

Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006

Christer Johansson^{1,2}, Michael Norman & Karl-Gunnar Westerlund¹

¹ SLB, Miljöförvaltningen, Stockholm

² ITM Stockholms universitet

MILJÖFÖRVALTNINGEN I STOCKHOLM,
September 2006



Vägverket



MILJÖFÖRVALTNINGEN
Gatu- och fastighetskontoret



Regionplane- och trafikkontoret
STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Förord

Denna rapport är en redovisning av resultaten från försök med dammbindning som genomförts på statliga och kommunala vägar i Stockholm under vintern/våren 2006. Försöken har finansierats av Vägverket och Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm. Miljöförvaltningen i staden har bidragit med finansiering via mätningar och utvärdering av data från mätstationen vid Norrlandsgatan och Sveavägen. SLB-analys vid Miljöförvaltningen har ansvarat för mätningarna av partiklar, kväveoxider och meteorologi.

Planering av arbetet och redovisning av resultat har skett kontinuerligt i en referensgrupp samordnad av Göran Westberg (GFK). Gruppen har i övrigt huvudsakligen bestått av representanter från Vägverket Region Stockholm och Borlänge (Kerstin Gustavsson, Michelle Benyamine, Martin Juneholm, Ingvar Arebratt, Linda Eriksson), Gatu- och fastighetskontoret Stockholm (Göran Westberg, Rolf Gustafsson), Norrmalms stadsdelsförvaltning (Anders Carlsson), Östermalms stadsdelsförvaltning (Magnus Björkman), Stockholms Miljöförvaltning (Christer Johansson, Karl-Gunnar Westerlund, Michael Norman) samt Lars-Erik Wretblad (Stadsledningskontoret).

I samband med planeringen har även olika entreprenörer deltagit i arbetet: Nyfam AB, Stockholm Entreprenad AB, Vägverket Produktion AB.

Vägverket region Stockholm och Gatu- och fastighetskontoret har även ansvarat för information till allmänheten och trafikräkningar.

Flera personer på SLB analys har deltagit i arbetet med mätningarna och datakvalitetssäkringen (Lars Burman, Rolf Ahlinder, Billy Sjövall, Magnus Brydolf, Kristina Eneroth och Börje Norberg).

Stockholm

Christer Johansson (projektledare)



Miljöförvaltningen i Stockholm

Box 38024

100 64 Stockholm

www.slb.nu

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	4
2	SYFTEN MED FÖRSÖKEN	6
3	METODER OCH GENOMFÖRANDE.....	7
3.1	PARTIKELMÄTNINGAR	7
3.2	GENERELLA FÖRUTSÄTTNINGAR	7
3.2.1	<i>Jämförelse med halterna samma period de 3 senaste åren.....</i>	7
3.2.2	<i>Dubbandelar.....</i>	7
3.2.3	<i>Stockholmsförsökets betydelse.....</i>	8
3.2.3.1	<i>Utsläppen av PM10.....</i>	8
3.2.3.2	<i>Halterna av PM10</i>	8
3.2.4	<i>Halkbekämpning med vägsalt och CMA.....</i>	9
3.2.4.1	<i>Innerstaden</i>	9
3.2.4.2	<i>Halkbekämpning av E4.....</i>	9
4	CMA BEHANDLINGAR I INNERSTADEN.....	10
4.1	RESULTATEN FRÅN BEHANDLING AV INNERSTADSGATORNA MED CMA.....	12
4.1.1	<i>Medeldygnsvariationer.....</i>	19
4.1.2	<i>Försök med 40 respektive 20 g/m².....</i>	23
4.1.3	<i>Sammanställning av försöken i innerstaden.....</i>	25
4.1.4	<i>Påverkan på dygnshalterna</i>	26
4.1.5	<i>Jämförelse av medelhalterna år 2006 med tidigare år.....</i>	28
5	CMA BEHANDLINGAR LÄNGS E4 OCH NYNÄSVÄGEN.....	30
5.1	RESULTATEN FRÅN DAMMBINDNING LÄNGS E4:AN OCH NYNÄSVÄGEN	31
5.1.1	<i>Jämförelse mot referenssträcka längs E4.....</i>	36
5.1.2	<i>Medeldygnsvariationer</i>	36
5.1.3	<i>Påverkan på dygnsmedelkoncentrationerna.....</i>	39
5.1.4	<i>Sammanställning av försöken längs E4 och Nynäsvägen.....</i>	39
6	REFERENSER.....	40
7	BILAGA. HALKBEKÄMPNING MED CMA I INNERSTADEN.....	41
8	BILAGA. BILDER FRÅN WEBKAMEROR.....	44
8.1	SVEAVÄGEN	47
8.2	L:A ESSINGEN	50

1 Sammanfattning

Detta var fjärde året som åtgärdsinriktade försök att minska PM10 halterna genomfördes. Tidigare försök med CMA längs E4 i höjd med Vallstanäs har visat att mycket kraftig reduktion av PM10-halterna kan erhållas längs motorvägen omedelbart efter att vägbanorna behandlas med CMA. Även vid behandling av gator på Norrmalm i innerstaden kunde minskade partikelhalter mätas upp på Norrlandsgatan. De behandlingar som genomfördes skedde i begränsad skala med syfte att pröva metoden och var inte tillräckliga för att miljökvalitetsnormerna skulle klaras. Syftet med 2006 års dammbindningsförsök var att se om behandling av ett utvidgat försöksområde, som täcker in alla huvudgator i Stockholms innerstad samt även infartsvägarna, minskar antalet överskridande av PM10 halter eller åtminstone markant reducerar de högsta nivåerna.

Även detta år finansierades försöken av Vägverket och Gatu- och fastighetskontoret i Stockholm. Miljöförvaltningen i staden har bidragit med finansiering via mätningar och utvärdering av data från mätstationen vid Norrlandsgatan och Sveavägen. SLB-analys vid Miljöförvaltningen har ansvarat för mätningarna av partiklar, kväveoxider och meteorologi. Planering av arbetet och redovisning av resultat har skett kontinuerligt i en referensgrupp samordnad av Göran Westberg (GFK). Gruppen har i övrigt huvudsakligen bestått av representanter från Vägverket Region Stockholm och Borlänge (Kerstin Gustavsson, Michelle Benyamine, Martin Juneholm, Ingvar Arebratt, Linda Eriksson), Gatu- och fastighetskontoret Stockholm (Göran Westberg, Rolf Gustafsson), Norrmalms stadsdelsförvaltning (Anders Carlsson), Östermalms stadsdelsförvaltning (Magnus Björkman), Stockholms Miljöförvaltning (Christer Johansson, Karl-Gunnar Westerlund, Michael Norman) samt Lars-Erik Wretblad (Stadsledningskontoret).

Behandlingen i innerstaden omfattade alla huvudgator, vilka också är de gator som har överskridanden av PM10 halterna. Vad gäller infarterna så behandlades de delar som kantas av bostadsområden och arbetsplatser. Dosen var mellan 20 och 40 g/m².

Underlaget för utvärderingen har varit fasta mätningar av PM10 och NO_x halter i innerstaden (Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan), intill E4/E20 vid Essingeleden och vid Hallunda (båda dessa mätstationer finansierades i separata projekt) samt vid Nynäsvägen (mätningar finansierade inom ramen för Södra länkens kontrollprogram). Vidare har mätningar av vägbanornas fuktighet använts för att relatera till förändringarna i PM10 halterna i samband med CMA behandling. Dessutom har kamerabilder från <http://www.trafiken.nu> sparats varje kvart under hela året och med hjälp av dessa bilder har behandlingarna med CMA kunnat fastställas säkrare. Vid ett antal tillfällen har det visats vara osäkert om behandling verkligen skett, i alla fall tycks inte vägbanan vara påverkad.

Vid utvärdering av PM10 halterna i Stockholm år 2006 har vi att ta hänsyn till följande faktorer:

- Dammbindningen med CMA under våren
- Halkbekämpningen med CMA under vintern
- Stockholmsförsökets påverkan på trafikflödena
- Meteorologins påverkan på vägbanornas fuktighet och på spridningsförhållandena

Vintern och våren 2006 har förutsättningarna för att klara miljökvalitetsnormerna varit mycket gynnsamma, vilket alltså inte bara beror på dammbindningsinsatserna. Halkbekämpning med CMA kan bidra till kvardröjande dammbindande effekter. Den ovanligt nederbördsrika och långa vintern bidrog till långvarigt fuktiga vägbanor och Stockholmsförsöket minskade trafiken med i genomsnitt ca 15% i Stockholms innerstad.

Vad gäller påverkan på halterna av PM10 medförde Stockholmsförsöket små förändringar. Längs innerstadsgatorna beräknas Stockholmsförsöket ha bidragit till att halterna har sjunkit med mindre än 10% och längs Essingeleden har trafiken ökat något och därmed bidragit till något ökade emissioner (mindre än 5%). Den ökade trafikrytmen kan i viss mån ha bidragit till högre PM10 halter.

De kortvariga effekterna av CMA behandlingarnas påverkan på PM10 emissionerna förväntades vara betydligt lättare att särskilja i mätningarna eftersom de skett vid vissa specifika och kända tillfällen. Den generellt minskade trafiken som Stockholmsförsöket bidragit till påverkar mest de långsiktiga medelhalterna, inte specifika timmar. Eventuella långvariga effekter av CMA behandlingarna är däremot svåra att kvantifiera med någon säkerhet eftersom det inte funnits tillräckligt med mätningar på obehandlade platser.

Tyvär konstateras att antalet dygn med halter över gränsvärdet på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 var i genomsnitt ungefär detsamma som de tre senaste åren. År 2003, 2004 och 2005 uppmättes i genomsnitt för Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan 76, 67 respektive 68 dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket kan jämföras med 2006 års värde på 73 dygn. Endast 35 dygn får överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enligt miljökvalitetsnormen. Längs Essingeleden överskred halterna gränsvärdet under 75 dygn i år jämfört med 60 dygn 2005 (mätningarna startades 8 feb 2005). Slutsatsen är alltså att trots omfattande dammbindning så klaras inte miljökvalitetsnormerna.

En mer detaljerad analys visar dock att dammbindningsinsatserna kortvarigt reducerat PM10 halterna, både i innerstaden och längs infarterna. I innerstaden uppmättes lägre halter under förmiddagen under de dagar då CMA sprits natten/morgonen innan. Reduceringen av halterna var ca 20 % till 40% under morgontimmarna. Men redan mitt på dagen förefaller halterna åter vara i nivå med de halter som normalt mäts upp utan att CMA-behandling genomförts. Under något enstaka dygn klarades normen tack vare dammbindningen.

Även halterna längs Essingeleden har reducerats dagen efter att behandling genomförts. Här användes mätstationen vid Hallunda som referens. Ca 20 % lägre halter uppmättes under dagen efter behandling. Jämfört med mätningarna vid Hallunda reducerades även antal dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ingen tydlig effekt kunde ses på Nynäsvägen.

2 Syften med försöken

Syftet är att i större skala än tidigare testa CMA som dammbindningsmedel i Stockholms innerstad och längs det statliga vägnätet.

I innerstaden används CMA även i halkbekämpningssyfte i stället för vägsalt.

Längs infarterna mot Stockholm används CMA i dammbindningssyfte, främst längs de sträckor som kantas av bostadsområden eller affärsområden.

Avsikten är att se om en storskalig användning av CMA kan väsentligt öka möjligheterna att miljö kvalitetsnormerna avseende PM10 halterna klaras eller i alla fall leda till betydande minskning av de högsta dygnsmedelvärdena.

3 Metoder och genomförande

I de tester som genomfördes i denna studie användes ett medel som går under varubeteckningen "ICE-AWAY". Det är en vattenlösning med 25-vikts % calcium-magnesium-acetat, CMA. "ICE-AWAY" används för att förebygga och ta bort snö, is och frost på vägar, cykel- och gångbanor, broar etc. Ämnet har flera miljömässiga fördelar jämfört med traditionellt vägsalt (NaCl). CMA binder fuktigheten betydligt effektivare jämfört med natriumklorid. Detta gör medlet speciellt intressant för att reducera uppvirvling av partiklar när vägbanorna torkar upp.

3.1 Partikelmätningar

Samtliga fasta mätstationer inom luftmiljöövervakningen har använts vid utvärderingen (se årsrapporter för beskrivning av dessa; www.slb.nu). I innerstaden mäts partikelhalterna kontinuerligt i gaturummen vid Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan samt i taknivå på Södermalm (Torkel Knutssonsgatan). Fasta mätstationer finns också längs Essingeleden, i Sollentuna och i bakgrundsluft vid Norr Malma.

I samband med en utredning om partikelemissionerna från lågbullrande asfalt genomfördes under samma period mätningar längs E4 i höjd med Hallunda (Botkyrka kommun). Här skedde ingen CMA behandling.

I samband med kontrollprogrammet för Södra länken genomfördes kontinuerliga mätningar av partikelhalterna längs Nynäsvägen.

I samband med Stockholmsförsöket genomfördes ytterligare ett antal mätningar av dygnsmedelhalterna på 5 platser; Valhallavägen, E4 Västberga, Bergshamravägen, Roslagsvägen samt Hammarbyvägen (se vidare SLB rapporten för Stockholmsförsöket).

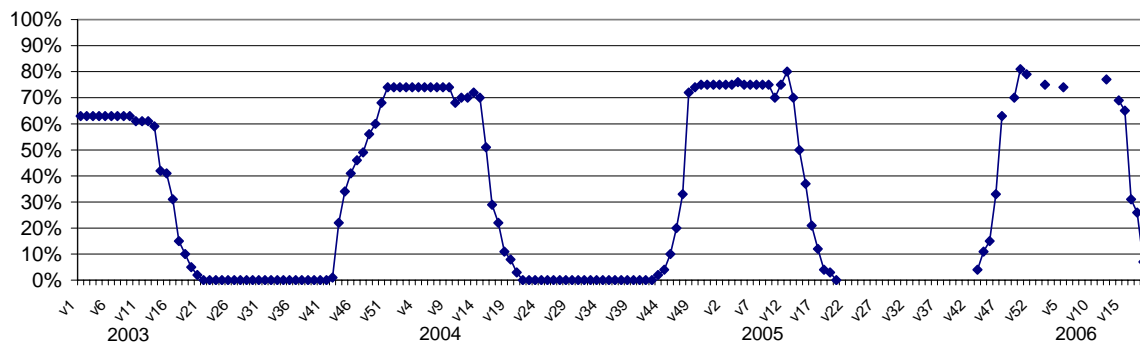
3.2 Generella förutsättningar

3.2.1 Jämförelse med halterna samma period de 3 senaste åren

De meteorologiska förhållandena är helt avgörande för halterna av PM10 när man studerar variationerna mellan olika timmar och olika dagar. En av de absolut viktigaste parametrarna är vägbanans fuktighet (se Johansson m fl., 2004).

3.2.2 Dubbandelar

En viktig parameter att kontrollera är dubbdäcksandelen. I Figur 1 redovisas hur dubbdäcksandelen varierat under tiden 2003 - början av maj 2006. I slutet av oktober eller början av november börjar andelen öka för att nå maxnivån på ca 75% omkring vecka 48 - 50 (början av december). Utvecklingen varierar beroende på värdet. Under våren sjunker dubbandelen till omkring 10% inom ca 4 veckor. Exakt när detta inträffar beror givetvis på vädret men också på hur t ex påskhelgen och valborgsmässohelgen infaller. Efter 1 maj kan det trots förbud finnas några enstaka procent som har dubbdäcken kvar.



Längs **Essingeleden** överskreds 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 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för partiklar, PM10. För att klara miljökvalitetsnormer avseende främst höga dygnsmedelvärden av partiklar, PM10, krävs stora utsläppsminskningar längs Essingeleden.

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 gäller speciellt partikelhalterna där de meteorologiska förhållandena har störst betydelse. 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.

3.2.4 Halkbekämpning med vägsalt och CMA

3.2.4.1 Innerstaden

Under januari 2006 ersattes vägsalt som halkbekämpningsmedel med CMA i hela innerstaden (omfattningen av halkbekämpningen varierade under perioden). Mängd CMA har varierat mellan 15 och $40 \text{ g}/\text{m}^2$. Samtliga tillfällen då CMA lagt som halkbekämpningsmedel i innerstaden redovisas i bilaga 7.

3.2.4.2 Halkbekämpning av E4

E4:an halkbekämpades med vanligt vägsalt (NaCl) under hela vintern. Exakta uppgifter om när och hur ofta detta gjordes saknas.

4 CMA behandlingar i innerstaden

I Tabell 1 beskrivs de tillfällena då CMA behandling genomförts i syfte att minska partikelspridningen. CMA har lagts ut vid 9 tillfällen, i samtliga fall med start sent på kvällen för att avslutas tidigt på morgonen innan trafiken intensifieras. Behandlingarna i innerstaden genomfördes med 20 eller 40 g/m².

Observera att den 13 mars behandlades endast Nynäsvägen (Gullmarsplan – Farsta) på grund av missuppfattning.

Tabell 1. Beskrivning av tillfällena då CMA behandling genomförts i syfte att minska partikelspridningen.

Stockholm

Datum	Klockslag	Kh	Nm	Öm	M Gs	K S	Mängd g/m ²	Kommentarer från Stockholm Entreprenad
13/3	01.00-03.00						40	Endast Gullmpl-Farsta
17/3	22.30-06.30	x	x	x	x	x	40	-
21/3	22.30-06.30	x	x	x	x	x	40	Nynäsvägen till Farsta
22/3	23.00-06.30	x	x	x	x	x	X	-
4/4	-	x	x	x	x	x	20	-
8/4	23.00-05.00	x	x	x	x	x	20	Nynäsvägen Gullmarspl.-Farsta
11/4	22.30-06.30	x	x	x	x	x	20	Nynäsv.
12/4	22.30-02.30	x	x	x	x	x	20	-
13/4	23.00 04.00	x	x	x	x	x	20	-

Kh=Kungsholmen, **Nm**=Norrholm, **Öm**=Östermalm, **M Gs**=Maria gamla stan, **K S**= Katarina Sofia

I Tabell 2 och Tabell 3 ses vid vilka tillfällen som behandling på Hornsgatan respektive Sveavägen kunde ses på webkamera bilder sparade från www.trafiken.nu. Observera att datumlistan i Tabell 1 inte överensstämmer helt med datumen i Tabell 2 och Tabell 3. Detta beror på olika uppgifter från Stockholm Entreprenad, Vägverket och SLB-Analys vilket diskuteras nedan gällande dammbindning längs E4:an. Utifrån resultaten på Webkamera bilderna drar vi slutsatsen att ingen behandling har skett 13/3, 14/3 samt 23/3. Under de 2 första av dessa dygn har uppgifter från Stockholm Entreprenad inkommit om att spridning har skett. Detta är ett stort problem och gör det betydligt svårare att utvärdera mätdata när det med säkerhet inte kan sägas om behandling har skett. De dygn där ingen behandling kan ses på webkamreabilderna har inte använts för utvärdering av försöken.

