

# *Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med E4/E20 och E18 i Danderyd*



Michael Norman, Christer Johansson, Billy Sjövall, Lars Törnquist,  
Magnus Brydolf, Börje Norberg, Peter Strömberg,  
SLB-analys, Miljöförvaltningen  
Stockholm

*genomfört på uppdrag av*



## Innehållsförteckning

Förord.....	2
Sammanfattning.....	3
Syfte .....	5
Mätningar .....	5
Mätplatser .....	5
L:a Essingen (E).....	5
Brännkyrkaskolan (B).....	6
Fribergaskolan (F).....	7
Gröndal, fuktsensor (G) .....	7
Torkel Knutssongatan.....	8
Häggvik.....	8
Mätperioder.....	8
Jämförelser av mätmetoder för PM10.....	10
Åtgärder.....	10
Dammbindning med magnesiumklorid.....	10
Resultat.....	12
Trafikflöde och hastighet .....	12
Meteorologi inklusive vägytans fuktighet.....	12
Halter av PM2.5 och PM10 .....	16
Kväveoxidhalter .....	19
Effekten på PM10-halten av dammbindning .....	22
Effekten på vägytans fuktighet vid dammbindning .....	24
Jämförelser med tidigare dammbindning.....	24
Effekten på PM10 av hastighetssänkning.....	25
Referenser.....	26

## Förord

Denna utredning är genomförd på uppdrag av Trafikverket av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm. Rapporten har sammanställts av Michael Norman och Christer Johansson. Billy Sjövall, Lars Törnquist, Magnus Brydolf, Börje Norberg och Peter Strömberg har bidragit till genomförandet av mätningarna.

En del resultat från mätningarna har varit underlag för validering av beräkningar som presenteras i rapporten ”Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län” (Trafikverket 2014:034). Mätningarna vid Brännkyrkaskolan har samordnats med en studie av likvärdigheten av olika mätmetoder för bestämning av PM10 i enlighet med EU-direktivets krav och Naturvårdsverkets föreskrifter (rapport från ITM Referenslaboratoriet; under framtagande, december 2013).

Beställare vid Trafikverket var Michelle Benyamine, som också granskat rapporten och bidragit med värdefulla synpunkter.

Uppdragsnummer:	2013050
Daterad:	2014-05-06
Handläggare:	Michael Norman
Status:	Granskad av Kristina Eneroth

# Sammanfattning

## Syfte

Denna utredning har genomförts i syfte att kvantifiera betydelsen av åtgärder i form av dammbindning och hastighetsminskning för partikelhalterna i utomhusluften vid två skolor längs E4/E20 (Brännkyrkaskolan) och E18 (Fribergaskolan).

## Mätningar

Mätningarna har innefattat partiklar (PM10 och PM2.5), kväveoxider (NO och NO<sub>2</sub>) och meteorologi (temperatur, luft- och vägbanfuktighet, vindhastighet och vindriktning) och genomfördes december 2011 t o m maj 2012 samt december 2012 t o m maj 2013. Förutom mätresultaten från skolorna användes mätresultat från Trafikverkets mätstation på Lilla Essingen samt mätningar intill E4:an strax norr om trafikplats Häggvik i Sollentuna och i taknivå på Södermalm (Torkel Knutssonsgatan). Under 2012/2013 mättes vägbaneförhållandena längs Essingeleden kontinuerligt med en Vaisala Road Sense Sensor. Sensorn detekterade närvaron av vatten, snö och is på vägbanan och gav information om vägytan var torr, fuktig, våt, snöbelagd, isig eller slaskig.

## Resultat

### Partikelhalter

PM10-halterna var väsentligt lägre vid Brännkyrkaskolan och Fribergaskolan jämfört med Trafikverkets permanenta mätstation intill E4/E20 på Lilla Essingen. I båda fallen beror de lägre halterna på topografiska förhållanden, d v s att skolområdena ligger flera meter ovanför vägbanan och en bit ifrån trafiken. Halterna underskrider miljö kvalitetsnormen för PM10 vid båda skolorna. Det öppna läget vid Brännkyrkaskolan innebar liknande vindförhållanden med de som uppmäts i taknivå på Södermalm, medan förhållandena vid Fribergaskolan skiljde sig avsevärt. Västliga, nordvästliga samt sydostliga vindar saknas nästan helt beroende på topografiska förhållanden samt effekter av byggnader och träd vid mätstationen intill Fribergaskolan. Mätplatserna valdes för att registrera halterna på platser där skolbarn vistas och som kan vara mest utsatt för påverkan av utsläppen från trafiken.

De uppmätta halterna av PM10 (och PM2.5) var högre under 2012/2013 jämfört med 2011/2012. Den främsta orsaken var att körbanorna var torrare under 2012/2013. Under december 2012 och januari 2013 var halterna låga för att sedan stiga något under februari och var rejält förhöjda under mars och april. Endast 5 % av tiden under januari hade torra körbanor. Det var först i mars som körbanorna torkat upp, vilket gjorde att 80 % av tiden under mars hade torra körbanor. Höga PM10-halter uppträder endast när körbanan är torr. Månadsmedelvärdena för fuktiga körbanor visar i stort sett ingen säsongsvariation alls, men för perioder med torra körbanor syns en mycket tydlig säsongsvariation med de högsta halterna under mars.

### Effekter av dammbindning

Mätningarna med Vaisala sensorn längs Essingeleden visar att dammbindningen ändrade statusen på vägbanan från torr till fuktig. Tiden som fuktsensorn visat på fuktig körbana varierade mellan 4 och 11 timmar vid de olika tillfällena. Vid flera tillfällen indikerades fuktig vägbanan även under natten efter dammbindningen.

Jämförelser av PM10-halterna vid mätstationerna L:a Essingen, Brännkyrka och Friberga med Häggvik under 2011, 2012 och 2013 visar tydligt att halterna reducerats under dagar med dammbindning. Jämförelse mellan dagar med dammbindning och utan dammbindning under 2012 visar att halterna reducerats med 13 % vid L:a Essingen jämfört med Häggvik, 40 % vid Brännkyrka samt 37 % vid Friberga. Motsvarande analys för 2013 visar dock på mindre effekter av dammbindningen; 6 % L:a Essingen, 5 % vid Brännkyrka samt 2 % vid Friberga. Effekterna av dammbindningen 2013 är mycket små i förhållande till vad som noterades 2012 och även i förhållande till förväntade effekter enligt tidigare års dammbindningsinsatser. Orsaken till detta är inte klarlagd. Halterna av PM10 var betydligt högre

under 2013 jämfört med 2012. De högre halterna gjorde det svårare att klara miljö kvalitetsnormens gränsvärde både under hela våren, men även under enskilda dagar.

Effekterna av dammbindningen är sannolikt underskattad eftersom alla vindförhållanden ingår i jämförelserna med Häggvik, d v s inte enbart perioder med vindriktningar från trafiken på E4/E20 respektive E18 som påverkar mätstationerna. PM10-halterna vid mätstationerna var dock högre än gränsvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  under flera av dyggen då dammbindningsinsatser genomförts, d v s halterna var för höga för att sänka halterna under  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med enbart dammbindning.

#### Effekten på PM10 av hastighetssänkning

Analyser av hur de uppmätta PM10-halterna vid Fribergaskolan skulle kunna påverkas av sänkt skyltad hastighet längs E18 saknas eftersom inga trafikdata har funnits att tillgå. Beräknade effekter på PM10-halterna på olika plaster längs det statliga vägnätet av sänkt hastighet redovisas i rapporten ”Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län” (Trafikverket 2014:034). Beräkningarna har visat att en sänkt reell hastighet med 10 km/h kan sänka de totala PM10-halterna (d v s inte bara trafikens bidrag) med något mer än vad som kan åstadkommas med dammbindning och ungefär lika mycket som att sänka dubbdäcksandelen med 10 procentenheter (från 70 % till 60 %). Men trafikmätningar har visat att även om den skyltade hastigheten sänkts, så följs det inte alltid med en reell hastighetsminskning, vilket betyder att det i praktiken kan vara effektivare med dammbindning.

#### Kvävedioxidhalter

De uppmätta medelhalterna av kvävedioxid var liksom partikelhalterna lägre vid Brännkyrkaskolan och Fribergaskolan jämfört med Trafikverkets permanenta mätstation intill E4/E20 på Lilla Essingen. Men vid Brännkyrkaskolan förekom under 2011/2012 fler dygn med halter över miljö kvalitetsnormens gränsvärde för dygnsmedelvärde,  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  jämfört med mätstationen på L:a Essingen. Flest dagar med höga dygnshalter uppmättes under februari, men även i januari, mars samt maj uppmättes fler dygn med halter över  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid Brännkyrka jämfört med L:a Essingen. Halterna var högre 2012/2013 jämfört med 2011/2012, sannolikt beroende på lägre vindhastigheter.

Miljö kvalitetsnormen överskreds vid Brännkyrkaskolan både under 2011/2012 och 2012/2013. Vid Fribergaskolan visar mätningarna att miljö kvalitetsnormen för kvävedioxid klaras.

