

*Mätningar och beräkningar av  
luftföroreningar före försöket  
med miljöavgifter*

## Innehållsförteckning

|  |    |
|--|----|
| Förord.....  | 3  |
| 1. Väderförhållandena under mätningarna.....           | 4  |
| 2. Ozonförhållandena under mätningarna.....            | 5  |
| 3. Resultat av luftföroreningsmätningarna.....         | 6  |
| Kvävedioxid, NO <sub>2</sub> .....                     | 6  |
| Inandningsbara partiklar, PM10.....                    | 9  |
| 4. Beräkningar av emissioner av luftföroreningar ..... | 12 |
| Referenser .....                                       | 13 |

### *Bilagor:*

*Mätutrustning och mätplatsbeskrivningar*

*Miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar, PM10*

## Förord

Denna rapport är sammanställd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholms stad på uppdrag av stadens miljöavgiftskansli.

Miljöförvaltningen genom SLB-analys ansvarar för Stockholms stads fasta mätsystem för luftföroreningar. SLB-analys är också operatör för ett regionalt luftvårdsprogram inom Stockholms- och Uppsala län. Programmet omfattar mätningar och beräkningar av luftkvalitet i regionen.

Under början av år 2006 ska miljöavgifter (trängselskatt) prövas i Stockholmstrafiken. Huvudmålen för försöket är att minska trängseln, öka framkomligheten och förbättra miljön. Utvärdering sker löpande utifrån en rad olika aspekter, där bl a miljön utgör en viktig del. Systemet kommer att ha en zongräns som omger Stockholms innerstad vid tullsnitten. Avgift kommer att tas ut för passage in och ut ur innerstaden på vardagar kl. 6.30-18.30, med högre avgifter under högtrafik.

I rapporten presenteras resultat av de förmätningar av luftkvalitet som har gjorts under första halvåret 2005, samt utsläppsberäkningar för år 2005. Mätningarna och beräkningarna har utförts av SLB-analys. Rapporten har sammanställts av Lars Burman.

En slutlig rapport angående miljöavgifternas effekt på luften planeras till maj 2006.

Stockholm i november 2005.