Tabell 2. Beskrivning om spridning kan ses på webkamera bilder från Hornsgatan vid spridningstillfället.

Hornsgatan från kameran, MN

Datum	Klockslag För spridning	Observerat	Kommentarer
13/3	01.00-03.00	-	Inget ses
14/3		-	Bilder saknas, Inget ses
17/3	22.30-06.30	-	Inget ses
21/3	22.30-06.30	04:10	
22/3	23.00-06.30	01:50	
23/3	-	-	Inget ses
4/4	-	00:30?	Var det nederbörd?
6/4			Regn 01:35
8/4	23.00-05.00	03:00	Svårt att se tydligt
11/4	22.30-06.30	01:58	

12/4	22.30-02.30	00:30	
13/4	23.00 04.00	00:30	
19/4		01:45	Mot halka

Tabell 3. Beskrivning om spridning kan ses på webkamera bilder från Sveavägen vid spridningstillfället.

Sveavägen från kameran, MN

Datum	Klockslag För spridning	Observerat	Kommentarer
13/3	01.00-03.00	-	Inget ses
14/3		-	Bilder saknas
17/3	22.30-06.30	00:40	
21/3	22.30-06.30	04:10	Snöfall går ej att se
22/3	23.00-06.30	01:15	
23/3	-	-	Inget ses
4/4	-		Nedebörd
6/4		05:10	Sopning 00:10
8/4	23.00-05.00	01:10	Bilen syns, dålig spridning (mindre mängd)
11/4	22.30-06.30	00:15	dålig spridning (mindre mängd)
12/4	22.30-02.30	01:30	
13/4	23.00 04.00	02:30?	Svårt att se när, men gjort!
19/4		02:20	Dålig spridning

4.1 Resultaten från behandling av innerstadsgatorna med CMA

I följande figurer (Figur 2 - Figur 7) redovisas mätresultat från behandlingarna i Stockholm innerstad. Samtliga datum med eventuell behandling med CMA har markerats med pilar i figurerna. I Tabell 1, Tabell 2, och Tabell 3 finns beskrivningen av de olika datumen.

Med 1-timmes tidsupplösning visas respektive gatas eget bidrag till PM10-halten, vilket erhållits genom att den uppmätta halten justerats med avseende på den urbana bakgrundshalten uppmätt i taknivå på Södermalm.

Vidare visas kvoten mellan PM10- och NO_x-halterna. Denna kvot påverkas inte av faktorer som exempelvis vindförhållanden och fordonsmängder utan speglar de specifika emissionerna. Ett högre värde på kvoten innebär att trafikens PM10- emission är relativt sett större i förhållande till NO_x-utsläppen än ett lägre värde. Under dubbdäckssäsongen ökar kvoten då vägbanan blir torr och slitagepartiklar lätt virvlar upp i luften.

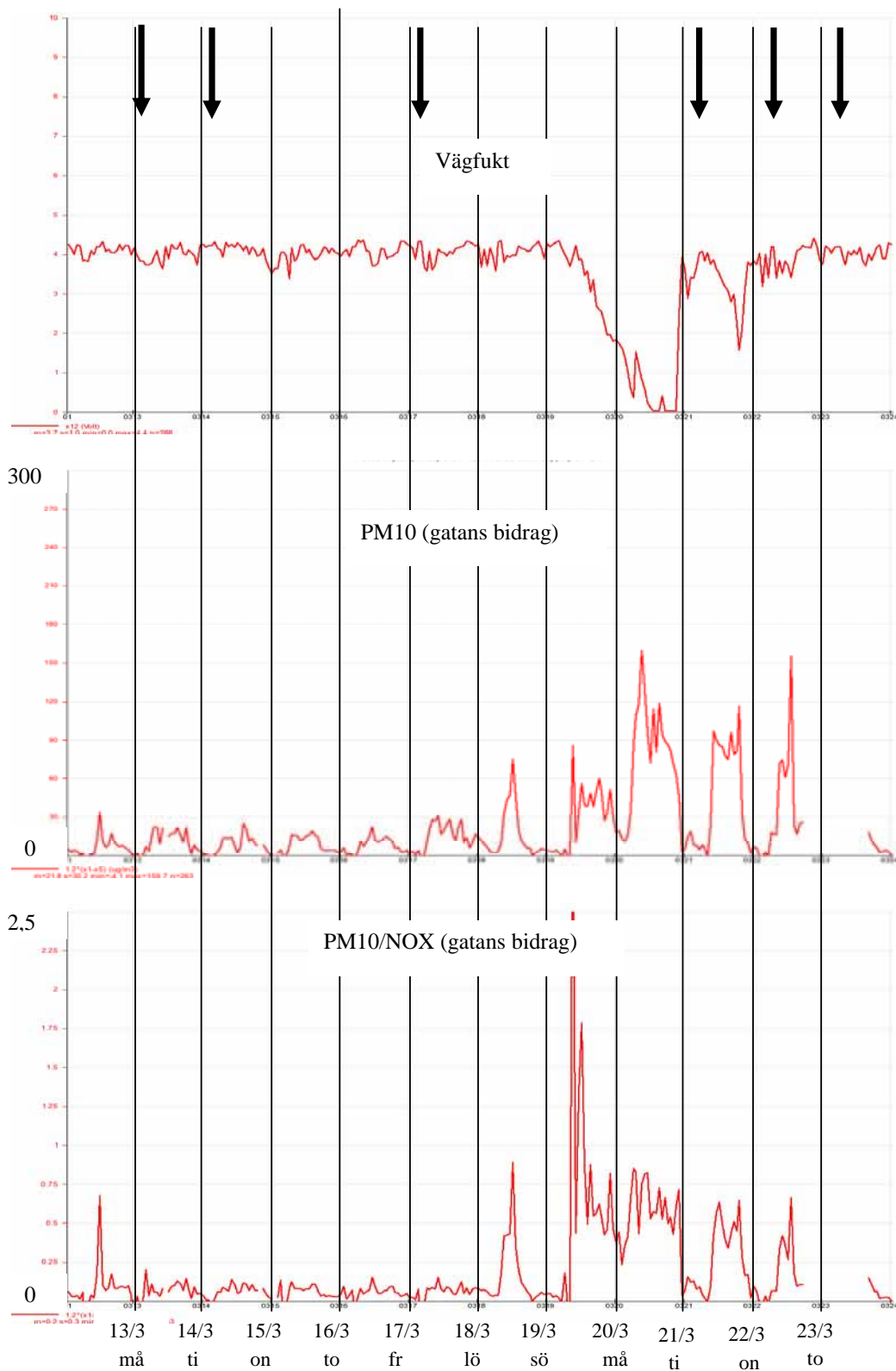
I figurerna visas för Hornsgatan och Norrlandsgatan vägbanans fuktighet, vilken mäts med i körbanan nedfrästa sensorer. Vägbanans fuktighet påverkas framförallt av temperatur och nederbörd. Under snöperioden blir vid plusgrader körbanan lätt våt genom snösmältning. Förekommande nederbörd orsakar även mer eller mindre våta gator.

I Figur 8 finns temperaturen och nederbörden. Sett till perioden 12 – 24 mars så dominerar minusgrader. Endast under några dygn i mitten av perioden är temperaturen klart på plussidan. Mätbara nederbördsmängder ,snö, har förekommit under endast några enstaka dygn. Vägfuktmätarna på Hornsgatan och Norrlandsgatan indikerar fuktig körbana oavbrutet fram till den 19 mars. Efter den 20 mars dominerar åter fuktiga körbanor fram till den 24 mars.

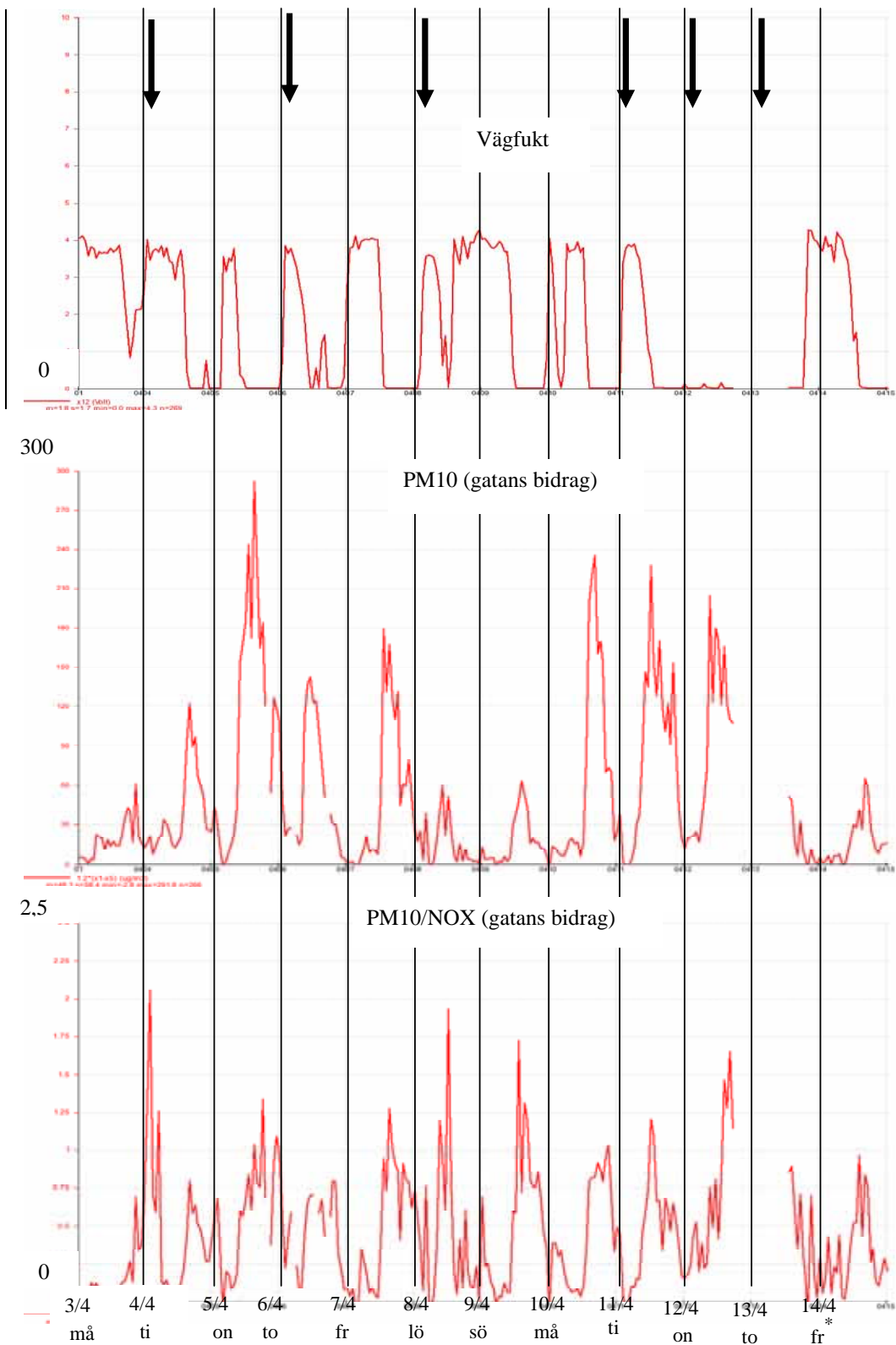
Under perioden 3 – 15 april är det så gått som genomgående plusgrader och snön har smält bort. Jämfört med marsperioden så är nederbörden nu större både vad gäller antalet nederbördsdygn och nederbördsmängder. Vägfuktförhållandena varierar stort från ena dagen till den andra.

Generellt kan konstateras att det inte är enkelt att direkt se en effekt på partikelhalterna under de dagar då behandling skett natten eller morgonen innan. Detta kan bero på flera faktorer men den främsta orsaken är att behandling görs endast då PM10 halterna förväntas bli höga under kommande dag vilket betyder att dagen innan behandling var halterna låga oftast beroende på fuktig väg bana även då. En annan orsak kan vara att behandlingen inte varit tillräcklig för att ha så stor effekt på PM10 halterna. Detta styrks av att det inte alltid syns någon tydlig påverkan på vägfuktheten vid tillfällen när behandlingen är gjord.

Figur 2. Mätresultat från Hornsgatan i samband med CMA behandlingar 12/3 – 23/3.

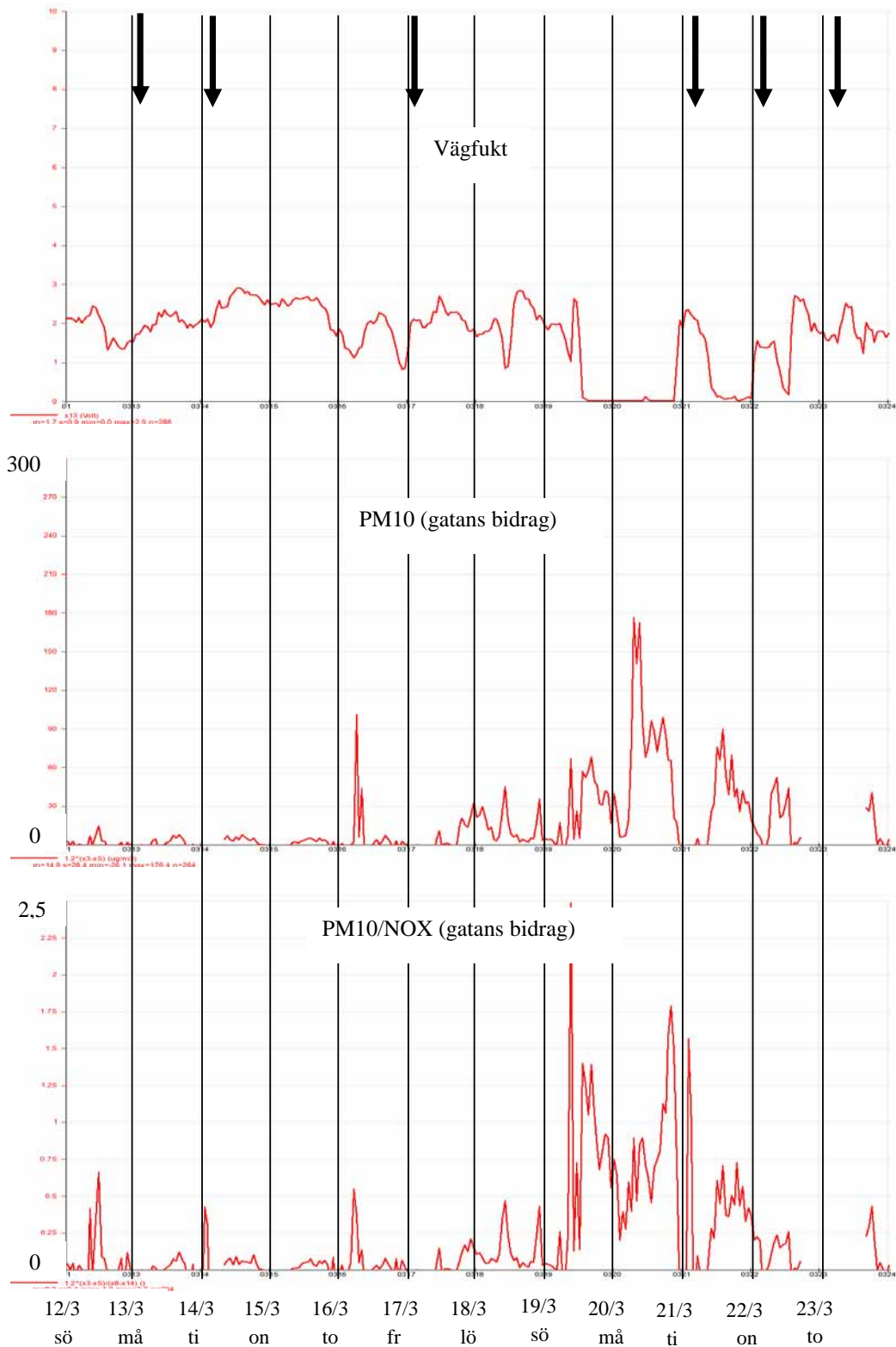


Figur 3. Mätresultat från Hornsgatan i samband med CMA behandlingar 3/4 – 14/4.



fr* = långfredag

Figur 4. Mätresultat från Norrlandsgatan i samband med CMA behandlingar 12/3 – 23/3.



Figur 5. Mätresultat från Norrlandsgatan i samband med CMA behandlingar 3/4 – 14/4.