## Syfte

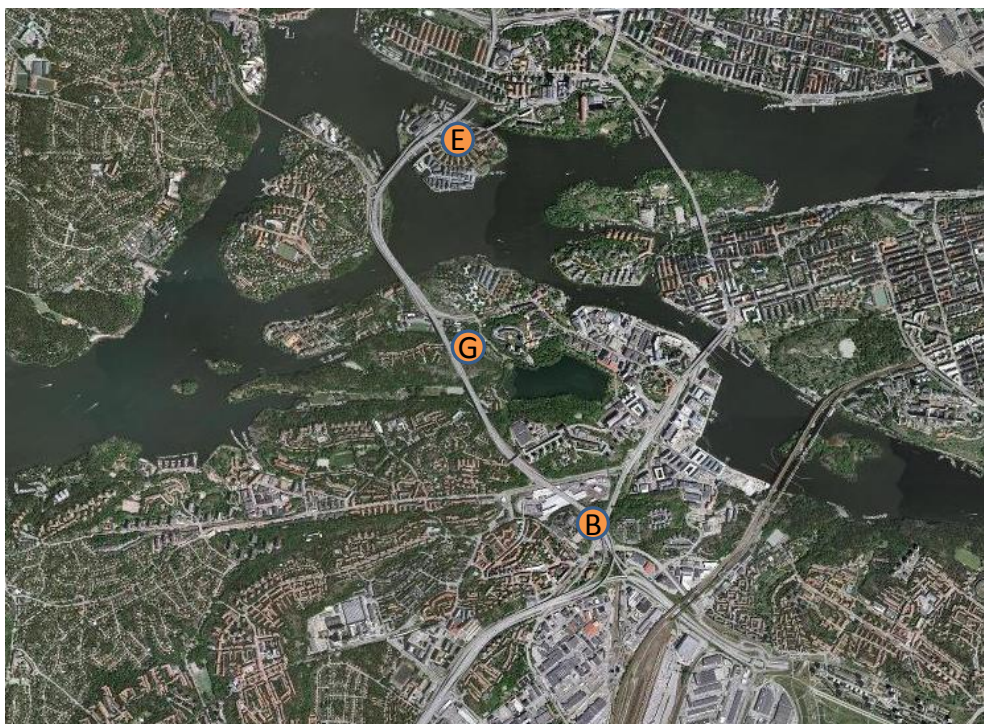
Syftet med uppdraget var att kvantifiera betydelsen av åtgärder i form av dammbindning och hastighetsminskning för partikelhalterna i utomhusluft och att avgöra behovet av fortsatta och/eller ytterligare åtgärder för att säkerställa att miljö kvalitetsnormerna klaras. Mätningar har genomförts i anslutning till två skolor, utsatta för höga halter av luftföroreningar, längs E4/E20 och E18.

## Mätningar

För samtliga mätningar inom projektet användes 15 minuters tidsupplösning som sedan beräknades till både timmedelvärden och dygnsmedelvärden.

### Mätplatser

Mätplatsernas placering framgår av Figur 1. För utvärderingen utnyttjas även data från den urbana bakgrundsstationen på taket Torkel Knutssonsgatan (PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), samt Sollentuna kommuns mätstation intill E4 i Häggvik (PM10).



Figur 1. Placeringen av mätstationerna intill E4/E20 vid Essingeleden. E; Lilla Essingen, G; Gröndal och B; Brännkyrka gymnasium.

### L:a Essingen (E)

Stationen intill E4/E20 vid Essingeleden (E i Figur 1) ingår i Trafikverkets kontinuerliga övervakning av luftkvaliteteten. Stationen har varit i drift sedan 2005. Den är placerad mindre än 5 m från körbanan och intill en gångväg. Höjden är ca 3 m över marken. Instrumenteringen innefattar mätningar av PM10 och PM2.5 med hjälp av Thermo Fischer TEOM samt även NO<sub>x</sub> (inklusive NO och NO<sub>2</sub>) med Environment AC31 M. Stationen vid L:a Essingen har använts för att utvärdera effekten av dammbindning tidigare (SLB-rapport 6:2006, SLB-rapport 4:2008).



*Figur 2. Mätstationen vid L:a Essingen.*

### **Brännkyrkaskolan (B)**

Inom ramen för detta projekt installerade SLB-analys en mätstation intill E4/E20 i anslutning till Brännkyrka gymnasium. Placeringen av mätstationen framgår av *Figur 1* (B i figuren). Mätningarna utfördes intill E4:an, en bit upp från dess vägbanor, *Figur 3*. Stationer var i drift under perioderna december 2011 till och med maj 2012 samt december 2012 tom maj 2013. Mätning innefattades av PM10 och även PM2.5 under en stor del av tiden. Inledningsvis användes Thermo Fischer TEOM för PM10, men kompletterades och ersattes med GRIMM EDM 180 för mätningar av PM10 och PM2.5 under januari 2012. Mätningar av NO<sub>x</sub> (inklusive NO och NO<sub>2</sub>) gjordes med Environment AC31 M. Mätvagnen var även utrustad med meteorologisk utrustning för mätningar av temperatur, relativ fuktighet samt vindhastighet och vindriktning.

Platsen vid Brännkyrka gymnasium användes även som plats för ett större test av olika PM10 provtagare för jämförelse mot referensmetoder (se separat rapport från ITM Referenslaboratoriet; under framtagande, december, 2013).

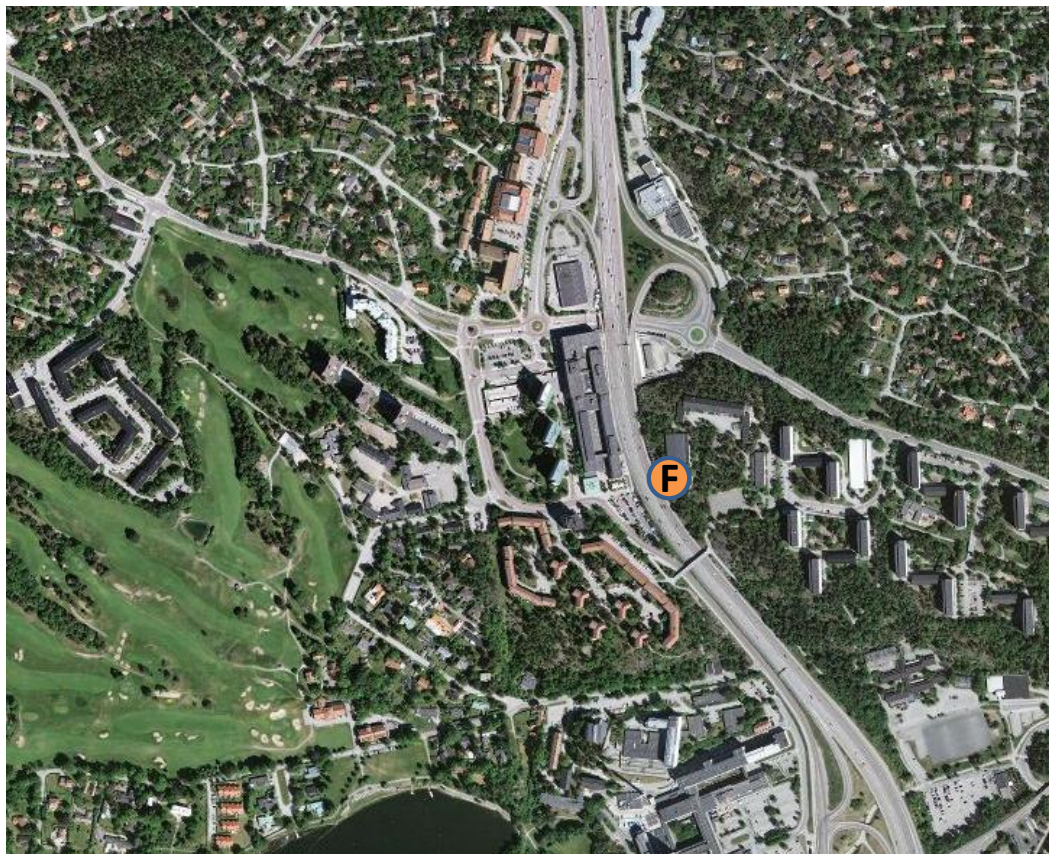


*Figur 3. Mätvagnen intill E4/E20 vid Brännkyrkaskolan.*



## Fribergaskolan (F)

Inom ramen för detta projekt installerade SLB-analys en mätstation intill E18 Norrtäljevägen i anslutning till Fribergaskolan. Skolans huvudbyggnad ligger drygt 50 meter från E18, men på en höjd jämfört med körbanan på E18. Mätstationen placerades på en asfalterad plan intill idrottshall på skolgården och ca 25 m från E18 körbana, se *Figur 4*. Mätningarna gjordes minst ett tiotal meter ovanför E18. Mätningarna vid Fribergaskolan pågick mellan under samma perioder och med identisk instrumentering som vid Brännkyrka gymnasium.



*Figur 4. Placering av mätstationen intill Fribergaskolan i Danderyd.*

## Gröndal, fuktsensor (G)

Tidigare analyser av halterna av PM10 längs E18 och innerstadsgator i Stockholm har tydligt visat att vägbanfuktigheten är avgörande för emissionerna och halterna. Varaktigheten av dammbindningsinsatserna beror på hur snabbt vägbanan torkar upp. I anslutning till E4/E20 vid Gröndal installerades därför en sensor för att studera vägytans egenskaper. Placeringen framgår av Figur 1, samt Figur 5. Instrumentet är en Vaisala Road State Sensor DSC111. Detektor, riktad mot vägbanan, använder sig av en lasertransmitter i det infraröda våglängdsområdet. Detektor registrerar reflekterat ljus från transmittern i specifika våglängder och kan på så sätt särskilja och detektera närvaron av vatten, snö och is på vägbanan. Informationen som fås är bland annat mängden vatten, snö och is på vägbanan. Metoden ger också information om statusen på vägytan, till exempel om den är torr, fuktig, våt, snöbelagd, isig eller slaskig.



Figur 5. Vägsensorn vid Gröndal intill E4/E20 Essingeleden.

### **Torkel Knutssonsgatan**

Mätstationen är placerad på taket till Torkel Knutssonsgatan på Södermalm i centrala Stockholm. Mätningarna görs 20 meter över marknivån. Stationen drivs av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund. Instrumenteringen för PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> samt NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> är identisk med utrustningen som används vid mätstationen vid L:a Essingen. På takstationen på Torkel Knutssonsgatan finns även en meteorologisk mast, som mäter temperatur, relativ fuktighet, vindhastighet och vindriktning. Mer information om mätstationen finns på [www.slb.nu](http://www.slb.nu) samt i årsrapporten om luften i Stockholm (SLB-rapport 2013:5).

