

Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008

Michael Norman
SLB-Analys, Miljöförvaltningen, Stockholm

**MILJÖFÖRVALTNINGEN i STOCKHOLM,
Oktober 2008**



Trafikkontoret

Trafikkontoret		
----------------	--	--

Förord

Denna rapport är en redovisning av resultaten från försök med dammbindning som genomförts i Stockholms innerstad under perioden mars 2007 tom april 2008. Försöken har finansierats av Trafikkontoret i Stockholm. Miljöförvaltningen i staden har bidragit med finansiering via mätningar och utvärdering av data från de fasta mätstationerna vid Norrlandsgatan, Sveavägen och Hornsgatan. SLB-analys vid Miljöförvaltningen har ansvarat för mätningarna av partiklar, kväveoxider och meteorologi, samt utvärdering av försöken.

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), Gatu- och fastighetskontoret Stockholm (Göran Westberg, Rolf Gustafsson), samt Stockholms Miljöförvaltning (Christer Johansson, Michael Norman).

Flera personer på SLB analys har deltagit i planeringen av arbetet, mätningarna och datakvalitetssäkringen (Christer Johansson, Billy Sjövall, Magnus Brydolf, Peter Strömberg och Börje Norberg).

Stockholm

Michael Norman (projektledare)



Miljöförvaltningen i Stockholm

Box 8136

104 20 Stockholm

www.slb.nu/lvf/

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	4
2	SYFTEN MED FÖRSÖKEN	4
3	METODER, GENOMFÖRANDE OCH UTVÄRDERING.....	5
3.1	PARTIKELMÄTNINGAR	5
3.2	ANVÄNDNING AV DUBBDÄCK.....	6
3.3	UTFÖRANDE	6
3.3.1	<i>Sveavägen</i>	6
3.3.2	<i>Hornsgatan</i>	7
3.4	UTVÄRDERING	7
3.4.1	<i>Kvot PM10/PM10</i>	7
3.4.2	<i>PM10/NOx</i>	7
3.4.3	<i>Obehandlade torra</i>	7
3.4.4	<i>Dag 2</i>	7
4	RESULTAT	8
4.1	VÅRPERIODEN 2007, SVEAVÄGEN.....	8
4.2	HÖSTPERIODEN 2007, SVEAVÄGEN	9
4.3	VÅRPERIODEN 2008, SVEAVÄGEN.....	10
4.3.1	<i>Jämförelse mot meteorologi</i>	11
4.4	HORNSGATAN VÅREN 2008.....	12
4.5	TIMDATA, LÄNGD PÅ EFFEKT	13
4.6	JÄMFÖRELSE MOT MILJÖKVALITETSNORM, MKN	14
5	REFERENSER.....	15
6	APPENDIX A. BEHANDLADE TILLFÄLLEN	16
7	APPENDIX B. DATA FRÅN SAMTLIGA BEHANDLADE TILLFÄLLEN	18

1 Sammanfattning

Rapporten innehåller analys av försöken med dammbindning med CMA (calcium magnesium acetat) på gatorna i Stockholms innerstad under våren 2007 till våren 2008. Sammanlagt har 29 behandlingar gjorts på Sveavägen uppdelat på 6 under våren 2007, 6 under hösten 2007 samt 17 under våren 2008. Under våren 2008 behandlades även Hornsgatan under 18 tillfällen. Försöken längs Sveavägen visade att PM10-halterna i genomsnitt är lägre längs en sträcka som är behandlad med CMA jämfört med en sträcka som är obehandlad. Det är mycket troligt att CMA behandlingen till största del är orsaken till de sänkta halterna. I genomsnitt minskade dygnmedelvärdet av PM10-halterna med mellan 20–25 % under försöken både under hösten 2007 och våren 2008 våren. Samtidigt observerades en sänkning av PM10/NO_x förhållandet (beskriver hur emissionerna av vägdamn förhåller sig till avgasutsläppen) med 15–20 % som medelvärde för ett dygn. Under försöken under våren 2007 kunde däremot ingen sänkning av PM10-halterna eller PM10/NO_x kvoten observeras.

De omfattande försöken under våren 2008 gav möjlighet för mer detaljerade studier. Dessa visade att effekten av behandlingen var betydligt större under februari tom 15 mars med upptill 35 % sänkning, jämfört med nästan ingen sänkning ca 5 % under 15 mars tom april. Dessutom var PM10-halterna i genomsnitt under dagen efter CMA behandlingen (dag 2) ca 10 % lägre längs den behandlade sträckan jämfört med den obehandlade sträckan. Studier av mätdata med högre tidsupplösning visar att under den tidiga vårperioden var PM10-halterna sänkta under nästan 12 timmar efter behandling. Som mest var minskningen 40–50 % under de inledande 3 timmarna efter behandling. Under den senare vårperioden var effekten signifikant endast under ca 3 timmar och som mest med 25 % minskning. Skillnaderna i resultat under olika datum kan delvis förklaras av att ett samband mellan den PM10 dämpande effekten och solinstrålning observerades. Starkare solinstrålning och därmed snabbare upptorkning, medförde en mindre dämpande effekt.

Någon effekt för dagen efter CMA utläggningen kunde inte ses under den senare perioden.

Vid jämförelse med värdet för miljö kvalitetsnormen (50 µg/m³ PM10) var PM10-halterna under 50 µg/m³ för 5 dygn (av totalt 17 dygn) längs den behandlade sträckan samtidigt som värdet överskreds längs den obehandlade sträckan. På Hornsgatan visade resultaten att dammbindning med CMA inte är speciellt effektivt för att minska antalet dygn som PM10-halterna överskrider gränsvärdet.

