

# *Halter av partiklar (PM10) samt kvävedioxid vid E4/E20 vintern 2015-2016*

- Utvärdering av åtgärd i form av dammbindning

---

Sanna Silvergren, Billy Sjövall, Magnus Brydolf, Börje Norberg,  
Michael Norman och Peter Strömberg



Utfört på uppdrag av Trafikverket



## Innehållsförteckning

Förord .....	4
Sammanfattning .....	5
Inledning .....	7
Syfte .....	7
Mätningar .....	7
Mätplatser .....	7
<i>Lilla Essingen</i> .....	8
<i>Brännkyrka</i> .....	9
<i>Gröndal</i> .....	10
Trafikflöde .....	10
Dammbindning .....	11
Miljö kvalitetsnormer och mål .....	13
Partiklar, PM10 .....	13
Kvävedioxid, NO <sub>2</sub> .....	14
Resultat .....	14
PM10 - partiklar .....	14
NO <sub>2</sub> - kvävedioxid .....	18
Optimering av dammbindningen .....	19
<i>Nederbörd</i> .....	19
<i>Höga bakgrundshalter</i> .....	19
<i>Val av dagar med dammbindning</i> .....	20
Faktorer som bidrar till höga halter .....	21
<i>Dubbdäcksanvändning</i> .....	21
<i>Vägbanans fuktighet</i> .....	21
<i>Solinstrålning</i> .....	22
<i>Vind</i> .....	23
Referenser .....	25

## Förord

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

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

Uppdragsnummer:	2016080
Daterad:	2017-02-23
Handläggare:	Sanna Silvergren
Status:	Internt granskad av Christer Johansson och Michael Norman



Miljöförvaltningen i Stockholm  
Box 8136  
104 20 Stockholm  
[www.slb.nu](http://www.slb.nu)

## Sammanfattning

### Syfte

Denna utredning har genomförts i syfte att kvantifiera betydelsen av åtgärder i form av dammbindning för partikelhalterna i utomhusluften vid E4/E20. Utöver detta redogörs för halter av NO<sub>2</sub> mot mål och norm. Den har utförts av SLB-analys på uppdrag från Trafikverket.

### Mätningar

Mätningar utfördes under perioden oktober 2015 till och med maj 2016. Mätningarna har omfattat luftburna partiklar (PM10 och PM2.5), men även kväveoxider (NO och NO<sub>2</sub>) och meteorologi (temperatur, luftfuktighet, vindhastighet och vindriktning). Mätplatserna som utvärderats inom projektet ligger på Lilla Essingen och vid Brännkyrka (Midsommarkransen) nära E4/E20. Förutom mätresultaten vid E4/E20 användes mätresultat från mätningar i taknivå på Södermalm i Stockholms innerstad (urban bakgrund) och i regional bakgrund, norr om Norrtälje samt vid E4/E20 i Gröndal.

### Resultat

#### *Partikelhalter*

PM10-halterna var generellt lägre vid Brännkyrka jämfört med mätstationen vid Lilla Essingen under mätperioden. Det beror dels på positionen av stationen, längre upp och längre bort från vägen, jämfört med stationen på Lilla Essingen. Det beror även på att den förhärskande vindriktningen under mätperioden varit västlig. Mätstationerna är placerade så att luftföroreningar från E4/E20 förs mot mätstationen på Lilla Essingen vid västliga vindar och mot stationen vid Brännkyrka vid östliga vindar. Totalt uppmättes 28 (Essingen) respektive 5 (Brännkyrka) dygn med medelhalter av PM10 över 50 µg/m<sup>3</sup> under oktober 2015 till och med maj 2016. Normvärdet för partikelhalter PM10 innebär att det under maximalt 35 dygn får uppmätas medelhalter över 50 µg/m<sup>3</sup> per kalenderår. Antalet höghaltsdygn (> 50 µg/m<sup>3</sup>) har redan under första halvan av 2016 varit fler än det antal som uppmättes under 2015, 5 respektive 26 dygn för Lilla Essingen samt Brännkyrka. Antalet dygn över normvärdet 50 µg/m<sup>3</sup> under kalenderåret 2015 var det år minst antal sedan mätningarna startade år 2005 vid Lilla Essingen, 19 stycken. Vid Brännkyrka uppmättes 4 dygn med medelhalter över 50 µg/m<sup>3</sup> under 2015.

#### *Kväveoxidhalter*

Totalt uppmättes 15 (Essingen) respektive 18 (Brännkyrka) dygn med medelhalter av kvävedioxid över 60 µg/m<sup>3</sup> under 2015. Normvärdet för kvävedioxidhalter (NO<sub>2</sub>) innebär att det under maximalt 7 dygn får uppmätas medelhalter över 60 µg/m<sup>3</sup> per kalenderår. Antalet höghaltsdygn (> 60 µg/m<sup>3</sup>) har redan under första halvan av 2016 varit fler än normgränsen vid Essingen, 12 stycken, medan Brännkyrka fortfarande låg under med 4 dygn över normvärdet 60 µg/m<sup>3</sup> dygn. Årsnormen på 40 µg/m<sup>3</sup> klarades vid både Essingen och Brännkyrka under 2015 medan normen för timmar (max 175 timmar över 90 µg/m<sup>3</sup> i timmedelhalt) överskreds med knapp marginal vid Brännkyrka under 2015 men klarades vid Lilla Essingen.

#### *Effekter av dammbindning*

Dammbindning utfördes under 15 tillfällen oktober 2015-maj 2016, något färre tillfällen än under föregående säsong då det dammbands vid 20 tillfällen.. Antalet dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> då dammbindning utfördes var 3 respektive 1 för Lilla Essingen och Brännkyrka vintern 2015-2016. Övriga dygn med dammbindning uppmättes halter under norm. Vid en förväntad dammbindningseffekt på 25 % (baserat på tidigare utvärderingar) kan det konstateras att antalet dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> teoretiskt hade kunnat vara det dubbla, 6 respektive 2 för Lilla Essingen och Brännkyrka, om dammbindningen inte hade utförts. Vid antagen maximal effekt

(45 %) hade antalet dygn med halter över 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  teoretiskt kunnat vara 12 respektive 7 för Lilla Essingen och Brännkyrka, om dammbindningen inte hade utförts.

Antalet dygn med halter över 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  utan dammbindning var 25 respektive 4 för Lilla Essingen och Brännkyrka vintern 2015-2016. Vid ett antagande att dammbindning hade kunnat utföras under alla dygn med uppmätta halter över 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och teoretiskt då gett en 25-procentig minskning i halt, kunde antalet uppmätta dygn över 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ha minskat från 28 till 13 på Lilla Essingen. Vid Brännkyrka hade tillfällena minskat från 5 till 3. Det innebär att halterna under flertalet dygn är så pass hög att dammbindningens effekt troligen inte är tillräcklig för att klara dygnsmedelhalter under 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Med det sagt ska det även klargöras att dammbindningen kunde ha minskat exponeringen av farliga partikelhalter oavsett vilket dygn den utfört och i synnerhet under dygnen med det högsta halterna.

#### *Faktorer som bidrar till höga halter*

De högsta halterna uppmättes under dubbdäckssäsongen samt några veckor efteråt under vintern 2015-2016. Det är förväntat eftersom dubbdäcken genererar mycket PM10-partiklar som antingen emitteras direkt ut till luften eller som ansamlas i depåer vid vägen, så länge vägytan är fuktig. Det finns även ett tydligt samband mellan förhöjda halter och torra vägbanor samt solinstrålning. Under januari var vägbanan nästan konstant fuktig, vilket även innebar relativt låga halter under den perioden. Från årsskiftet fram till sommaren ökar solinstrålningen successivt och det innebär att vägbanan lättare kan torka upp och att partikeldepåer på vägbanan då frigörs. Under mars-april uppmättes generellt högst halter. Då var det soligt med torra vägbanor och dubbdäck på eller nyligen avtagna från fordonen. Dubbdäcken bidrar till direkta utsläpp av partiklar men de skapar även partikeldepåer på vägbanan och trots att dubbdäcken tagits av kan partikeldepåer fortfarande finns kvar på vägbanan i stor utsträckning strax efter dubbssäsongen och virvlas upp i luften på nytt.