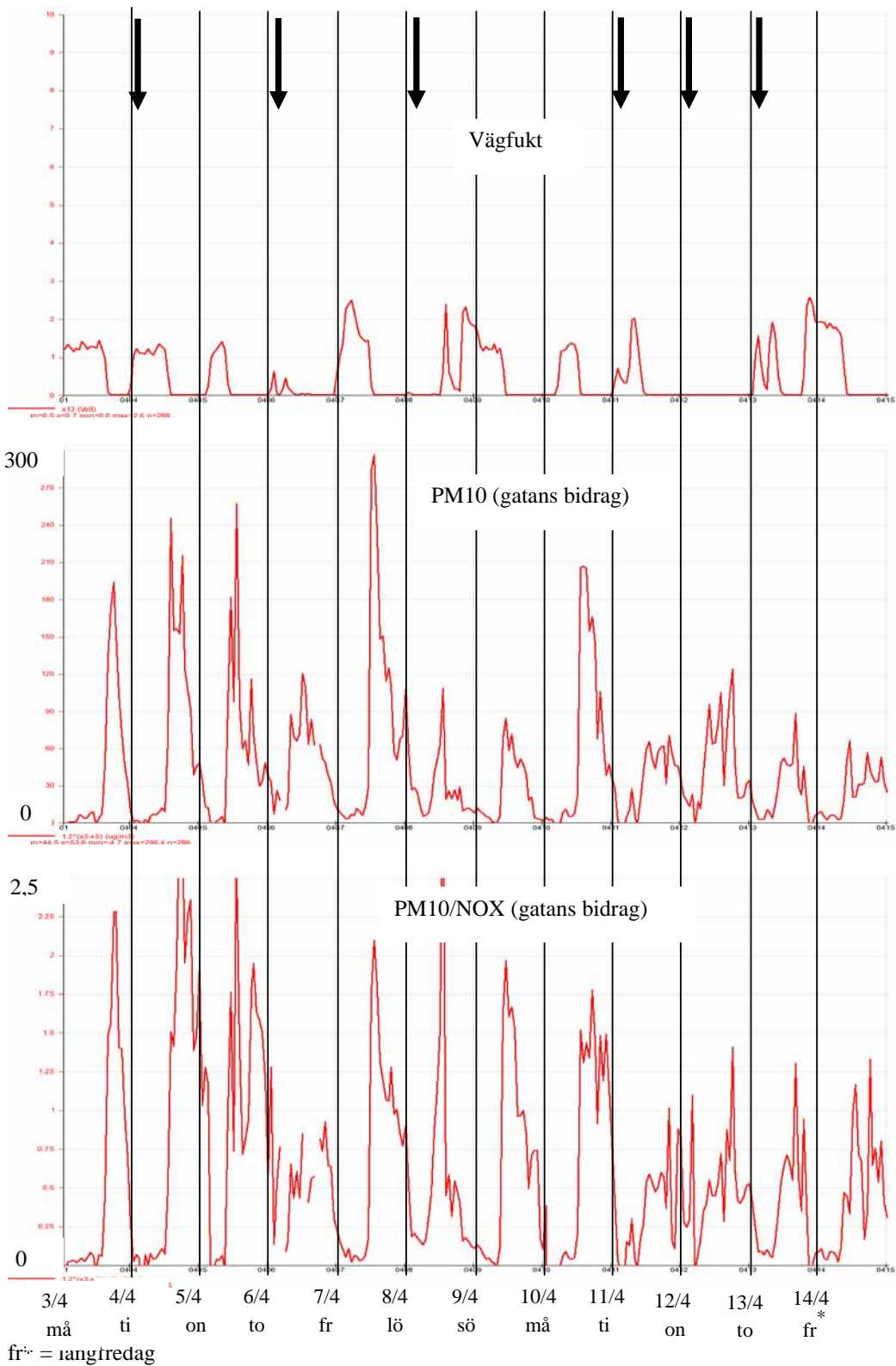
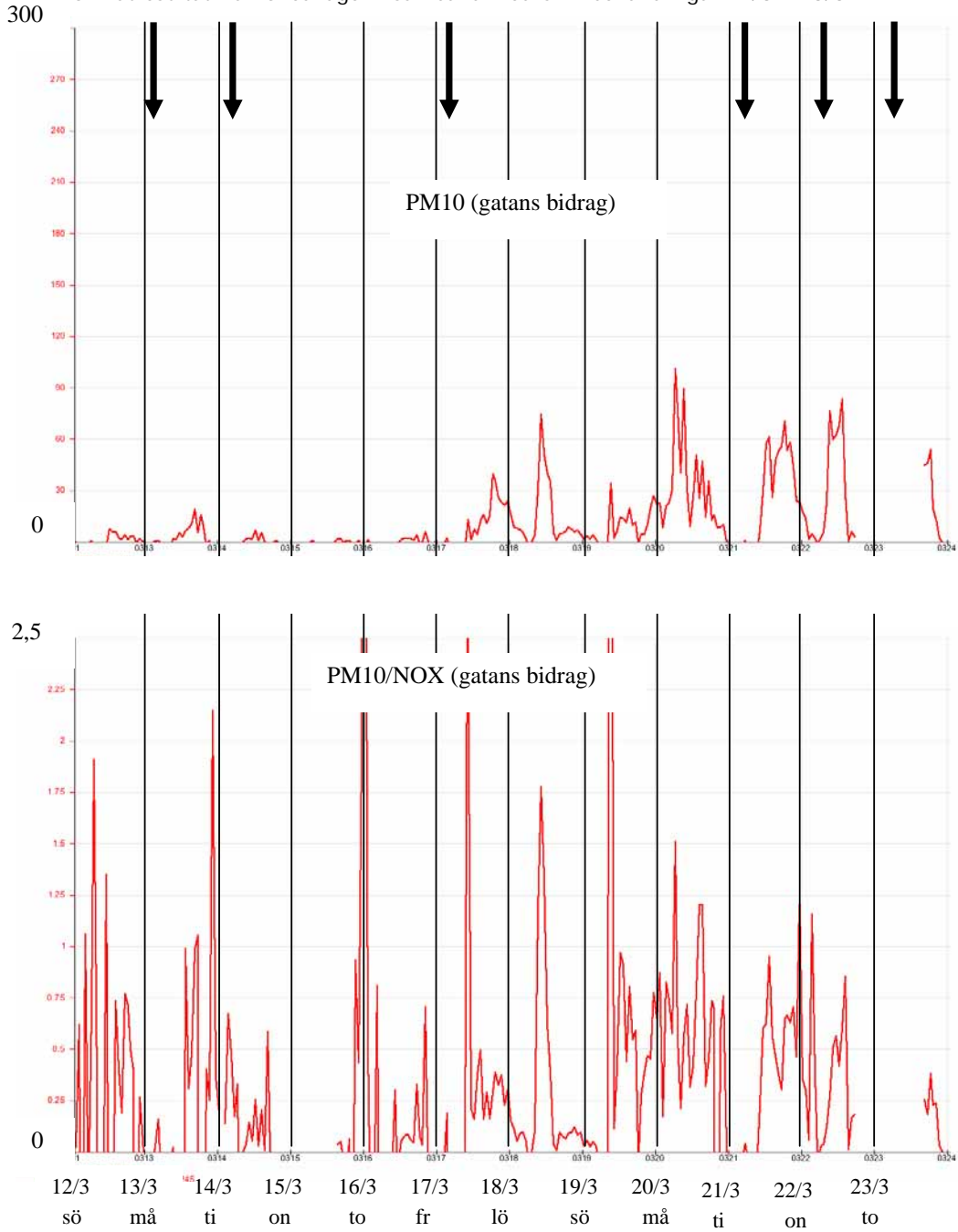
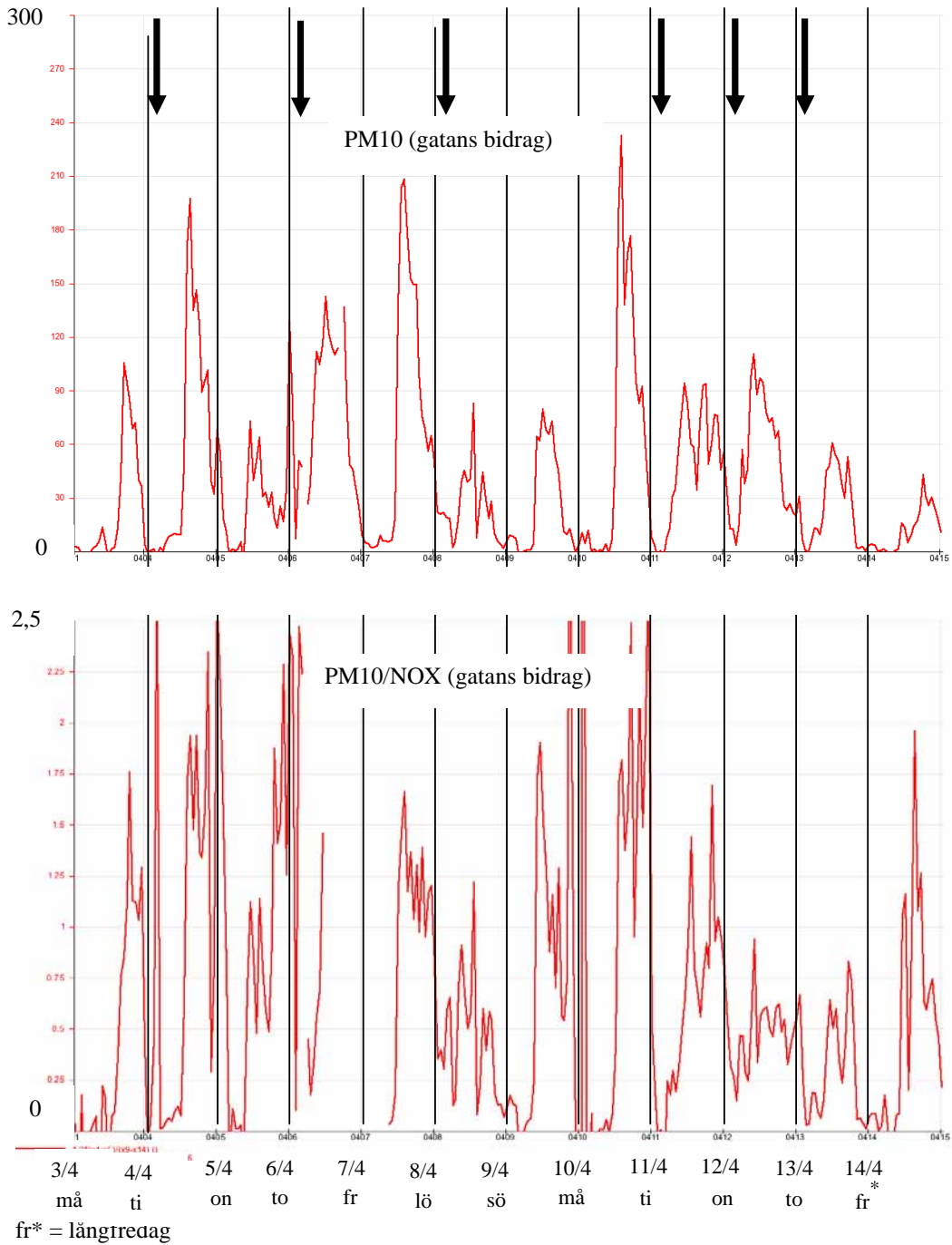
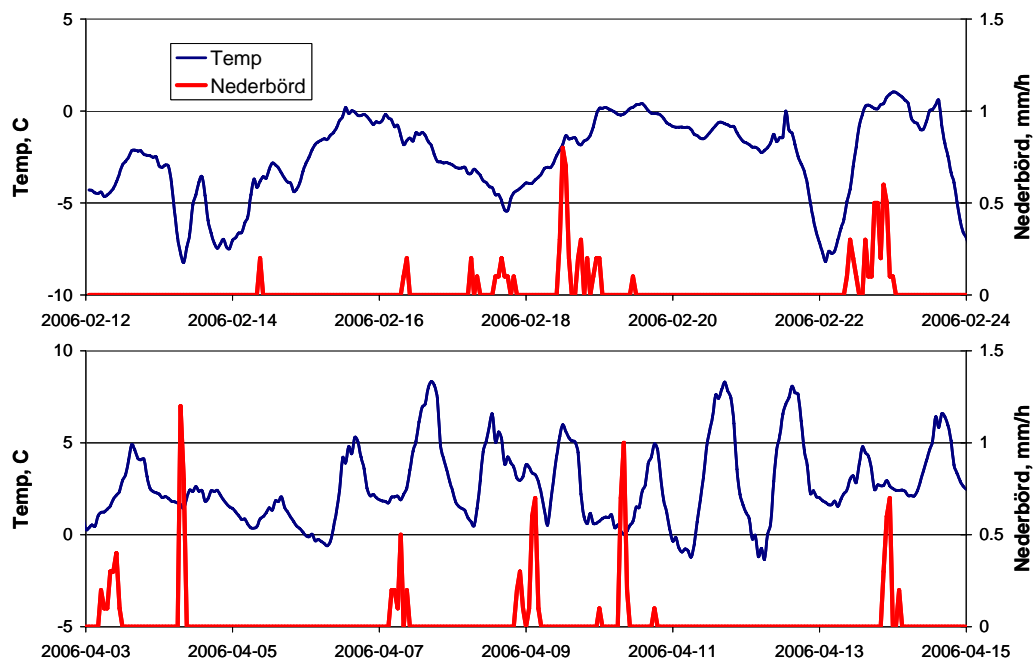


Figure 6. Mätresultat från Sveavägen i samband med CMA behandlingar 12/3 – 23/3.



Figur 7. Mätresultat från Sveavägen i samband med CMA behandlingar 3/4 – 14/4.



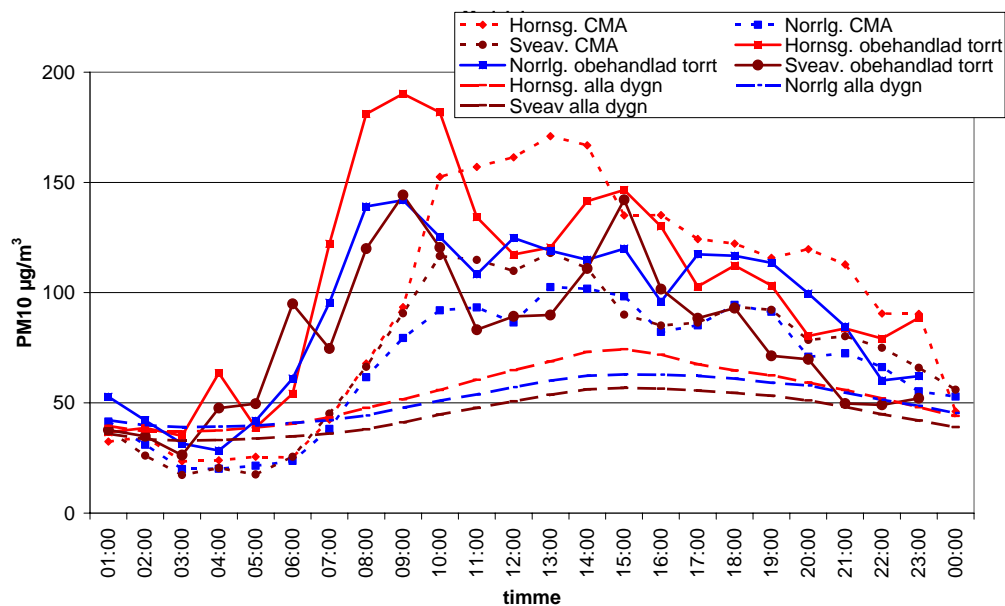


Figur 8. Temperatur och nederbörd för perioderna i Figur 2 - Figur 7.

4.1.1 Medeldygnsvariationer

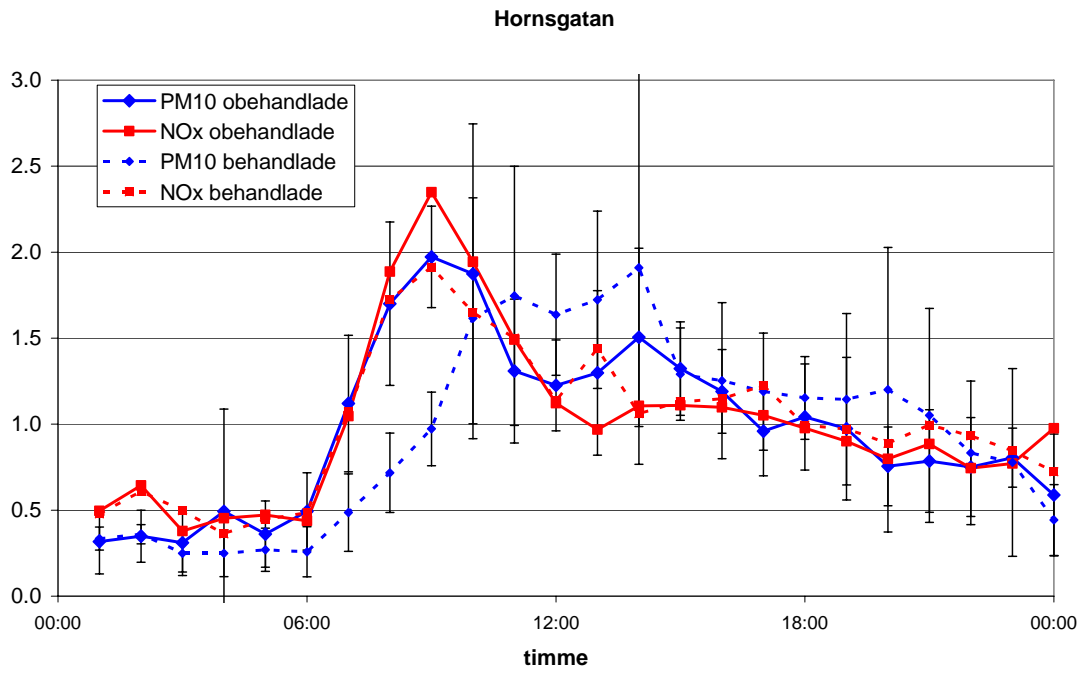
Under försöken 2006 behandlades samtliga innerstadsgator vilken även innefattar de tre gatorna med fasta mätstationer dvs Hornsgatan, Norrlandsgatan och Sveavägen. Då alla gator är behandlade saknas direkt referens för att kunna jämföra de uppmätta halterna med. För att kunna göra en bra jämförelse har fem utav de behandlade dygnen valts ut 21/3, 22/3, 11/4, 12/4 och 19/4. Under övriga av de behandlade dygnen kunde ingen behandling ses på webkamerabilder, alternativt så var vägbanan under större delar av dagen fuktig pga nederbörd eller meteorologiska faktorer. De undantagna dygnen anses inte vara representativa för behandlingen. För direkt jämförelse har valts 5 dygn med torr vägbanan under mars och april som var obehandlade, 20/3, 18/4, 21/4, 24/4 och 27/4.

I Figur 9 redovisas genomsnittliga halter över dygn för de utvalda behandlade dygnen i jämförelse med de utvalda obehandlade torra samt alla dygn under perioden 1 mars tom sista april. Av figuren framgår att det är en tydlig skillnad för samtliga gator mellan de torra obehandlade dygnen jämfört med de behandlade och då framförallt mellan 06 till 09 på förmiddagen. Då dygnmedel koncentrationen på varje gata varierar relativt mycket mellan dagarna är det sammankopplat med stora osäkerheter att jämföra koncentrationer mellan olika dagar. Den genomsnittliga skillnaden mellan de utvalda behandlade dygnen och de utvalda obehandlade dygnen visar på en sänkning av dygnmedelvärdet på Hornsgatan och Sveavägen på ungefär 10-15 %, samtidigt som Norrlandsgatan uppvisar en minskning med ungefär 30-40%. Det finns ingen förklaring till varför just Norrlandsgatan skulle uppvisa en större minskning än övriga gator. Dessa värden är väldigt osäkra då även en dubbdäcksanvändningen minskade från 70 % den 20/3 till 26 % den 25/4.

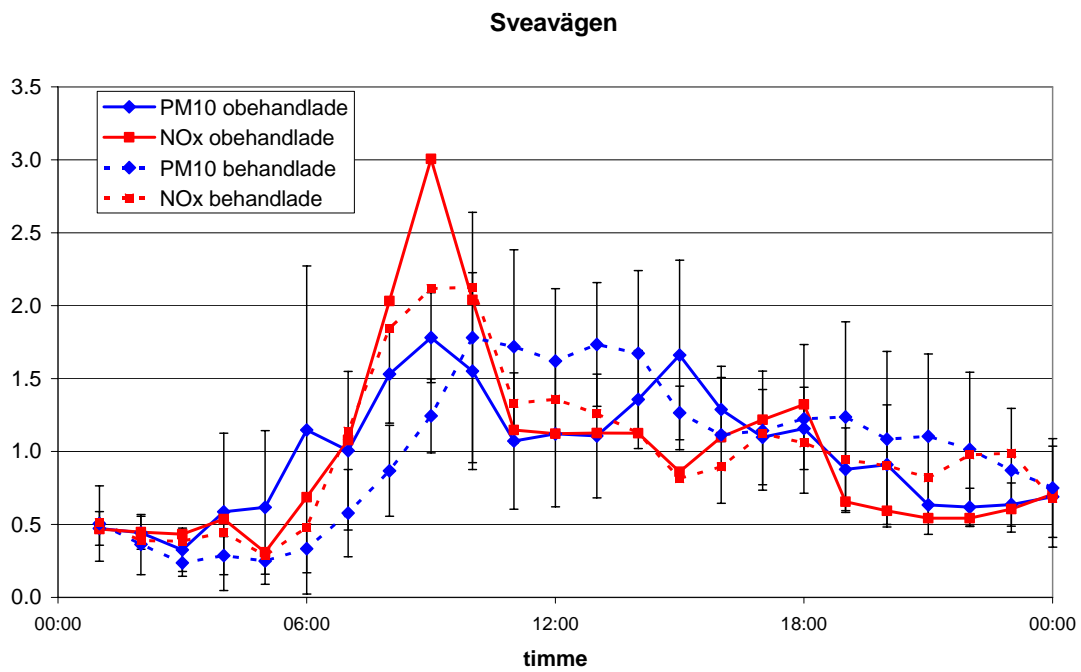


Figur 9. PM10 halterna som genomsnitt över ett dygn. Alla dygn innefattar samtliga dygn mellan 1/3 tom 30/4. Behandlade dygn innefattar utvalda dygn, 21/3, 22/3, 11/4, 12/4 och 19/4. Obehandlat torr innefattar de utvalda torra dygna 20/3, 18/4, 21/4, 24/4 och 27/4.