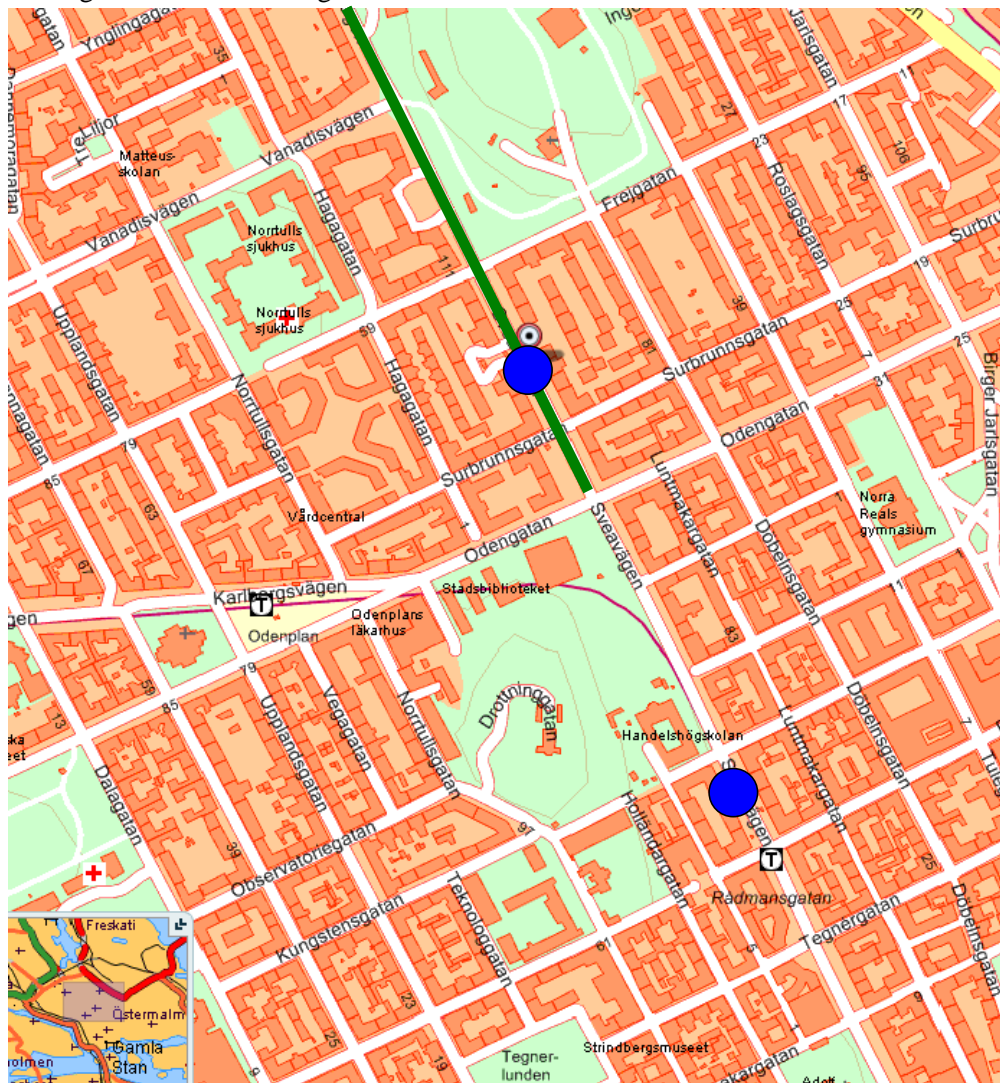
2 Syften med försöken

Syftet var testa CMA spridning på gator i innerstaden för att minska PM10-halterna. Försök har gjorts i innerstaden i Stockholm under flera perioder tidigare (Johansson m.fl., 2004, 2005 & 2006) och även på det statliga vägnätet (Johansson m.fl., 2004, 2005 & 2006, samt Norman m.fl. 2007). De tidigare studierna har entydigt visat att dammbindning med både CMA (calcium magnesium acetat) och MgCl₂ (magnesium klorid) har en dämpande effekt på PM10-halterna längs med vägar och gator under perioder med stora emissioner av vägdamn. Under försöken 2007 och 2008 hade uppdraget även utökats till att försöka kvantifiera effekten av dammbindning med CMA även i förhållande till meteorologiska faktorer samt hur långt effekten sträcker sig i tiden.

3 Metoder, genomförande och utvärdering

3.1 Partikelmätningar

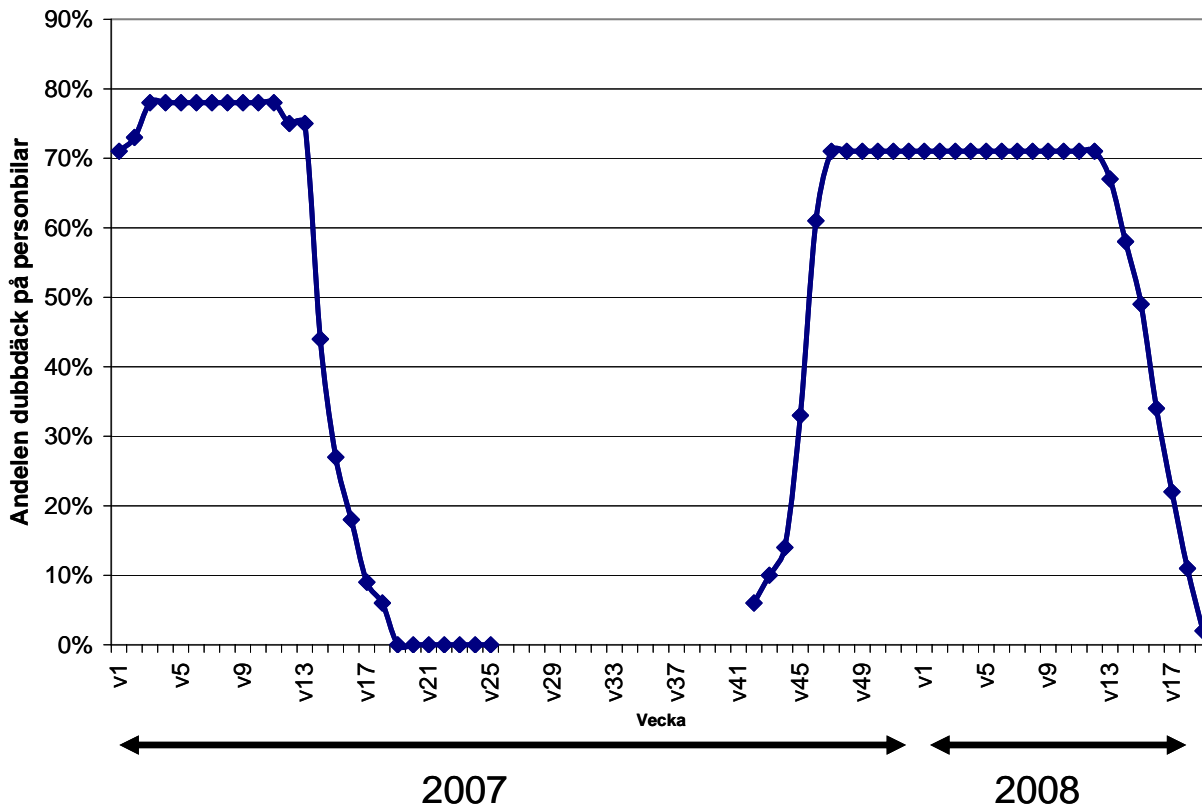
I innerstaden mäts partikelhalterna kontinuerligt inom ramen för luftmiljöövervakningen i gaturummen vid Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan. För beskrivning av dessa stationer hänvisas till www.slb.nu/lvf/ samt till SLB-Analys årsrapporter om luften i Stockholm (finns på nämnda hemsida). För utvärdering av dammbindning inrättades en ny mätstation vid Sveavägen 83, se Figur 1. Placeringen är väl vald för att få en direkt jämförelse med den fasta mätstationen på Sveavägen 59. Mätstationen vid Sveavägen 83 är placerad på västra sidan av Sveavägen (samma sida som den fasta stationen på Sveavägen 59). I stort sett samma mängd trafik passerar båda mätstationerna och de påverkas mycket lika av meteorologin på platsen. Vid stationen Sveavägen 83 mättes PM10 och NOx precis som på Sveavägen 59. Vid Sveavägen 83 mättes även vägbanan fuktighet, vilket inte skedde vid Sveavägen 59, men däremot vid stationerna på Hornsgatan och Norrlandsgatan.



Figur 1. Mätstationerna längs Sveavägen under försöken 2007. Den fasta mätstationen inom luftmiljöövervakningen är längst söderut (nederst i figuren) och den nya vid Sveavägen 83 längst norrut (överst i figuren). Den del av Sveavägen som behandlades med dammbindning är markerad med grönt.

3.2 Användning av dubbdäck

Flera studier har slagit fast att användning av dubbade vinterdäck är den största orsaken till de höga partikelhalterna som observeras i Stockholm under hösten, senvintern samt våren. I Figur 2 redovisas hur dubbdäcksandelens på personbilar varierat under våren 2007 till våren 2008. I slutet av oktober börjar andelen öka för att nå maxnivån på ca 70–75 % omkring vecka 48 (början av december). Under våren sjunker dubbandelen till nästan 0 % under 4-7 veckor. Andelen bilar med dubbdäck började minska tidigare under våren 2008 jämfört med 2007, förmodligen pga den milda och snöfattiga våren i Stockholm under 2008.



Figur 2. Dubbandelar i Stockholmsregionen under våren 2007 till våren 2008. Värdena baseras huvudsakligen på manuella räkningar, utom vissa veckor då andelen interpolerats mellan observationerna. Räkningar har genomförts under olika veckor vid Ekerövägen eller Sveavägen.