#### *Slutsatser*

Då de högsta partikelhalterna uppmättes under mars-april under soliga dagar bör insatser med dammbindning företrädesvis göras under dessa dygn, om möjligt. Utifrån den dammbindningseffekten som utvärderats under tidigare säsonger skulle det ha varit möjligt att avsevärt minska antalet dygn med överskridanden utifrån detta samt att minska exponeringen av höga partikelhalter.

## Inledning

Detta projekt är utfört av SLB-analys på uppdrag av Trafikverket Region Stockholm under år 2016.

## Syfte

Denna utredning har genomförts i syfte att kvantifiera betydelsen av åtgärder i form av dammbindning för partikelhalterna i utomhusluften vid E4/E20. Projektet inleddes vid E4/E20 Brännkyrka år 2011 med motivet att dels utvärdera åtgärder mot höga partikelhalter och dels för att säkerställa att människor som vistas vid mätplatsen, däribland skolungdomar, inte utsätts för höga luftföroreningshalter. Tidigare rapporter finns tillgängliga på SLB-analys hemsida, (www.slb.nu, ”Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med E4/E20 och E18 i Danderyd”, SLB 2013:10, och ”Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med Essingeleden och E18 i Danderyd”, SLB 2015:6). Utöver detta redovisas kortfattat halter av kvävedioxid som också är reglerat mot normvärden.

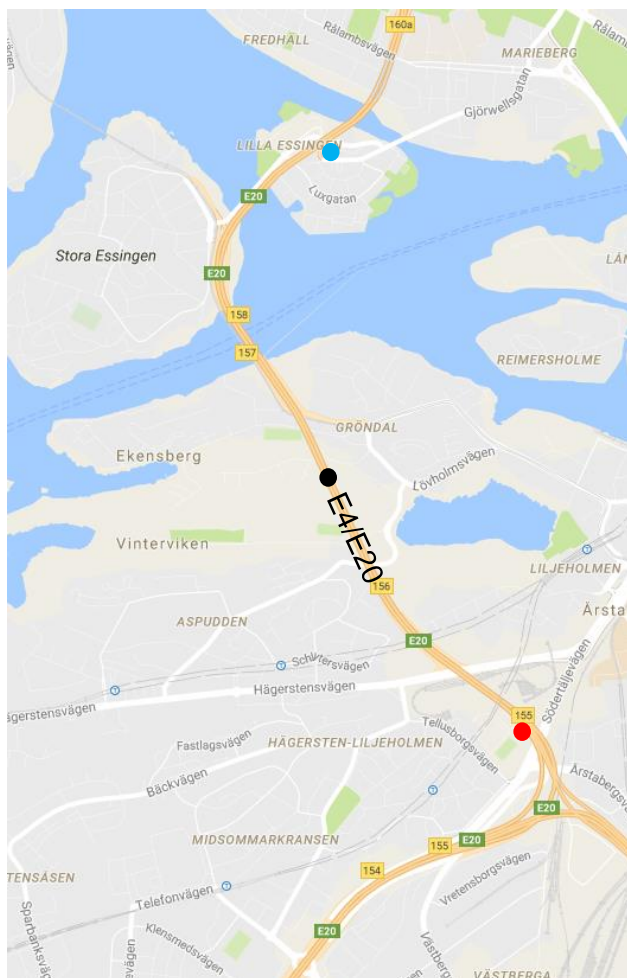
## Mätningar

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

### Mätplatser

Mätningarna har omfattat luftburna partiklar (PM10, partiklar som är max 10 mikrometer stora, och PM2.5, partiklar som är max 2,5 mikrometer stora), men även kväveoxider (NO och NO<sub>2</sub>) och meteorologi (temperatur, luftfuktighet, vindhastighet och vindriktning).

Mätplatsernas läge vid Lilla Essingen och Brännkyrka, längs E4/E20 framgår av i Figur 1. Förutom mätresultaten vid E4/E20 från Lilla Essingen och Brännkyrka användes mätresultat från mätningar i regional bakgrund, Norr Malma (10 km NV Norrtälje) samt urban bakgrund på Södermalm (taket på Mariapolikliniken vid Torkel Knutssonsgatan) i Stockholms innerstad. Utöver dessa mätningar har data på väg banans fuktighet använts i analysen. Vägfuktighet mättes med en sensor placerad i höjd med Gröndal ovanför E4/E20.



**Figur 1.** Mätplatserna vid E4/E20, Lilla Essingen (blå prick), Brännkyrka (röd prick) samt Gröndal (svart prick).

### Lilla Essingen

Kontinuerliga mätningar inleddes redan år 2005 vid E4/E20 på Lilla Essingen. Mätskåpet vid Lilla Essingen är placerat mindre än fem meter öster om E4/E20 ungefär i nivå med körbanan vid en gångväg, se figur 2. Insugen till instrumenten sitter ungefär 3 meter ovan mark. Instrumenteringen omfattar mätningar av PM<sub>10</sub> och PM<sub>2.5</sub> med hjälp av Thermo Fischer TEOM samt NO<sub>x</sub> (NO och NO<sub>2</sub>) med en Environnement AC31 M. Stationen vid Lilla Essingen har använts för att utvärdera effekten av dammbindning tidigare (SLB-rapport 6:2006, SLB-rapport 4:2008 och 2013:10).





**Figur 2.** Mätskåpet vid E4/E20 Lilla Essingen.

### **Brännkyrka**

Mätstationen vid E4/E20 Brännkyrka startades i slutet av 2011 och pågick vintertid under två säsonger. Därefter har mätningar gjorts kontinuerligt med undantag av meteorologi som haft uppehåll från mars 2016 tills dagsläget, juni 2016. Mätvagnen i Brännkyrka är placerad väster om E4/E20, mindre än 10 meter från körbanan, på en bergsklack ovanför körbanan, se figur 3. Insugen till instrumenten sitter ungefär 4 meter ovan mark, ca 7.5 meter ovanför körbanan. En Thermo Fischer TEOM användes för mätningar av PM10. Mätningar av NO<sub>x</sub> (NO och NO<sub>2</sub>) utförs av en Environnement AC31 M. Mätvagnen är även utrustad med meteorologisk utrustning för mätningar av temperatur, relativ fuktighet samt vindhastighet och vindriktning, vilken varit aktiv fram tills mars 2016 under detta projekt.



**Figur 3.** Mätvagnen vid E4/E20 Brännkyrka.

### *Gröndal*

Fram tills maj 2016 mättes även vägbaneförhållandena vid Gröndal längs Essingeleden kontinuerligt med en Vaisala Remote Road Surface State Sensor (DSC111). Sensorn är riktad mot vägbanan och registrerar reflekterat ljus från transmittern i specifika våglängder och kan särskilja och detektera närvaron av vatten, snö och is på vägbanan. Vägbanan skuggas inte nämnvärt vid någon av platserna och det är inga större på- eller avfarter mellan platserna varför vi antar att vägbanans status vid Gröndal är relativt representativ för hela sträckan mellan Brännkyrkaskolan och Lilla Essingen.