### **Häggvik**

Mätstationen är belägen intill E4 vid Häggvik i Sollentuna och drivs av SLB-analys på uppdrag av Sollentuna kommun. Mätningarna består av PM<sub>10</sub> med TEOM. E4 förbi mätstationen dammbinds inte. Mer information om mätstationen kan läsas i luftvårdsförbundets årsrapport (LVF-rapport 2013:6).

### **Mätperioder**

Mätprojektet pågick under två säsonger; december 2011 tom maj 2012 samt december 2012 tom maj 2013. Mätningarna vid L:a Essingen och Häggvik pågår kontinuerligt och var i drift under hela perioderna. Mätningarna av luftkvalitet vid Brännkyrka och Friberga startades 2 december 2011. Inledningsvis gjordes PM<sub>10</sub> mätningarna med TEOM och kompletterades i slutet på januari 2012 med optiska instrument från GRIMM. För utvärderingen används GRIMM instrumenten under perioder då data från dess finns tillgängliga och utöver detta används data från TEOM instrumenten.

De meteorologiska mätningarna startade vid lite olika tidpunkter. Leveransen och installationen av vägfuktsensorn vid Gröndal blev försenad vilket medförde att den inte kom i drift förrän till den andra mätperioden. Mätningarna fungerade till stor del bra under perioderna som de var i drift, vilket presenteras som datafångst i *Tabell 1* och *Tabell 2*. Datafångsten var över 95 % för samtliga mätningar med undantag av PM<sub>10</sub> mätningarna vid Brännkyrka under den andra perioden som var 93 %.

Tabell 1. Instrumenteringen under mätperiod 1, december 2011 till maj 2012. Datafångst innebär förhållandet mellan den tid då instrumentet gett tillförlitliga data jämfört med den totala tiden för vilken mätningen skett.

	Startdatum	Stopdatum	Datafångst
L:a Essingen, PM10	2011-12-01*	2012-06-01*	99 %
L:a Essingen, NOx	2011-12-01*	2012-06-01*	100 %
Brännkyrka, PM10 Teom	2011-12-05	2012-06-01	96 %
Brännkyrka, PM10 Grimm	2012-01-25	2012-06-01	95 %
Brännkyrka, NOx	2011-12-02	2012-06-01	97 %
Brännkyrka, Meteorologi	2012-01-13	2012-06-01	100 %
Friberga PM10, Teom	2011-12-02	2012-03-08	97 %
Friberga PM10 Grimm	2012-01-25	2012-06-01	97 %
Friberga NOx,	2011-12-02	2012-06-01	98 %
Friberga Meteorologi	2011-12-29	2012-06-01	100 %

\*Kontinuerlig drift

Tabell 2. Instrumenteringen under mätperiod 2, december 2012 till maj 2013.

	Startdatum	Stopdatum	Datafångst
L:a Essingen, PM10	2012-12-01*	2013-06-01*	96 %
L:a Essingen, NOx	2012-12-01*	2013-06-01*	97 %
Brännkyrka, PM10 Grimm	2012-12-01	2013-06-01	93 %
Brännkyrka, NOx	2012-12-01	2013-06-01	98 %
Brännkyrka, Meteorologi	2012-12-01	2013-06-01	100 %
Friberga, PM10 Grimm	2012-12-01	2013-06-01	96 %
Friberga, NOx	2012-12-01	2013-06-01	95 %
Friberga, Meteorologi	2012-12-01	2013-06-01	100 %
Gröndal, Fuksensor	2012-12-01	2013-06-01	100 %

\*Kontinuerlig drift

## Jämförelser av mätmetoder för PM10

Mätplatsen vid Brännkyrkaskolan användes under våren 2012 som mätplats för en studie av jämförbarheten mellan olika mätmetoder för PM10. Under perioden 19 mars till 27 maj var totalt 16 olika instrument för PM10 i drift vid mätstationen. Däribland fanns tre stycken provtagare enligt den metod som föreskrivs som referensmetod för kontroll av PM10 i tätortsluft i enlighet med EU direktivet. Under projektet konstaterades bland annat att både TEOM och GRIMM instrumenten som används i denna studie uppfyllde kraven för likvärdighet gentemot mot referensmetoden (se separat rapport från ITM Referenslaboratoriet; under framtagande, december, 2013).

## Åtgärder

### Dammbindning med magnesiumklorid

Dammbindning är en av åtgärderna mot höga PM10-halter som förordas i åtgärdsprogrammet för Stockholms län (Länsstyrelsen rapport 2012:34). Dammbindning på Trafikverkets vägar i Stockholmregionen har använts under flera tidigare vårsäsonger, 2006, 2007, 2010 och 2011. Effekten av dammbindningen på det statliga vägnätet runt Stockholm har utvärderats och resultaten finns redovisade i SLB-rapporter (SLB 4:2004, SLB 6:2006, och SLB 3:2007).

Tidigare användes kalcium magnesium acetat (CMA), men numera används magnesiumklorid ( $MgCl_2$ ) på det statliga vägnätet. I en studie av Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, utvärderades dammbindningens effekter och olika dammbindningsmedel jämfördes (VTI-rapport 2010:666). Studien visade bland annat att CMA och  $MgCl_2$  har mycket likartade effekter på halten av PM10. Medlet sprids som en 20 procentig vattenlösning ( $10 \text{ g/m}^2$ ) på vägytan.  $MgCl_2$  är framtaget som halkbekämpningsmedel för att ta bort och förebygga snö, is och frostbeläggning på vägar, cykel- och gångbanor samt broar.  $MgCl_2$  binder fuktighet effektivt och medför därför att vägbanan inte torkar upp lika snabbt som en obehandlad vägbanan. Detta medför att uppvirvling av partiklar (vägdamm) från vägbanan reduceras effektivt.

De sträckor som behandlades med magnesiumklorid under dessa två säsonger presenteras i bilaga A. Dammbindning gjordes endast under mars, april och vid några få tillfällen i början på maj. Totalt genomfördes 11 dammbindningar under 2012 och 13 under 2013 (*Tabell 3* och *Tabell 4*). Trafikverkets plan var att dammbinda två gånger per vecka under perioden med höga halter av vägdamm. Från *Tabell 3* och *4* framgår att det inte riktigt blev så ofta. Det är möjligt att dammbindning genomförts under några tillfällen utan att det rapporterats från Trafikverket. Några gånger under 2012 kom information om att dammbindningen inte gjorts p. g. a. låga temperaturer, saltning eller regn. Av motsvarande orsaker genomfördes dammbindningen endast av vägkanter under några tillfällen under 2013.

Tabell 3. Dammbindning under 2012, totalt 11 tillfällen.

<b>Datum</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Rapportering</b>
2012-03-05	Endast vägren p. g. a. kalla temperaturer	Email, Håkan Persson
2012-03-08		Email, Håkan Persson
2012-03-11		Email, Claes Gebus
2012-03-14		Email, Claes Gebus
2012-03-19		Email, Claes Gebus
2012-03-21		Email, Claes Gebus
2012-03-25		Email, Claes Gebus
2012-03-31		Email, Claes Gebus
2012-04-04		Email, Claes Gebus
2012-04-15		Email, Claes Gebus
2012-05-03		Email, Johnny forsell

Tabell 4. Dammbindning under 2013, totalt 13 tillfällen.

<b>Datum</b>	<b>Kommentar</b>	<b>Rapportering</b>
2013-02-28		Email, Claes Gebus
2013-03-07		Email, Mattias Björkman
2013-03-12		Email, Mattias Björkman
2013-03-17		Email, Claes Gebus
2013-03-26		Email, Claes Gebus
2013-03-28		Email,: Johan Lindström
2013-04-02		Email,: Johan Lindström
2013-04-04	Endast vägren	Email, Claes Gebus
2013-04-11		Email, Claes Gebus
2013-04-15	Endast vägren	Email, Claes Gebus
2013-04-22		Email, Claes Gebus
2013-04-29		Email, Claes Gebus
2013-05-05		Email, Claes Gebus