3.3 Utförande

3.3.1 Sveavägen

Dammbindningen utfördes på Sveavägen norr om Odengatan samtidigt som Sveavägen söder om Odengatan lämnades obehandlad, se Figur 1. Dammbindningen gjordes med CMA (calcium magnesium acetat) som 25 % vattenlösning. Mängden lösning har varierat mellan 10 g/m² och 20 g/m². Mängden som lades ut under våren 2007 visade sig i efterhand vara högre än den beställda som presenteras i appendix A. Den verkliga mängden som lades på vägbanan är inte känd. CMA behandlingen gjordes av Stockholm entreprenad efter beslut om behandling från personal på SLB-analys. Beslut om behandling baserades på specialbeställda meteorologiska prognoser från SMHI. Behandlingen gjordes under tre från varandra skilda perioder. Dels gjordes behandling under mars-april 2007 (vårperioden 2007), dels under november-december 2007 (höstperioden 2007), samt under februari-april 2008 (vårperioden 2008). Samtliga tillfällen som har behandlats visas i appendix A.

3.3.2 Hornsgatan

Under våren 2008 behandlades även Hornsgatan. Behandlingen utfördes på samma sätt och med samma utrustning och nästan samma dagar som på Sveavägen. Tillfällena med behandling på Hornsgatan visas i Appendix A. Till skillnad från försöken på Sveavägen finns ingen referenssträcka på Hornsgatan som är obehandlad, utan de fasta stationerna i Stockholm (Sveavägen 59 och Norrlandsgatan) har använts som referens.

3.4 Utvärdering

För utvärderingen har i första hand dygnmedelvärden används. Framst för att befintliga miljö kvalitetsnormer finns för dygnvärden. För utvärdering av resultaten från Sveavägen har direkt jämförelse mellan uppmätta värden på Sveavägen 83 och Sveavägen 59 använts.

3.4.1 Kvot PM10/PM10

Kvoten för PM10 värdena vid Sveavägen 83 delat med värdena vid Sveavägen 59 ger en bra uppfattning om hur PM10-halterna på den behandlade sträckan förhåller sig till den obehandlade. Under försöken har det visat sig att förhållandet mellan de båda stationerna inte är konstant utan varierar även för de obehandlade dygnen. Detta främst pga. meteorologiska faktorer såsom vindriktning och hur snabbt vägbanan torkar upp. Variationen för PM10-kvoten mellan Sveavägen 83 och 59 under våren 2007 visas i Tabell 8, variationen under höstperioden 2007 i Tabell 9 och variation under vårperioden 2008 i Tabell 10. Variation för Hornsgatan jämfört med Sveavägen 59 och Norrlandsgatan under vårperioden 2008 visas i Tabell 11.

3.4.2 PM10/NO_x

Kvoten mellan PM10-halterna på de två stationerna på Sveavägen beskriver hur halterna har varierat i förhållande till varandra. Om motsvarande istället gör för PM10/NO_x kvoten så beskriver det hur emissionen av vägdam (PM10) från vägbanan förhåller sig mot emissionerna av avgaser (NO_x). PM10/NO_x kvoterna presenteras även i Tabell 8 till Tabell 11.

3.4.3 Obehandlade torra

Det är mer relevant att jämföra resultaten från de behandlade dygnen med dygn då vägbanan är torr samt obehandlad vilket medför förhöjda PM10 halter. Dessa dagar är mest lika de dagar då behandling har gjorts. Kvoten för PM10 och PM10/NO_x under de behandlade dagarna jämförs med de torra obehandlade dagarna. Förhållandet under obehandlade dagar visas i Tabell 8 till Tabell 11. Dagen efter behandling har inte räknats in i dessa dagar.

De dagar som har använts som obehandlade torra:

Vårperioden 2007: 5/3, 13/3, 16/3, 2/4, 4/4, 5/4, 11/4 och 24/4.

Höstperioden 2007: 15/11, 27/11, 11/12 och 17/12.

Vårperioden 2008: 28/1, 5/2, 11/2, 14/2, 15/2, 16/2, 11/3, 14/3, 15/3, 16/3, 1/4, 2/4, 3/4, 4/4, 7/4 och 28/4.

3.4.4 Dag 2

I ett försök att kvantifiera om CMA behandlingen även kan ge effekt mer än en dag så har dagen efter behandlingen även studerats på motsvarande sätt som dagen med behandling. I de fall vägbanan inte varit torr under dag 2 (pga. nederbörd eller motsvarande) så har dessa dagar exkluderats från utvärderingen.

4 Resultat

4.1 Vårperioden 2007, Sveavägen

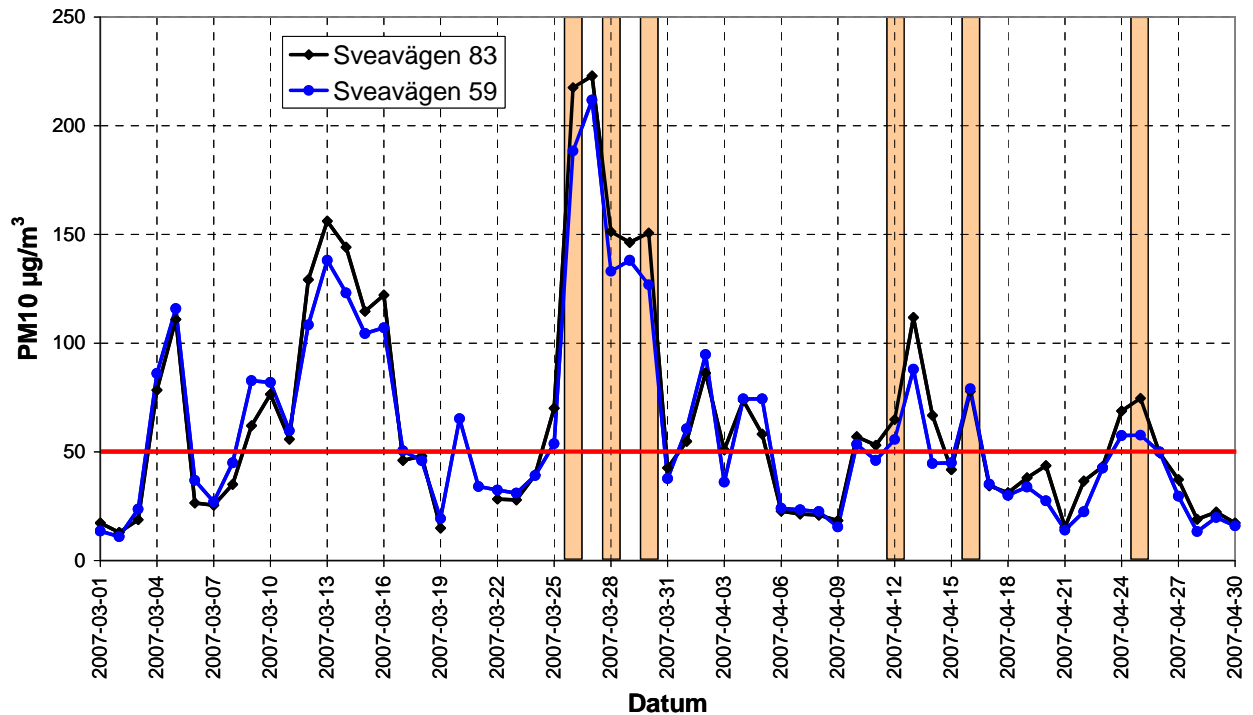
Tidsserie för PM10-halterna vid Sveavägen 83 och Sveavägen 59 under vårperioden 2007 presenteras i Figur 3. Generellt under våren 2007 var halterna vid Sveavägen 83 något högre än halterna vid Sveavägen 59 under dagar med förhöjda PM10-halter. Förhållandet mellan de båda stationerna under de behandlade dagarna var i medel 1.15 (Tabell 8). Detta kan jämföras med förhållandet under samtliga obehandlade på 1.06 och de torra obehandlade på 1.03 under motsvarande period. Detta visar på att halterna längs den behandlade sträckan i genomsnitt var högre än under de obehandlade dygnet i jämförelse med obehandlade sträckan, vilket antyder att CMA behandlingen inte hade någon dämpande effekt på PM10-halterna.