### **Trafikflöde**

Trafikflödet vid Essingeleden är totalt mellan ca 120 000-155 000 fordon/dygn (söder och norrut) beroende på om det är vardag eller helg. Dygnsvariationen visar maximum under dagen med ca 10 000 fordon/h och minimum om natten med omkring 1000 fordon/h. Sedan trängselskatten infördes på Essingeleden i januari 2016 har trafiken minskat med cirka 4 % under vardagsdygnet jämfört med 2015 enligt Trafikverkets PM ”Trafikförändringar efter att trängselskatten förändrats i Stockholm” (2016) med data tills juni 2016. Antalet fordon på Essingeleden var under föreperioden i snitt 156 900 fordon vilket kan jämföras med 150 500 fordon/vardagsdygn enligt ”Trafikförändringar efter att trängselskatten förändrats i Stockholm”. Emissionerna av partiklar beror dock både på antal fordon och hastighet och vägytans fuktighet. I och med trängselskatten har köutbredningen minskat och hastigheterna ökat på E4:an och det är därför inte nödvändigtvis enbart positivt med trafikminskningen vad gäller PM10-halter. För kväveoxid-halterna är förhållandet mer komplext där lägre hastigheter samt ryckig körning väntas ge högre utsläpp än 60-80 km/h i jämnt hastighetsflöde. Ingen djupare analys av trängselskatten har gjorts inom ramen för denna utvärdering.

## Dammbindning

Sedan flera år tillbaka pågår ett arbete med att minska partikelhalterna både på det statliga vägnätet och inom Stockholm stad för att klara miljökvalitetsnormen för partiklar, PM10. Olika åtgärder för att sänka partikelhalterna har studerats såsom städning med så kallad bredsug eller vakuüm, spolning samt dammbindning. Undersökningarna har visat att dammbindning är en mycket effektiv metod för att sänka partikelhalterna (VTI-rapport 2014:802). Dammbindning är därför en av åtgärderna mot höga PM10-halter som förordas i åtgärdsprogrammet för Stockholms län (Länsstyrelsen rapport 2012:34). Effekten av dammbindningen på det statliga vägnätet runt Stockholm har utvärderats utförligt tidigare och resultaten finns redovisade i SLB-rapporter (SLB 4:2004, SLB 6:2006, SLB 3:2007 och SLB10:2013). De tidigare studierna har visat att medelhalterna sänks mellan 25 % och 40 % dygnet efter dammbindning utförts. I denna studie har inga liknande jämförelser utförts utan totalhalten vid stationerna har istället analyserats.

Dammbindning innebär att en vattenlösning av ett hygroskopiskt ämne läggs ut på vägytan vilket gör den fuktig och förhindrar vägdammet från att virvla upp i luften. Dammbindning med hjälp av kalcium-magnesium-acetat (CMA) som 25 procentig lösning i vatten har testats flitigt under flera omgångar på gator i centrala Stockholm (SLB 4:2004, SLB 10:2005, SLB 6:2006 och VTI-rapport 2012:767, VTI-rapport 2014:802, VTI-rapport 2016:897). 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. Trafikverket har på senare år övergått till att använda magnesiumklorid ( $MgCl_2$ ). Medlet sprids som en 20 procentig vattenlösning ( $10 \text{ g/m}^2$ ) på vägbanan och/eller i vägrenen.

Då dammbindning har visat sig kunna ge en viss försämrad friktion (halka) måste mängden utlagt medel begränsas. Det är även svårt med utlägg under snöiga vintrar och där fordon kör med mycket hög hastighet. Dammbindning sker under vinterhalvåret vid torrt väglag, vilket inträffar mest under våren. Detta medför att man sänker de allra högsta partikelhalterna under året, som brukar uppstå under den perioden. Det kan minska antalet dygn med halter över normvärdet eller målvärdet samt förbättra korttidsexponeringen av höga halter men ger en mindre effekt på årsmedelhalten. Därmed minskar inte människors långtidsexponering för luftburna partiklar i lika hög grad som korttidsexponeringen. Men eftersom de högsta halterna kan sänkas så kan dammbindning minska antalet dygn med halter över normvärdet  $50 \mu\text{g/m}^3$ .

Dammbindning gjordes under vintersäsongen 2015-2016 vid behov från oktober till och med maj (Tabell 1 och 2) under 15 tillfällen. Under föregående vintersäsong 2014-2015 dammbands det vid några fler tillfällen och med högre täthet, med start i november och avslut i april, totalt 20 tillfällen. Under kalenderåret 2015 utfördes totalt 18 dammbindningstillfällen och år 2016 utlägg skett vid 11 tillfällen under januari till och med maj.

**Tabell 1.** Dammbindning under 2015, totalt 18 tillfällen.

Datum	Kommentar	Rapportering
2015-02-12	Kvällen omkring kl.20.	Email, Emil Rydén
2015-02-15	Kvällen	Email, Emil Rydén den 16/2
2015-02-25	Kvällen	Email, Emil Rydén den 26/2
2015-03-04		Email, Emil Rydén den 5/3
2015-03-09		Email, Emil Rydén den 10/3
2015-03-12		Email, Emil Rydén den 12/3
2015-03-15		Email, Emil Rydén den 15/3
2015-03-18		Email, Emil Rydén den 19/3
2015-03-25		Email, Emil Rydén den 19/3
2015-04-02		Email, Emil Rydén den 2/4
2015-04-06		Email, Emil Rydén den 7/4
2015-04-19		Email, Emil Rydén den 20/4
2015-04-22		Email, Emil Rydén den 23/4
2015-04-26		Email, Emil Rydén den 27/4
2015-10-30		Email, Emil Rydén
2015-11-02	Kört på kvällen den 2/10. (Står fel månad?)	Email, Emil Rydén
2015-12-07		Email, Emil Rydén
2015-12-18		Email, Emil Rydén

**Tabell 2.** Dammbindning januari till och med maj 2016, totalt 11 tillfällen.

Datum	Kommentar	Rapportering
2016-02-15		Email, Emil Rydén 22/2
2016-02-28		Email, Emil Rydén
2016-03-08		Email, Emil Rydén
2016-03-10		Email, Emil Rydén
2016-03-13		Email, Daniel Persson
2016-03-28		Email, Daniel Persson
2016-03-30		Email, Daniel Persson
2016-04-11		Email, Daniel Persson
2016-04-13		Email, Daniel Persson
2016-04-19	Är troligen utfört detta datum. Annars 4/5.	Email, Daniel Persson
2016-05-04?	Mejlet daterat 20/4. Anlände mejlkorg 4/5.	Email, Daniel Persson
2016-05-08		Email, Daniel Persson

## Miljökvalitetsnormer och mål

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är juridiskt bindande föreskrifter som har utarbetats nationellt i anslutning till miljöbalken. De baseras på EU:s regelverk om gränsvärden och vägledande värden.

Det nationella miljökvalitetsmålet Frisk luft är definierat av Sveriges riksdag. Halterna av luftföroreningar ska senast till år 2020 inte överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål.

Miljökvalitetsnormerna fungerar som rättsliga styrmedel för att uppnå de strängare miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen med preciseringar anger en långsiktig målbild för miljöarbetet och ska vara vägledande för myndigheter, kommuner och andra aktörer.

Miljökvalitetsnormer och miljökvalitetsmål innehåller värden för halter av luftföroreningar både för lång och kort tid. Från hälsoskyddssynpunkt är det viktigt att människor både har en låg genomsnittlig exponering av luftföroreningar under längre tid (motsvarar årsmedelvärde) och att minimera antalet tillfällen då de exponeras för höga halter under kortare tid (dygnsmedelvärden). För att en miljökvalitetsnorm ska klaras får inget av normvärdena överskridas.

### Partiklar, PM10

Tabell 3 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10, till skydd för hälsa. Värdena anges i enheten  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mikrogram per kubikmeter) och omfattar ett årsmedelvärde och ett dygnsmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 35 gånger under ett kalenderår.

**Tabell 3.** Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för partiklar, PM10 avseende skydd av hälsa (Luftkvalitetsförordning 2010:477, Miljömål.se)

Tid för medelvärde	Normvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Målvärde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Anmärkning
Kalenderår	40	15	Värdet får inte överskridas
1 dygn	50	30	Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per kalenderår

## Kvävedioxid, NO<sub>2</sub>

Tabell 4 visar gällande miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> till skydd för hälsa. Normvärden finns för årsmedelvärde, dygnsmedelvärde och timmedelvärde. Målvärden finns för årsmedelvärde och timmedelvärde. Årsmedelvärdet får inte överskridas medan dygnsmedelvärdet får överskridas högst 7 gånger under ett kalenderår. Timmedelvärdet får överskridas högst 175 gånger under ett kalenderår.