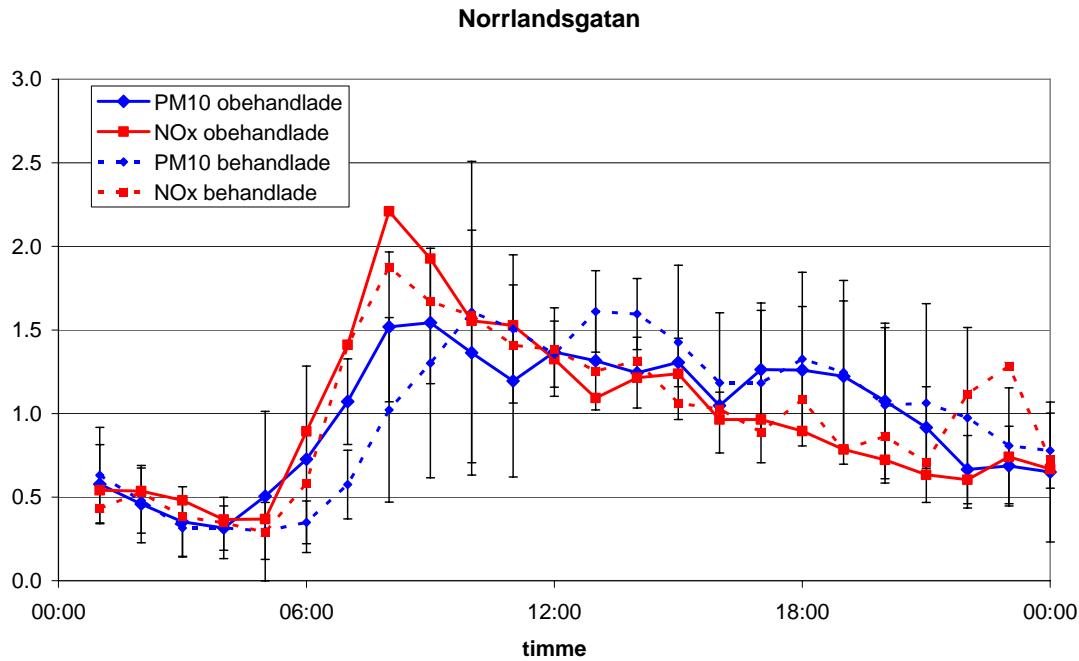
Som redan nämnts så är variationerna mellan olika dagar väldigt stor beroende på fram för allt meteorologiska parametrar. För att minimera dessa variationer har de timmedelvärden för de utvalda dygna dividerats med dygnmedel för det aktuella dygnet. Resultaten för både PM10 och NOx för Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan redovisas i Figur 10, Figur 11 och Figur 12. Dessa figurer visar då hur halterna typiskt varierar under ett dygn. Inga exakta mått på eventuell minskning i siffror kan ges, men typiska skillnader i dygnvariation kommer att synas i de normerade figurerna. För samtliga gator synd tydligt att PM10 halterna för de behandlade dygna uppvisar en signifikant skillnad mot såväl PM10 under de obehandlade dygna som NOx under både behandlade och obehandlade dygn. Skillnaden ligger främst i att PM10 värdena är betydligt lägre under tiden mellan 06-09 för de behandlade dygna. Att dygnsvariationen för NOx halterna är i princip desamma under morgon timmarna för både behandlade och obehandlade dygn visar att skillnaden för PM10 inte kan förklaras med skillnad i trafikflöden eller meteorologi. Utifrån de normerade värdena visade i Figur 10, Figur 11 och Figur 12 går det inte att ge något värde på sänkningen på dygnmedelvärdet, men figurerna visar tydligt att en signifikant sänkning av PM10 halterna sker under förmiddagstimmarna efter CMA behandling. Detta innebär att toppen som normalt uppstår i samband med morgonrusningen senareläggs och att de högsta halterna istället förekommer runt lunchtid.



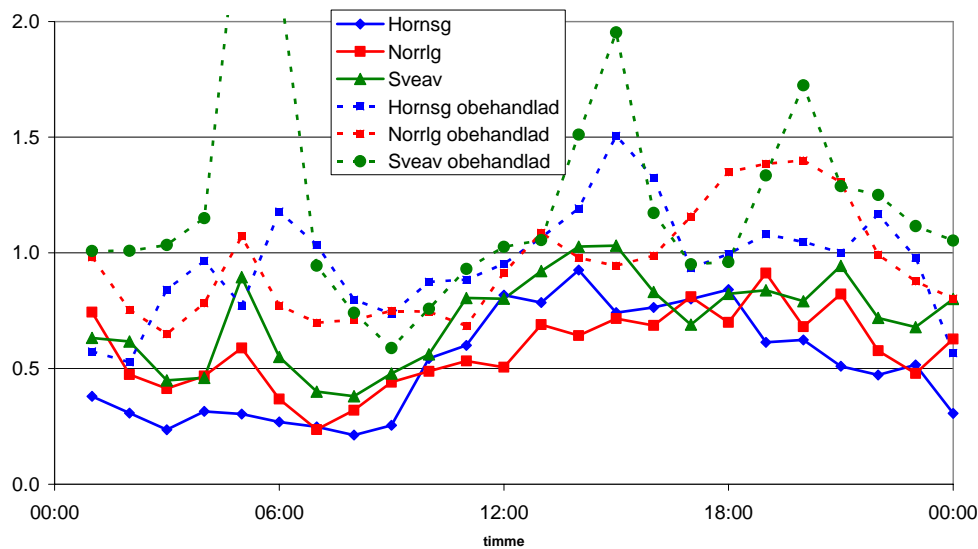
Figur 10. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade och obehandlade dygn på Hornsgatan. De vertikala linjerna motsvarar observerad standardavvikelse.



Figur 11. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade och obehandlade dygn på Sveavägen. De vertikala linjerna motsvarar observerad standardavvikelse.

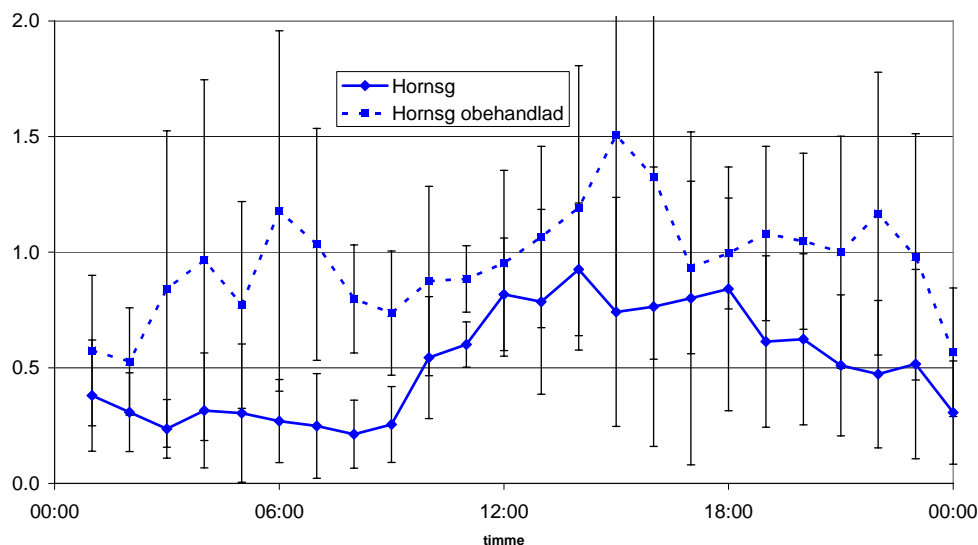


Figur 12. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade och obehandlade dygn på Norrandsgatan. De vertikala linjerna motsvarar observerad standardavvikelse.



Figur 13. Observerade PM10/NOx kvoter som medelvärde över de utvalda behandlade och utvalda obehandlade dygnen.

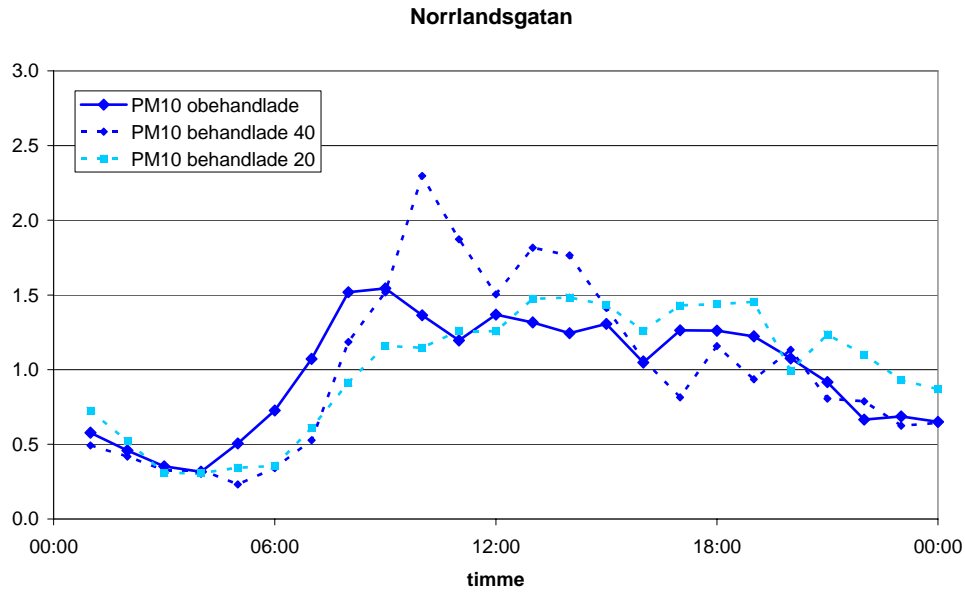
Figur 13 visar på skillnaden i PM10/NOx kvot för behandlade och obehandlade dygn. Figuren visar på en tydlig sänkning mellan 06-09 under förmiddagen. Sänkningen är ungefär 40 % under dessa inledande timmar för att sedan minska snabbt och ingen större skillnad ses redan klockan 12. Under eftermiddagen ser det återigen ut som om kvoten är betydligt lägre än för obehandlade dygn. Denna skillnad är dock inte lika tydlig vilket illustreras i Figur 14 för Hornsgatan där även standardavvikelse har lagts in. Den eventuella effekten under eftermiddagen kan orsakas av att fuktigheten ökar under eftermiddagen och kvällen vilket återigen aktiverar CMA som finns kvar på vägbanan sedan behandlingen under morgonen.



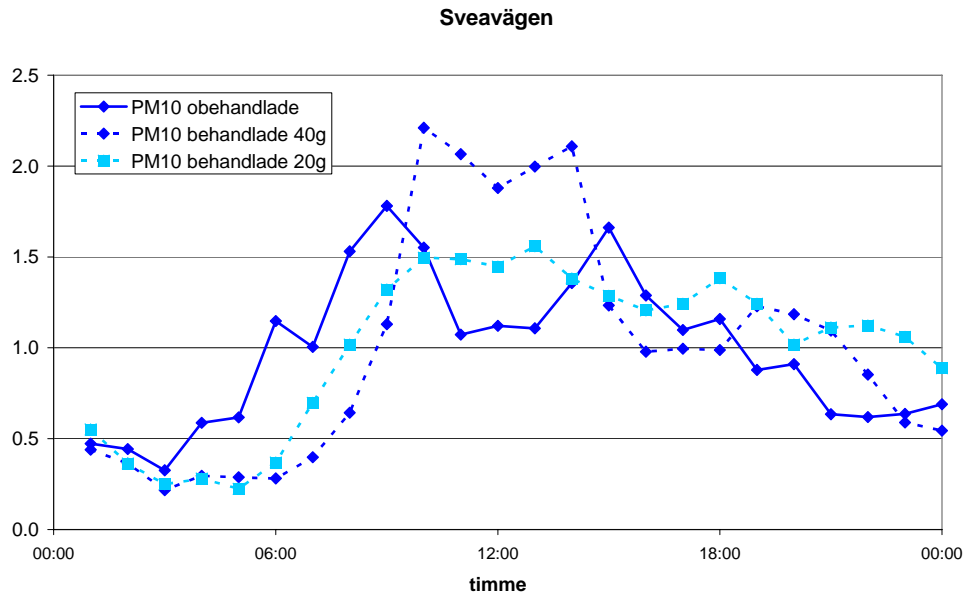
Figur 14. Observerade PM10/NOx kvoter för Hornsgatan (samma som i Figur 13), men även med standardavvikelse (vertikala linjer).

4.1.2 Försök med 40 respektive 20 g/m²

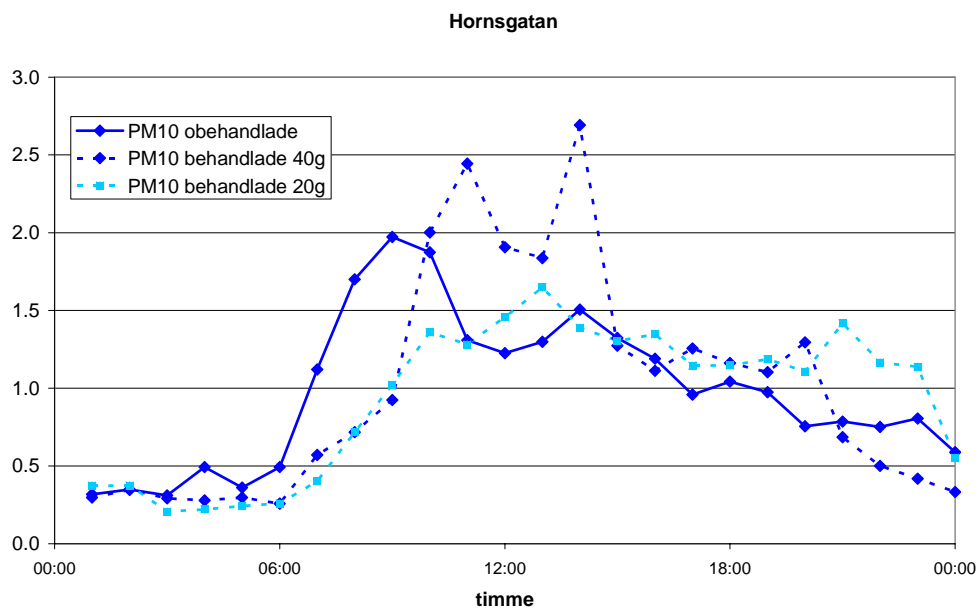
Under försöken våren 2006 gjordes även tester med att variera mängden CMA lösning som spreds mellan 40 g/m² och 20 g/m². Under vilka dygn som vilken mängd lösning som spreds är beskrivet i Tabell 2. Av de utvalda dyggen med behandling var 21/3 och 22/3 gjort med 40 g/m² och 11/4, 12/4 och 19/4 gjort med 20 g/m². På de sparade bilderna från webbkameran ses en tydlig skillnad mellan de tillfällen då det är behandlat med 40 g/m² jämfört med de tillfällena med 20 g/m². Den spridda mängden har säkert en stor inverkan på hur fuktig vägbanan upplevs. Tyvärr förekom även problem med spridarutrustningen under tillfällena med 20 g/m² (Stockholm Entreprenad, muntligen). Exakt vilka dygn då problem förekom har inte kunnat säkerställas. Normerade dygnvariationer mot dygnsmedelhalten uppdelat på 20 och 40 g/m² presenteras i Figur 15, Figur 16, och Figur 17 för Norrlandsgatan, Sveavägen och Hornsgatan. Resultaten visas i jämförelse mot de utvalda obehandlade dyggen. Spridningen är stor under eftermiddagen och kvällarna och då detta är normerade data kan de absoluta värdena inte jämföras. Förmiddagarna är mer konsistenta och för samtliga behandlade dygn ses en tydlig sänkning av halterna under förmiddagen tack vare CMA behandlingen. För Norrlandsgatan och Hornsgatan ses ingen skillnad mellan behandling med 20 och 40 g/m² utan kurvorna följer varandra under förmiddagen. För Sveavägen finns en tydlig antydning till att halterna stiger tidigare under förmiddagen under de dagar där behandling skett med endast 20 g/m². Detta skulle kunna förklaras med att vägbanan torkar upp snabbare om en mindre mängd CMA sprids. Det är förvånande att skillnad endast ses på Sveavägen trots att kamerabilderna visade tydligt då mindre mängd spridits. Slutsatsen blir att ingen säkerställd skillnad för minskningen av PM10 halterna kunde ses mellan 20 och 40 g/m². Däremot finns en antydning att så skulle vara fallet på Sveavägen (Figur 16) där kurvan för 40 g/m² visar på ett lägre värde än motsvarande för 20 g/m².



Figur 15. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade med 20 respektive 40 g/m² CMA och obehandlade dygn på Norrandsgatan.



Figur 16. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade med 20 respektive 40 g/m² CMA och obehandlade dygn på Sveavägen.