Motsvarande jämförelse för PM10/NO_x kvoten visar på att de behandlade dagarna hade ett förhållande på 0.96 (Tabell 8) mellan Sveavägen 83 och Sveavägen 59. De behandlade torra hade i genomsnitt under samma period en kvot på 1.04. Detta visar på att under de behandlade dagarna var emissionen av PM10 ca 8 % lägre än under de obehandlade torra dagarna. Denna skillnad är inte statistisk signifikant med 95 % konfidensintervall (värdet med osäkerhetsmarginalen för de behandlade dygnet är inte skild från värdet för de obehandlade torra dygnet).

Under de tre avslutande dagarna våren 2007 gjordes CMA utläggningen under förmiddagen (Tabell 4) för att studera om effekten av dammbindningen kunde skilja sig åt jämfört med normal utläggning under morgon timmarna. Resultaten uppdelat mellan de olika perioderna finns i Tabell 8. Tabellerna visar att kvoterna inte skiljer sig. Däremot är kvoten för PM10/NO_x 0.89 under de inledande dagarna med utläggning under tidigare morgon timmarna, vilket är tydligt lägre än under de senare dagarna med utläggning under förmiddagen. Resultaten pekar på att PM10-emmissionerna var 14 % lägre under dessa tre dagar jämfört med de torra obehandlade dygnet under motsvarande period. Resultatet är däremot inte statistisk signifikant.

För dagen efter CMA utläggningen finns logiskt nog inte heller någon synlig minskning av PM10-halterna. PM10/NO_x kvoten visade på en inte säkerställd minskning på 11 %.

Försöken under våren 2007 visar på en viss minskning av PM10-emmissionerna med upp till 14 % under dagar med CMA behandling, men att resultatet inte var statistiskt signifikant. De dagar med utläggning under förmiddagen visade inte på sänkta PM10-halter. Problem med mycket trafik under förmiddagarna gjorde att hastigheten för bilen som sköter utläggningen blev ojämn och låg, vilket ledde till att utläggningen blev ojämn och delvis otillräcklig. Det var troligen en starkt bidragande orsak till att ingen effekt på PM10-halterna observerades.



Figur 3. PM10 data från stationerna på Sveavägen under vårperioden 2007. Färgade dagar visar dagar med CMA behandling.

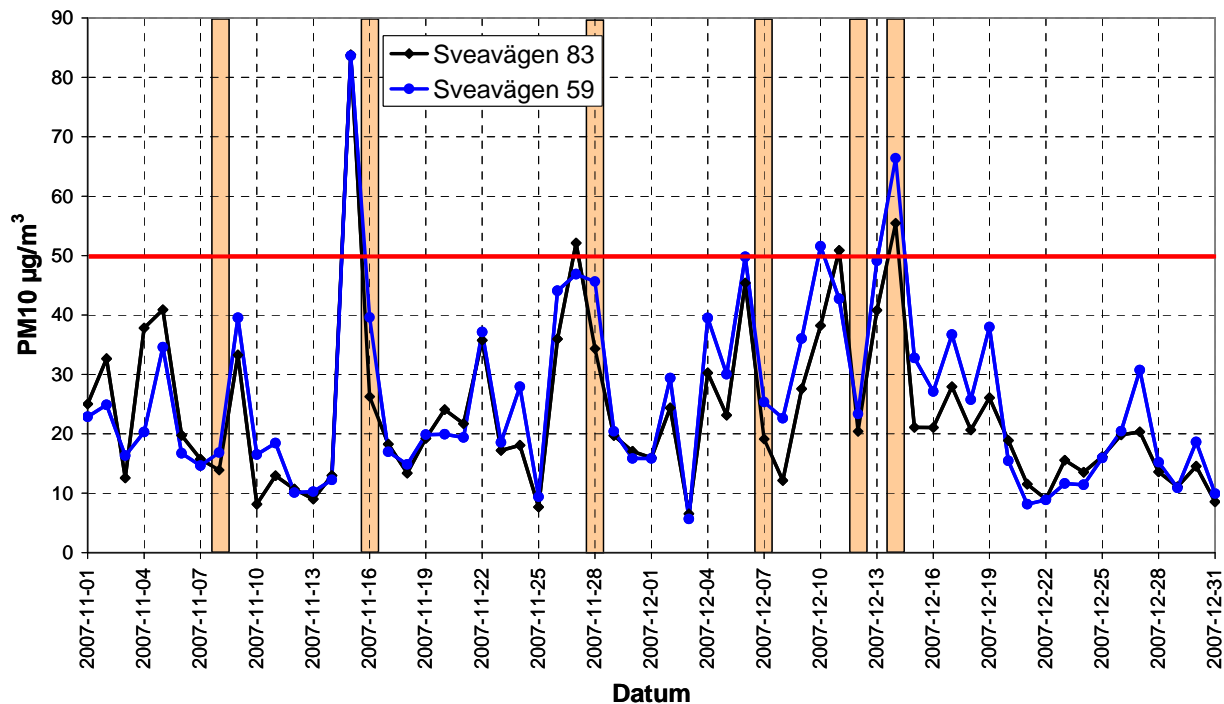
4.2 Höstperioden 2007, Sveavägen

Tidsserie för PM10-halterna vid Sveavägen 83 och Sveavägen 59 under höstperioden 2007 presenteras i Figur 4. PM10-halterna under november och december var generellt lägre än under vårperioderna. Endast under ett fåtal dygn översteg PM10-halterna $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den främsta orsaken är att vädret är fuktigare under denna tid på året samtidigt som solinstrålningen är svag vilket gör att vägbanorna endast undantagsvis torkar upp.

Under de sex behandlade dygnen var förhållandet mellan PM10-halterna på Sveavägen 83 och Sveavägen 59 i medel 0.78 (Tabell 9) vilket kan jämföras med torra obehandlade dygnen under motsvarande period på 1.02 och för samtliga obehandlade på 0.96. PM10-halterna var alltså i genomsnitt 24 % lägre på Sveavägen 83 jämfört med under de obehandlade torra dagarna och resultatet är statistiskt signifikant. PM10/NO_x förhållandet mellan stationerna under de behandlade dygnen var 0.82 att jämföra med 1.04 under de obehandlade torra dygnen. Det motsvarar en sänkning på 21 % jämfört med de torra obehandlade dygnen och även denna minskning var statistiskt signifikant.

Ingen utvärdering av halterna dagen efter CMA behandlingen kan göras då ingen av dessa dagar var torra.

Resultaten visar på en betydligt större effekt under höstperioden 2007 än under vårperioden samma år. Orsaken kan vara att spridningsutrustningen blivit kalibrerad under sommaren, men även att upptorkningen är mindre under hösten vilket ger en möjlig längre och större effekt av CMA.