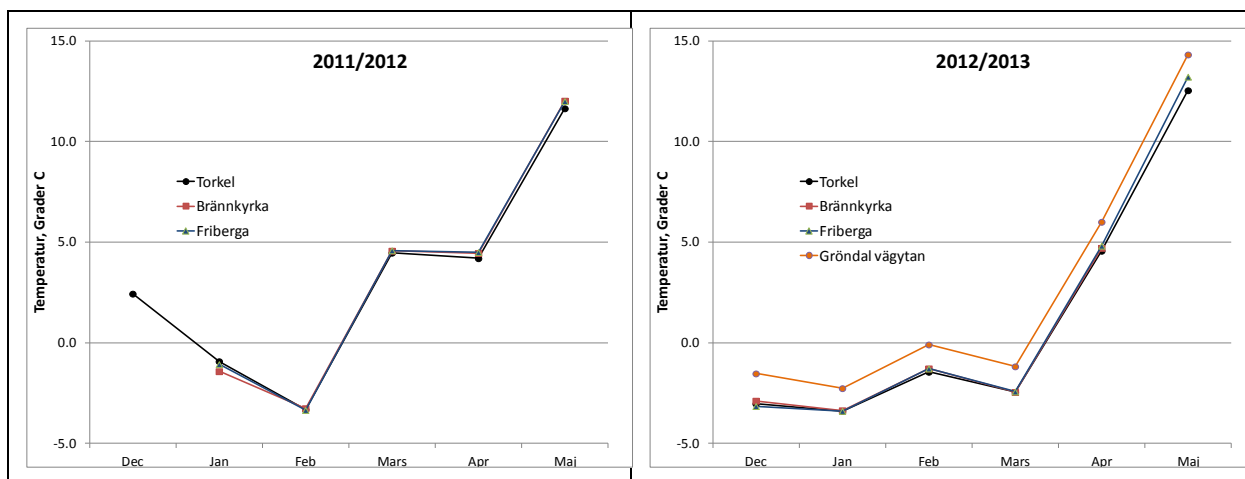
## Resultat

### Trafikflöde och hastighet

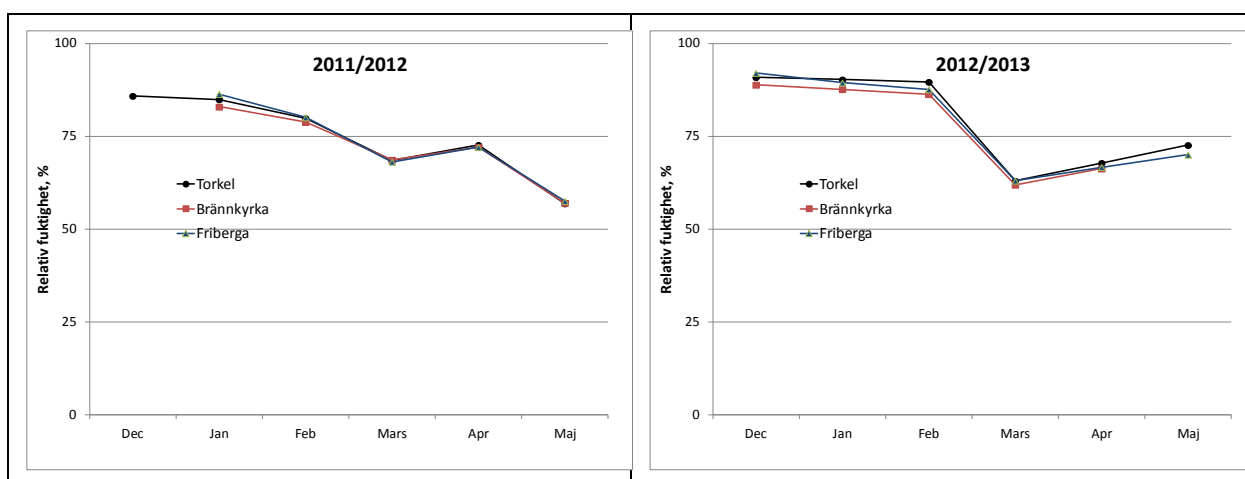
Resultat saknas eftersom inga data har funnits att tillgå.

### Meteorologi inklusive vägytans fuktighet

En sammanställning av resultaten från de meteorologiska mätningarna 2011/2012 och 2012/2013 presenteras som månadsmedelvärden i *Figur 6*, *Figur 7* och *Figur 8*. Mätningarna innefattade lufttemperatur, vägbanetemperatur (en plats), relativ fuktighet och vindhastighet.



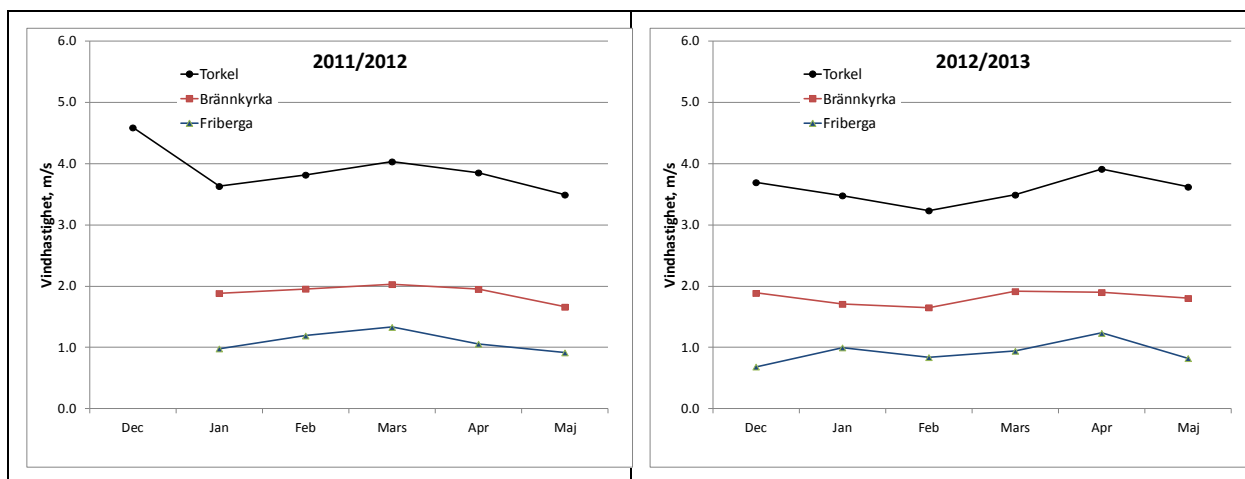
Figur 6. Temperaturen vid Brännkyrka och Fribergaskolan och som jämförelse på Torkel Knutssongatan tak. För 2012/2013 visas även vägbanetemperatur vid Gröndal.



Figur 7. Relativa fuktigheten vid Brännkyrka och Fribergaskolan och på Torkel Knutssongatan tak.

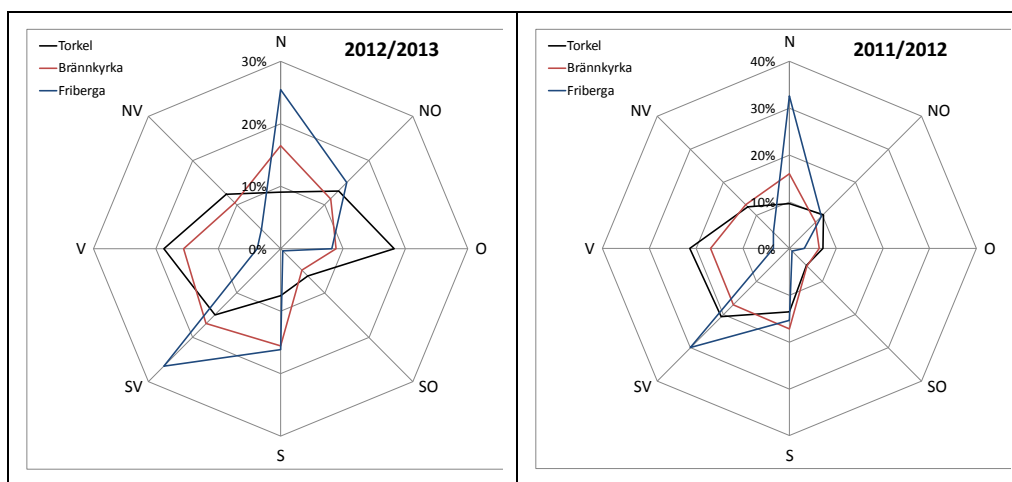
Av Figur 6 och Figur 7 framgår att temperaturen och relativa fuktigheten inte skiljde sig mellan de tre stationerna. Under maj 2013 vid Brännkyrka var det problem med temperatur- och fuktgivaren vilket gjorde att den var i drift endast en del av månaden. Vintersäsongen 2012/2013 var betydligt kallare jämfört med 2011/2012. Det är tydligast för december 2011 och mars 2012 som var betydligt varmare än december 2012 respektive mars 2013. För mätperiod två finns även mätningar av temperaturen i vägytan från sensorn vid Gröndal. Enligt figuren var temperaturen i vägytan cirka en grad varmare än luften under samtliga månader. Däremot följer vägytans temperatur samma trend som temperaturen i luften.

Den relativa luftfuktigheten påverkar körbanans fuktighet, vilken i sin tur påverkar PM10 halterna. Fuktigheten är högre under vintern än under våren. Framförallt under mars syns en tydlig sänkning jämfört med februari. Fuktigheten var betydligt lägre under maj 2012 jämfört med maj 2013.



Figur 8. Vindhastigheten vid Brännkyrka och Fribergaskolan och på Torkel Knutssongatans tak.

Vindhastigheten och även vindriktningen kan variera kraftigt mellan olika platser och påverkas av mätstationens placering. Mätningarna vid Brännkyrka skolan gjordes på ca 4 meters höjd och låg relativt oskyddad för vindens påverkan i samtliga vädersträck. Mätningarna vid Fribergaskolan gjordes även de ca 4 meter ovanför marken, men mätvagnen stod relativt nära en större byggnad i nordvästlig riktning. Dessutom fanns en hel del träd i samtliga vindriktningar. Månadsmedelvärdet av vindhastigheten i Figur 8 visar att det uppmätts mer än dubbelt så höga vindhastigheter i taknivå på Södermalm jämfört med mätningarna vid Brännkyrkaskolan. Vindhastigheten vid Fribergaskolan var ytterligare lägre jämfört med Brännkyrkaskolan. Inga större variationer mellan månaderna syns bortsett från att det var en blåsig decembermånad under 2011.



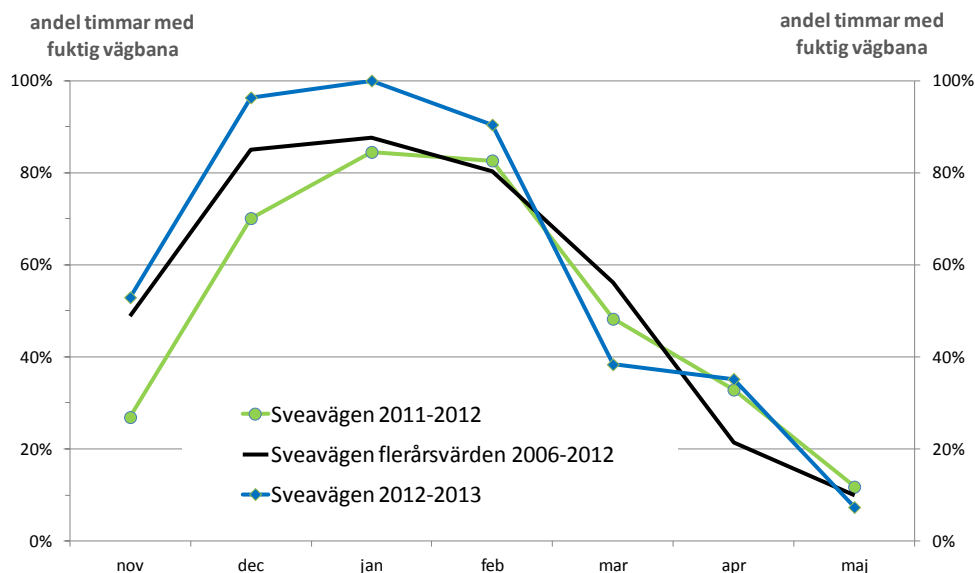
Figur 9. Fördelningen av vindriktningen vid Brännkyrka- och Fribergaskolan samt på Torkel Knutssongatans tak.