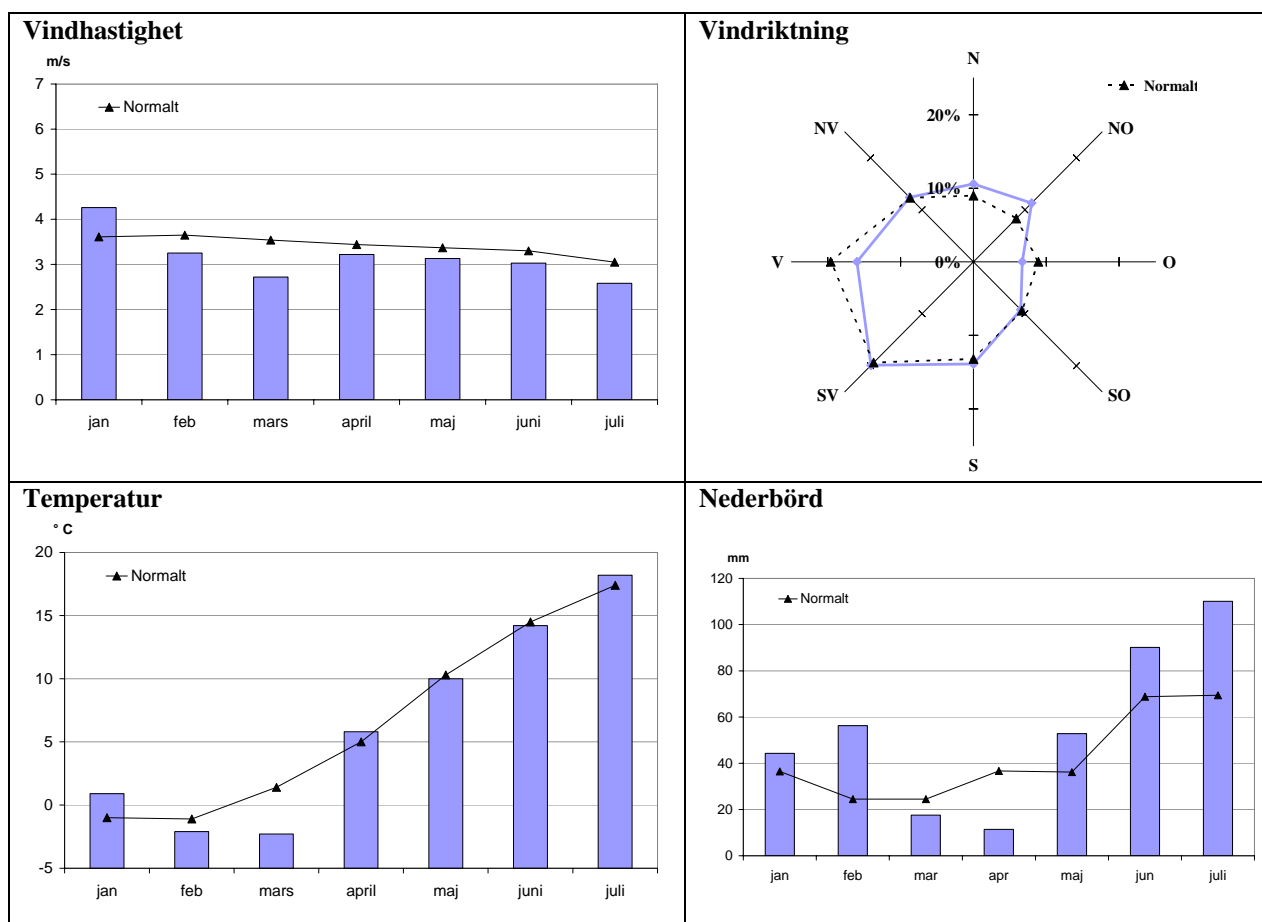


Miljöförvaltningen i Stockholm  
Box 8136  
104 20 Stockholm  
[www.slb.nu](http://www.slb.nu)

# 1. Väderförhållandena under mätningarna

Väderfaktorer som vindhastighet, vindriktning och temperatur påverkar luftföroreningssituationen på en mätplats. Generellt gäller att hög vindhastighet ökar utspädningen och borttransporten av luftföroreningar så att halterna minskar jämfört med låg vindhastighet. Vindriktningen är avgörande för om föroreningsutsläppen ska blåsa mot mätplatsen eller inte. Temperaturen spelar allmänt roll för både utsläppen av luftföroreningar och utspädningen. Vid låg temperatur ökar nämligen bilarnas utsläpp genom kallstartseffekter. Nederbörd innebär att vägbanorna hålls blöta vilket innebär minskad uppvirvling av partiklar till luften.

Genomsnittliga förhållanden under mätperioden vad gäller vind, temperatur och nederbörd, som registrerats vid Miljöförvaltningens väderstation i Högdalen i södra Stockholm, framgår av figur 1. I figuren ses också genomsnittsvärdena för respektive parameter sedan 1990-talet, då mätningarna startade. Dessa värden benämns "normalt".



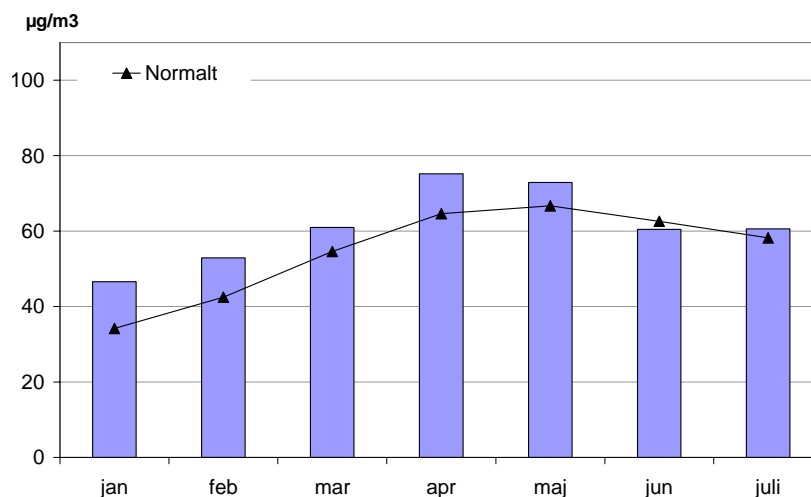
**Figur 1.** Väderförhållanden under mätperioden januari t o m juli 2005.