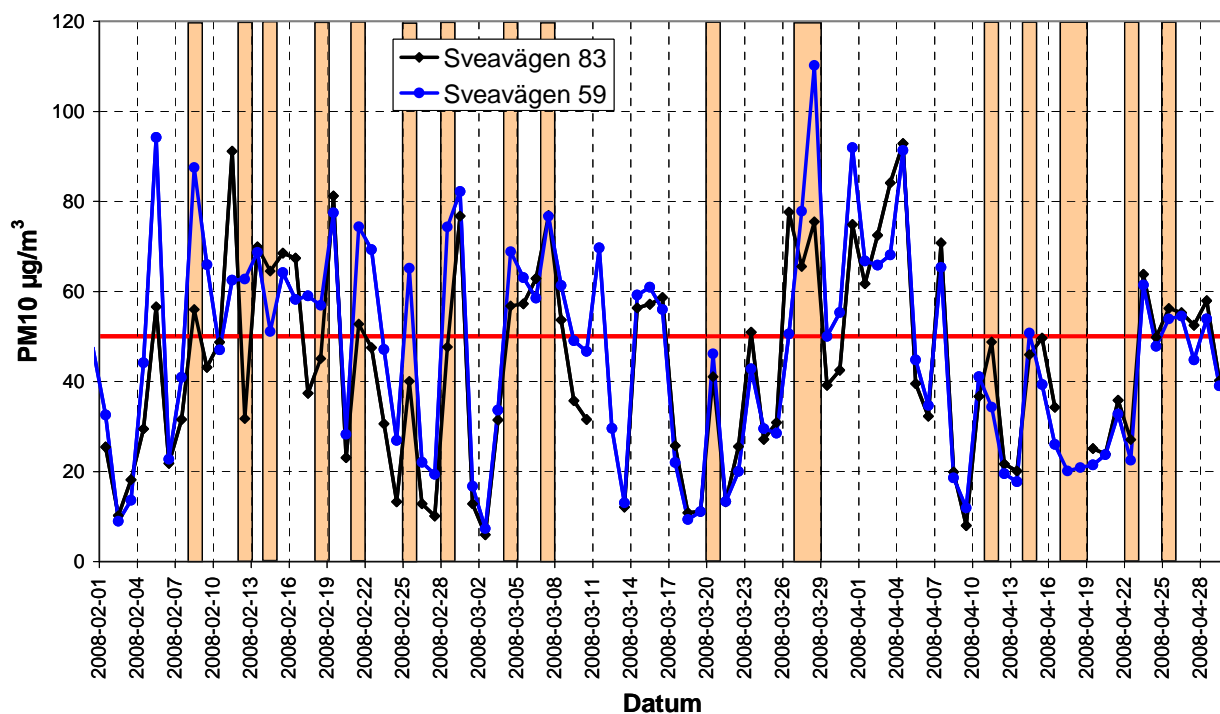
Figur 4. PM10 data från stationerna på Sveavägen under höstperioden 2007. Färgade dagar visar dagar med CMA behandling.

4.3 Vårperioden 2008, Sveavägen

Tidsserie för PM10 halterna under vårperioden 2008 visas i Figur 5. Totalt gjordes 17 CMA utläggningen under våren 2008 vilket ger ett större och bättre statistiskt underlag än under de övriga perioderna. Resultaten visas i Tabell 10. I genomsnitt var förhållandet för PM10-halterna mellan den behandlade sträckan och den obehandlade 0.85 att jämföra med 1.07 för de obehandlade torra under motsvarande period. Skillnad visar på en sänkning av PM10-halterna med 21 % vilket är en signifikant sänkning. En uppdelning av de behandlade dyggen i före och efter 15 mars visar på att PM10-förhållandet mellan den behandlade sträckan och den obehandlade sträckan var 36 % lägre under perioden februari -15 mars i jämförelse med obehandlade torra dygn (även dessa uppdelade före och efter 15 mars). Motsvarande för perioden 15 mars tom april är en sänkning med 4 % (inte signifikant). Det är alltså en stor skillnad mellan de olika perioderna under våren.

Motsvarande för PM10/NO_x visar på 15 % lägre värden under behandlade dyggen i genomsnitt. Uppdelat på de olika tidsperioderna ger en minskning med 22 % för dagar före den 15 mars och 12 % efter den 15 mars.

Utvärdering av resultaten från dagen efter CMA utläggning visar på en sänkning av PM10-förhållandet mellan Sveavägen 83 och Sveavägen 59 med i genomsnitt med 11 % medan ingen större skillnad för PM10/NO_x observerades. För dag 2 före 15 mars var skillnaden i PM10 22 % och för PM10/NO_x 12 % (inte signifikant). För dyggen efter 15 mars kunde ingen skillnad för dag 2 ses för PM10 eller PM10/NO_x förhållandet.



Figur 5. PM10 data från stationerna på Sveavägen under vårperioden 2008. Färgade dagar visar dagar med CMA behandling.

Tabell 1. Sammanfattning av observerad minskning i samband med CMA behandling på Sveavägen. Med 0 menas att ingen skillnad har observerats. * =Ej statistisk säkerställt med 95 % konfidensintervall

		PM10	PM10/NOx
Vårperiod 2007	Medel	0	- 8* %
	Mars	0	- 14* %
	April	0	0
	Dag 2	0	0
Höstperiod 2007	Medel	- 24 %	- 21 %
Vårperiod 2008	Medel	- 21 %	-15 %
	Feb-15 mars	- 36 %	-22 %
	15 mars – apr	-4* %	-4* %
	Dag 2, medel	-11 %	- 4* %
	Dag 2, Feb - 15 mars	- 22 %	- 12* %
	Dag 2, 15 mars – apr	0	0

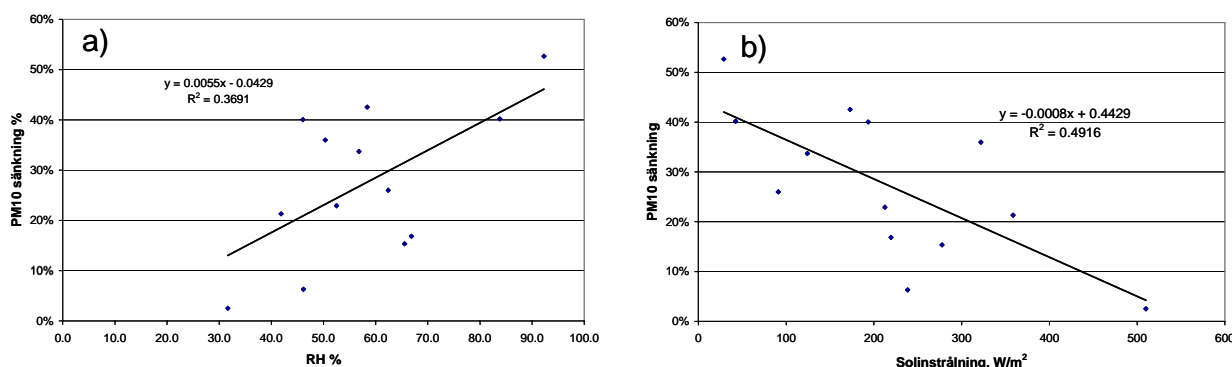
4.3.1 Jämförelse mot meteorologi

De omfattande försöken under våren 2008 gav möjligheten att jämföra resultaten mot meteorologin.

Medelvärden för vindhastighet, relativ fuktighet och solinstrålningen under 07:00 – 19:00 för de behandlade dagarna jämfördes med den observerade sänkningen av PM10-halterna på den behandlade sträckan jämfört med den obehandlade.

Det visade sig att ett samband mellan solinstrålningen och sänkningen av PM10-halterna observerades, Figur 6b. Kraftigare solinstrålning medförde en mindre sänkning av PM10-halterna. Sambandet uppvisade ett r^2 värde på 0.49. Detta kan förklara skillnaden i effekt på PM10-halterna under de olika perioderna under våren (se 4.3). Ett visst samband kunde även observeras för relativa fuktigheten jämfört med PM10-sänkningen, Figur 6a. Sambandet var svagt ($r^2=0.37$), men visade att effekten av behandlingen blev större om relativa fuktigheten var högre. Inget samband kunde observeras för vindhastigheten.

Något förvånande kunde inga samband observeras för sänkningen av PM10/NOx kvoten jämfört med meteorologin.



Figur 6. Den observerade genomsnittliga sänkningen av dygnsmedel av PM10-halterna längs den behandlade sträckan på Sveavägen jämfört med den observerade meteorologin under mellan 07:00 och 19:00 under respektive dygn. Figur a), PM10-sänkningen jämfört med den relativa fuktigheten. Figur b), PM10-sänkningen jämfört med den solinstrålningen.