Fördelningen av vindriktningen visas i Figur 9. För båda perioderna var vindriktningen vid Brännkyrkaskolan relativt lik den i taknivå på Södermalm. Det var lite mindre västliga vindar vid Brännkyrka och mindre ostliga vindar under första mätperioden jämfört med Torkel Knutssongatan. Vindriktningen vid Fribergaskolan skiljer sig avsevärt från de två andra stationerna. Västliga, nordvästliga samt sydostliga vindar saknas nästan helt. Det beror på att det fanns föremål (byggnader eller träd) i vägen i dessa vindriktningar. Detta har resulterat i att det uppmätts betydligt mer sydvästliga och nordliga vindar än vid de övriga stationerna. Motivet för placeringen av mätplatsen vid Fribergaskolan



var att registrera halterna på en plats där skolbarn vistas och som kan vara mest utsatt för påverkan av utsläppen från E18. Mätningarna av vindriktningen visar att ostliga vindar var betydligt vanligare förekommande under första mätperioden jämfört med den andra.

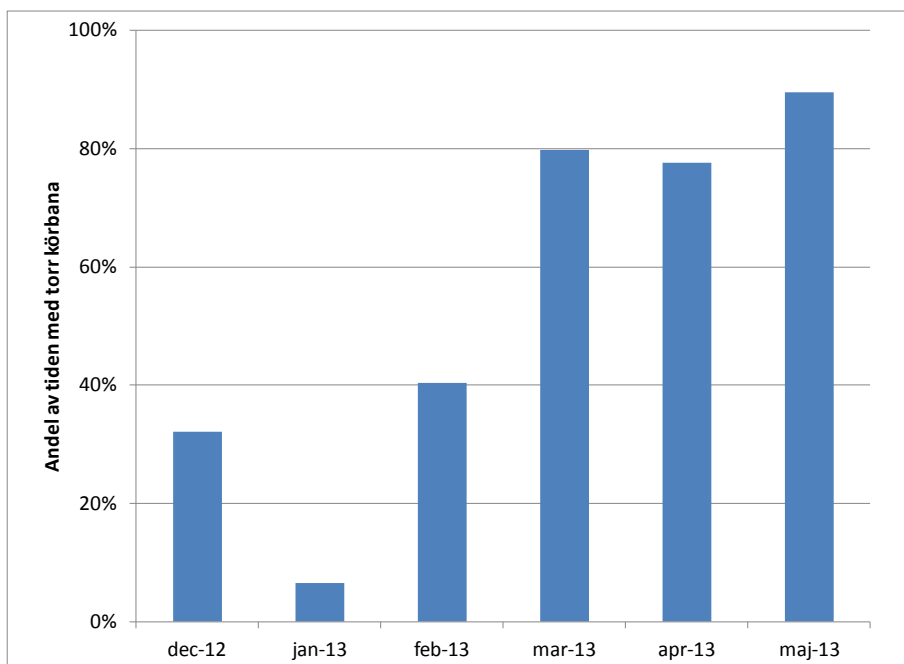
Vägytans status på E4/E20 mättes endast under andra mätperioden vid Gröndal. För en jämförelse hur vägytans fuktighet har varierat mellan de två mätperioderna används mätresultat från Sveavägen i centrala Stockholm, *Figur 10*. Jämförelsen visar att det var fuktigare körbanor under november 2012 till februari 2013 jämfört med året innan. Däremot var mars betydligt torrare under 2013 än under 2012.



*Figur 10. Andelen av tiden med fuktig vägbana på Sveavägen under mätperioderna samt flerårsmedelvärden 2006-2012.*

Under den andra mätperioden användes den installerade fuktsensorn vid Gröndal. Utifrån statusen på vägytan från sensorn beräknades ett medelvärde av tiden som det varit torr körbana under månaden. Detta värde bygger på antalet kvartar med torr körbana delat med totala antalet kvartar med en identifierbar status (torr, fuktigt, vått, snö, is eller slask). Resultatet visas i *Figur 11*. Fuktsensorn sitter nära mätstationerna vid L:a Essingen och Brännkyrkaskolan. Vägytan skuggas inte nämnvärt vid någon av platserna och det är inga större på- eller avfarter mellan platserna varför vi tror att vägytans status vid Gröndal är relativt representativ för hela sträckan mellan Brännkyrkaskolan och L:a Essingen.

Under vintern var vägbanorna till stor del fuktiga. Endast 5 % av tiden under januari hade torra körbanor. Det är först i mars som körbanorna torkar upp och 80 % av tiden under mars hade torra körbanor. Mars hade något oftare torra körbanor jämfört med april



Figur 11. Andelen av tiden med torr körbana på E4/E20 vid Gröndal.

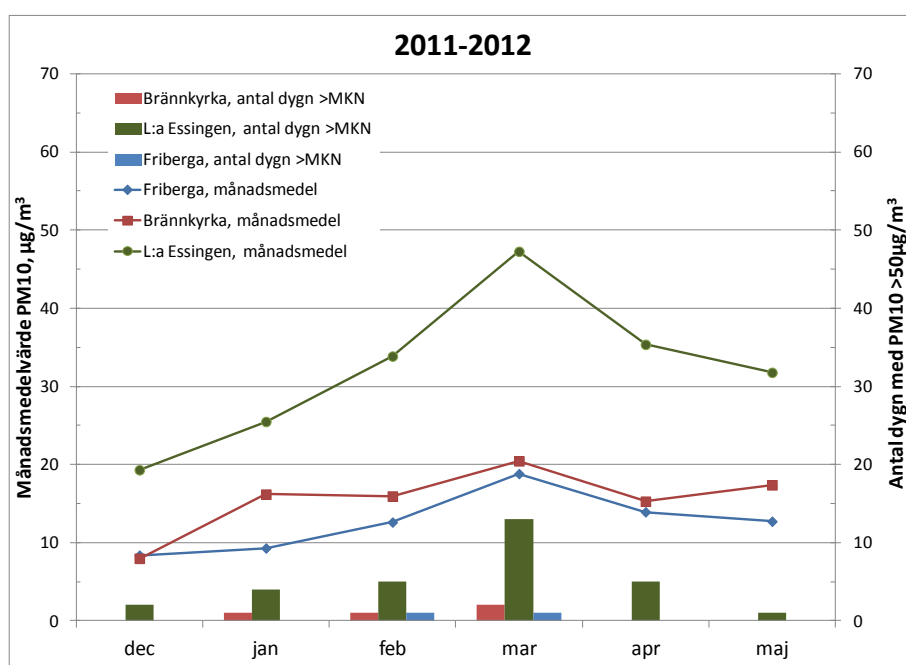
### Halter av PM2.5 och PM10

Uppmätta halter av PM10 och PM2.5 under första mätperioden presenteras som medelvärde i *Tabell 5* och månadsmedelvärden visas i *Figur 12* (endast PM10). De högsta halterna av PM10 uppmättes vid L:a Essingen och de lägsta vid Friberga. Det beror på att mätstationen vid L:a Essingen är placerad betydligt närmare vägen än de andra stationerna. De uppmätta halterna vid Fribergaskolan är i samma nivå som de urbana bakgrundsmätningarna på Torkel Knutssongatan i Stockholm. Både höjden och avståndet från E18, samt avskärmningen i form av både byggnader och träd har bidragit till de låga halterna vid Fribergaskolan. För PM2.5 ser det annorlunda ut då det har uppmätts lägst halter vid L:a Essingen. Detta är troligen orsakat av att det vid Friberga och Brännkyrka användes Grimm EDM180 och vid L:a Essingen TEOM. Tyvärr verkar det som att dessa instrument avviker vid låga koncentrationer. Som jämförelse presenteras även Sollentuna kommuns mätningar från E4 Häggvik där ingen dammbindning gjordes.

Miljö kvalitetsnormen för PM10 överskreds inte under första mätperioden (2011/2012) vid L:a Essingen utan antalet dygn med PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stannade på 30 (maximalt 35 tillåtna per kalenderår). De högsta PM10 halterna vid samtliga mätstationer uppmättes under mars (*Figur 12*) då körbanorna torkade upp efter vintern, men ökningen från vintern är tydligast för L:a Essingen. Dygn med PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  förekommer under samtliga månader vid L:a Essingen, men endast under februari och mars vid Brännkyrka och Friberga. Nyårsfyrvärkerierna orsakade ytterligare ett överskridande vid Brännkyrkaskolan den 1 januari 2012.

Tabell 5. Partikelhalter under första mätperioden, (dec 2011 – maj 2012).

Station	PM10: Medelvärde, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10: Antal dygn $>50$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5: Medelvärde, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Brännkyrkaskolan	15,8	4	8,5
L:a Essingen	32,1	30	5,6
Fribergaskolan	12,7	2	7,9
Häggvik	27,2	25	-
Torkel Knutssongatan	15,6	0	4,5



Figur 12. Månadsmedelvärden av PM10-halter under 2011/2012 samt antalet dygn över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per månad.

Uppmätta halter av PM10 och PM2.5 för 2012/2013 presenteras som medelvärde i *Tabell 6* och månadsmedelvärden visas i *Figur 13* (endast PM10). Precis om under 2011/2012 uppmättes de högsta PM10-halterna vid L:a Essingen och de lägsta vid Fribergaskolan, vilka även under denna period är i nivå med urbana bakgrundvärden. Även för 2012/2013 avviker PM2.5 från detta och lägsta halter uppmättes vid L:a Essingen och orsaken är den samma som under 2011/2012.

