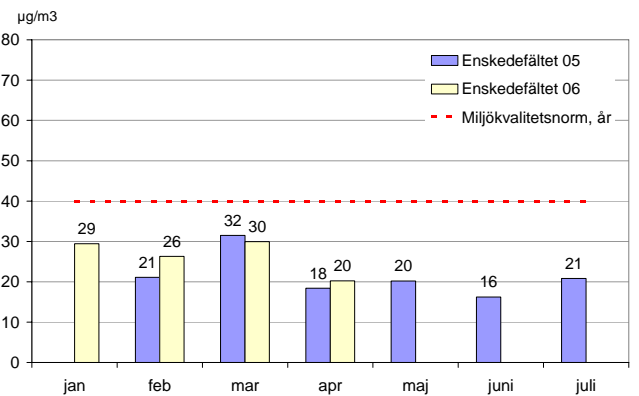
### Roslagsvägen



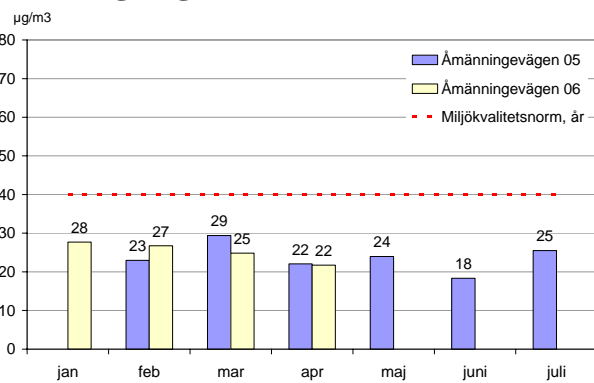
### Hammarbyvägen



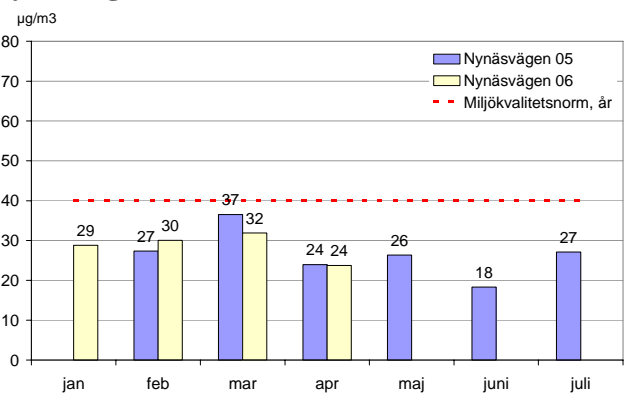
### Enskedefältet



### Åmänningevägen

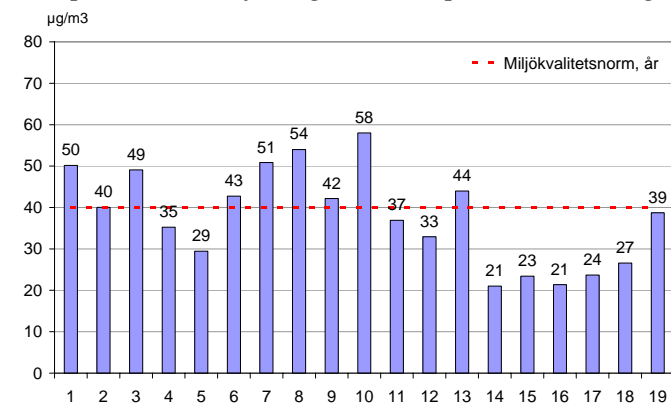