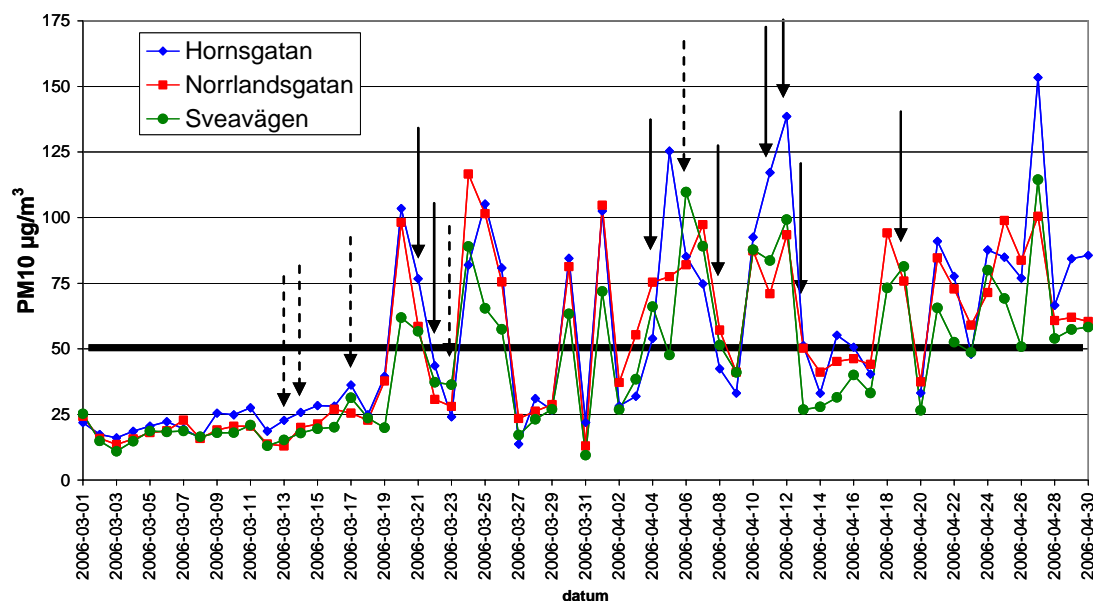


Figur 17. Normerade dygnvariationer för utvalda behandlade med 20 respektive 40 g/m² CMA och obehandlade dygn på Hornsgatan.

4.1.3 Sammanställning av försöken i innerstaden

Eftersom alla gator med mätstationer behandlades under försöken är det svårt att säkerställa ett exakt mått på effekten av behandlingen. Avsikten var att åstadkomma så stor effekt som möjligt i syfte att minska antal dygn då normen för PM10 överskrids genom att behandla så ofta som möjligt och över så stort område som möjligt.

Jämförelser med torra obehandlade dygn visade på en sänkning av dygnmedel halterna med 10-15 % på Hornsgatan och Sveavägen. Data visade också på en minskning med ca 40 % under förmiddagstimmarna för att sedan minska snabbt. Ingen säkerställd effekt kunde noteras efter klockan 12 på dagen. Dessa siffror stämmer överens med resultaten som framkommit under försöken längs Norrlandsgatan under 2004 och 2005 med CMA. Med en enkel beräkning kan årets resultat jämföras med de tidigare åren. Genom att anta en minskning med 40 % under timmarna 06-09 samt en 20 % minskning under timmarna 10-11 i enlighet med observerade resultat 2006. Minskningen under dessa timmar läggs på observerade halterna under de obehandlade dygnen och jämförs med samma dygn utan korrigering. Resultatet blir att dygnmedelvärdet skulle sänkas ungefär 15 % vilket överrensstämmer med värden både från denna studie samt med resultaten från 2004 och 2005 på Norrlandsgatan. Ingen säkerställd skillnad för minskningen av PM10 halterna kunde ses mellan spridning av 20 och 40 g/m² CMA lösning. Däremot finns en antydning att så skulle vara fallet på Sveavägen.

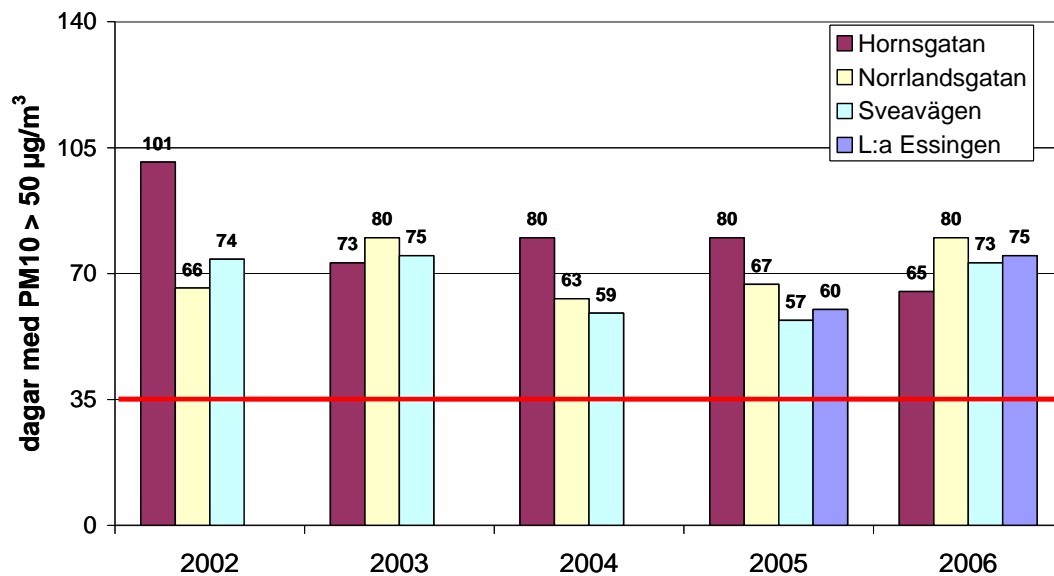


Figur 18. Observerade dygnmedel halter av PM10 under mars och april i innerstaden. De heldragna pilarna visar på dygn då CMA behandling med säkerhet har kunnat fastställas och de streckade pilarna visar på tillfällen då information från Stockholm entreprenad har visat på att behandling har gjorts, men ingen behandling har säkert kunnat konstaterats.

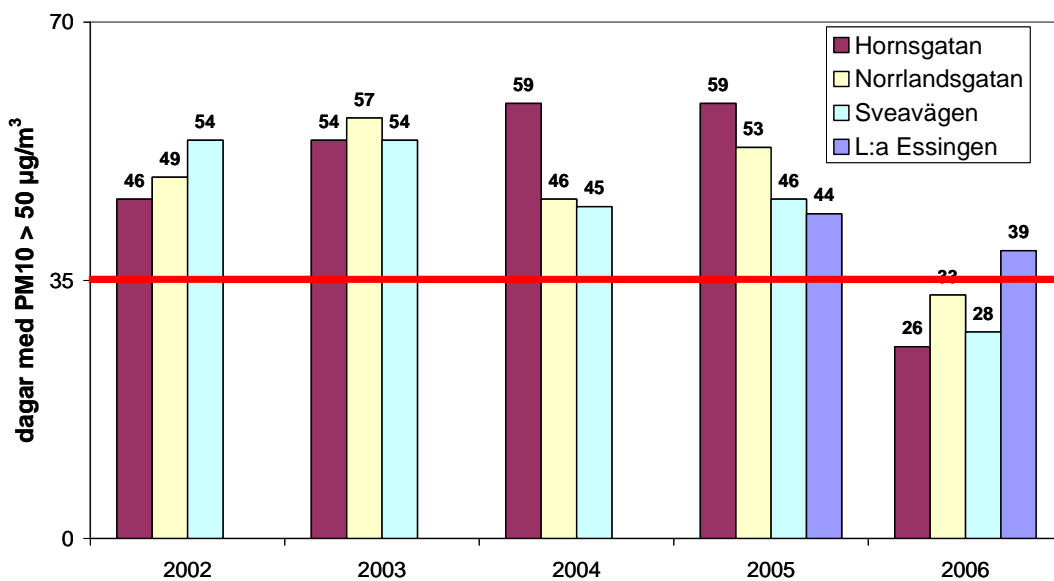
4.1.4 Påverkan på dygnshalterna

Enligt miljö kvalitetsnormen får PM-halten inte överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnmedelvärde under fler än 35 dygn per år. Av Figur 18 framgår att av de 10 potentiellt behandlade dygnen var halterna under miljö kvalitetsnormen för 5 av dessa. Av de dygn med säkerställd behandling (6 stycken) är det 2 dygn som understiger miljö kvalitetsnormen, men under 17/3 torkade aldrig vägbanorna upp och de låga halterna kan inte helt förklaras med CMA behandlingen. Då kvarstår ett behandlat dygn som skulle kunna ha reducerat halterna under miljö kvalitetsnormen.

Av Figur 19 framgår antal dygn med dygnshalter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i innerstaden och längs E4/Essingeleden. Bilden är ungefär densamma 2006 som 2003 – 2005. Dvs halterna är högre än $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under betydligt flera dygn än 35 och antalet dygn är ungefär detsamma. I genomsnitt för innerstadsgatorna (Hornsg., Sveav. och Norrlandsg.) inträffade 73, 65, 68 och 70 dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2003, 2004, 2005 respektive 2006. Skillnaden blir däremot betydligt större om bara januari-april beaktas, se Figur 20. Antalet dagar med PM10 halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ är betydligt lägre under 2006 jämfört med tidigare år. Denna minskning kan dock inte tillskrivas behandlingen med CMA då endast ett dygn av de behandlade tros ha blivit reducerat till under $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den tydliga sänkningen är istället orsakad av meteorologiska variationer. Slutsatsen blir att trots att CMA behandlingen leder till sänkta halter på dygnmedel med ca 15 % har det inte någon markant effekt i jämförelse med miljö kvalitetsnormen.



Figur 19. Antal dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under olika år i innerstaden och längs Essingeleden. Data finns tillgängliga från de olika stationerna allt efter att stationerna startades. Stationen vid L:a Essingen startades 8 februari 2005.



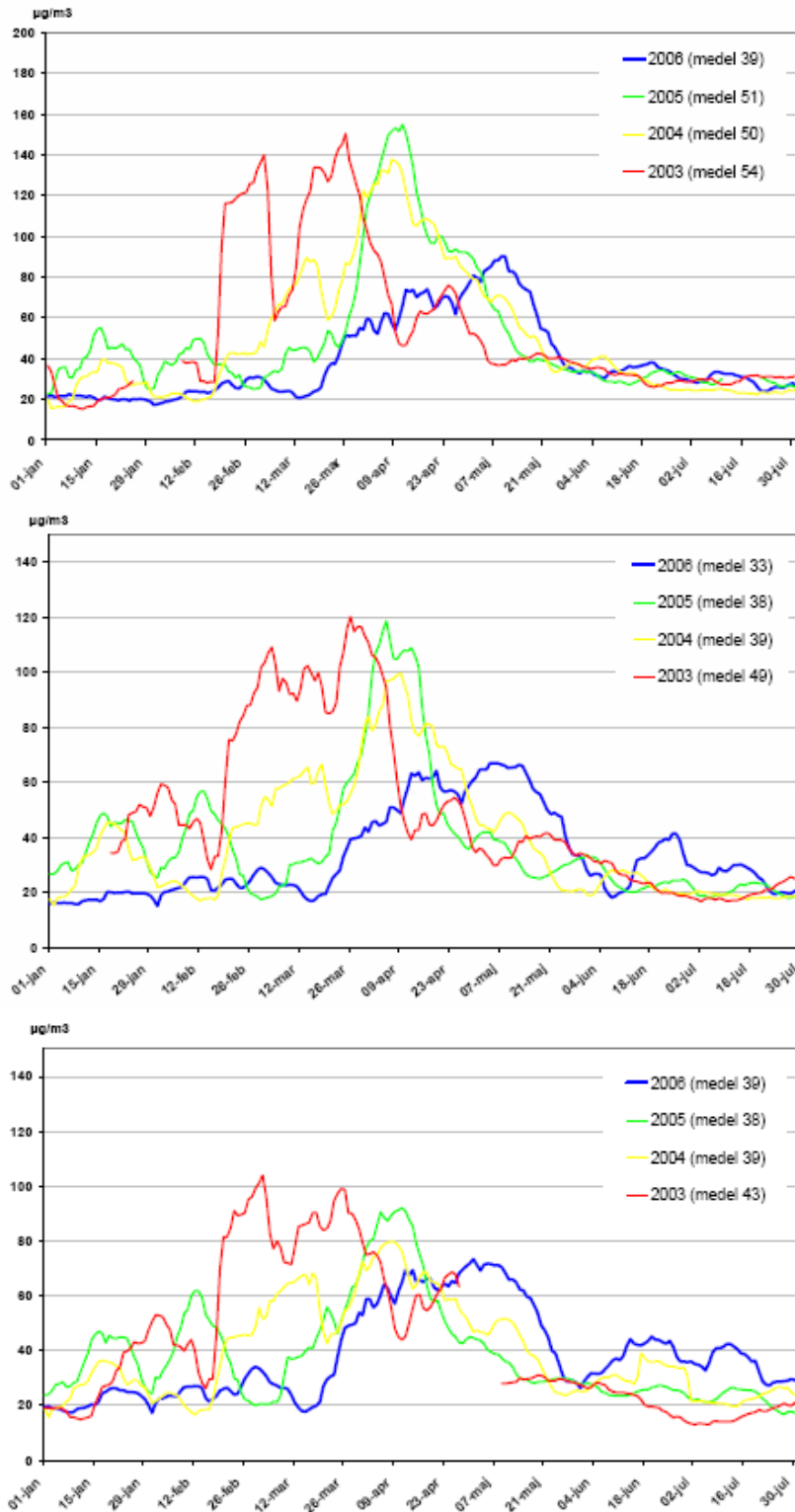
Figur 20. Antalet dygn med halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under perioden 1 januari – 30 april olika år i innerstaden och längs Essingeleden.

4.1.5 Jämförelse av medelhalterna år 2006 med tidigare år

Figur 21 visar rullande medelvärde av PM10-halterna på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan under de senaste 4 åren. Detta visar tydligt att halterna av PM10 var betydligt lägre under vintern och våren 2006 jämfört med tidigare år. I rapporten om Stockholmsförsökets effekt på luftkvaliteten konstaterades att dessa lägre halter inte berodde på den minskade trafiken under Stockholmsförsöket (SLB-rapport 2:2006). Istället var orsaken att våren 2006 var ovanligt fuktig, vilket reducerade PM10 halterna.

Då CMA användes som halkbekämpningsmedel under vintern skulle det även kunna ge en sänkning av partikelhalterna senare under våren genom att en del av CMA lösningen ackumulerats på vägbanan. Det är mycket svårt att dra några slutsatser om halkbekämpningen även haft någon dammbindande effekt. Det är däremot inte uteslutet att en del av de lägre halterna under våren 2006 i jämförelse med tidigare år är orsakad av utökad CMA behandling som halkbekämpning, men det är mindre troligt att det har haft en stor effekt.

Huvudorsaken är istället att Vintern och våren 2006 var ovanligt nederbördsrik och vägbanorna var fuktiga långt in i april. Vårtoppen i PM10-halterna fördröjdes och när den väl kom efter att vägbanorna torkat upp var halterna inte lika höga som de normalt brukar vara under våren. Detta förklarar den tydliga minskningen av antalet dygn över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under januari-april, vilket visas i Figur 20.



Figur 21. Rullande veckomedelvärde av PM10-halterna på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan under de senaste 4 åren.

5 CMA behandlingar längs E4 och Nynäsvägen

Behandling har skett vid de tillfällen som beskrivs i Tabell 4. Vid samtliga behandlingar spreds 20 g/m². Som framgår av Tabell 4 finns skillnader i tidpunkt för behandling på Essingeleden. I den första kolumnen finns de datum då personal på SLB-analys har beställt behandling med CMA i syfte att dammbinda partiklar. Den andra kolumnen visar på de datum som CMA behandling har skett enligt uppgifter från Vägverket (Ingvar Arebratt, personlig kontakt). Den tredje kolumnen visar vid de tillfällen då effekten av behandlingen med säkerhet har kunnat ses på webkamerabilder sparade från www.trafiken.nu.

Den 14/3 och 19/4 har ingen beställning gjorts från SLB, men behandling ska vara gjord och åtminstone den 19/4 ses att så skett på kamerabilderna. För dessa båda dagar har enligt fax från Stockholm entreprenad CMA behandling skett i halkbekämpning syfte på innerstads gatorna. Men enligt uppgift användes inte CMA som halkbekämpning på Vägverkets vägar. Den 4/4 och 8/4 har behandling beställts av SLB, men ingen behandling blev utförd enligt Vägverket och ingen tydlig effekt syns heller på kamera bilderna. Däremot är det enligt Vägverket behandlat 23/3 och 6/4 vilket även syns på kamerabilderna trots att ingen beställning skett dessa dagar. Orsaken till olikheterna i datumen kan vara flera. Dokumentation av beställning från SLB kan vara ofullständig och datum kan ha fallit bort. Problem vid behandling kan ha uppstått vilket föranlett att ingen behandling gjordes. Dokumentation och rapport om behandling från Vägverket till SLB kan vara ofullständig. Behandling kan ha skett utan att det syns på bilderna om vägbanan var fuktig vid behandlingstillfället. Problemen kvarstår dock och till framtida försök bör en bättre dokumentation och uppföljning göras.

Tabell 4. Beskrivning av tillfällena då CMA behandling genomförts i syfte att minska partikelspridningen längs Essingeleden och Nynäsvägen.