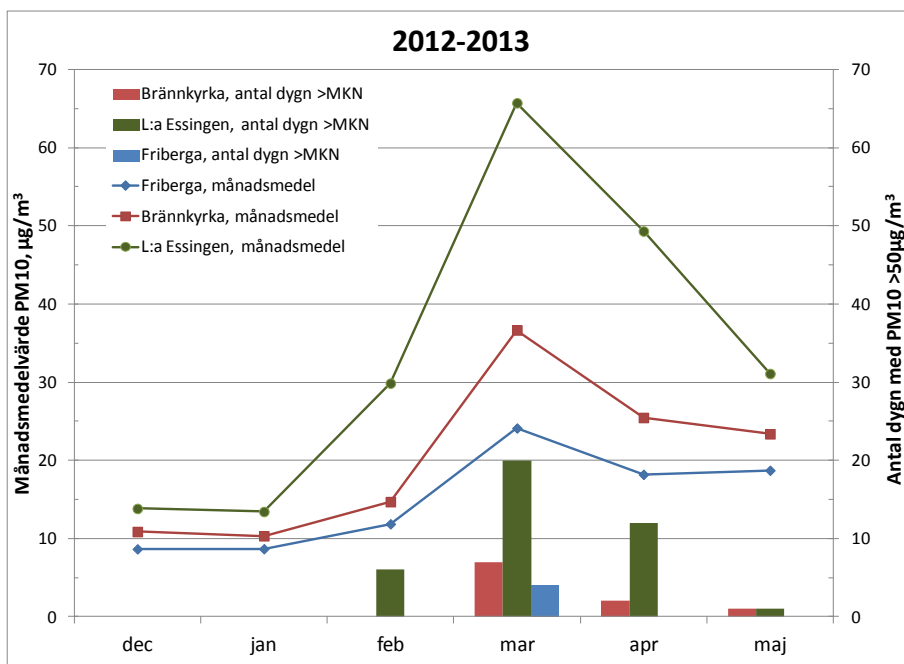
För PM10 överskreds miljö kvalitetsnormen vid L:a Essingen; 39 dygn hade PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Halterna av PM10 var låga under december och januari för att sedan stiga något under februari och var rejält förhöjda under mars och april. Inga dygn med PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uppmättes under december och januari. De allra flesta uppmättes under mars, men även under april. Detta hänger samman att körbanan var fuktig under en stor del av vintern och torkade upp först under mars vilket visas i *Figur 11*. Utförliga modellberäkningar av PM10-halterna vid de båda skolorna har genomförts inom ett annat

projekt finansierat av Trafikverket (Trafikverket 2014:034). Enlig beräkningarna skulle PM10-halterna legat en bit under miljö kvalitetsnormen för PM10 vid Friberga, medan halterna vid Brännkyrkaskolan beräknades överstiga miljö kvalitetsnormen. Mätningarna i detta projekt visar att halterna var något lägre än de beräknade, men de uppmätta halterna är påverkade av dammbindning vilket kan bidra till lägre PM10-halter.

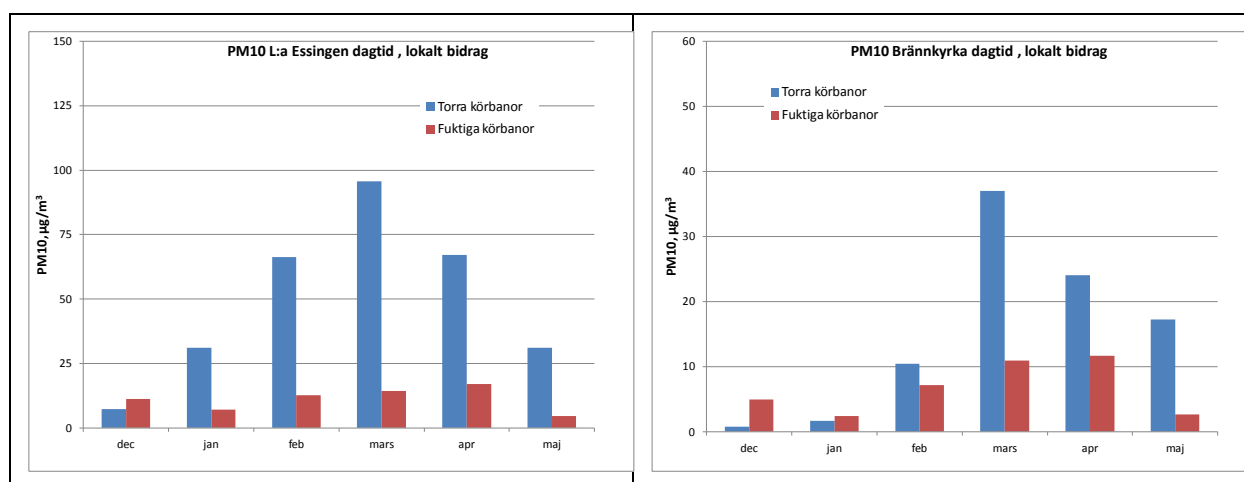
De uppmätta halterna var högre under 2012/2013 jämfört med 2011/2012. En av orsakerna var att körbanorna var torrare under 2012/2013 vilket visas i *Figur 10*. För att visa den stora betydelsen av vägytans fuktighet har ytterligare en analys gjorts. Mätdata för 2012/2013 delades in i perioder med torr körbana och blöt körbana. Definitionen av torr körbana var att fuktsensorn skulle visat status torr körbana. Fuktig körbana ha definierats som samtliga förhållanden utom torr körbana. Då PM10-halterna även följer trafikrytmen har endast timmar mellan 07:00 och 19:00 under vardagar tagits med i analysen. Dessutom har bakgrundshalten från Stockholms och Uppsala luftvårdsförbunds mätning vid Norr Malma subtraherats för att eliminera effekten av förändring i just den regionala bakgrundhalten. Eftersom fuktsensorn var placerad på E4/E20 har endast resultat från mätstationerna vid Brännkyrkaskolan samt L:a Essingen använts i analysen. *Figur 14* visar ett månadsmedelvärde dels under timmarna med torr körbana och dels med fuktig körbana. Graferna visar tydligt att de höga PM10-halterna endast uppträder när körbanan är torr. Månadsmedelvärdena för fuktiga körbanor visar i stort sett ingen säsongsvariation alls, men för torra körbanor syns en mycket tydlig säsongsvariation med de högsta halterna under mars.

Tabell 6. Partikelhalter under andra mätperioden (dec 2012 – maj 2013).

Station	PM10: Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>	PM10: Antal dygn >50 µg/m <sup>3</sup>	PM2.5: Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>
Brännkyrkaskolan	20,0	10	10,5
L:a Essingen	34,4	39	6,3
Fribergaskolan	15,3	4	8,8
Häggvik	24,8	21	-
Torkel Knutsson	15,9	2	5,6



Figur 13. Månadsmedelvärden av PM10-halter under 2012/2013 samt antalet dygn över 50 µg/m<sup>3</sup> per månad.



Figur 14. Månadsmedelvärdet av PM10 under 2012/2013 vid Brännkyrkaskolan och L:a Essingen. Endast vardagar och mellan 07:00 och 19:00 är med i analysen. Varje enskild månad är uppdelad mellan timmar med fuktig respektive torr körbanor. Observera att det är olika skalor i graferna.

## Kväveoxidhalter

Halterna av NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> under 2011/2012 visas i *Tabell 7* samt som månadsmedelvärden i *Figur 15* (endast NO<sub>2</sub>). Precis som för PM10 så uppmättes de högsta halterna av såväl NO<sub>x</sub> som NO<sub>2</sub> vid L:a Essingen och de lägsta vid Fribergaskolan. Miljökvalitetsnormen för NO<sub>2</sub> överskreds under perioden vid Brännkyrkaskolan med 11 dygn över 60 µg/m<sup>3</sup>. Vid L:a Essingen tangerades miljökvalitetsnormen med 7 dygn över 60 µg/m<sup>3</sup>. Trots lägre medelhalter vid Brännkyrkaskolan jämfört med L:a Essingen så uppmättes alltså fler dygn med höga NO<sub>2</sub> halter.

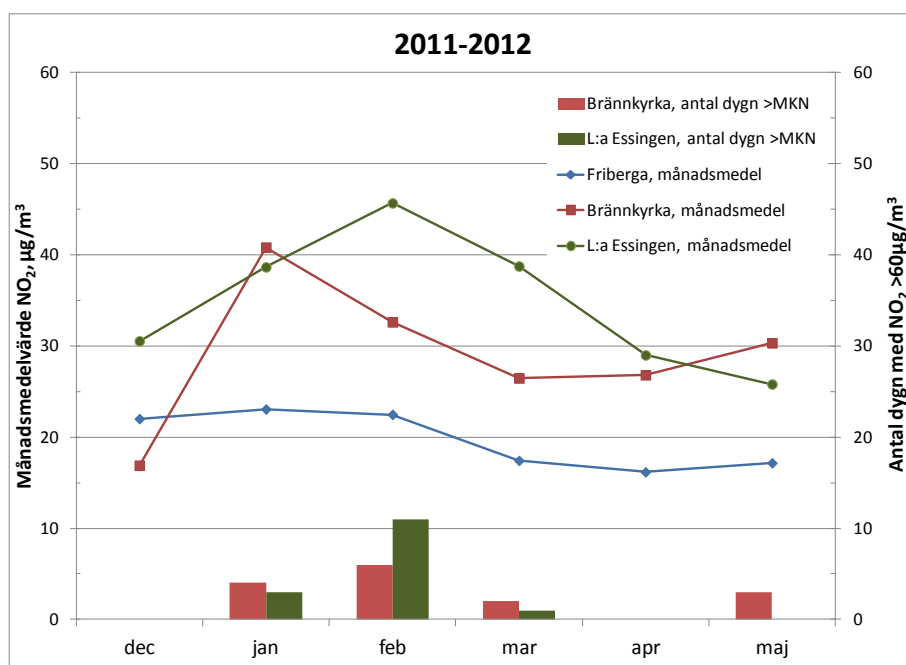
Flest dagar med höga dygnshalter uppmättes under februari, men i januari, mars samt maj uppmättes fler dygn med höga halter vid Brännkyrka jämfört med L:a Essingen. Mätstationerna vid L:a Essingen och Brännkyrkaskolan är placerade på olika sidor om E4/E20 och därför blir vindriktningen avgörande för när de högsta halterna inträffar och det är inte vid samma tidpunkter för de båda stationerna.