### Nynäsvägen



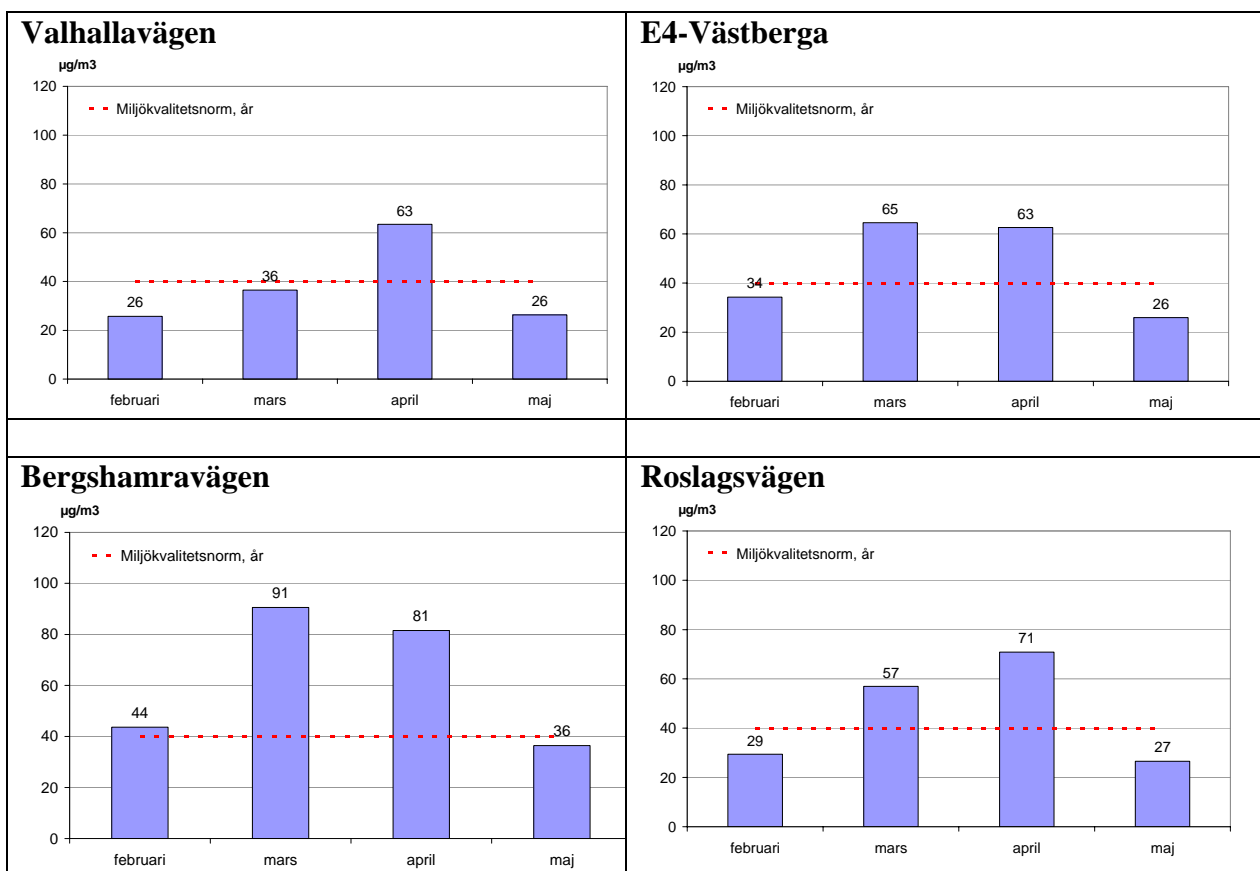
## Periodmedelvärden för samtliga mätplatser ovan (feb-juli 2005)

Provplatsnummer framgår av mätplatsbeskrivningen i bilaga 2.