**Tabell 4.** Miljökvalitetsnorm och miljökvalitetsmål för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> avseende skydd av hälsa (Luftkvalitetsförordning 2010:477, Miljömål.se).

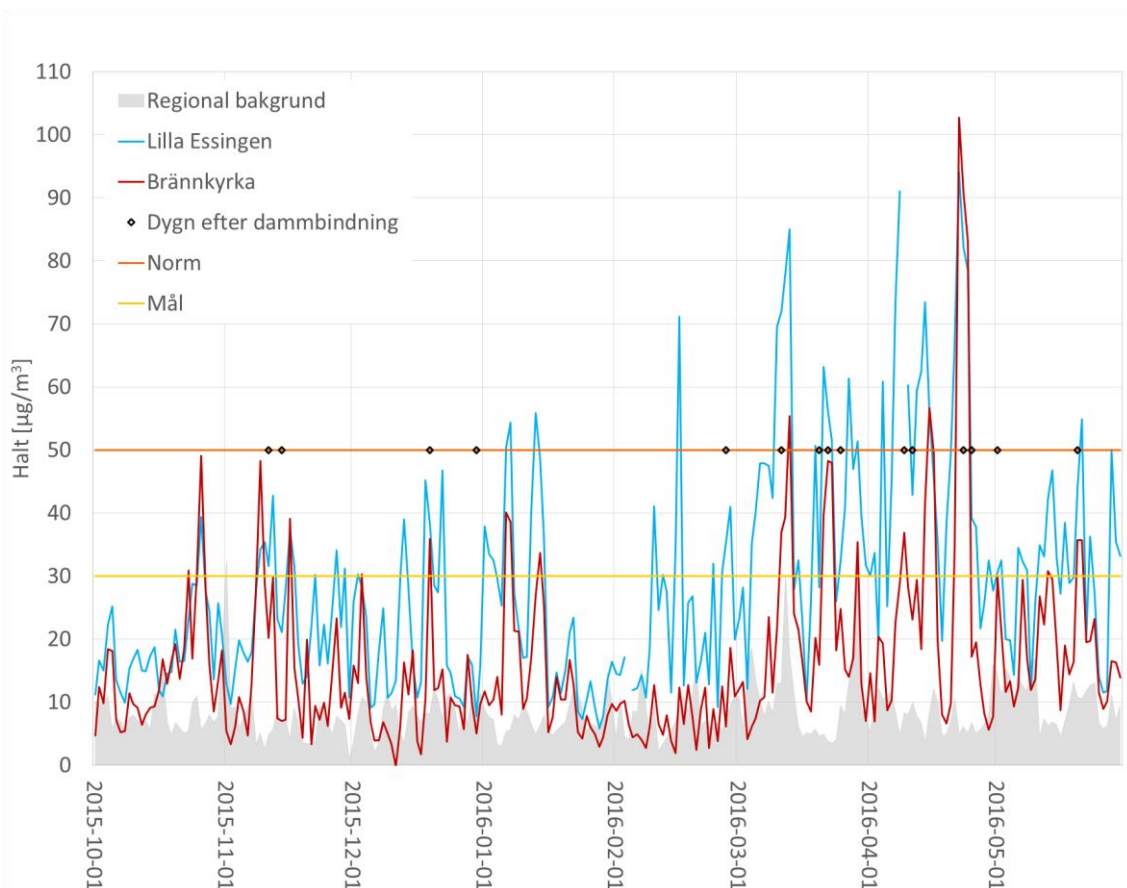
Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m <sup>3</sup> )	Målvärde (µg/m <sup>3</sup> )	Anmärkning
Kalenderår	40	20	Värdet får inte överskridas
1 dygn	60	-	Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per kalenderår
1 timme	90	60	Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per kalenderår

## Resultat

### PM10 - partiklar

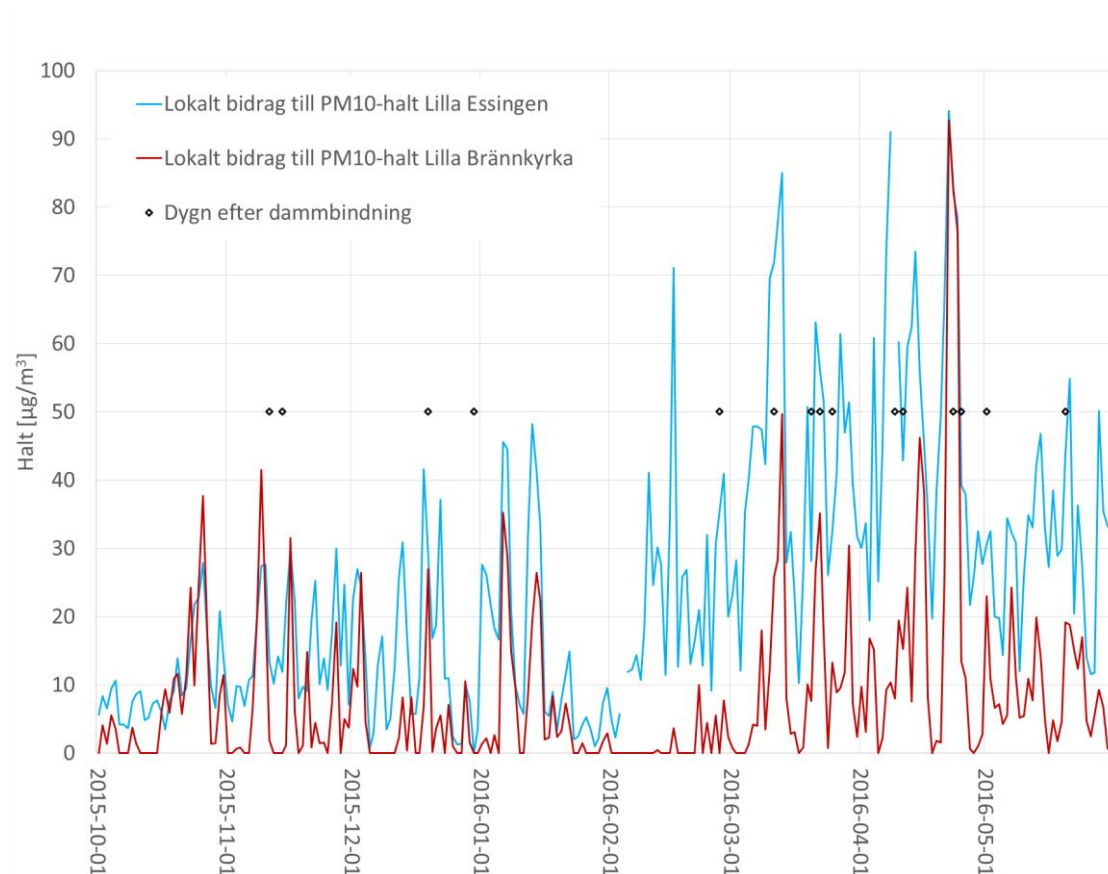
För mätningarna inom projektet användes 15 minuters tidsupplösning som sedan beräknades till både timmedelvärden och dygnsmedelvärden.

All mätdata av partikelhalter mellan oktober 2015 till och med maj 2016 visas i Figur 4. Datafångsten var 99 % respektive 100 % för mätningarna av PM10 vid Lilla Essingen samt Brännkyrka. De svarta markeringarna visar när dammbindningen bör ha haft störst effekt, d.v.s. dygnet då utläggning skett föregående kväll. Halterna i regional bakgrund (vid Norr Malma) visas även som referens för att indikera ungefär hur stora de lokala utsläppen i mätplatsens närområde är. Normvärdet, 50 µg/m<sup>3</sup>, samt målvärdet, 30 µg/m<sup>3</sup>, visas även som referenser. Se även avsnitt Miljökvalitetsnormer och mål.