4.4 Hornsgatan våren 2008

Som tidigare nämnts saknas en direkt referens för Hornsgatan vilket medför större svårigheter för utvärderingen av försöken. De uppmätta värdena på Hornsgatan har jämförts med den obehandlade sträckan på Sveavägen samt Norrlandsgatan. Resultaten har därför betydligt större osäkerheter än resultaten från Sveavägen. Hur Hornsgatan förhåller sig till Sveavägen 59 och Norrlandsgatan under obehandlade dygn visas i Tabell 11. En sammanfattning av resultaten visas i Tabell 2. I genomsnitt uppmättes ingen statistisk signifikant sänkning av PM10-halterna, men en ca 20 % minskning av PM10/NOx kvoten observerades. Under tidiga vårperioden observerades däremot även en tydlig sänkning med ca 30 % för PM10-halterna jämfört med de båda andra stationerna. Motsvarande sänkning för PM10/NOx kvoten hamnade på ca 30-40 %. För den senare hälften av våren observerades ingen signifikant sänkning av PM10-halterna eller PM10/NOx kvoterna.

Tabell 2. Sammanfattning av observerad minskning i samband med CMA behandling på Hornsgatan. Med 0 menas att ingen skillnad har kunnat observeras. * = Ej statistisk säkerställt med 95 % konfidensintervall

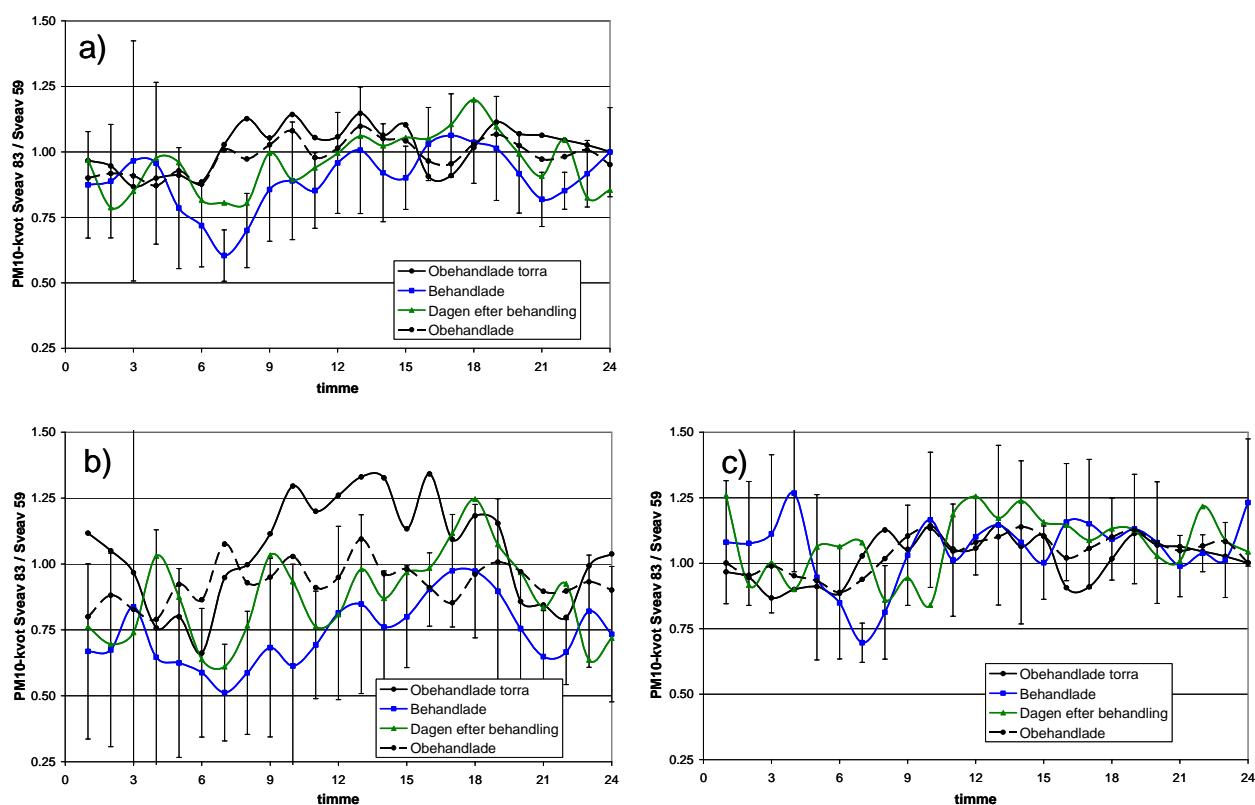
	Jämfört med Sveavägen 59		Jämfört med Norrlandsg.	
	PM10	PM10/NOx	PM10	PM10/NOx
Medel	- 0 %	- 22 %	- 8* %	- 20 %
Feb-15 mars	- 33 %	- 33 %	- 29 %	- 40 %
15 mars - apr	0	- 14 %	0	- 14 %
Dag 2, medel	- 11* %	0	- 19* %	- 10 %
Dag 2, Feb - 15 mars	- 25 %	- 19 %	- 24 %	- 19 %
Dag 2, 15 mars - apr	- 14 %	0	- 14* %	- 3* %

4.5 Timdata, längd på effekt

Under vårperioden 2008 på Sveavägen studerades även timmedelvärden för att försöka avgöra hur effekten av CMA behandlingen varierade under dagen. För utvärderingen beräknades ett medelvärde för PM10-kvoten mellan Sveavägen 83 och Sveavägen 59 för de enskilda timmarna under dygnet. Resultaten visas i Figur 7 uppdelat på samtliga behandlade dygn, 1 februari till 15 mars samt 16 mars till 30 april. Under den tidiga perioden (Figur 7b) är det tydligt att den behandlade sträckan uppvisar lägre PM10-halter än den obehandlade under samtliga timmar från behandlingen fram till ca 18 på kvällen vid jämförelse med de torra obehandlade dygnet. För samtliga dessa timmar är skillnaden statistisk signifikant (med 95 % konfidensintervall). Föga förvånande är skillnaden störst de inledande timmarna efter behandlingen med ca 50 % lägre halter vid den behandlade sträckan. Vid jämförelse mot samtliga obehandlade dygn sträcker sig effekten fram till ca 15 på eftermiddagen. Dessutom visar figuren att lägre halter noterades på den behandlade sträckan jämfört med den obehandlade även under kvällen (19-22) under de dagar som behandling gjordes. Det skulle kunna förklaras av att CMA finns kvar på vägbanan och blir mer aktivt under kvällen när luftfuktigheten stiger. Liknande effekt noterades vid försöken vid tidigare försök med CMA.

Under den senare tidsperioden (Figur 7c) är effekten betydligt mindre och endast under ca 3 timmar är halterna tydligt lägre på den behandlade sträckan och som mest med en sänkning med ca 25 %. Skillnaden är endast statistisk signifikant under 2 timmar efter CMA påläggningen. Ingen skillnad kan ses senare under kvällen som tidigare under året.

Medelvärdet för samtliga behandlade dygn visas i Figur 7a (sammanfattning av Figur 7b och Figur 7c). I genomsnitt varar effekten av CMA behandlingen från utläggning till 12 på dagen. Minskningen är som mest 40 %, men avtar under dagen.



Figur 7. Fördelning över dygnet för PM10-förhållandet mellan Sveavägen 83 och Sveavägen 59 under vårperioden 2008. De vertikala linjerna representerar 95 % konfidensintervall för de behandlade tillfällena. Figur a). Medelvärdet för samtliga behandlade tillfällen. Figur b). Medelvärdet för perioden februari-15 mars. Figur c), Medelvärdet för perioden 16 mars-april.

4.6 Jämförelse mot miljö kvalitetsnorm, MKN

En sammanfattning av hur de uppmätta värdena förhöll sig mot miljö kvalitetsnormen ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) visas i Tabell 3. För vårperioden 2007 har inte CMA haft någon effekt för antalet överskridanden, vilket är i linje med resultaten från 4.1, som visat på mycket liten effekt av CMA behandlingen. Under höstperioden 2007 var halterna generellt låga och endast ett dygn överskred $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ både på Sveavägen 59 och 83.