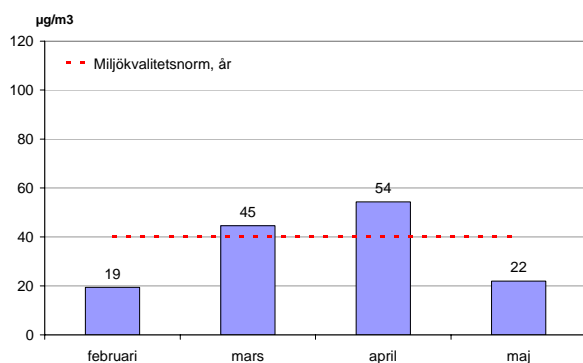


## 9.2 Övriga mätningar av partiklar, PM10

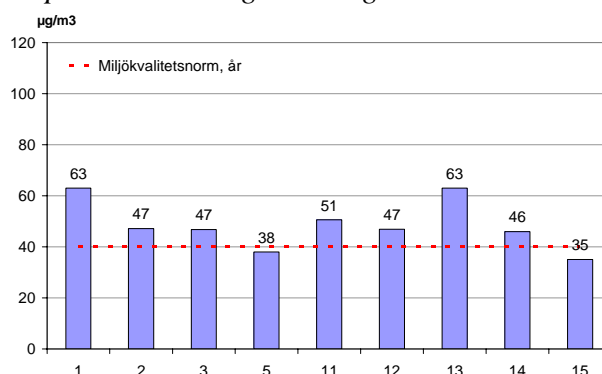
Nedan redovisas månadsmedelvärden för partiklar, PM10 under perioden februari t o m maj 2005. Mätningarna har gjorts med dygnsupplösning med s.k filterprovtagare. Analysresultat svarar IVL Svenska Miljöinstitutet för (prover för 2006 har inte ännu analyserats). Jämförelse görs med miljö kvalitetsnorm för årsmedelvärde, vilken i Stockholm normalt sett är lättare att klara än miljö kvalitetsnorm för dygnsmedelvärde.



### Hammarbyvägen



### Periodmedelvärden för samtliga mätplatser (feb-maj 2005) Provpplatsnummer framgår av mätplatsbeskrivningen i bilaga 2.