Vindhastigheten har varit under det normala för i stort sett samtliga månader. Vindriktningsfördelningen har som genomsnitt över hela mätperioden varit normal. Temperaturen visar på varmare väder i januari och kyligare i mars i jämförelse med det normala. Nederbörden var mindre än normalt under mars, april, annars högre.

## 2. Ozonförhållandena under mätningarna

Ozonhalten i luften spelar stor roll för  $\text{NO}_2$ -halterna genom ozonets förmåga att oxidera  $\text{NO}$  till  $\text{NO}_2$ . Ju högre ozonhalt desto större oxidationspotential. Ozonet i de lägre luftlagren bildas genom kemiska reaktioner mellan bl. a. kväveoxider och kolväten under inverkan av solljus. Bildningen är vanligtvis störst under vårmånaderna och förhållandena i regionen är då ofta starkt påverkade av ozon i luftmassor som transporterats hit från kontinenten.

I figur 2 visas ozonhalten i taknivå på Södermalm under den aktuella mätperioden samt normalvärden (genomsnittshalter) under den senaste 10-årsperioden. Mätningarna har gjorts vid Miljöförvaltningens luftmätningstation på Södermalm.



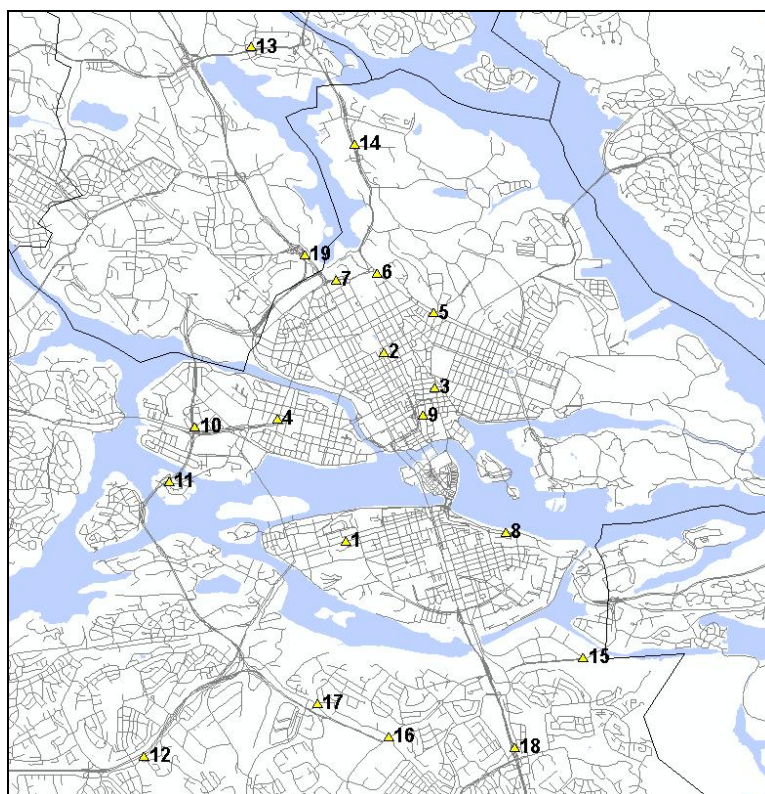
**Figur 2.** Ozonförhållanden under mätperioden januari t o m juli 2005.

Ozonhalten var något högre än normalt, förutom under sommarmånaderna juni och juli. Effekterna på  $\text{NO}_2$ -bildningen under perioden får antas ha varierat på motsvarande sätt som ozonhalterna.

### 3. Resultat av luftföroreningsmätningarna

Som grund för utvärderingen av miljöavgiftsförsöket mäts luftkvaliteten på 19 olika platser i Storstockholmsområdet. Kvävedioxid,  $\text{NO}_2$  mäts i alla dessa mätpunkter, medan partiklar, fraktionen  $\text{PM}_{10}$  mäts i 9 av dessa (se karta nedan). En förteckning över samtliga mätpunkter, mätmetoder och lägesbeskrivningar redovisas i bilaga 1.