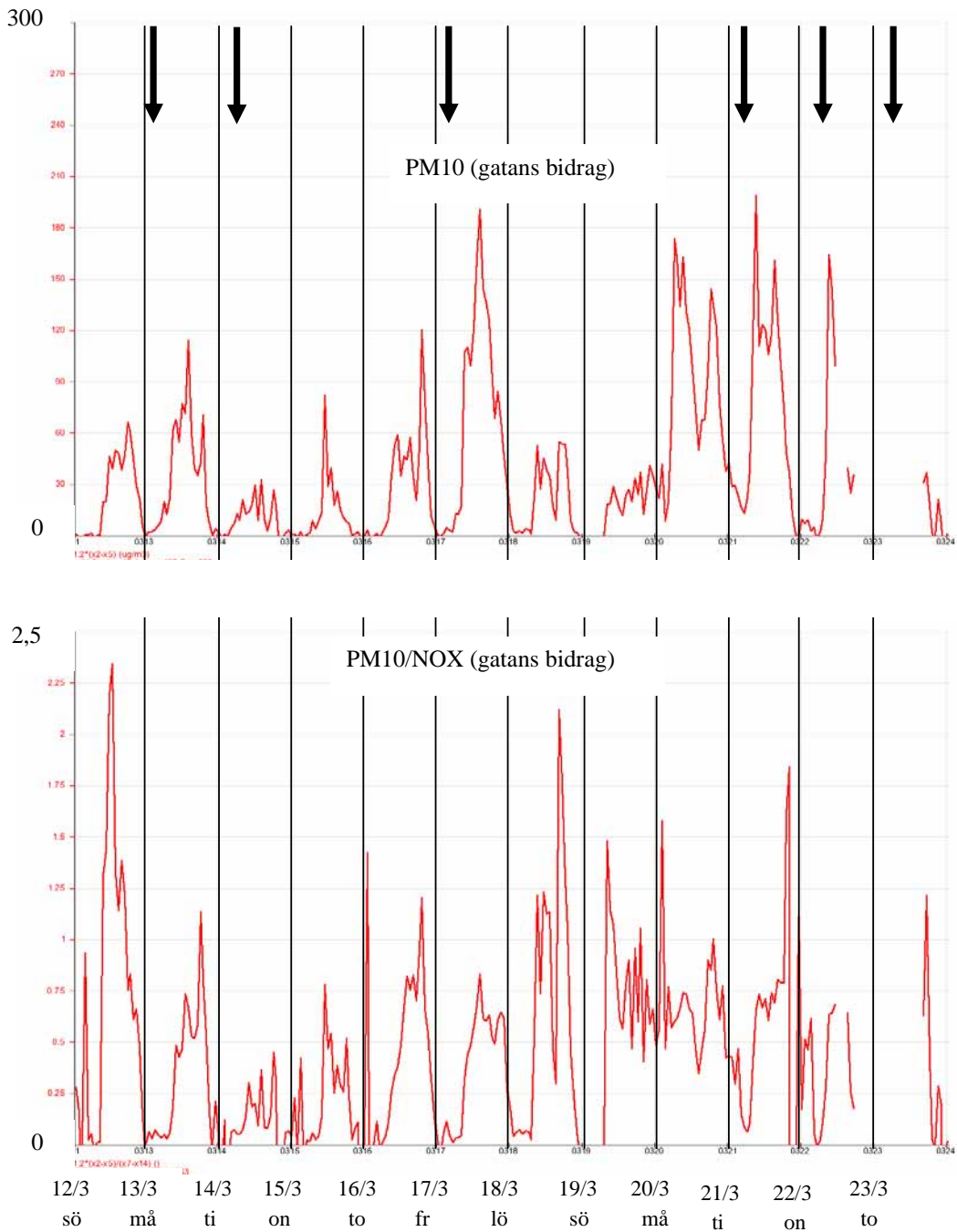
Datum	Beställt av SLB	Gjort enligt rapport från VV	Klockslag för behandling om synligt på webkamera	Kommentar MN
13/3	X	X	04:00	Tydligt
14/3		X, Mot halka		Svårt att se pga snöfall
17/3	X	X	?	Svårt att säga när
21/3	X	X	03:50	Bilen syns
22/3	X	X	03:18	
23/3		X	04:10	Ej beställt?
4/4	X			Svårt att se pga fuktig vägbana
6/4		X	03:10	Ej beställt?
8/4	X			Inget tecken ses på kameran
11/4	X	X	?	Dålig spridning, svårt att se när
12/4	X	X	04:40	
13/4	X	X	03:40	
19/4		X, Mot halka	03:00	

5.1 Resultaten från dammbindning längs E4:an och Nynäsvägen

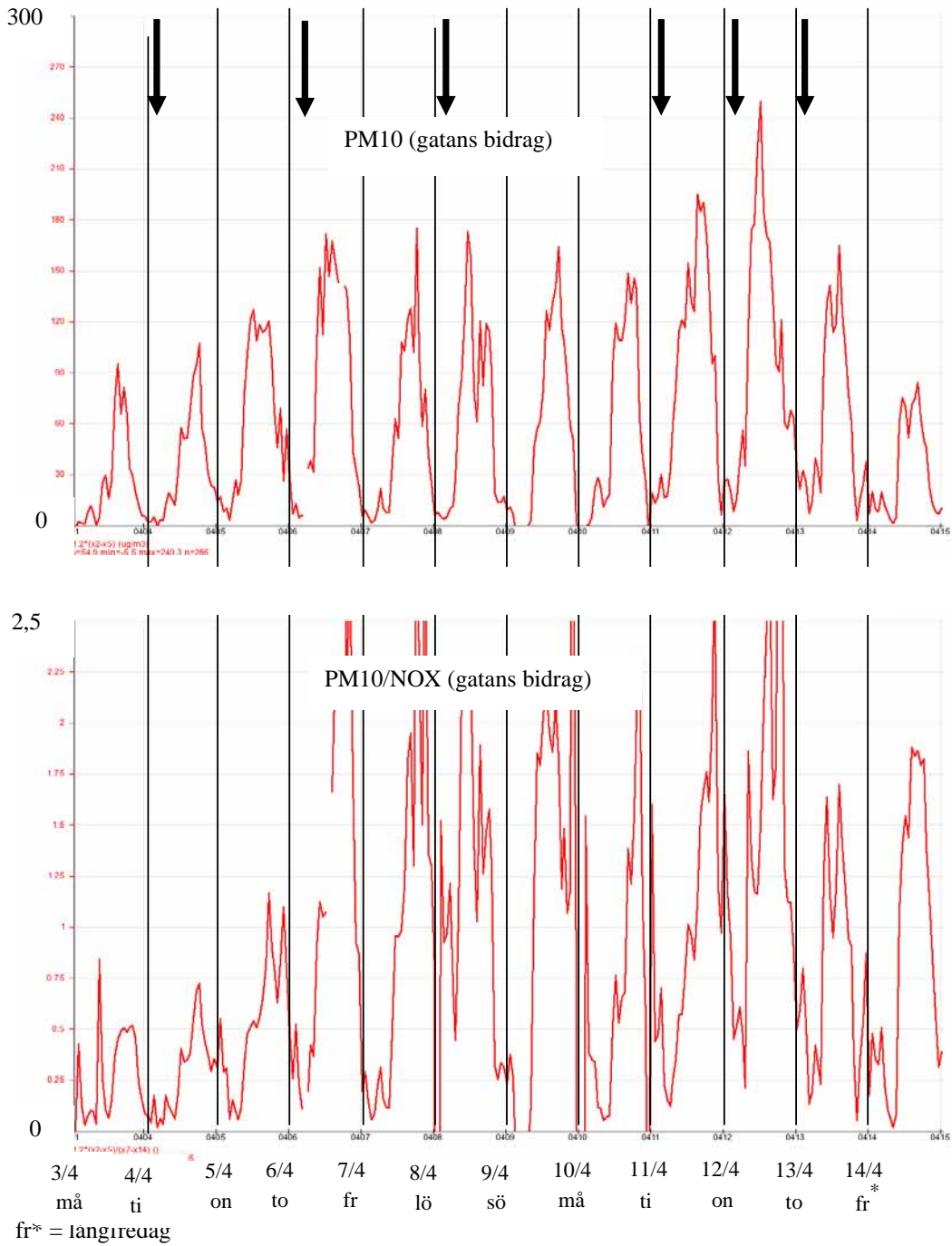
Figur 22 till Figur 25 nedan visar mätresultaten från Essingeleden och Nynäsvägen under den aktuella perioden. Behandlingstillfällena har markerats med pilar. Halterna i taknivå på Södermalm i innerstaden har subtraherats i ett försök att isolera effekten på halterna av trafiken på respektive infartsled.

Precis som i fallet med innerstadsgatorna syns inte någon tydlig effekt av behandlingarna. Förklaringarna är troligen desamma, dvs att behandling görs endast då PM10 halterna förväntas bli höga under kommande dag vilket betyder att dagen innan behandling var halterna låga oftast beroende på fuktig vägbana även då. Även i detta fall kan en viktig orsak vara att behandlingen inte alltid varit tillräcklig för att ha så stor effekt på PM10 halterna.

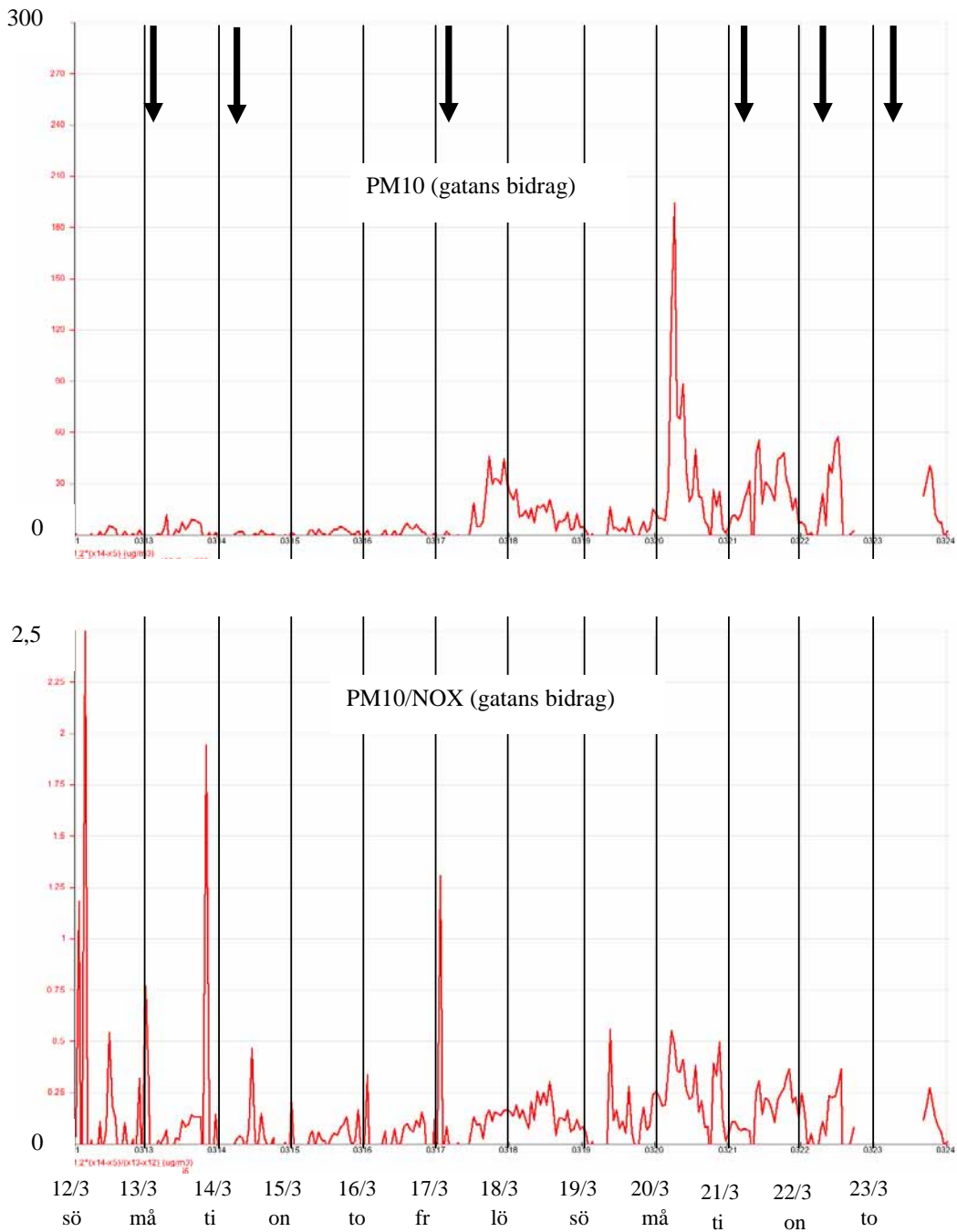
Figur 22. Mätresultat från Essingeleden 12/3 – 23/3.



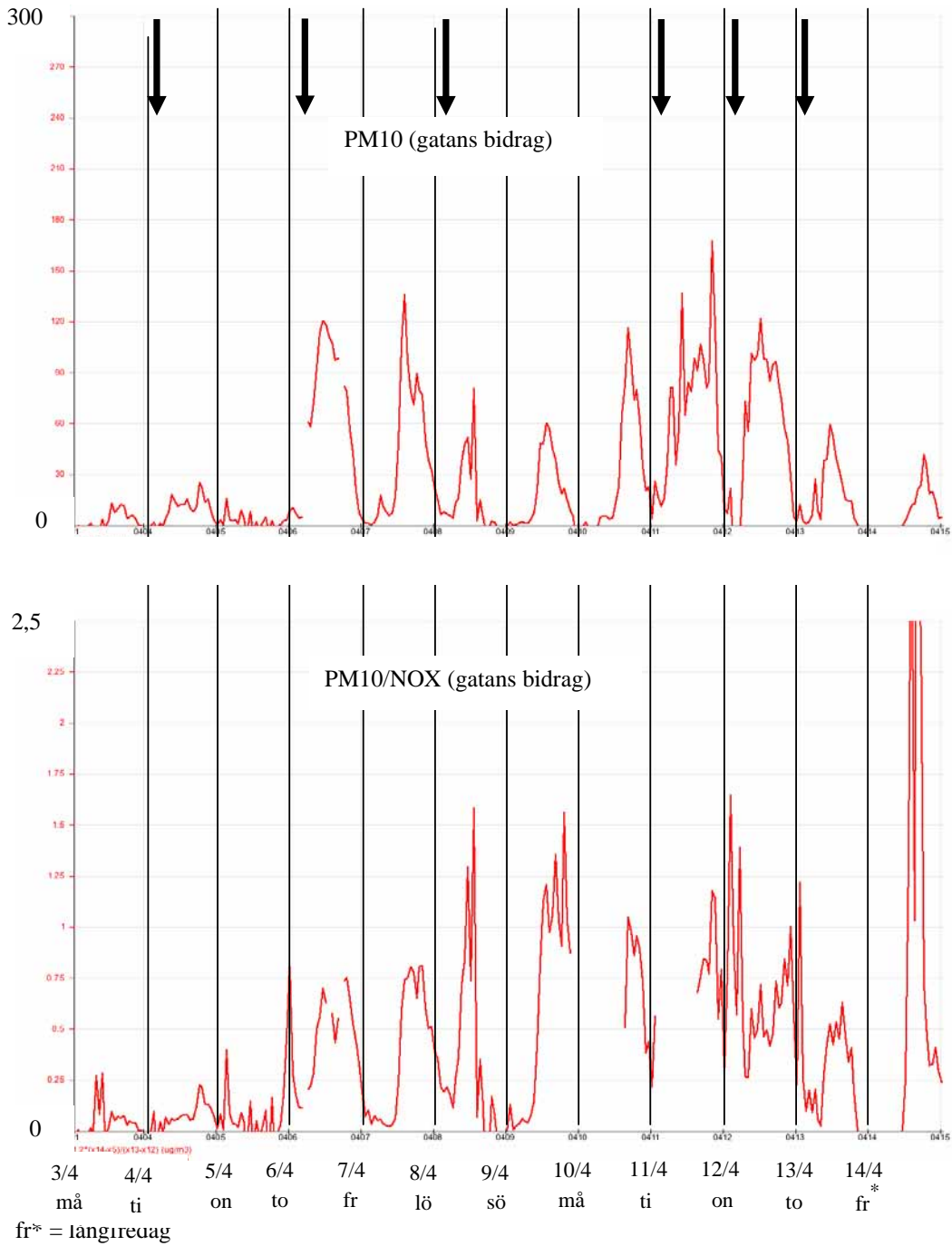
Figur 23. Mätresultat från Essingeleden 3/4 – 14/4.



Figur 24. Mätresultat från Nynäsvägen 12/3 – 23/3.

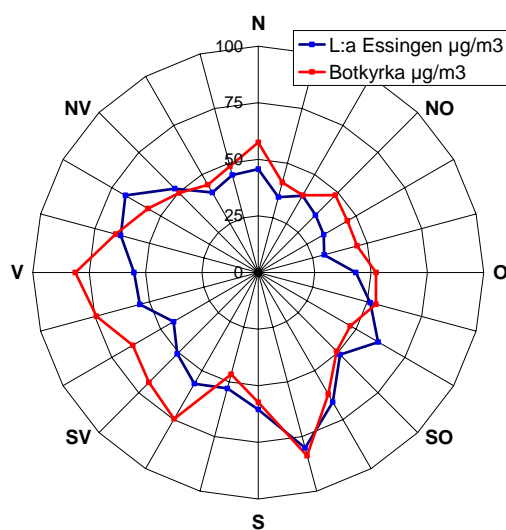


Figur 25. Mätresultat från Nynäsvägen 3/4 – 14/4.



5.1.1 Jämförelse mot referenssträcka längs E4

För utvärdering av halterna längs E4 har stationen vid Botkyrka/Hallunda används som referens. Den användes som referens för utvärdering av lågbullrande beläggning och är beskriven i SLB-rapport 3:2006 (Johansson 2006). Vägbanan vid referenssträckan behandlades inte med CMA under försöken. Referensstationen fanns på NV sidan om E4 vid Botkyrka samtidigt som mätstationen vid L:a Essingen finns på SO sidan om E4. Detta innebär ökade osäkerheter i utvärdering och då framförallt vid direkt jämförelse timme för timme mellan de båda mätstationerna. Av Figur 26 framgår att skillnaden för olika vindriktningen är tämligen liten mellan stationerna trots att de ligger på olika sidor av vägbanan. Vid användning av större data set bedöms därför skillnaderna vara små och en jämförelse med gott utfall kan göras.

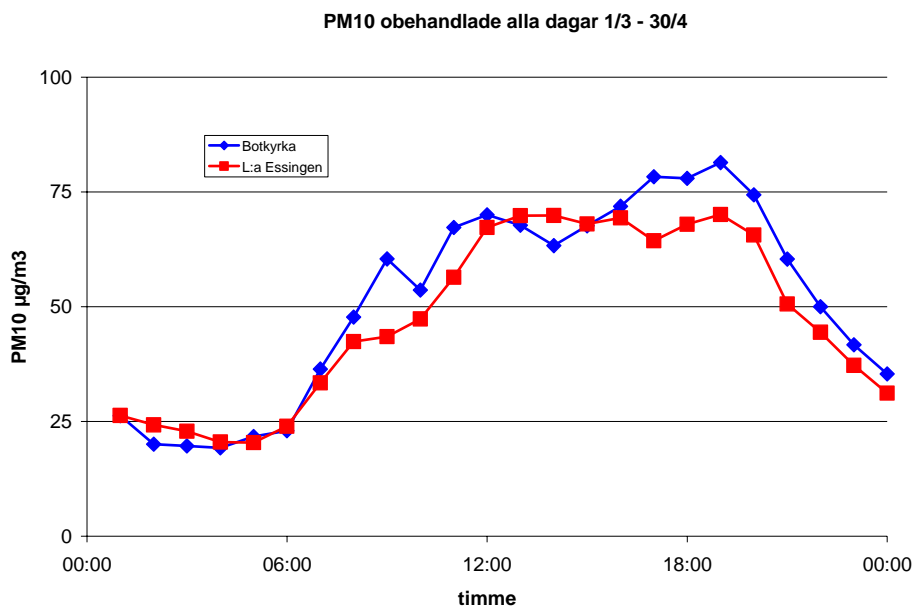


Figur 26. Medelhalten av PM10 per vindriktning för stationerna vid L:a Essingen och Botkyrka. Vindriktningen kommer från masten vid Högdalen.