Halterna av NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub> under 2012/2013 visas i *Tabell 8* samt som månadsmedelvärden i *Figur 16* (endast NO<sub>2</sub>). Fördelningen mellan mätstationerna är densamma som under den första mätperioden med högst halter vid L:a Essingen.

Halterna av kväveoxider var högre under 2012/2013 jämfört med 2011/2012. En av orsakerna var att vindhastigheten i genomsnitt var lägre under 2012/2013 vilket ger sämre utspädning av luftföroreningarna, se *Figur 8*. Miljö kvalitetsnormen för NO<sub>2</sub> överskreds både vid L:a Essingen och vid Brännkyrkaskolan.

*Tabell 7. Kväveoxidhalter under första mätperioden dec 2011 – maj 2012.*

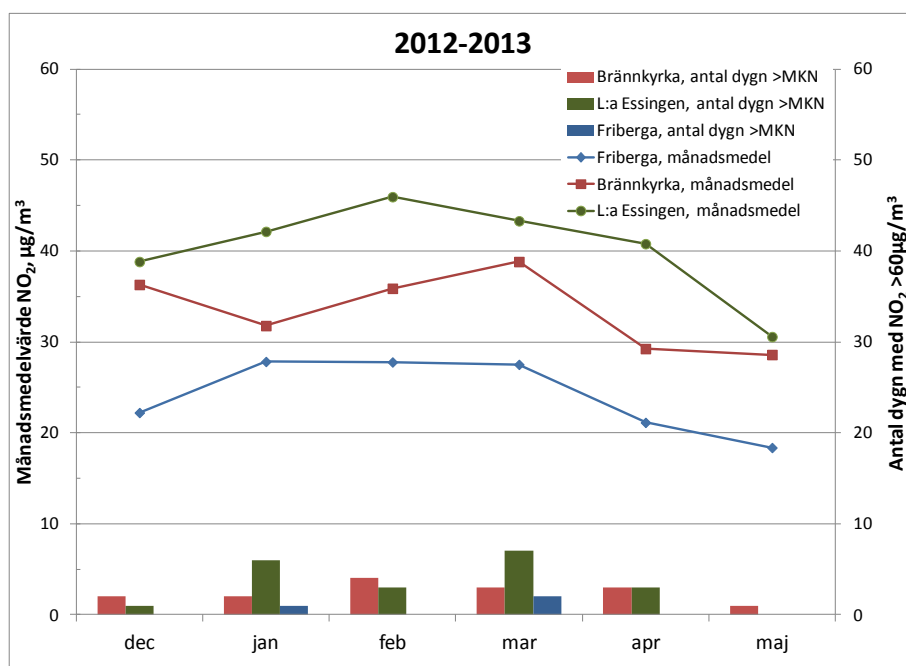
Station	NO <sub>x</sub> : Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> : Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> : Antal dygn >60 µg/m <sup>3</sup>
Brännkyrkaskolan	54,4	29,4	11
L:a Essingen	78,1	34,6	7
Fribergaskolan	30,1	19,6	0
Torkel Knutsson	15,3	12,1	0



Figur 15. Månadsmedelhalter av NO<sub>2</sub> under 2011/2012 samt antalet dygn över 60 µg/m<sup>3</sup> per månad.

Tabell 8. Kväveoxidhalter under andra mätperioden dec 2012 – maj 2013.

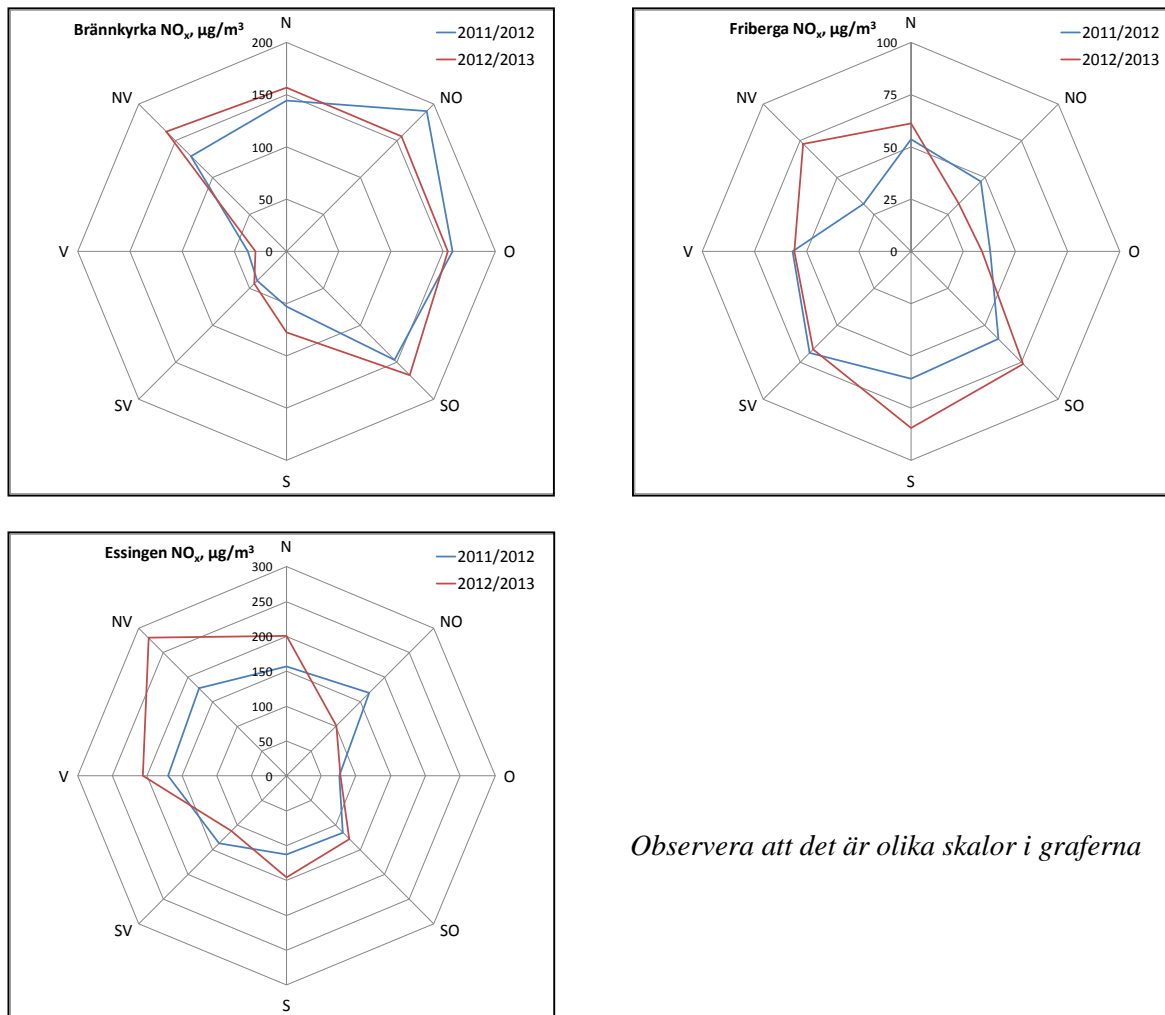
Station	NO <sub>x</sub> : Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> : Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> : Antal dygn >60 µg/m <sup>3</sup>
Brännkyrkaskolan	71,5	33,4	15
L:a Essingen	98,1	40,2	20
Fribergaskolan	37,1	24,1	3
Torkel Knutsson	20,4	15,7	1



Figur 16. Månadsmedelhalter av NO<sub>2</sub> under 2012/2013. samt antalet dygn över 60 µg/m<sup>3</sup> per månad.

Som påpekats tidigare var mätstationerna placerade i olika vädersträck i förhållande till den närliggande vägen vilket gör att vindriktningen har en avgörande betydelse. Under dagtid (07:00-19:00) under vardagar har halten av NO<sub>x</sub> fördelats för olika vindriktningar vid mätstationerna i Figur 17. Då vindriktningen vid Fribergaskolan var kraftigt påverkad av byggnader etc. så har vindriktningen i taknivå på Torkel Knutssongatan använts för analysera mätdata vid Fribergaskolan, men för Brännkyrkaskolan och L:a Essingen har vindriktningen vid Brännkyrkaskolan använts. För Brännkyrkaskolan är det mycket tydligt att höga halter endast uppmäts då det blåser från E4/E20 genom att jämföra Figur 17 och Figur 1. Vid vindriktningar från andra håll än från vägen så uppmäts i låga halter vid Brännkyrkaskolan.

För Fribergaskolan var dels halterna betydligt lägre, dels var beroendet på vindriktningen inte lika tydligt, även om de högsta halterna uppmäts vid vindar från E18. Även vid L:a Essingen uppmäts tydligt högst halter då det blåser från E4/E20. Den stationen ligger precis intill körbanan så den påverkas även av utsläppen från vägen vid andra vindriktningar, speciellt om vindhastigheten är låg då turbulensen från fordonen räcker för att ge förhöjda halter intill vägen.



Figur 17. Halten av NO<sub>x</sub> fördelat per vindriktning vid de tre olika mätstationerna. Endast vardagar och mellan 07:00 och 19:00 är med i analysen. För Brännkyrkaskolan och L:a Essingen har vindriktningen från Brännkyrkaskolan använts. För Fribergaskolan har vindriktningen vid Torkel Knutssonsgatans mätstation använts (på Mariapoliklinikens tak på Södermalm).