**Figur 4.** Uppmätta halter av PM10 vid E4/E20 samt regional bakgrund och dygn efter dammbindningstillfälle, då effekt förväntas.

I Figur 5 har det lokala bidraget till PM10-halterna vid E4/E20 Lilla Essingen respektive Brännkyrka beräknats genom att dra av halten som uppmätts i regional bakgrund. Här fås ett mått på den delen av PM10-halten som kan sänkas med hjälp av dammbindning. Se även avsnitt ”Optimering av dammbindningen - Höga bakgrundshalter”.



**Figur 5.** Beräknat lokalt haltbidrag av PM10 vid E4/E20 och dygn efter dammbindningstillfälle, då effekt förväntas.

År 2015 uppmättes minst antal dygn över normvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  någonsin under de 10 åren som mätningar utförts vid Lilla Essingen. Även vid Brännkyrka var halterna ovanligt låga med få dygn över normvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det bör dock tilläggas att den stationen endast varit aktiv under ett helt kalenderår ett år före 2015, d.v.s. hela 2014 och hela 2015. De ovanligt få dygn över normvärdet berodde både på dammbindning som utfördes och meteorologiska faktorer som spelade in. Det var både regnigare och blåsigare än normalt. Resultaten för 2016 fram till och med maj visar att det, trots att dammbindningen fortsatt utföras, kommer att blir fler dygn över normvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  än det föregående rekordåret.

Generellt uppmättes högre halter vid Lilla Essingen än vid Brännkyrka men den allra högsta dygnsmedelhalten registrerades vid Brännkyrka den 11 april 2016, strax över  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Toppnoteringen vid Lilla Essingen skedde även under det dygnet, lite under  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De regionala bakgrundshalterna var medelhöga under det dygnet. Halterna berodde därmed på lokala utsläpp. De i snitt lägre halterna vid Brännkyrka jämfört med Lilla Essingen är konsekvent med tidigare mätperioder som utvärderats. Det beror dels på positionen av stationen vid Brännkyrka, längre upp och längre bort från vägen, jämfört med stationen på Lilla Essingen (se även avsnitt Mätplatser). Det beror även på att den förhärskande vindriktningen under mätperioden varit västlig. Mätstationerna är placerade så att luftföroreningar från E4/E20 förs mot mätstationen på Lilla Essingen vid västliga vindar och mot stationen vid Brännkyrka vid östliga vindar (se även avsnitt Faktorer som bidrar till höga halter, sektion Vind).



**Tabell 5.** Partikelhalter och antal överskridande dygn för respektive station under kalenderåret 2015, vintersäsongen okt 2015 – maj 2016 samt jan 2016 till och med maj 2016.

Station	PM10: Medelvärde, $\mu\text{g}/\text{m}^3$			PM10: Antal dygn $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (miljökvalitetsnormen max 35 dygn/år)		
	2015	Vinter 2015-2016	Jan – maj 2016	2015	Vinter 2015-2016	Jan-maj 2016
Brännkyrka	14.4	16.6	17.9	4	5	5
Lilla Essingen	23.6	29.4	33.5	19	28	26
Urban bakgrund	12.3	13.1	13.6	0	0	0
Regional bakgrund	8.9	8.5	8.9	0	0	0

**Tabell 6.** Antalet dygn med PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i samband med att dammbindning utförts och totalt under vinterperioden okt 2015-maj 2016.

		Brännkyrka	Lilla Essingen
2015	Antal dygn med dammbindning	18	18
	Antal dygn med PM10 $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ då dammbindning utförts kvällen innan.	1	5
	Totalt antal dygn med PM10 $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under hela mätperioden.	4	19
Vintern 2015/2016	Antal dygn med dammbindning	15	15
	Antal dygn med PM10 $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ då dammbindning utförts kvällen innan.	1	3
	Totalt antal dygn med PM10 $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under hela mätperioden.	5	28

Antalet dygn med överskridande av normvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  framgår av Tabell 5 och antalet dygn med medelhalt över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som dammbundits kan ses i Tabell 6. Antalet dygn med halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för vintern 2015-2016 blev 28 respektive 5 dygn vid Lilla Essingen och Brännkyrka. Normvärdet gäller helt kalenderår och gränsen är maximalt 35 dygn med halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Under första halvan av 2016 har antalet dygn över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  räknats till 26 respektive 5 dygn vid Lilla Essingen och Brännkyrka. Detta kan jämföras med 2015 då antalet var 19 respektive 4 dygn med halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid Lilla Essingen samt Brännkyrka. Snitthalterna vid E4/E20 under vintern var också ungefär lika höga som föregående vinter, något högre vid Lilla Essingen och något lägre vid Brännkyrka (se även SLB-rapport 6:2015). Under vinterperioden nov-april var medelhalten av PM10  $28,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $30,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vid Lilla Essingen under 2014-2015 respektive 2015-2016. Vid Brännkyrka var medelhalten av PM10  $17,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respektive  $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  under nov 2014- april 2015 respektive nov 2015- april 2016.

Antalet dygn med dammbindning då medelhalten var över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , trots dammbindningen, var 3 dygn vid Lilla Essingen samt 1 dygn vid Brännkyrka under vintern 2015-2016. Under hela kalenderår 2015 var motsvarande antal dygn 5 vid Lilla Essingen samt 1 dygn vid Brännkyrka.

Om man antar att dammbindningen sänker halterna med 25-45 %, vilket är i linje med tidigare resultat där dammbindningens effekt har utvärderats (SLB 4:2004, SLB 6:2006, SLB 3:2007 och SLB10:2013), kan uppmätta halter räknas upp så att ett hypotetiskt intervall av antalet överskridanden om ingen dammbindning gjorts kan tas fram. I Tabell 7 ses de halter som teoretiskt hade uppkommit utan dammbindning under de 15 dygnen med dammbindning under oktober 2015-maj 2016. På Lilla Essingen respektive vid Brännkyrka uppmättes 3 respektive 1

dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> trots dammbindning. Om dammbindningen inte hade utförts hade antalet dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> minst dubblerats, d.v.s. 6 respektive 2 dygn vid Lilla Essingen samt vid Brännkyrka (25 % högre halter antas). Om dammbindningen haft maximal effekt (45 % högre halter antas) skulle antalet dygn med halter över 50 µg/m<sup>3</sup> varit 12 respektive 7 dygn vid Lilla Essingen samt vid Brännkyrka utan dammbindningen.

**Tabell 7.** Partikelhalter under dygnet efter dammbindningsmedel lagts ut, då en effekt förväntas samt hypotetisk halt om dammbindning ej hade gjorts (25 % högre än uppmätt). Gäller vintersäsongen okt 2015 – maj 2016. Under 29 mars 2016 var datafångsten endast 43 % och dygnmedelhalten är därmed endast baserad på den delen av dygnet. Dygn med medelhalt över 50 µg/m<sup>3</sup> är skrivna i röd text.

Dygn efter dammbindning Datum	PM10 Lilla Essingen: Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>			PM10 Brännkyrka: Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>		
	Uppmätt halt	25 % högre halt	45 % högre halt	Uppmätt halt	25 % högre halt	45 % högre halt
2015-10-31	31,6	42	57	20,2	27	37
2015-11-03	21,1	28	38	7,0	9	13
2015-12-08	38,3	51	70	35,9	48	65
2015-12-19	7,8	10	14	5,0	7	9
2016-02-16	35,3	47	64	6,1	8	11
2016-02-29	72,0	96	131	37,0	49	67
2016-03-09	28,2	38	51	16,0	21	29
2016-03-11	56,1	75	102	48,3	64	88
2016-03-14	32,5	43	59	24,8	33	45
2016-03-29	(84,9)*	(113)*	(154)*	36,9	49	67
2016-03-31	42,9	57	78	23,2	31	42
2016-04-12	82,1	109	149	90,8	121	165
2016-04-14	39,2	52	71	17,3	23	31
2016-04-20	30,6	41	56	29,9	40	54
2016-05-09	43,8	58	80	35,7	48	65

\*Under 29 mars 2016 var datafångsten endast 43 % och dygnmedelhalten är därmed endast baserad på den delen av dygnet. Data under det dygnet tas därför inte med i analysen.