Av totalt 15 behandlade dygn med data från Sveavägen under våren 2008 överskreds normen under 7 dygn längs den behandlade sträckan till skillnad från den obehandlade sträckan där den överskreds 12 dygn. Under 5 av dyggen underskreds alltså $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ där CMA behandling gjord när det samtidigt överskreds längs sträckan där ingen behandling gjorts. Uppdelat under våren var 4 av dessa 5 dygn under februari tom 15 mars och endast ett dygn efter 15 mars. Dessa resultat visar återigen att effekten är störst under den tidiga våren då CMA behandlingen inte torkar upp så snabbt som senare på våren. Samtidigt är halter inte lika höga tidigt på våren som under senare delen av våren, vilket gör att marginalen till underskridande är mindre. Resultaten (Tabell 10) visar även att CMA behandlingen inte är tillräcklig för att PM10-halterna ska understiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under de dagar då halterna är som högst. För dag 2 överskreds normen under 7 dygn längs den behandlade sträckan till skillnad från den obehandlade sträckan där 10 dygn överskred normen. CMA behandlingen kan därmed ha resulterat i att 3 färre dygn med överskridanden.

På Hornsgatan understegs normen endast under ett av totalt 18 behandlade dyggen. Detta visar i enlighet med tidigare studier att CMA behandling endast har liten effekt för att klara MKN på Hornsgatan till skillnad från övriga gator.

Tabell 3. PM10-halterna jämfört med värdet på miljö kvalitetsnormen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Värdena inom parentes anger hur många dagar som data fanns tillgängliga samt uppfyllde kriterierna för respektive kategori. * = Ingen CMA behandling.

		Dagar med PM10-halter över $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Sveavägen 83	Sveavägen 59	Hornsgatan	Norrländsg.
Vårperiod 2007	Hela perioden	6 (6)	6 (6)*	6 (6)*	6 (6)*
Höstperiod 2007	Hela perioden	1 (6)	1 (6)*	2 (6)*	1 (6)*
Vårperiod 2008	Hela perioden	7 (15)	12 (15)*	17 (18)	14 (18)*
	Feb-15 mars	4 (8)	8 (8)*	9 (9)	9 (9)*
	15 mars - apr	3 (7)	4 (7)*	8 (9)	5 (9)*
	Dag 2, Hela perioden	7 (12)	10 (12)*	9 (12)	10 (12)*
	Dag 2, Feb - 15 mars	5 (7)	7 (7)*	6 (7)	6 (7)*
	Dag 2, 15 mars - apr	2 (5)	3 (5)*	3 (5)	4 (5)*

5 Referenser

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

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., & Westerlund, K.-G., 2006. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Stockholms innerstad 2006. SLB rapport 6:2006.

http://slb.nu/slb/rapporter/pdf6/slb2006_L06.pdf

Norman, M., & Johansson, C., 2007. Försök med dammbindning längs E4/E20 vid L:a Essingen 2007. SLB rapport 3:2007.

http://slb.nu/slb/rapporter/pdf6/slb2007_003.pdf

Stockholmsförsöket, Effekter på luftkvalitet och hälsa. SLB rapport 2:2006.

http://www.slb.nu/slb/rapporter/pdf/stockholmsforsoket_2_2006.pdf

6 Appendix A. Behandlade tillfällen

Tabell 4. Dagar med CMA utläggning på Sveavägen våren 2007.

Datum	Tidpunkt (från webkamerabilder)	Mängd* (g/m ²)	Kommentar
2007-03-26	05:10	10	
2007-03-28	05:40	20	
2007-03-30	03:30	20	
2007-04-12	10:30	10	
2007-04-16	09:30	10	
2007-04-25	10:30	20	

*Mängden som anges var den som beställdes och som ställdes i utrustningen i bilen. Kalibrering senare visade att mängden skilde sig från denna mängd.

Tabell 5. Dagar med CMA utläggning på Sveavägen hösten 2007.

Datum	Tidpunkt (från webkamerabilder)	Mängd (g/m ²)	Kommentar
2007-11-08	05:30	10	
2007-11-16	05:30	10	Regn kom vid lunchtid
2007-11-28	05:30	10	
2007-12-07	04:30	15	Började regna tidigt på dagen
2007-12-12		10	Fuktig vägbana. Går inte att se när utläggningen är gjord
2007-12-14	08:30	20	

Tabell 6. Dagar med CMA utläggning på Sveavägen våren 2008.

Datum	Tidpunkt (från webkamerabilder)	Mängd (g/m ²)	Kommentar
2008-02-08	05:00	10	Ser ut att vara klen spridning
2008-02-12	04:40	15	Tydlig visuellt på morgonen. Tunnar ut närmare Odengatan
2008-02-18	04:40	15	
2008-02-21	05:00	15	
2008-02-25	05:10	15	
2008-02-28	05:00	15	Mycket klen vid tillfället, Syns nästan inget vid 08:30 på plats
2008-03-04	04:35	15	Klent
2008-03-07	05:15	15	Mycket klen spridning, och dessutom ojämn
2008-03-20	05:00	15	
2008-03-27	04:45	15	
2008-03-28	04:15	10	
2008-04-11	04:30	15	Mkr högre halter på 83 före
2008-04-14	05:48	15	
2008-04-17	06:15	15	
2008-04-18	06:00	15	Strömavbrott Sveavägen 83
2008-04-22	05:30	15	
2008-04-25	05:30	15	

Tabell 7. Dagar med CMA utläggning på Hornsgatan våren 2008.

Datum	Tidpunkt (från webkamerabilder)	Mängd (g/m ²)	Kommentar
2008-02-08	04:30	10	Ser ut att vara klen spridning
2008-02-12	04:30	15	Rätt klen spridning
2008-02-14	00:30	15	Syns endast österut
2008-02-18	05:05	15	
2008-02-22	05:00	15	
2008-02-25	05:00	15	
2008-02-28	04:40	15	Mycket klen spridning
2008-03-04	04:15	15	Rätt hyfsad spridning
2008-03-07	04:40	15	Hyfsad, bättre än Sveav. Men mycket ojämn
2008-03-20	04:50	15	Ända till Rosenlundsg.
2008-03-27	04:30	15	Ända till Rosenlundsg.
2008-03-28	04:00	10	
2008-04-11	05:00	15	
2008-04-14	05:30	15	
2008-04-17	06:00	15	
2008-04-18	05:45	15	
2008-04-22	05:45	15	
2008-04-25	05:20	15	

7 Appendix B. Data från samtliga behandlade tillfällen

Tabell 8. Data från behandlade dagar samt medelvärdet för obehandlade dygn på Sveavägen under vårperioden 2007. Osäkerhetsintervallen i medel anger 95 procents konfidensintervall.

Datum	PM10 Sveav. 83	PM10 Sveav. 59	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/PM10	PM10/NO _x Sveav. 83	PM10/NO _x Sveav. 59	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/NO _x
2007-03-26	217,6	188,4	1,15	0,55	0,82	0,67
2007-03-28	151,3	133,1	1,14	0,52	0,66	0,78
2007-03-30	150,7	126,8	1,19	0,93	0,77	1,21
2007-04-12	64,8	55,6	1,17	0,62	0,61	1,02
2007-04-16	77,8	79,1	0,98	0,53	0,62	0,86
2007-04-25	74,7	57,7	1,29	0,49	0,40	1,22
Behandlade						
Medel	122,8±48,4	106,8±41,6	1,15±0,08	0,61±0,13	0,65±0,12	0,96±0,18
Medel mar	173,2±43,5	149,4±38,3	1,16±0,03	0,67±0,26	0,75±0,09	0,89±0,32
Medel apr	72,4±7,6	64,2±14,7	1,15±0,18	0,55±0,07	0,54±0,14	1,03±0,20
Obehandlade						
Medel	52,3±10,3	50,1±9,1	1,06±0,06	0,74±0,11	0,83±0,12	0,92±0,07
Medel torra	91,1±24,8	88,5±21,5	1,03±0,10	0,99±0,26	0,98±0,26	1,04±0,19

Tabell 9. Data från behandlade dagar samt medelvärdet för obehandlade dygn på Sveavägen under höstperioden 2007. Osäkerhetsintervallen i medel anger 95 procents konfidensintervall.