För resultat och analyser av diffusionsprovtagare (s k passiva mätningar) svarar IVL Svenska Miljöinstitutet för. Förmätningarna av partiklar,  $\text{PM}_{10}$  och kvävedioxid,  $\text{NO}_2$ , pågick fr o m februari 2005 t o m maj 2005 respektive juli 2005. Mätningarna kommer att återupptas i januari 2006 då försöket med miljöavgifter påbörjas och kommer sedan att pågå under hela försöksperioden. Utvärderingen av miljöavgiftsförsöket omfattar även haltberäkningar för luftkvalitet; skillnader i befolkningsexponering och dess hälsokonsekvenser. Detta redovisas i den slutliga rapporten i maj 2006.



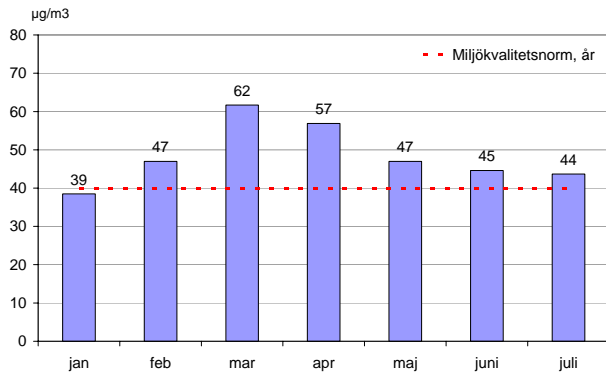
*Figur 3. Mätplatser för luftkvalitetsmätningar i samband med miljöavgiftsförsöket. Se även Bilaga 1*

#### **Kvävedioxid, $\text{NO}_2$**

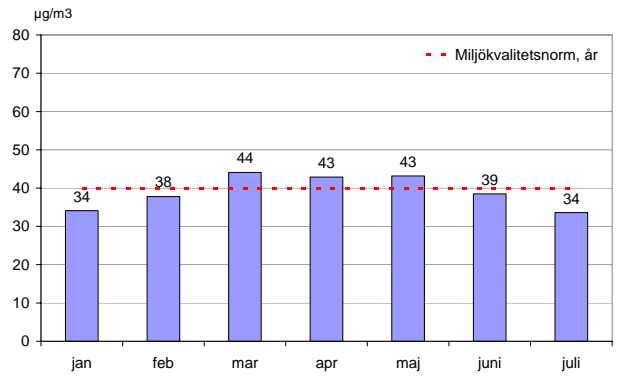
Kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) kommer till största delen från vägtrafiken. Huvuddelen av kväveoxidutsläppen från fordon består av kväveoxid ( $\text{NO}$ ). Ämnet omvandlas snabbt till kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ). Under våren och sommaren är andelen  $\text{NO}_2$  av  $\text{NO}_x$  alltid högre än under vintern p g a att det finns mer ozon i luften. Ozonet påskyndar den kemiska processen då  $\text{NO}$  omvandlas till  $\text{NO}_2$ .

Miljö kvalitetsnormer för kvävedioxid,  $\text{NO}_2$  finns för årsmedelvärde samt för tim- och dygnsmedelvärde [1]. Dessa enligt lagstiftningen klaras fr o m 1 januari 2006 (se bilaga 2). På följande sidor redovisas uppmätta månadsmedelvärden under första halvåret 2005. Jämförelse görs med miljö kvalitetsnorm för årsmedelvärde, vilken i stadsmiljö normalt är lättare att klara än miljö kvalitetsnormen för dygnsmedelvärde.