## NO<sub>2</sub> - kvävedioxid

För kväveoxidhalterna redovisas endast uppmätta halter kortfattat mot norm- och målvärden i denna rapport då dessa inte påverkas av dammbindningsåtgärderna. Årsmedelhalter samt antalet dygn med överskridande av normvärdet 60 µg/m<sup>3</sup> av kvävedioxid, NO<sub>2</sub>, framgår av Tabell 8. I Tabell 9 redovisas antalet timmar med överskridande av normvärdet 90 µg/m<sup>3</sup>.

Gränserna för årsnormvärdet 40 µg/m<sup>3</sup> klarades vid både Lilla Essingen och Brännkyrka år 2015. Miljökvalitetsmålet för år, 20 µg/m<sup>3</sup>, klarades däremot inte. Dygnsnormen överskreds kraftigt vid de båda stationerna med 18 dygn respektive 15 dygn med snitthalter över 60 µg/m<sup>3</sup> år 2015. För 2016 överskreds dygnsnormen redan innan sommaren på Lilla Essingen medan Brännkyrka endast nått upp till 4 dygn med medelhalter över 60 µg/m<sup>3</sup>. Timmnormen, max 175 timmar med medelhalter över 90 µg/m<sup>3</sup>, klarades vid Lilla Essingen medan den överskreds med mycket liten marginal vid Brännkyrka där 178 timmar uppmättes med medelhalter över 90 µg/m<sup>3</sup>. Miljökvalitetsmålet för timmedelvärden, max 175 timmar med medelhalter över 60 µg/m<sup>3</sup>, överskreds kraftigt vid båda stationerna med 1038 timmar på Lilla Essingen och 875 timmar över 60 µg/m<sup>3</sup> år 2015 vid Brännkyrka.

**Tabell 8.** Medelhalter av kvävedioxid och antal överskridande dygn för respektive station under kalenderåret 2015, vintersäsongen okt 2015 – maj 2016 samt jan 2016 till och med maj 2016.

Station	NO <sub>2</sub> : Medelvärde, µg/m <sup>3</sup>			NO <sub>2</sub> : Antal dygn >60 µg/m <sup>3</sup> (miljökvalitetsnormen max 7 dygn/år)		
	2015	Vinter 2015-2016	Jan – maj 2016	2015	Vinter 2015-2016	Jan-maj 2016
Brännkyrka	26.1	28.8	28.6	18	17	4
Lilla Essingen	34.3	40.7	41.3	15	22	12
Urban bakgrund	13.2	14.4	13.0	0	0	0
Regional bakgrund	2.5	3.4	3.4	0	0	0

**Tabell 9.** Antal överskridande i timmar för kvävedioxid vid respektive station under kalenderåret 2015, vintersäsongen okt 2015 – maj 2016 samt jan 2016 till och med maj 2016.

Station	NO <sub>2</sub> : Antal timmar >90 µg/m <sup>3</sup> (miljökvalitetsnormen max 175 timmar/år)		
	2015	Vinter 2015-2016	Jan-maj 2016
Brännkyrka	178	155	54
Lilla Essingen	139	210	143
Urban bakgrund	6	1	0
Regional bakgrund	0	0	0

## Optimering av dammbindningen

Dammbindning, är kostsam och arbetsfordonet som lägger ut medlet kan störa den övriga trafiken. Det är ur de aspekterna önskvärt att fokusera åtgärderna under dagar med höga partikelhalter. Det finns flera faktorer som bör beaktas om optimal effekt ska nås under så få tillfällen som möjligt.

### Nederbörd

Om kraftigt regn uppstår direkt efter att dammbindningsmedel lagts ut är det sannolikt att medlet till stor del spolats bort från vägbanan och det tappar då sin avsedda effekt. Data på nederbörd har erhållits från SLB-analys meteorologiska station i taknivå på Södermalm i centrala Stockholm. Effekten har studerats under tillfällen då dammbindning utförts vintern 2015-2016. Två efterföljande dygn efter dammbindning har 0,38 respektive 0,76 mm nederbörd registrerats sammanlagt under dygnet. Det förefaller därmed inte som att dammbindningsmedel har spolats bort i någon större utsträckning men det bör noteras att lokala skurar kan ha uppkommit.

### Höga bakgrundshalter

Det uppstår regelbundet tillfällen då mer förorenad luft från exempelvis Europa kraftigt påverkar luften i Stockholm. Vid dessa tillfällen uppmäts höga bakgrundshalter i områden som normalt har relativt ren luft med låga partikelhalter. SLB-analys har en regional bakgrundsstation vid Norr Malma i Norrtälje som kunnat användas i detta projekt för att utvärdera om episoder skett som har bidragit till överskridanden av norm. I dessa fall har dammbindningsmedlet fortfarande en bra effekt på de lokala utsläppen vid vägbanan men om dessa utsläpp endast ger ett mindre bidrag till totalhalterna vore det bättre att fokusera insatserna andra dagar med höga halter.

Först och främst kan det undersökas hur bakgrundshalterna var under dygnet med dammbindning. Under tre av de totalt 15 tillfällena då dammbindning utfördes under vintern 2015-2016 var bakgrundshalterna i medeltal högre än  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  under dygnet efter dammbindningen. I snitt var bakgrundshalterna cirka  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  under hela vintern 2015-2016. Vid ett av dammbindningstillfällena var bakgrundshalten  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i snitt under dygnet efter dammbindningsmedel lagts ut, men då var totala halten vid E4/E20 trots den höga bakgrundshalten under  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Det kan också undersökas om många dygn med halter över normvärdet ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) till stor del berott på intransporterad förorenad luft. Under tre av de totalt 28 dygnet då halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uppmättes vid Lilla Essingen under vintern 2015-2016 var bakgrundshalterna i medeltal högre än  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Under ett av dygnet var bakgrundshalten  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i snitt. Under det dygnet uppmättes halter strax över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  och trots att en dammbindning troligen hade haft en förhållandevis liten effekt hade den kunnat bidra till ett färre dygn med halter över normvärdet  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Om dammbindningen främst avser bidra till förbättrad hälsa skulle det vara bättre att genomföra insatser andra höghaltdygnet.