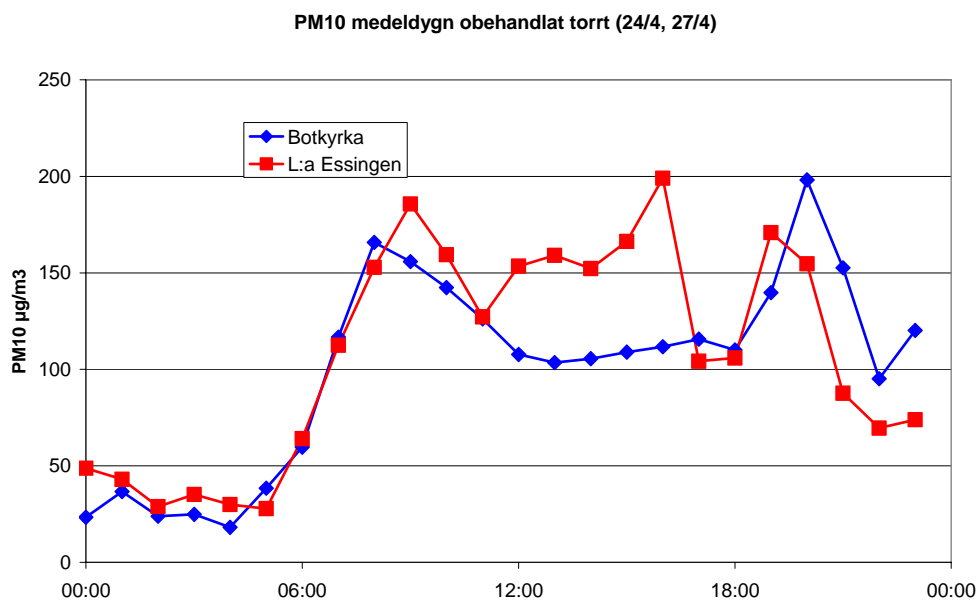
5.1.2 Medeldygnvariationer

För att kunna göra en bra jämförelse har fem utav de behandlade dyggen valts ut 13/3, 21/3, 22/3, 6/4, 11/4, 12/4, 13/4 och 19/4. Under övriga av de behandlade dyggen kunde ingen behandling ses på webkamerabilder, alternativt så var vägbanan under större delar av dagen fuktig p g a nederbörd eller meteorologiska faktorer. De undantagna dyggen anses inte vara representativa för behandlingen. I Figur 27 redovisas de genomsnittshalterna för samtliga obehandlade dygn under mars och april 2006. De båda stationer följer varandra tämligen väl, men lägre halter observeras för stationen vid L:a Essingen under 08-11 samt 17-24. Mitt på dagen är däremot halterna något högre vid L:a Essingen. I Figur 28 visas genomsnittshalterna för de två torra obehandlade dygn som finns från våren 2006, 24/4 och 27/4. Spridningen mellan de båda stationerna blir betydligt större, men under den observerade uppgången vid morgonrusningen följer stationerna varandra mycket väl. I Figur 29 visas sedan genomsnittshalterna under de utvalda behandlade dygn. En tydlig skillnad ses under förmiddags rusning då väsentligt lägre halter observeras längs den behandlade vägsträckan vid L:a Essingen. Precis som på innerstadsgatorna syns effekten tydligt under 06-09 för att sedan snabbt försvinna mot lunchtid. Även under eftermiddagen finns en tydlig skillnad med lägre halter vid L:a Essingen trots att ingen skillnad ses mitt på dagen. En förklaring för de lägre halterna vid

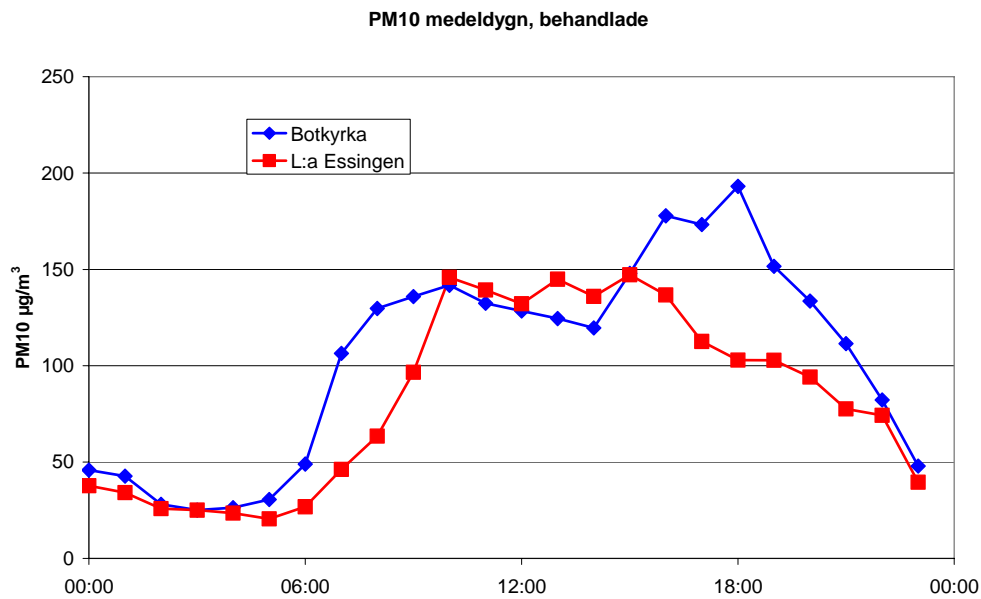
Essingen under eftermiddagen skulle kunna vara att det fortfarande finns CMA på vägbanan under större delen av dagen. Mitt på dagen är däremot fuktigheten i luften låg, vilket gör att de dammbindande egenskaperna hos CMA i stort sett försvinner. När temperaturen sedan sjunker under eftermiddagen ökar återigen fuktigheten i luften och det CMA som eventuellt finns kvar på vägbanan kan återigen bli aktivt.



Figur 27. Medeldygnsvariationer i halterna av PM10 vid Essingeleden för samtliga obehandlade dygn 1/3-30/4.

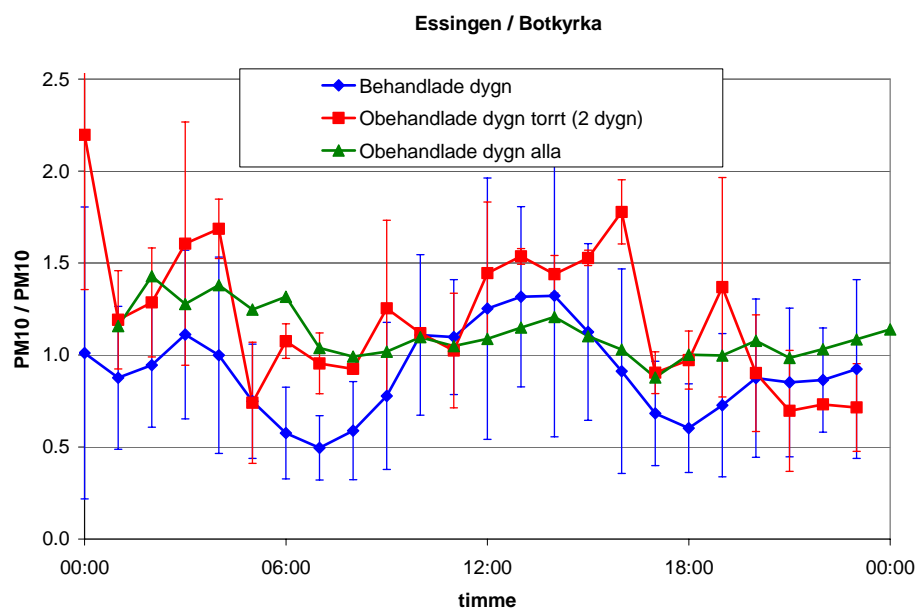


Figur 28. Medeldygnsvariationer i halterna av PM10 vid Essingeleden för obehandlade torra dygn, 24/4 och 27/4.



Figur 29. Medeldygnsvariationer i halterna av PM10 vid Essingeleden för behandlade dygn.

Den relativa skillnaden mellan de båda mätstationerna visas i Figur 30. där framgår att oavsett om man jämför mot alla obehandlade dygn eller bara mot torra obehandlade dygn så ses en statistisk säkerställd minskning av PM10 halterna mellan 06-09 på förmiddagen. Minskningen är 40-50 % 06-08 och ca 25 % vid 09 för att sedan försvinna. Skillnaden mellan stationerna under eftermiddagen och kvällen, 17-19, är 30-40 % och är tydlig och även den i stort sett statistiskt säkerställd och kan alltså bero på CMA utläggningen.

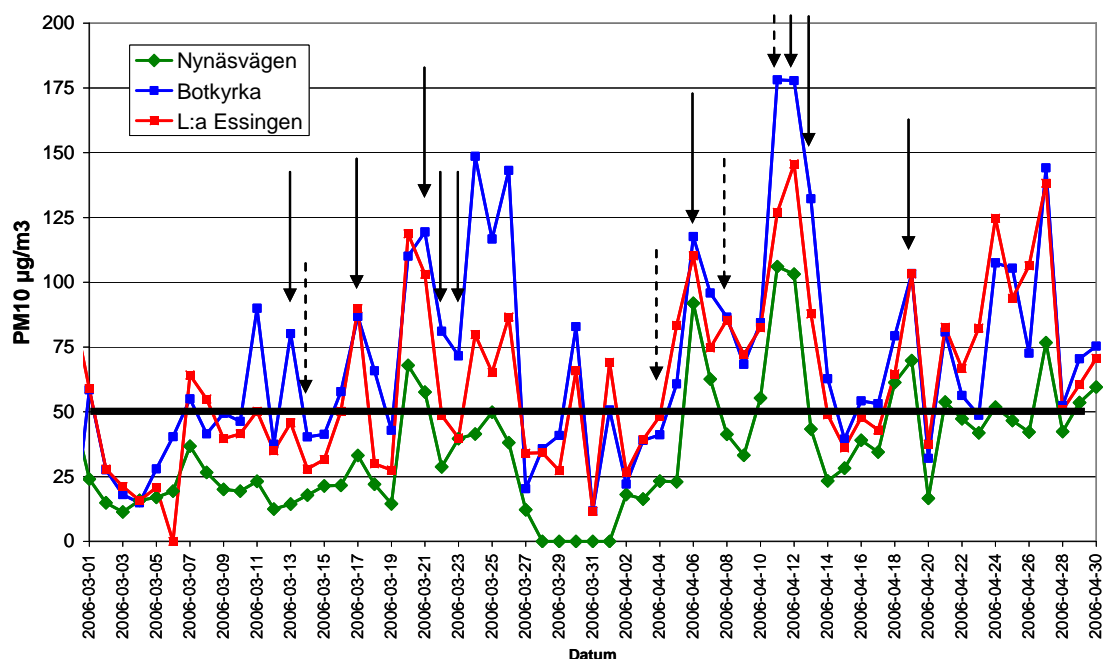


Figur 30. Medeldygnsvariationer av förhållandet mellan mätstationerna på L:a Essingen och referenssträckan vid Botkyrka/Hallunda. De vertikala linjerna motsvarar observerad standardavvikelse.

5.1.3 Påverkan på dygnsmedelkoncentrationerna

I Figur 31 visas dygnsmedelkoncentrationerna under mars och april 2006 vid L:a Essingen, Botkyrka och Nynäsvägen. Den genomsnittliga kvoten mellan L:a Essingen och Botkyrka på dygnsmedel för samtliga obehandlade dygn är 0.97. Motsvarande kvot för de utvalda behandlade dygnen är 0.82. Detta innebär att CMA behandlingen ger upphov till en 15 % sänkning av PM10 halterna på dygnsmedel längs Essingeleden.

Under de dygn där behandling med säkerhet har kunnat fastställas, heldragna pilar i Figur 31, framgår att under 3 (13/3, 22/3 och 23/3) av de 9 dygnen med säkerställd behandling klarades miljö kvalitetsnormen på L:a Essingen samtidigt som den överskreds på referenssträckan vid Botkyrka. I Figur 20 visas antalet överskridande dagar under januari-april under ett antal år. En minskning av antalet överskridande ses för 2006 vid L:a Essingen jämfört med 2005. Endast 3 av de behandlade dygnen orsakade en haltminskning så att normen klarades. Den observerade minskning kan därför inte förklaras med CMA behandlingen längs E4 och Nynäsvägen under 2006. Minskningen är istället orsakad av meteorologiska faktorer under våren, se 4.1.5.



Figur 31. Dygnsmedelkoncentrationer av PM10 längs E4:an och Nynäsvägen. Tillfällen med säkerställd behandling är markerade med heldragna pilar och tillfällen med osäkerhet om spridning med streckade pilar.

5.1.4 Sammanställning av försöken längs E4 och Nynäsvägen

En tydlig minskning av PM10 halterna observerades mellan 06 och 09 under behandlade dygn vid stationen på L:a Essingen i jämförelse med referensstationen vid Botkyrka/Hallunda. Den statistiskt säkerställda haltminskningen var 40-50 % under dessa timmar. Den genomsnittliga minskningen av dygnsmedelvärdena vid L:a Essingen i jämförelse med Botkyrka var ca 15 %.

6 Referenser

Johansson, C., 2006, Betydelsen av bullerreducerande beläggning för partikelhalterna, SLB rapport 3:2006. http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/pm10_buller_red_belaggn_2006_03.pdf

Johansson, C. Norman, M., & Westerlund, K.-G., 2005. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad, SLB rapport 10:2005. http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/dammbinding_10_2005.pdf

Johansson, C. Norman, M., Omstedt, G., & Swietlicki, E., 2004. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10, SLB rapport 4:2004, http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/pm10_4_2004_050117.pdf

[Stockholmsförsöket. Effekter på luftkvalitet och hälsa. SLB rapport 2:2006.](http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/stockholmsforsoket_2_2006.pdf)
http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/stockholmsforsoket_2_2006.pdf

7 Bilaga. Halkbekämpning med CMA i innerstaden

Datum	Klockslag	Område		Mängd g/m ²	Kommentarer från Stockholm Entreprenad
		Norr	Söder		
19/1	12.15 – 15.15	x	-	20	Mycket trafik
20/1	02.00 – 06.00	x	-	40	9 grader kallt, 3 cm snö
21/1	01.00 – 11.00	x	-	40	8 grader kallt, snödrev
22/1	00.00 – 08.00	x	-	40	Snö och isiga gator, 9-11 grader kallt
23/1	01.00 – 04.00	x	-	20	Minus 7 grader
23/1	10.00 – 15.30	x	-	40	-
24/1	22.30 – 02.30	x	-	25	-
25/1	22.30 – 01.30	x	-	30	-
26/1	05.00 – 07.30	x	x	15 alt 40	Djurgården 40 g/m ² , snö modd, övrigt 15 g/m ² . fläckvis ishalka
26/1	09.00 – 02.30	x	x	28	Test
27/1	00.30 – 04.30	x	x	30	-
31/1	00.00 – 01.00	x		25	Djurgården is. Totalt 986 kg.
2/2	01.00 – 02.00	x		25	Totalt 1956 kg
2/2	05.00 – 05.30	x		25	
2/2	22.30 – 02.30	x		25-30	-
2/2	21.00 – 22.30		x	25	-
3/2	13.00 – 20.30	x	x	40	Djurgården 70 g/m ² ?, 2 varv, mycket snö, 5-10 cm
?	02.30 – 04.00	x		40	Avbröt, order från arb.ledn., svår halka, övergick till fet blandn.
6/2	06.30 – 15.30	x	x	40	-
6/2	15.00 – 23.00	x	x	40	Två varv
7/2	03.00 – 06.30	x	x	40	-
8/2	00.30 – 03.30	x	x	30	-
9/2	22.30 – 06.30	x	x	40	-
10/2	01.30 – 06.30	x	x	40 ?	-

Tabell forts. (nytt tabellutseende)

Datum	Klockslag	K	N	Ö	M Gs	K S	Mängd g/m ²	Kommentarer från Stockholm Entreprenad
11/2	05.00 – 10.00	x	x	x	x	x	20-40	-
13/2	22.30 – 04.00	x	x	x	x	x	40	-
14/2	23.30 – 06.00	x	x	x	x	x	40	-
14/2	07.00 – 07.30		x				40	Birger Jarlsgatan. -3°, utlägg. efter öppning
15/2	22.30 – 04.30	x	x	x	x	x	40	-
16/2	00.30 – 06.30	x	x	x	x	x	40	-
17/2	22.30 – 06.30	x	x	x	x	x	35	-
18/2	05.00 – 10.00	x	x	x	x	x	25-40	04.00 – 05.00 fyllning Humlegården
18/2	14.00 – 20.30	x	x	x	x	x	40	-
22/2	09.30 – 15.00	x	x	x	x	x	-	Mycket trafik
24/2	22.30 – 00.30	-	-	x	-	-	40	Djurgården. Två omgångar utlagt.
26/2	18.00 – 21.00	-	x	x	-	-	-	-
27/2	21.00 – 06.30	x	x	x	x	x	40	-3°C till -7°C
28/2	22.30 – 06.30	x	x	x	x	x	30-40	-
1/3	22.30 – 06.00	x	x	x	-	-	-	Nm + Öm 22.30-02.00 Kl 05.00-06.00
2/3	03.00 – 06.30	x	x	x	x	x	20-30	-
2/3	06.30 – 09.00	-	x	x	-	-	40	-
3/3	22.30 – 06.30	x	x	x	x	x	25-30	-6° / -7°
3-4/3	22.00 – 03.30	x	x	x	x	x	40	-
5/3	04.00 – 13.00	x	x	x	x	x	40-80	-
6/3	04.00 – 06.30	-	x	x	-	-	40	Djurgården, endast Grönalundsvägen
7/3	22.30 – 06.30	x	x	x	x	x	40	-
8/3	-	x	-	x	-	-	40	Valhv. end. Odg.-Lidv.+bussf Körsv.-lt.
9/3	02.00 – 03.00	-	-	-	-	-	40	Engelbrektsgatan 2 * 40
13/3	05.30 – 06.30	x	-	-	-	-	40	Fleminggatan
14/3	04.30 – 06.30	-	-	x	-	-	27	-
14/3	09.30 – 15.00	x	x	x	-	-	40	-