Det bör tilläggas att halten av PM<sub>10</sub> vid mätstationerna påverkas på motsvarande sätt av vindriktningen. Men PM<sub>10</sub>-halten påverkas även tydligt av andra faktorer som tid på året, användningen av dubbdäck samt vägytans fuktighet vilket försvårar en uppdelning i olika vindriktningar.

### Effekten på PM<sub>10</sub>-halten av dammbindning

Målet med dammbindningen var att sänka PM<sub>10</sub>-halterna under dagar med torra körbanor då halterna normalt är som högst. Med undantag av enstaka dygn under både dammbindningsperioden 2012 och 2013 så uppmäts förhöjda halter av PM<sub>10</sub> under dagarna med dammbindning vilket visade att dammbindningen gjordes under rätt tillfällen. Undantagen är när bedömning under natten har gjorts att det ska bli torra körbanor, men att prognosen av någon anledning slagit fel och körbanan förblev fuktig



under i stort sett hela dagen. Så skedde bland annat 31 mars och 15 april 2012 samt 5 maj 2013. Trots dammbindningen översteg PM10-halterna vid mätstationerna gränsvärdet 50 µg/m<sup>3</sup> under flera av dygnen med dammbindning. Detta inträffade vid L:a Essingen samt enstaka vid både Brännkyrka och Friberga vilket framgår av *Tabell 9*. Dammbindningen har alltså inte varit tillräcklig under dessa dygn för att sänka PM10 halten under gränsvärdet.

*Tabell 9. Antalet dygn med PM10-halter över 50 µg/m<sup>3</sup> i samband med dammbindning. \*E4 vid Häggvik dammbands inte.*

		Brännkyrka	L:a Essingen	Friberga	Häggvik*
2012	Antal dygn med dammbindning	11	11	11	0
	Antal dagar med PM10 >50 µg/m <sup>3</sup>	1	6	1	5
2013	Antal dygn med dammbindning	13	13	13	0
	Antal dagar med PM10 >50 µg/m <sup>3</sup>	2	10	1	6

Då PM10-halterna skiljer sig tydligt åt mellan mätstationerna både (se *Tabell 5* och *Tabell 6*) så kan inte halterna jämföras direkt för att utvärdera effekten av dammbindningen. Istället studeras förhållandet (kvoten) av de uppmätta dygnmedelvärdena vid Brännkyrka, L:a Essingen och Friberga mot halterna vid Häggvik. Jämförelse av kvoterna av PM10-halterna mellan stationerna visas i *Tabell 10*. För analysen av dammbindningens effekter har ingen sortering gjorts varken för vägytans fuktighet eller för vindriktningen. Anledningen till detta är att urvalet av mätdata skulle bli för litet för att kunna göra en analys av effekterna. Av tabellen framgår att för samtliga stationer var förhållandet mot Häggvik lägre under dagarna med dammbindning jämfört med dagar utan dammbindning under 2012. Detta både om jämförelse görs med samtliga dygn under mars-april 2012 samt för L:a Essingen även om jämförelse görs mot 2011 (endast begränsad dammbindning under 2011). Sänkningen av förhållandet mellan L:a Essingen och Häggvik var 28 % under dagarna med dammbindning jämfört med 2011.

Om jämförelse görs mellan dagar med dammbindning och utan dammbindning under 2012 fås att halterna reducerats med 13 % vid L:a Essingen jämfört med Häggvik, 40 % vid Brännkyrka samt 37 % vid Friberga. Motsvarande analys för 2013 visar på mycket lägre effekt; 6 % L:a Essingen, 5 % vid Brännkyrka samt 2 % vid Friberga. Resultaten skiljer sig mycket åt mellan de olika åren och för de olika mätstationerna. Som redan visats så varierar PM10-halterna kraftigt vid mätstationerna beroende på både vägytans fuktighet samt vindriktningen. Resultatet från 2013 är oväntat lågt. Då analysen baseras på mätstationen vid Häggvik kan en förändring i halterna där påverka stort. Om dammbindning har gjort på E4 förbi mätstationen vid Häggvik under 2013, men inte under de tidigare åren skulle det förklara avsaknaden av beräknad effekt under 2013.

Tabell 10. Förhållandet mellan PM10-halterna vid de olika mätstationerna.

	L:a Essingen / Häggvik	Brännkyrka / Häggvik	Friberga/Häggvik
Mars-april 2011	1,55	-	-
Mars-april 2012, ej MgCl <sub>2</sub>	1,26	0,60	0,52
Dammbindning 2012	1,10	0,36	0,33
Mars-april 2013, ej MgCl <sub>2</sub>	1,61	0,77	0,57
Dammbindning 2013	1,52	0,73	0,56

### Effekten på vägytans fuktighet vid dammbindning

Under 2013 studerades även påverkan på vägytans fuktighet vid de tillfällen då dammbindning med MgCl<sub>2</sub> gjordes. Av de 13 tillfällena då dammbindningen gjordes så har det rapporterats att under två av dessa gjordes dammbindning endast längs kanterna, se *Tabell 4*. Av de återstående 11 tillfällena så ändrades fuktsensorns status från torr körbana till fuktig körbana vid 8 av tillfällena. Normalt är fuktigheten i luften högre under natten än dagen varför det inte är helt säkert att utslaget på fuktsensorn enbart beror på dammbindningen, då dammbindningen undantagslöst gjordes under natten. I samband med den 5 maj ses inget utslag på fuktsensorn. Vid kontroll av webkamerabilder från [www.trafiken.nu](http://www.trafiken.nu) så ser det ut som om endast kanterna behandlats även under den dagen, vilket i så fall förklarar varför ingen signal på fuktsensorn ses. Vid de övriga två tillfällena har ingen tydlig orsak hittats till att utslag på fuktsensorn saknas. Tiden som fuktsensorn visade på fuktig körbana varierade mellan 4 och 11 timmar vid de olika tillfällena.

En annan effekt av dammbindningen verkar vara att vägytans fuktighet även påverkas några nätter efter dammbindningen. Vid flera tillfällen syntes utslag på fuktsensorn under natten efter dammbindningen. Det finns också en antydning till att den effekten blir tydligare om dammbindning gjorts vid flera tillfällen utan regn emellan. Detta kan bero på att det skapat ett litet lager av magnesiumklorid på körbanan som bidrar till fuktig vägbana under nätter med hög luftfuktighet.

### Jämförelser med tidigare dammbindning

Dammbindning av E4/E20 har genomförts under flera säsonger och analyser av effekterna på halterna i anslutning till mätstationen på L:a Essingen har presenterats tidigare. Den mest omfattande studien gjordes under 2007 (SLB-rapport 3:2007) och även då användes magnesiumklorid. Den studien visade på en genomsnittlig sänkning av dygnsmedelvärdena mellan 25 % - 35 % vid behandling av vägbanan. Under den studien genomfördes dammbindning vid 21 tillfällen under våren. En tidigare studie av dammbindningens effekt på halterna från E4 vid Vallstanäs norr om Upplands Väsby gjordes 2004 (SLB-rapport 4:2004). PM10-halterna sänktes då i genomsnitt med 35 % med hjälp av CMA. Effekten på PM10-halterna i denna studie visade på en sänkning av dygnsmedelvärdet vid L:a Essingen mellan 25 % och 40 % under våren 2012 vilket är nivå med de tidigare studierna. Resultatet för 2013 är betydligt lägre - endast en sänkning med ca 6 %. Det är svårt att hitta någon förklaring till varför 2013 skulle skilja sig från samtliga tidigare studier. Den tänkbara orsaken är som nämnts ovan att sträckan på E4 förbi mätstationen vid Häggvik dammband under 2013. Det skulle förklara avsaknaden av observerad effekt under 2013.

Halterna av PM10 var högre under 2013 jämfört med 2012, vilket försvårade möjligheterna att klara gränsvärdet både under hela säsongen och under enskilda dagar, trots användningen av dammbindning.

## **Effekten på PM10 av hastighetssänkning**

Analys av hur de uppmätta PM10-halterna vid Fribergaskolan skulle kunna påverkas av sänkt skyltad hastighet längs E18 saknas eftersom inga trafikdata har funnits att tillgå. Beräknade effekter på PM10-halterna på olika plaster längs det statliga vägnätet av sänkt hastighet redovisas i rapporten "Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafikbelastade vägar i Stockholms län" (Trafikverket 2014:034). Beräkningarna har visat att en sänkt reell hastighet med 10 km/h kan sänka de totala PM10-halterna (inte bara trafikens bidrag) med något mer än vad som kan åstadkommas med dammbindning och ungefär lika mycket som att sänka dubbdäcksandelen med 10 procentenheter (från 70 % till 60 %). Men trafikmätningar har visat att även om den skyltade hastigheten sänks, så följs det inte alltid med en reell hastighetsminskning.

## Referenser

LVF-rapport 2013:6. Eneroth, K., Luftkvalitet i Stockholm och Uppsala län samt delar av Gävleborgs län. Kontroll och jämförelse med miljökvalitetsnormer år 2012.

SLB-rapport 4:2004. Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., Swietlicki, E. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10. Slutrapportering av FoU projekt.

SLB-rapport 6:2006. Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K-G. Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006

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

SLB-rapport 4:2008. Norman, M. Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008.

SLB-rapport 5:2013. Burman, L., och Norman, M. Luften i Stockholm. Årsrapport 2012.

Trafikverket-rapport 2014:034. Eneroth, K. och Johansson, C. Åtgärder mot höga halter av partiklar (PM10) på platser där människor vistas intill hårt trafikerade vägar i Stockholms län. ISBN: 978-91-7467-557-3.

VTI-rapport 2010:666. Effekter av dammbindning av belagda vägar, Statens väg- och transportforskningsinstitut, VTI, Linköping.

Åtgärdsprogram för kvävedioxid och partiklar i Stockholms län, Rapport 2012:34, Länsstyrelsen i Stockholms län.



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>