#### *Val av dagar med dammbindning*

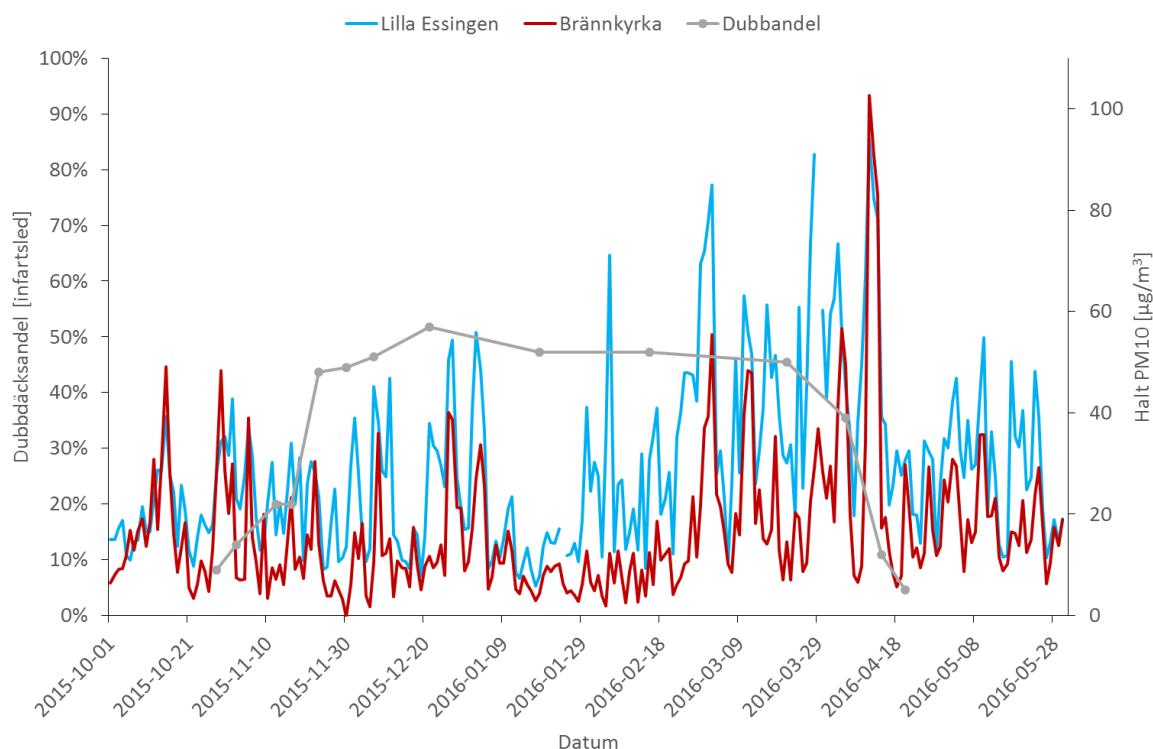
Det finns flera aspekter som bidrar till att dammbindning inte görs fler gånger på E4/E20. Trafiken blir störd av utläggningsmaskiner och tillhörande avstängning av körfält och det är kostsamt. Man har även uttryckt en oro för att dammbindningsmedlet skulle kunna medföra viss halka och väljer därför att inte lägga ut medel två dygn i följd. Om man antar att man inte behöver ta hänsyn till detta kan man beräkna antalet överskridanden om utlägg hade utförts enbart före alla de dygn då dygnsmedelhalter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  uppmättes. Vid ett antagande att dammbindningen bidragit till en 25-procentig minskning i halt, kunde antalet dygn med uppmätta PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ha minskat från 28 till 13 på Lilla Essingen. Vid Brännkyrka hade tillfällena minskat från 5 till 3. Vid ett antagande att dammbindningen bidragit till en maximal haltminskning, 45 % baserat på tidigare erfarenheter, kunde antalet dygn med uppmätta PM10-halter över  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ha minskat från 28 till 5 på Lilla Essingen. Vid Brännkyrka hade tillfällena minskat från 5 till 2.

## Faktorer som bidrar till höga halter

Det finns många faktorer som påverkar halterna av PM10 vid E4/E20. Exempelvis vindhastighet, antalet fordon, andelen tunga fordon, intransport av förorenad luft och vägbanans skick. Några av de viktigaste faktorerna är dubbdäcksanvändningen och vägbanans fuktighet.

### Dubbdäcksanvändning

Figur 6 nedan visar att de flesta höghaltsdagarna inträffar under eller precis efter dubbdäckssäsongen. Då dubbdäcken sitter på bilarna sker ett vägsitage som bidrar både till direkta utsläpp av PM10-partiklar men partiklarna kan även ansamlas och frigöras vid senare tillfällen. Januari 2016 var månaden som det uppmättes lägst halter under perioden, trots att dubbdäckssäsongen var i full gång. Det kan även noteras att de allra högsta halterna uppmättes strax efter att dubbdäcken börjat plockas av fordonen i mitten av april. Detta beror på att andra faktorer också spelar en viktig roll i hur höga halterna blir. Förklaringen till detta anges i kommande avsnitt.

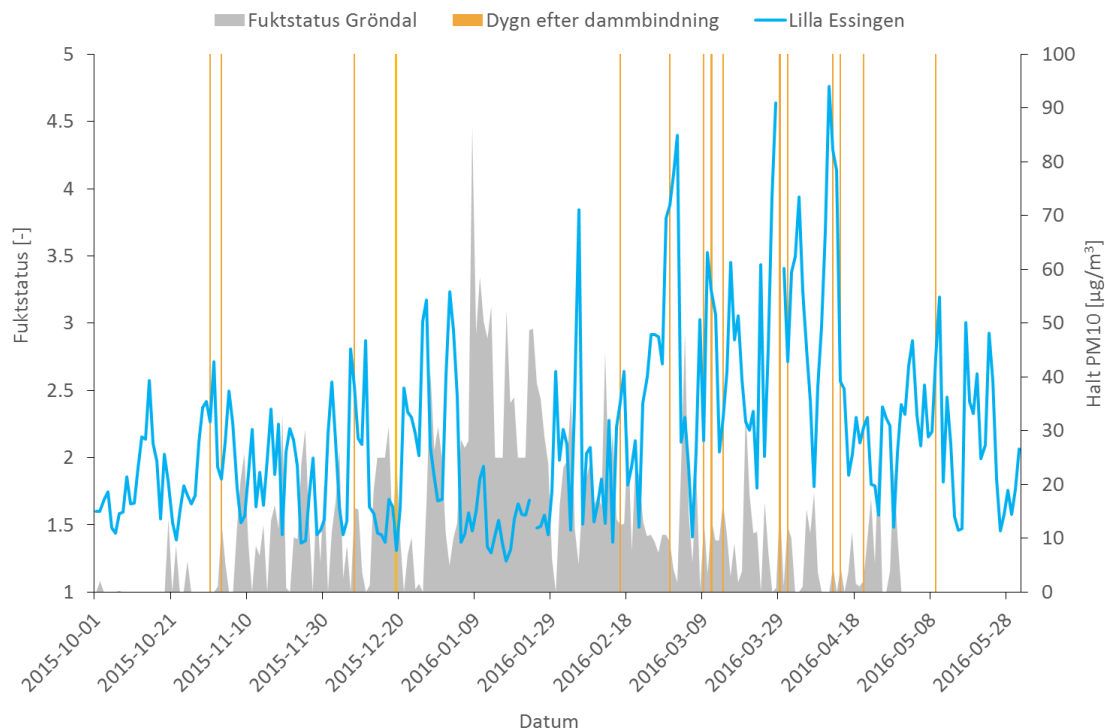


**Figur 6.** Uppmätta halter av PM10 vid E4/E20 och uppmätt dubbdäcksandel på infartsled till Stockholm.

### Vägbanans fuktighet

Även vägbanans fuktighet har studerats från oktober 2015 fram till maj 2016. Från fuktsensorn kan dammbindningsmedlets eventuella effekt antyd, men det går inte att veta huruvida fukten tillkommit på naturlig väg.