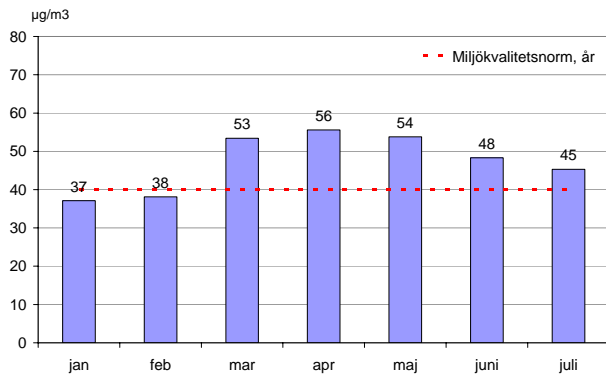
### 1. Hornsgatan



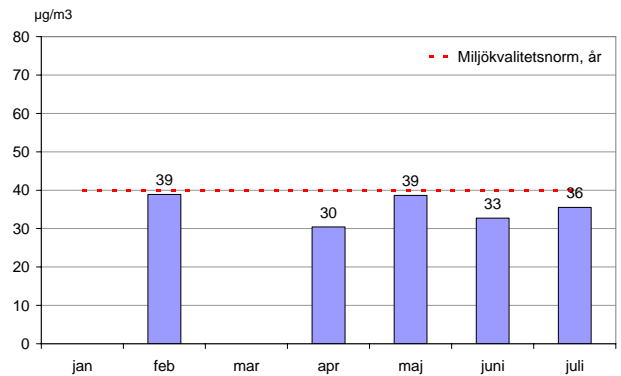
### 2. Sveavägen



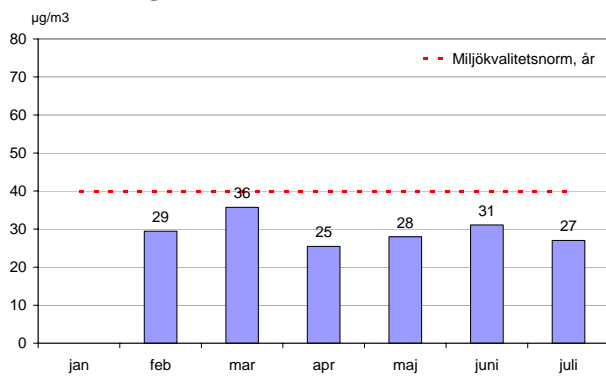
### 3. Norrlandsgatan



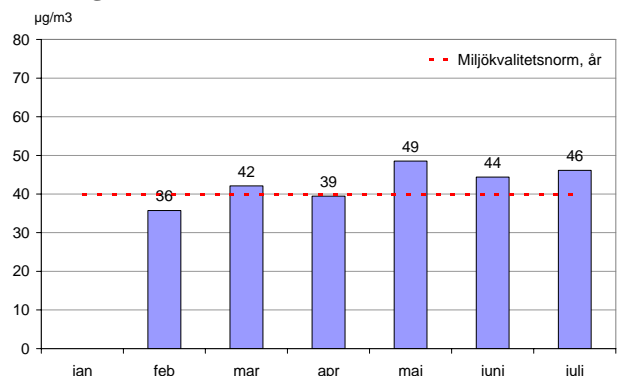
### 4. S:t Eriksgatan



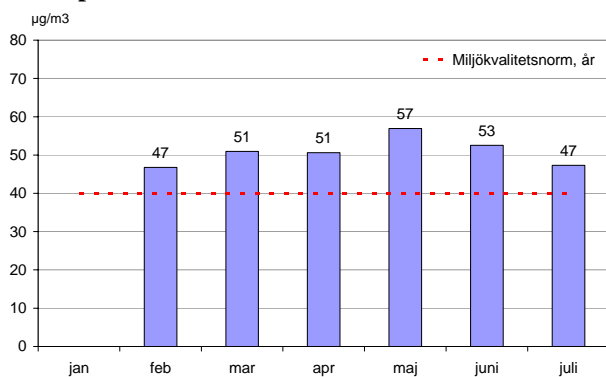
### 5. Valhallavägen



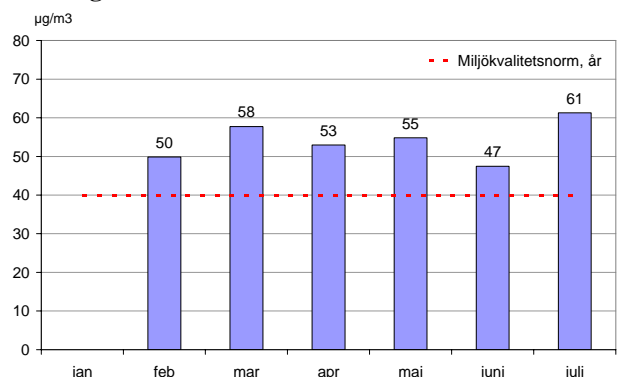
### 6. Roslagstull



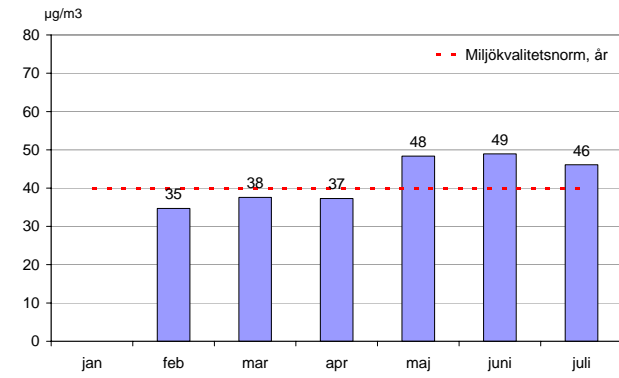
### 7. Sveaplan



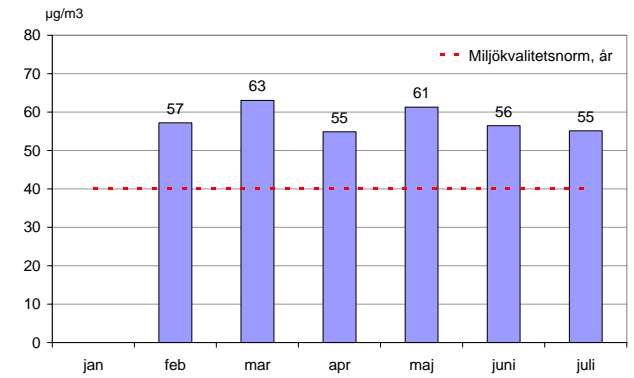
### 8. Stadsgårdsleden



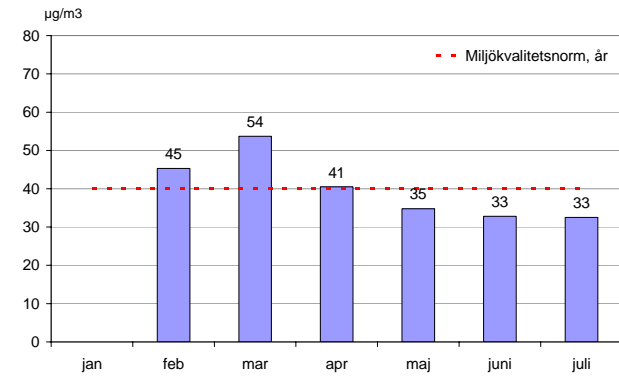