Datum	PM10 Sveav. 83	PM10 Sveav. 59	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/PM10	PM10/NO _x Sveav. 83	PM10/NO _x Sveav. 59	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/NO _x
2007-11-08	13,9	16,9	0,82	0,11	0,10	1,10
2007-11-16	26,3	39,6	0,66	0,20	0,31	0,65
2007-11-28	34,3	45,6	0,75	0,20	0,25	0,78
2007-12-07	19,1	25,4	0,75	0,20	0,23	0,87
2007-12-12	20,4	23,4	0,87	0,21	0,32	0,65
2007-12-14	55,4	66,4	0,84	0,34	0,40	0,84
Behandlade						
Medel	28,2±12,0	36,2±0,06	0,78±0,06	0,21±0,06	0,27±0,08	0,82±0,13
Obehandlade						
Medel	19,8±2,7	21,5±3,1	0,96±0,07	0,25±0,04	0,30±0,05	0,93±0,08
Medel torra	53,7±22,5	52,5±10,8	1,02±0,18	0,56±0,25	0,53±0,22	1,04±0,15

Tabell 10. Data från behandlade dagar på Sveavägen samt medelvärdet för obehandlade dygn under vårperioden 2008. Osäkerhetsintervallen i medel anger 95 procents konfidensintervall.

Datum	PM10 Sveav. 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 Sveav. 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/PM 10	PM10/NO _x Sveav. 83	PM10/NO _x Sveav. 59	Kvot Sveav. 83 / Sveav. 59; PM10/NO _x
Behandlade						
2008-02-08	56,0	87,5	0,64	0,48	0,62	0,77
2008-02-12	31,8	62,8	0,51	0,31	0,50	0,63
2008-02-18	45,1	56,9	0,79	0,53	0,56	0,95
2008-02-21	52,8	74,4	0,71	0,46	0,58	0,79
2008-02-25	40,1	65,2	0,61	0,81	1,02	0,80
2008-02-28	47,7	74,3	0,64	0,76	0,93	0,82
2008-03-04	56,8	68,8	0,82	0,80	0,77	1,04
2008-03-07	76,9	76,7	1,00	0,66	0,56	1,19
2008-03-20	41,1	46,1	0,89	0,45	0,58	0,78
2008-03-27	65,5	77,8	0,84	0,80	0,92	0,87
2008-03-28	75,5	110,2	0,68	0,58	0,77	0,75
2008-04-11	48,8	34,3	1,42	0,44	0,57	0,77
2008-04-14	46,0	50,7	0,91	0,33	0,50	0,66
2008-04-17		20,1			1,01	
2008-04-18		20,9			0,78	
2008-04-22	27,1	22,5	1,20	0,39	0,72	0,54
2008-04-25	56,2	53,9	1,04	0,36	0,38	0,93
Medel	51,1±7,2	64,1±10,9	0,85±0,12	0,54±0,09	0,66±0,09	0,82±0,08
Medel feb – 15 mar	50,9±9,3	70,8±6,5	0,72±0,11	0,60±0,13	0,69±0,13	0,87±0,12
Medel 15 mars -apr	51,5±11,9	56,5±21,7	1,00±0,18	0,48±0,12	0,63±0,13	0,76±0,10
Obehandlade						
Medel	41.1±6,3	41.9±5,9	0,99±0,06	0.59±0,09	0.73±0,11	0,85±0,07
Medel torra	70.1±6,8	66.5±5,9	1,07±0,10	0.79±0,12	0.88±0,17	0,96±0,11
Medel, Feb - 15 mars	37.9±9,2	42.0±8,4	0,92±0,10	0.54±0,13	0.61±0,12	0,93±0,12
Medel torra, Feb - 15 mars	69.1±10.0	66.3±8,3	1,08±0,18	0.82±0,17	0.83±0,14	1,11±0,19
Medel, Feb - 15 mars	43.8±8,7	41.8±8,4	1,06±0,07	0.63±0,12	0.84±0,16	0,78±0,06
Medel torra, 15 mars - apr	71.2±9,8	66.7±9.0	1,07±0,07	0.76±0,20	0.94±0,35	0,86±0,09

Tabell 11. Data från behandlade dagar samt medelvärdet för obehandlade dygn på Hornsgatan under vårperioden 2008. Osäkerhetsintervallen i medel anger 95 procents konfidensintervall.

Datum	PM10 Hornsg, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kvot Hornsg / Sveav. 59; PM10	Kvot Hornsg. / Norrlandsg; PM10	PM10/NOx Hornsg.	Kvot Hornsg / Sveav. 59; PM10/NOx	Kvot Hornsg. / Norrlandsg . 59;PM10/ NOx
Behandlade						
2008-02-08	58,8	0,67	0,94	0,30	0,48	0,61
2008-02-12	50,4	0,80	0,92	0,28	0,57	0,61
2008-02-14	110,0	2,15	1,62	1,44	1,45	1,49
2008-02-18	76,7	1,35	1,20	0,39	0,69	0,59
2008-02-22	63,0	0,91	0,96	0,80	0,75	0,92
2008-02-25	61,7	0,95	0,91	0,52	0,52	0,55
2008-02-28	77,4	1,04	1,01	0,66	0,71	0,72
2008-03-04	101,3	1,47	1,22	0,72	0,94	0,82
2008-03-07	122,4	1,60	1,46	0,74	1,32	1,22
2008-03-20	66,4	1,44	1,22	0,43	0,75	0,97
2008-03-27	112,3	1,44	1,39	0,68	0,74	0,69
2008-03-28	73,9	0,67	0,91	0,53	0,69	0,69
2008-04-11	87,1	2,54	1,87	0,44	0,78	0,98
2008-04-14	56,8	1,12	1,07	0,46	0,92	1,06
2008-04-17	78,0	3,87	2,59	0,66	0,65	0,96
2008-04-18	49,6	2,37	1,48	0,38	0,49	0,87
2008-04-22	65,0	2,89	2,29	0,39	0,54	0,81
2008-04-25	62,7	1,16	1,12	0,34	0,88	1,01
Medel	76,4±10,2	1,56±0,34	1,37±0,19	0,49±0,10	0,76±0,10	0,88±0,09
Medel feb – 15 mar	75,1±17,6	1,08±0,23	1,06±0,14	0,51±0,13	0,76±0,19	0,73±0,15
Medel 15 mars -apr	72,4±12,2	1,94±0,68	1,55±0,38	0,48±0,08	0,71±0,09	0,89±0,09
Obehandlade						
Medel	58,4±10,6	1,47±0,21	1,45±0,17	0,58±0,09	0,85±0,05	1,05±0,10
Medel torra	97,1±17,1	1,52±0,29	1,49±0,23	0,78±0,15	0,98±0,22	1,10±0,20
Medel, Feb - 15 mars	50,8±17,8	1,17±0,24	1,27±0,21	0,48±0,14	0,82±0,15	1,05±0,15
Medel torra, Feb - 15 mars	96,9±23,6	1,62±0,60	1,50±0,43	0,80±0,26	1,14±0,32	1,21±0,32
Medel, Feb - 15 mars	64,9±12,9	1,72±0,30	1,60±0,25	0,66±0,11	0,84±0,13	1,06±0,13
Medel torra, 15 mars - apr	97,2±26,8	1,46±0,30	1,48±0,27	0,75±0,12	0,88±0,29	1,03±0,27



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
Fleminggatan 4. Box 8136, 104 20 Stockholm
Tel 08-508 28 800, dir. SLB-analys 08-508 28 880
URL: <http://www.slb.nu/lvf/>