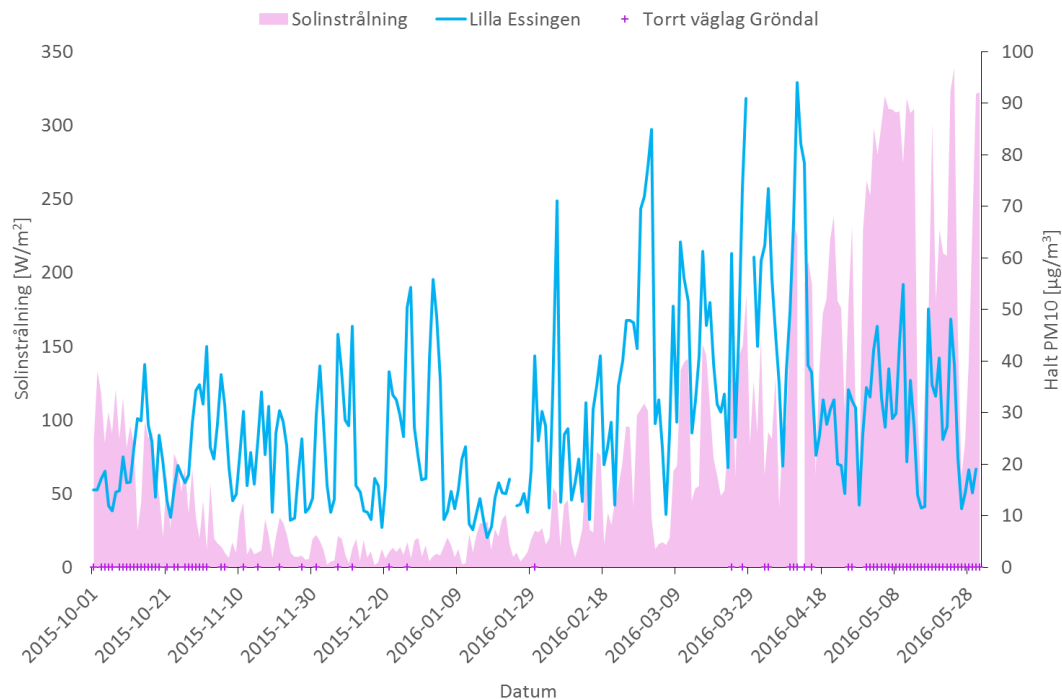
Först och främst kan det med Figur 7 lätt konstateras att vägbanan varit konstant fuktigt under januari, den perioden då halterna var som lägst. Vid en lite närmare granskning kan man även se att det under torra dagar varit höghaltstoppar, fuktighet och PM10-halterna antikorrelerar därmed. Med andra ord, mycket fukt medför låga PM10-halter och torra vägbanor ger i regel högre PM10-halter. Vid 13 av de totalt 15 dammbindningstillfällena under vintern 2015-2016 har fuktsensorn registrerat fuktigt väglag. De två tillfällena då ingen fukt registrerats dygnet efter dammbindning var den 3 november 2015 och den 20 april 2016.



**Figur 7.** Uppmätta halter av PM10 vid E4/E20 Lilla Essingen och vägbanans fuktstatus vid E4 vid Gröndal samt dygn med dammbindning (dagen efter att medlet lagts ut, då effekt väntas). Fuktstatus över 1 innebär olika former av våthet (t.ex. fukt, blött, snö, is) åtminstone en del av dagen. Fuktstatus 1 innebär torr vägbanan hela dygnet.

### Solinstrålning

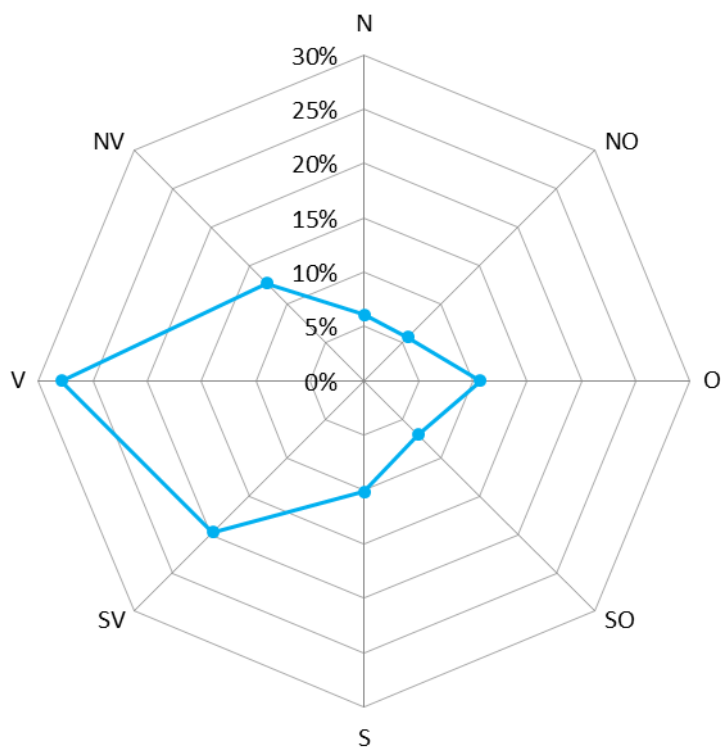
I Figur 8 visas uppmätta halter av PM10 under vintern 2015-2016 samt uppmätt solinstrålning i taknivå på Södermalm, i Stockholm. Dygn med torrt väglag är även markerade på x-axeln. Solinstrålningen bidrar till att eventuellt fuktig vägbanan torkar upp effektivt och vägdamm blir då tillgängligt för uppvirvling. Under vårperioden framgår det tydligt att under dygn med hög solinstrålning har de uppmätta partikelhalterna också varit höga. Senare på våren och försommaren då dubbdäcken avlägsnats (ska ske senast 15 april) fås inte lika höga partikelhalter trots hög solinstrålning även om det fortfarande finns en tydlig samkorrelation.



**Figur 8.** Uppmätta halter av PM10 vid E4/E20 Lilla Essingen och solinstrålningen i taknivå på Södermalm i Stockholm. Dygn med torrt väglag i Gröndal är även markerade på den horisontella axeln.

### Vind

I Figur 9 visas vindförhållandena under oktober 2015 till och med maj 2016. Mätdata är tagna från en meteorologisk mast i taknivå på Södermalm och samma förhållanden antas gälla vid mätstationerna vid E4/E20. I och med att mätstationerna vid Brännkyrka och Lilla Essingen ligger väster respektive öster om E4/E20 kommer de att påverkas olika av trafiken beroende på den rådande vindriktningen. Utifrån Figur 8 kan slutsatsen dras att halterna vid Lilla Essingen påverkades kraftigare av utsläppen på E4/E20 då sydvästliga till nordvästliga vindar rådde under 60 % av tiden under oktober 2015-maj 2016. Detta återspeglas också i halterna som i snitt har varit högre på Lilla Essingen än Brännkyrka. Det bör dock noteras att mätplatsen också påverkar. Insuget av luftföroreningar vid Brännkyrka sker både högre upp och längre från E4/E20 än vid Lilla Essingen. Också vindhastigheten påverkar halterna, en analys som inte rymts inom utvärderingen denna säsong men som tagit upp i tidigare rapporter. Se exempelvis ”Mätningar av luftföroreningar invid skolor längs med Essingeleden och E18 i Danderyd”, SLB 2015:6. Vid låga vindhastigheter så kan det uppstå höga halter vid både Lilla Essingen och Brännkyrka på grund av fordonsturbulens.



**Figur 9.** Procentuell fördelning av uppmätt vindriktning under vintern 2015-2016 i taknivå på Södermalm.



## Referenser

SLB-rapport 10:2013, Norman, M., Johansson, C. Mätningar av luftföroeningar invid skolor längs med E4/E20 och E18 i Danderyd.

SLB 2015:6, Stjernberg, A.-C., Johansson, C., Norman, M., Sjövall, B., Brydolf, M., Törnquist, L., Norberg, B., Strömberg, P. Mätningar av luftföroeningar invid skolor längs med Essingeleden och E18 i Danderyd.

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

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

Trafikverket PM 2016-06-03, Ivarsson, E., Strömblad, E., Brundell-Freij, K., Jonsson, L., Jiang, S., Samuelsson, S., Landén, E., Nilsson, C. och Rahmani, M., Trafikförändringar efter att trängselskatten förändrats i Stockholm.

VTI rapport 2014:802, Gustavsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., Norman, M. Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm – utvärdering av vintersäsongen 2012-2013.

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

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

SLB-rapport 10:2005, Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K.-G. Försök med dammbindning längs E4-Vallstanäs och i Norrmalm i Stockholms innerstad.

VTI rapport 2012:767, Gustavsson, M., Blomqvist, G., Johansson, C., Norman, M. Driftåtgärder mot PM10 på Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm.

VTI rapport 2016:897, Gustavsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Norman, M. Johansson, C. Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm.

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

Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft, Luftkvalitetsförordning (2010:477). Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477.

Miljö kvalitetsmål: <http://www.miljomal.se/>

**SLB-analys**, Miljöförvaltningen i Stockholm.  
Tekniska nämndhuset, Fleminggatan 4.  
Box 8136, 104 20 Stockholm.  
Tel 08-508 28 800, dir. 08-508 28 754  
URL: <http://www.slb.nu>