### 9. Hamngatan



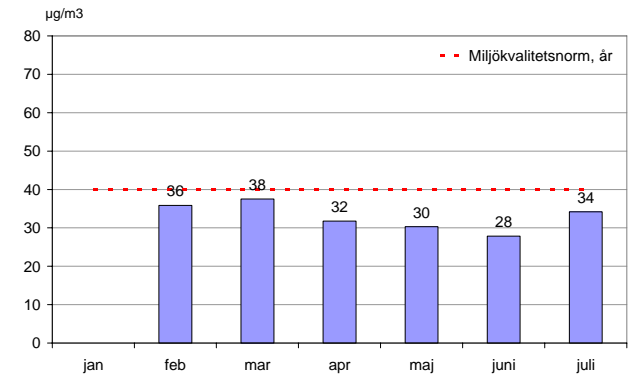
### 10. Essingeleden –Fredhällstunneln



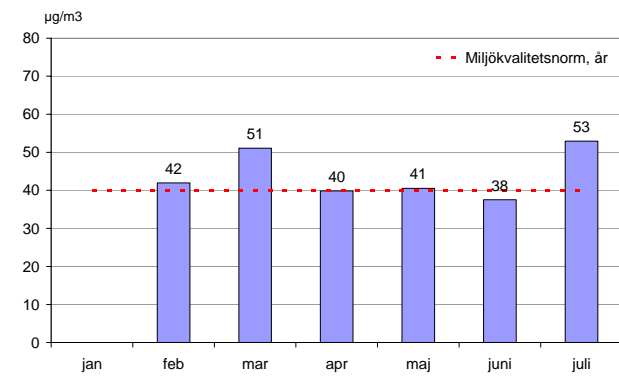
### 11. Essingeleden – Lilla Essingen



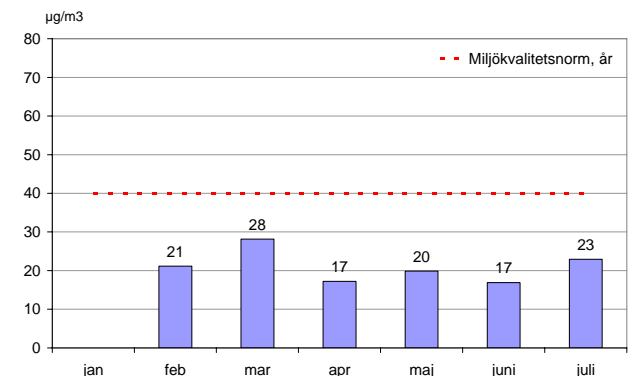
### 12. E4 - Västberga



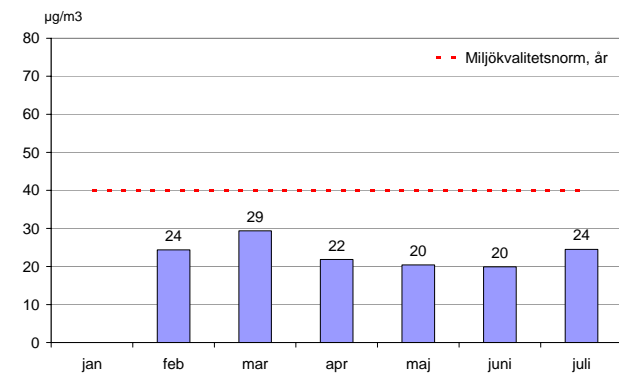
### 13. Bergshamravägen



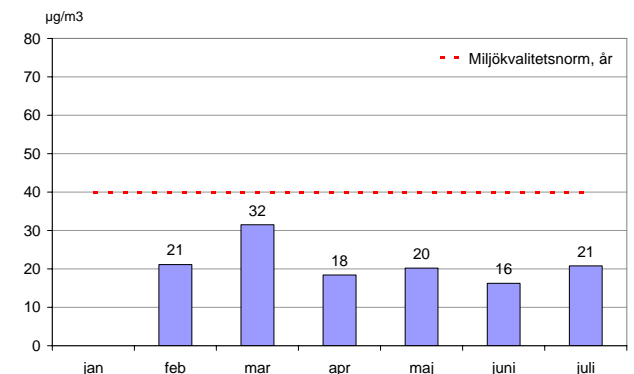
### 14. Roslagsvägen



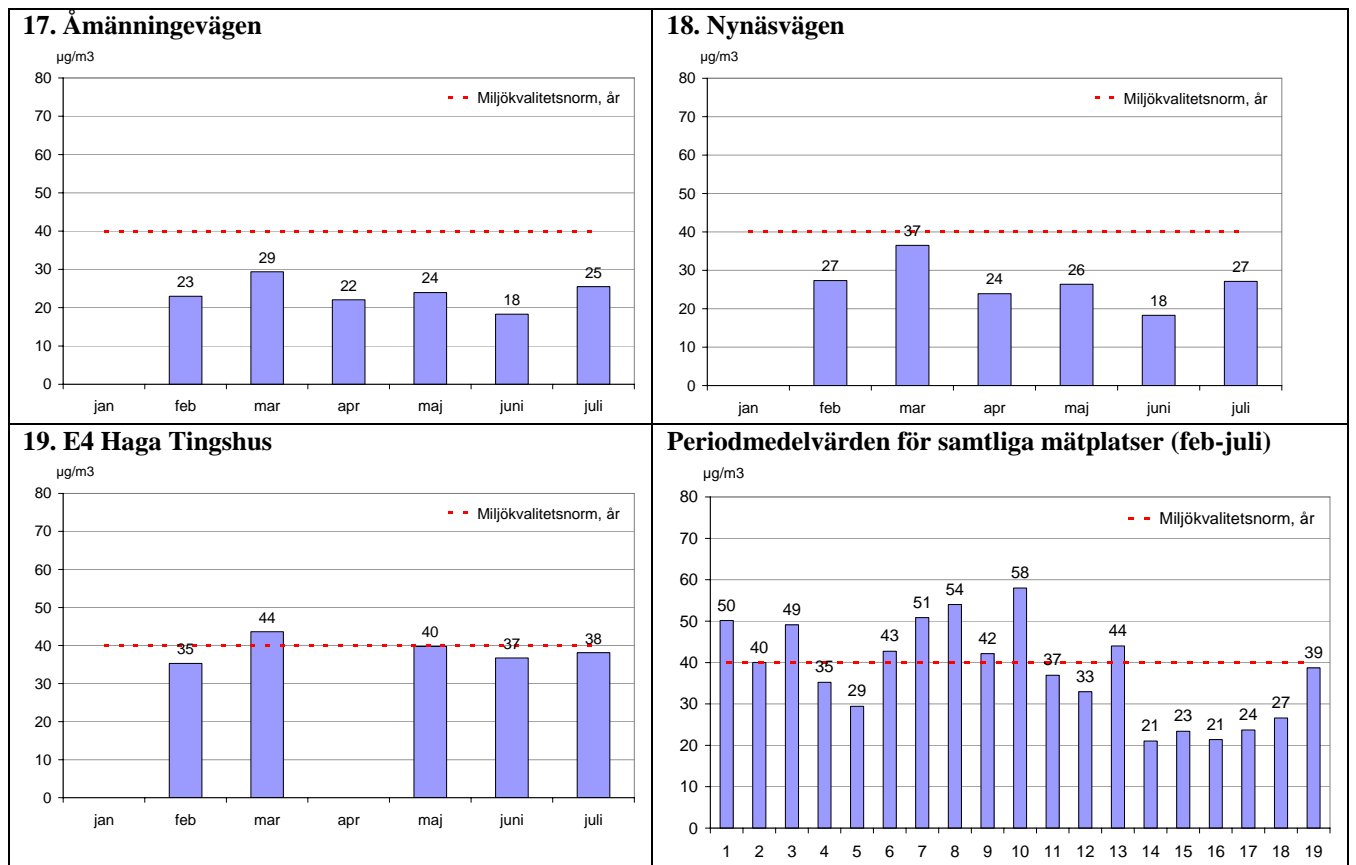
### 15. Hammarbyvägen



### 16. Enskedefältet







I diagrammen ses att de mätplatser som ligger nära de stora trafikströmmarna eller vid smala innerstadsgator har