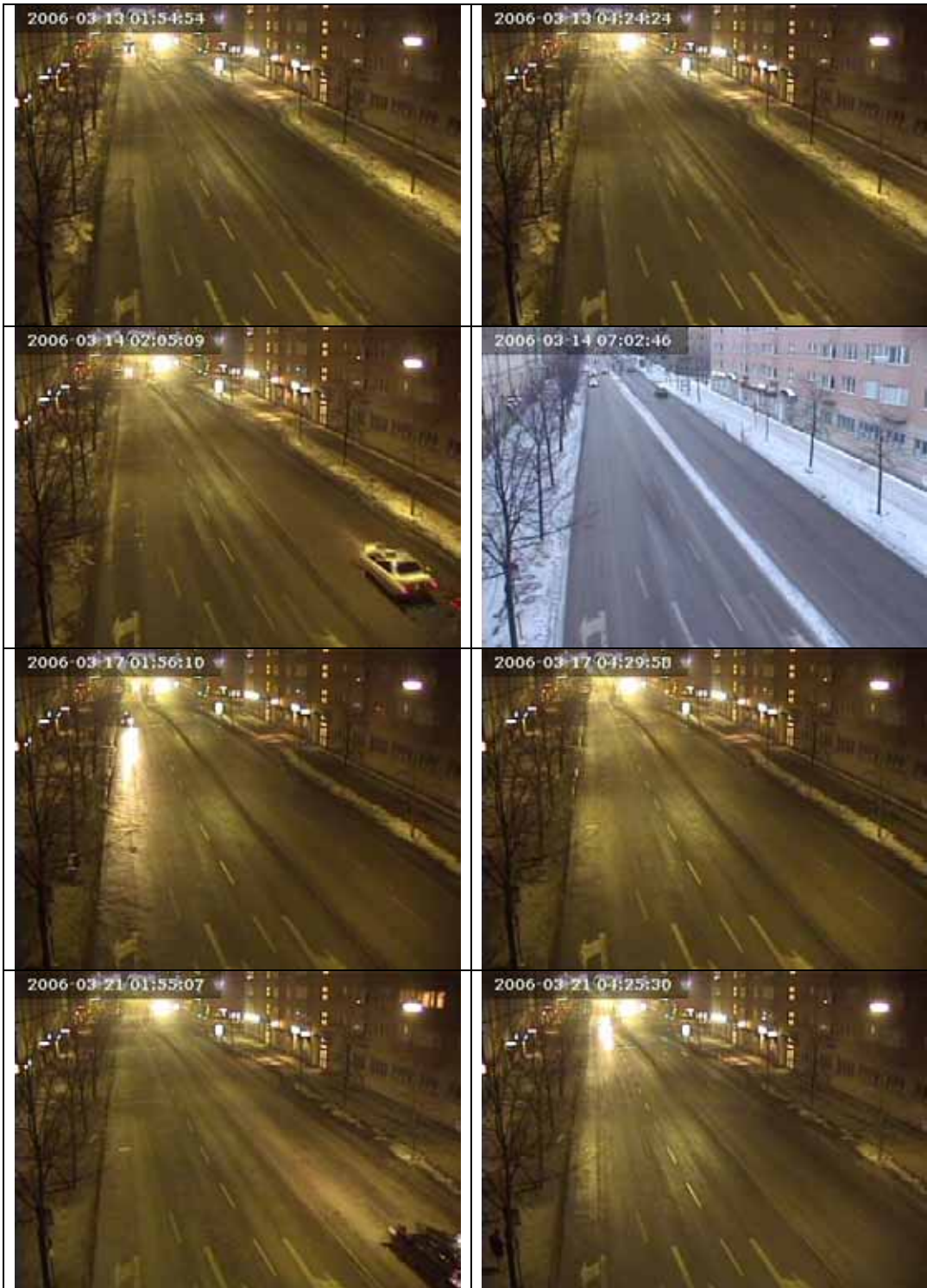
15/3	05.30 – 06.30	-	-	x	-	-	40	Djurgården
16/3	05.30 – 06.30	-	-	x	-	-	40	Djurgården
20/3	24.00 – 01.00	-	-	x	-	-	40	Djurgården
21/3	22.30 – 06.30	x	x	x	x	x	x	Nynäsvägen till Farsta
13/4	23.00 – 04.00	x	x	x	x	x	20	-
19/4	23.30 – 04.30	x	x	x	x	x	20	-

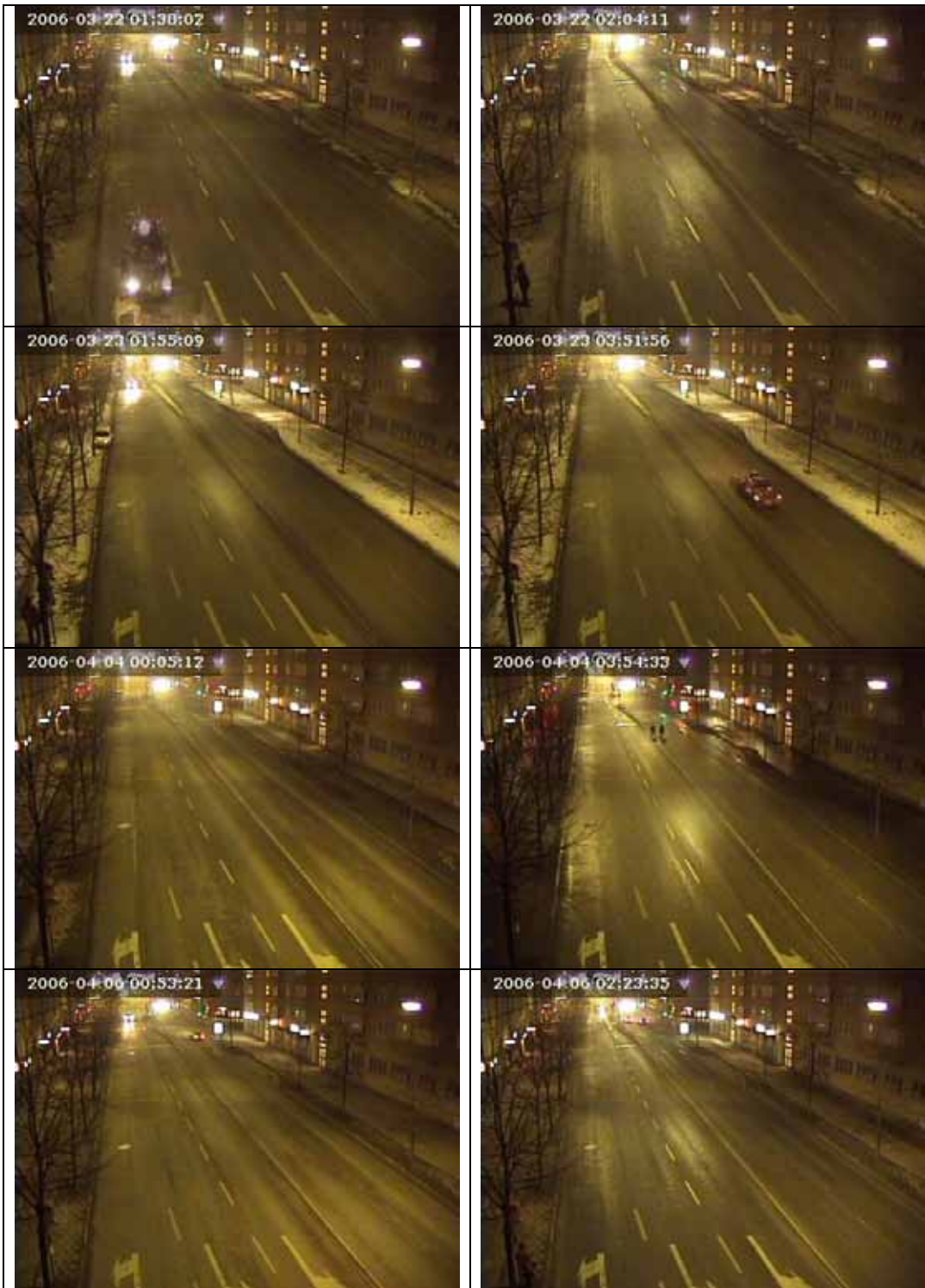
Kh=Kungsholmen, **Nm**=Norrmalm, **Öm**=Östermalm, **M Gs**=Maria gamla stan, **K S**= Katarina Sofia

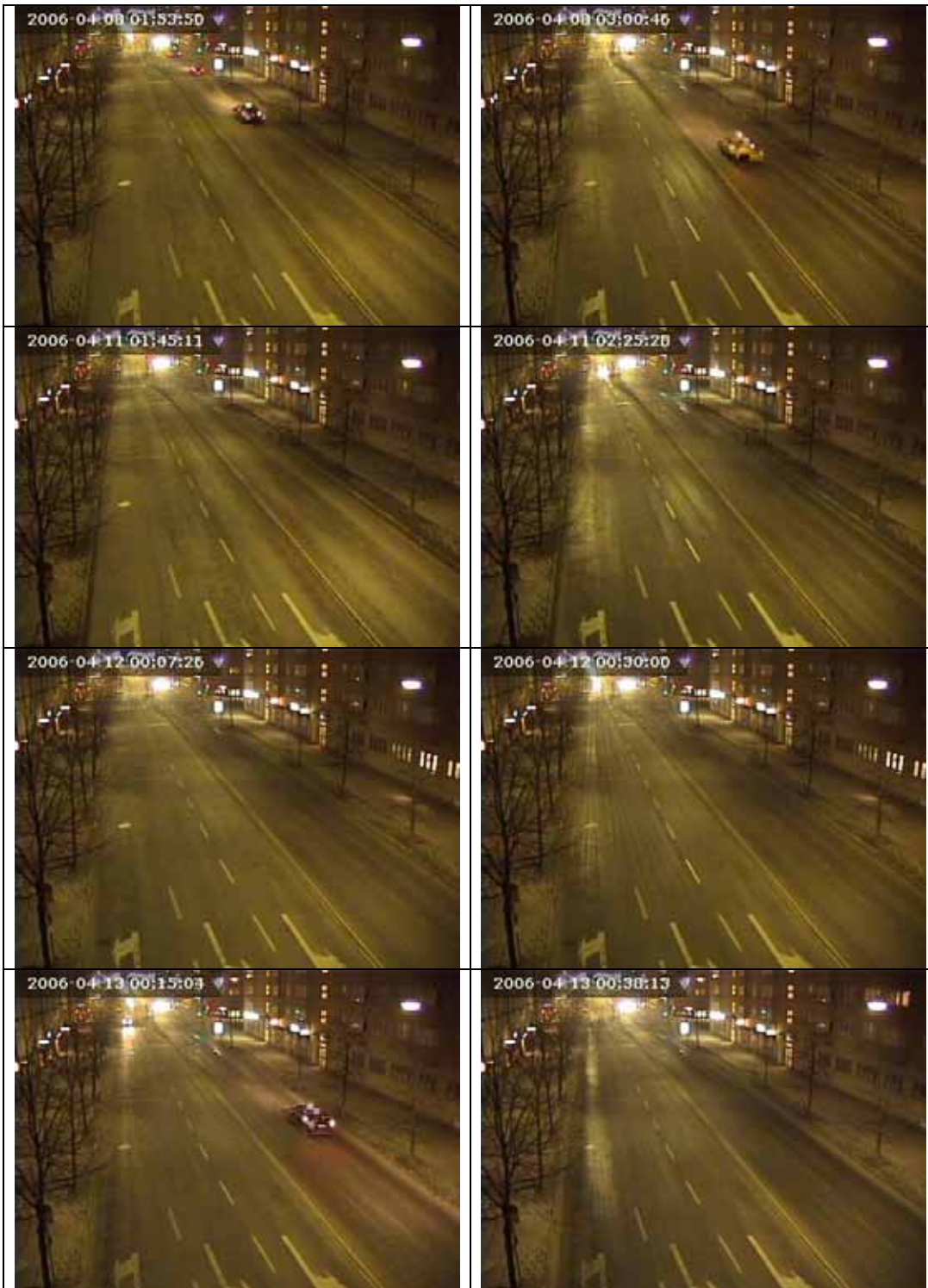
8 Bilaga. Bilder från webkameror

Före

Efter









8.1 Sveavägen

Formaterade: Punkter och numrering









8.2 L:a Essingen

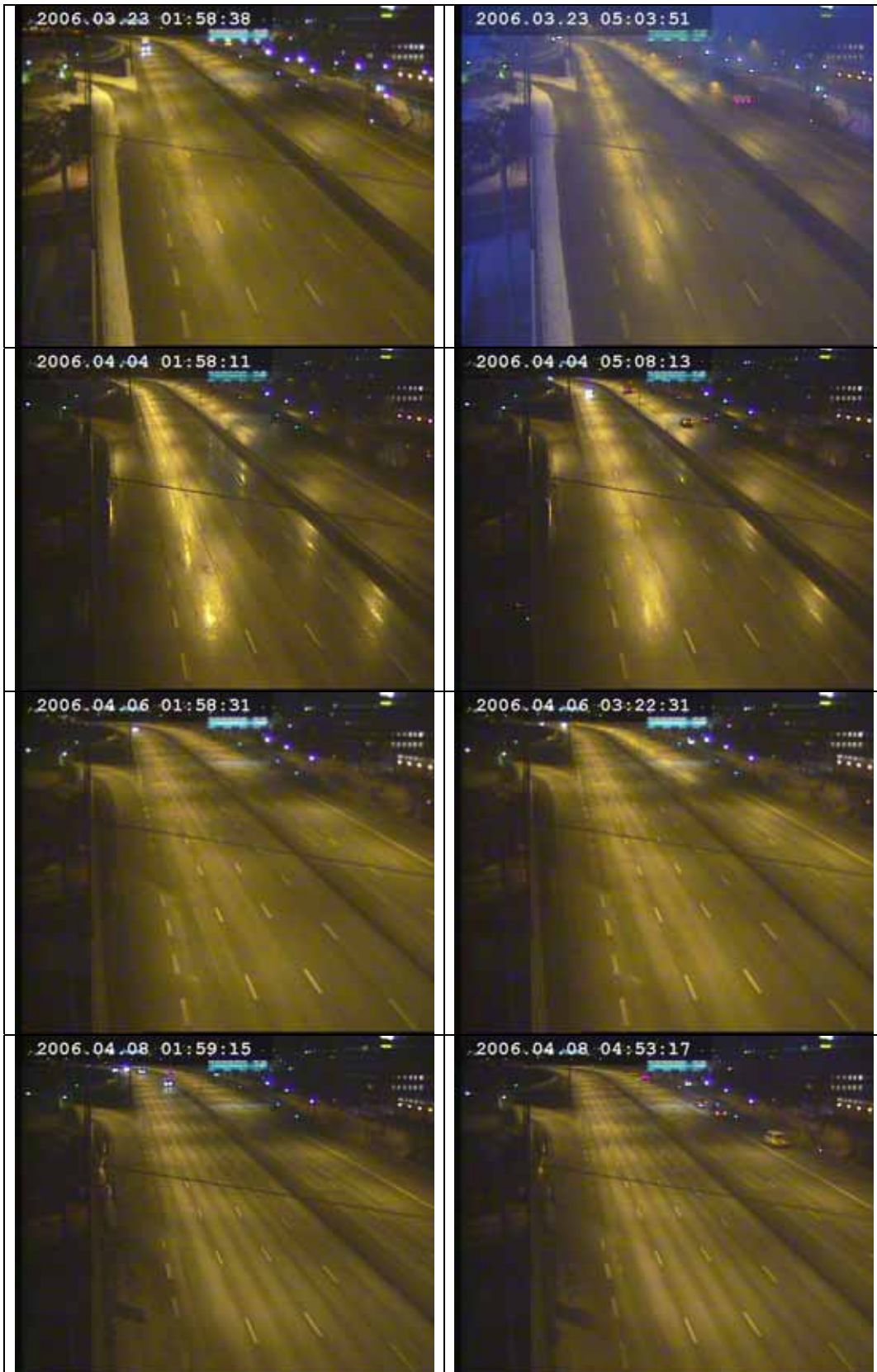
← Formaterade: Punkter och numrering

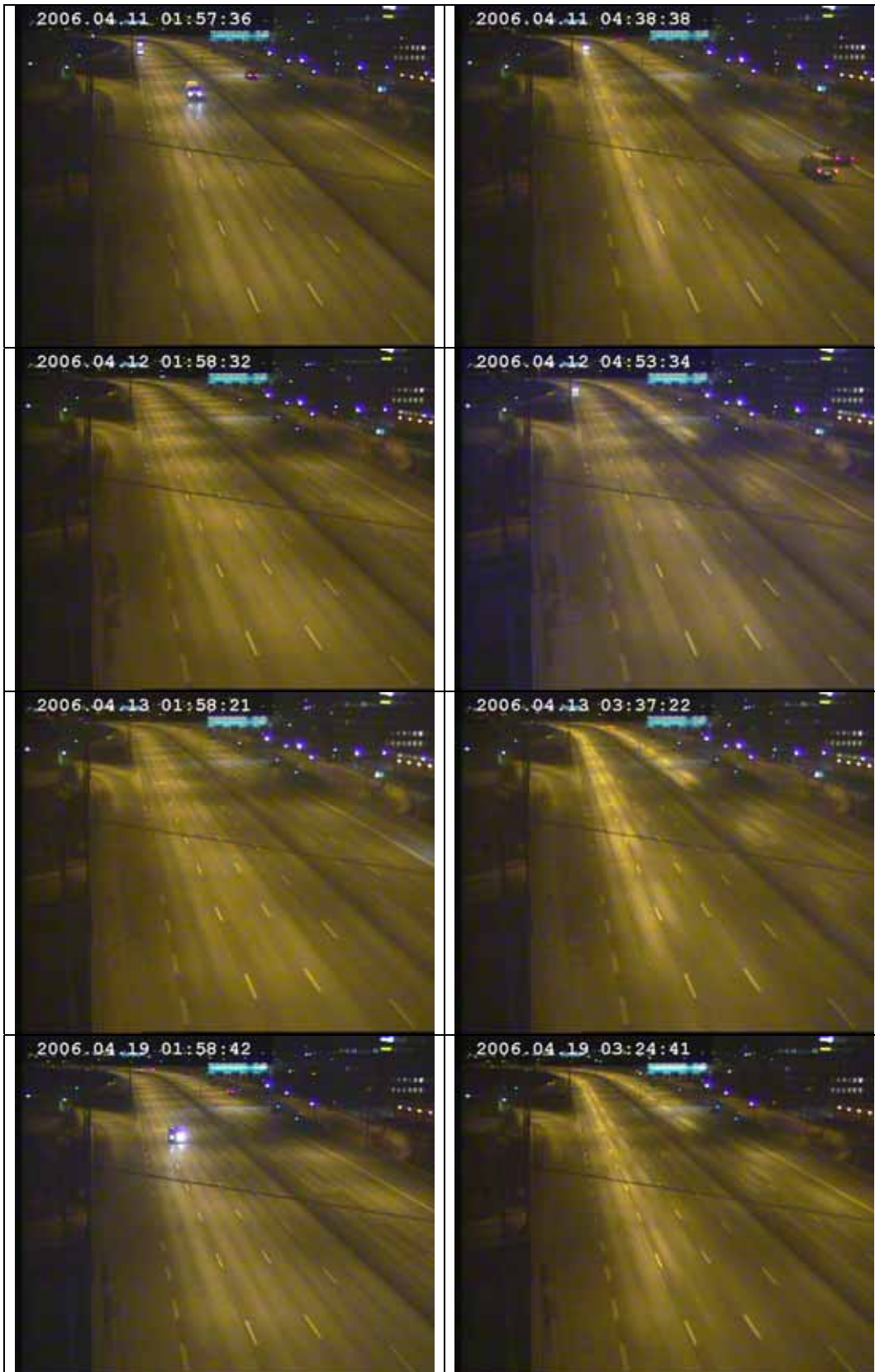
Före

Efter











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
Rosenlundsgatan 60. Box 380 24, 100 64 Stockholm
Tel 08-508 28 800, dir. SLB-analys 08-508 28 880
URL: <http://www.slb.nu>