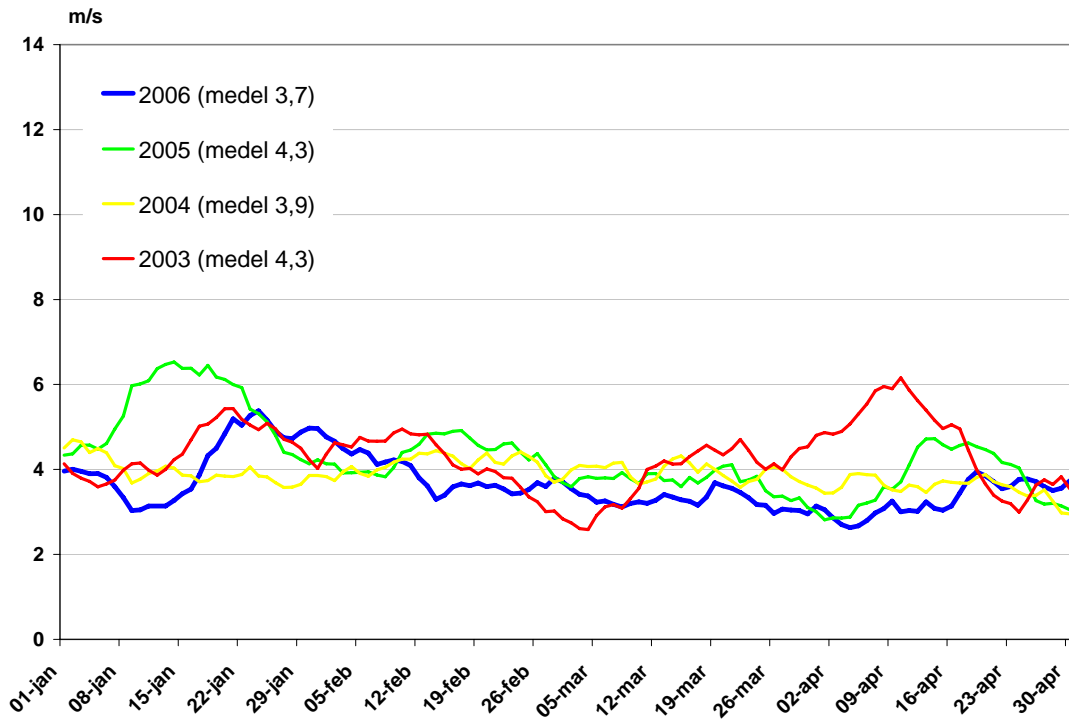


### 9.3 Mätningar av meteorologi

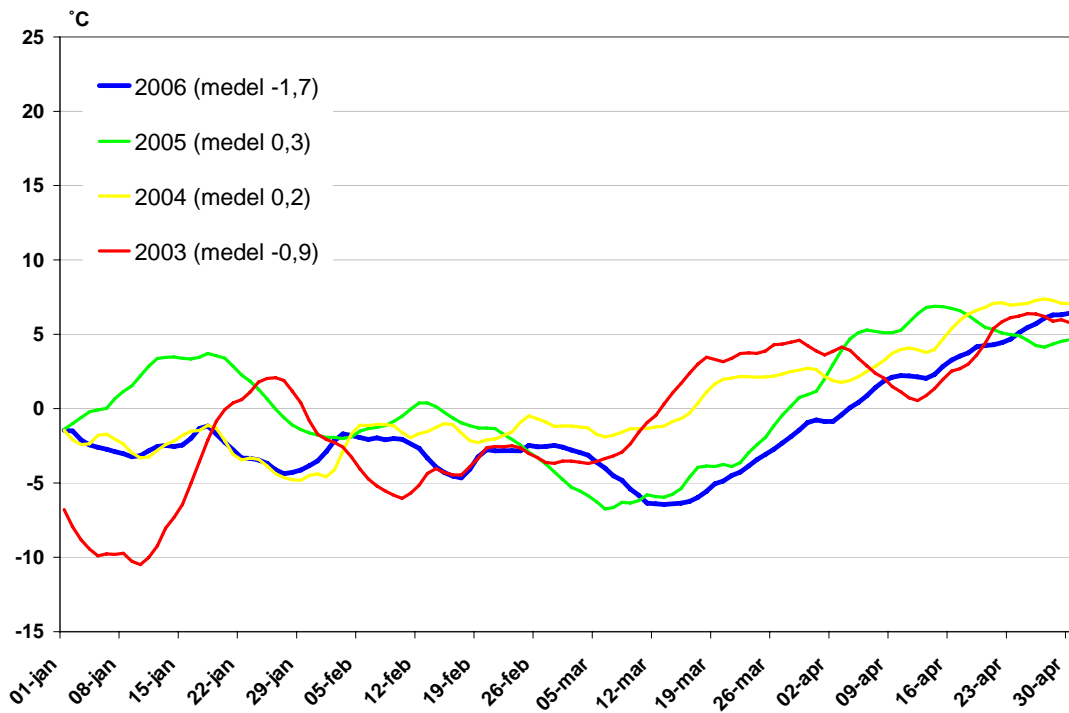
Meteorologiska faktorer som t.ex vindhastighet, vindriktning och temperatur har stor betydelse för de uppmätta luftföroreningshalterna i samband med Stockholmsförsöket. Generellt gäller att hög vindhastighet ökar utspädningen och borttransporten av luftföroreningar så att halterna minskar jämfört med låg vindhastighet. Vindriktningen är avgörande för om föroreningsutsläppen ska blåsa mot mätplatserna eller inte. Temperaturen spelar allmänt roll för både utsläppen av luftföroreningar och utspädningen. Vid låg temperatur ökar bilarnas utsläpp genom kallstartseffekter.

Mätdata för meteorologi i samband med Stockholmsförsöket följer nedan. Vind, temperaturer och nederbörd har registrerats vid Miljöförvaltningens väderstation i Högdalen i södra Stockholm.

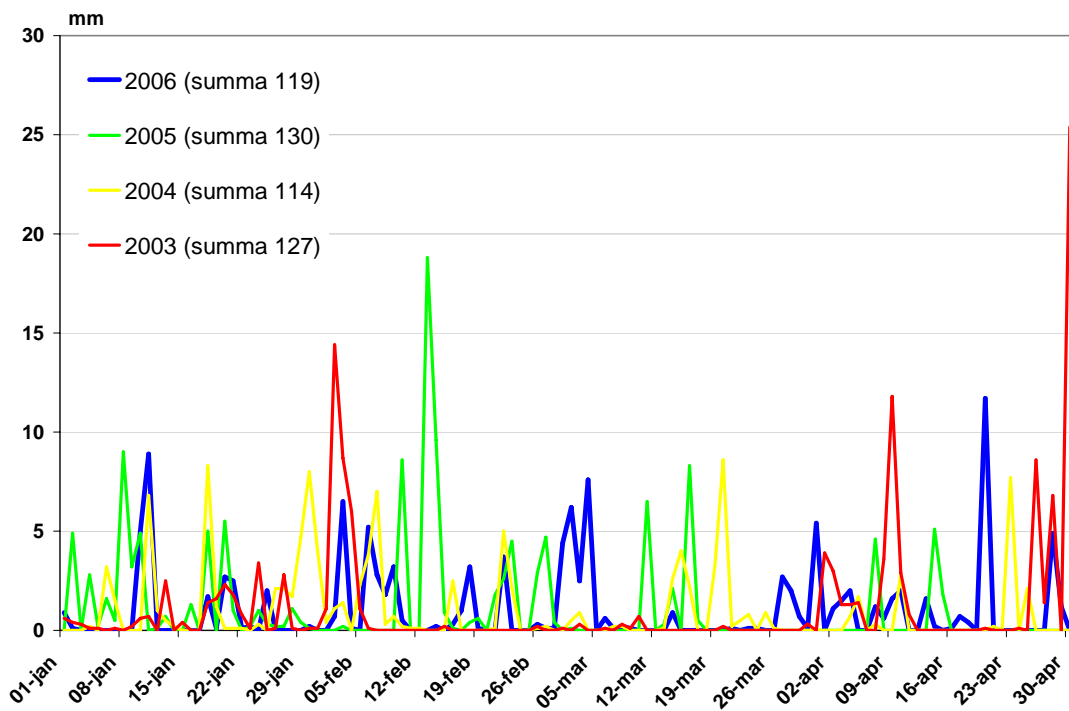
### Vindhastighet



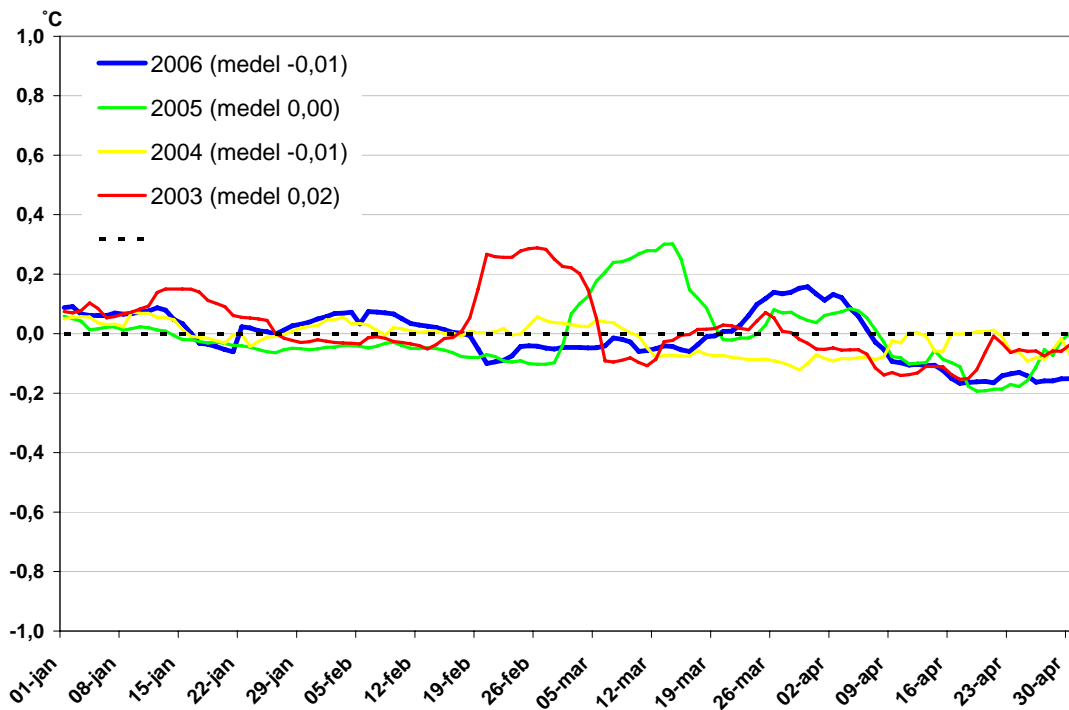
### Temperatur



## Nederbörd



## Temperaturdifferens





är en enhet vid Miljöförvaltningen i Stockholm som

- utreder
- mäter
- beräknar
- informerar

avseende kvalitet på utomhusluft. SLB-analys genomför även externa uppdrag vad gäller luftkvalitet.

---

**ISSN 1400-0806**

***SLB-analys***

Miljöförvaltningen i Stockholm

Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4. Box 8136, 104 20 Stockholm

Tel 08-508 28 800, dir. SLB-analys 08-508 28 880

URL: <http://www.slb.nu>