betydligt högre kvävedioxidhalter än mätplatser längre bort ifrån trafiken. De högsta halterna under perioden har uppmätts vid Essingeleden norr om Fredhällstunneln (nr 10). Periodmedelvärdet februari t o m juli uppmättes där till **58 µg/m<sup>3</sup>**, vilket kan jämföras med miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärde på **40 µg/m<sup>3</sup>**. Periodmedelvärde över denna norm har även uppmätts vid Hornsgatan (1), Norrlandsgatan (3), Hamngatan (9), Roslagstull (6), Sveaplan (7), Stadsgårdsleden (8) och Bergshamravägen (13). De lägsta NO<sub>2</sub>-halterna har uppmätts vid Roslagsvägen (14), Enskedefältet (16), Åmänningevägen (17) och Hammarbyvägen (15). De tre sistnämnda ligger alla vid någon av Södra Länkens tunnelmynningar.

Ingen tydlig systematisk variation av halterna över tiden går att se eftersom ett halvår är för kort period för sådana jämförelser. Högre halter under mars ses på de flesta mätplatser, vilket till stor del tros bero på ozonets inverkan på NO<sub>2</sub>-bildningen. Ovanligt låga halter uppmättes under januari beroende på blåsigt och milt väder.

### Inandningsbara partiklar, PM10

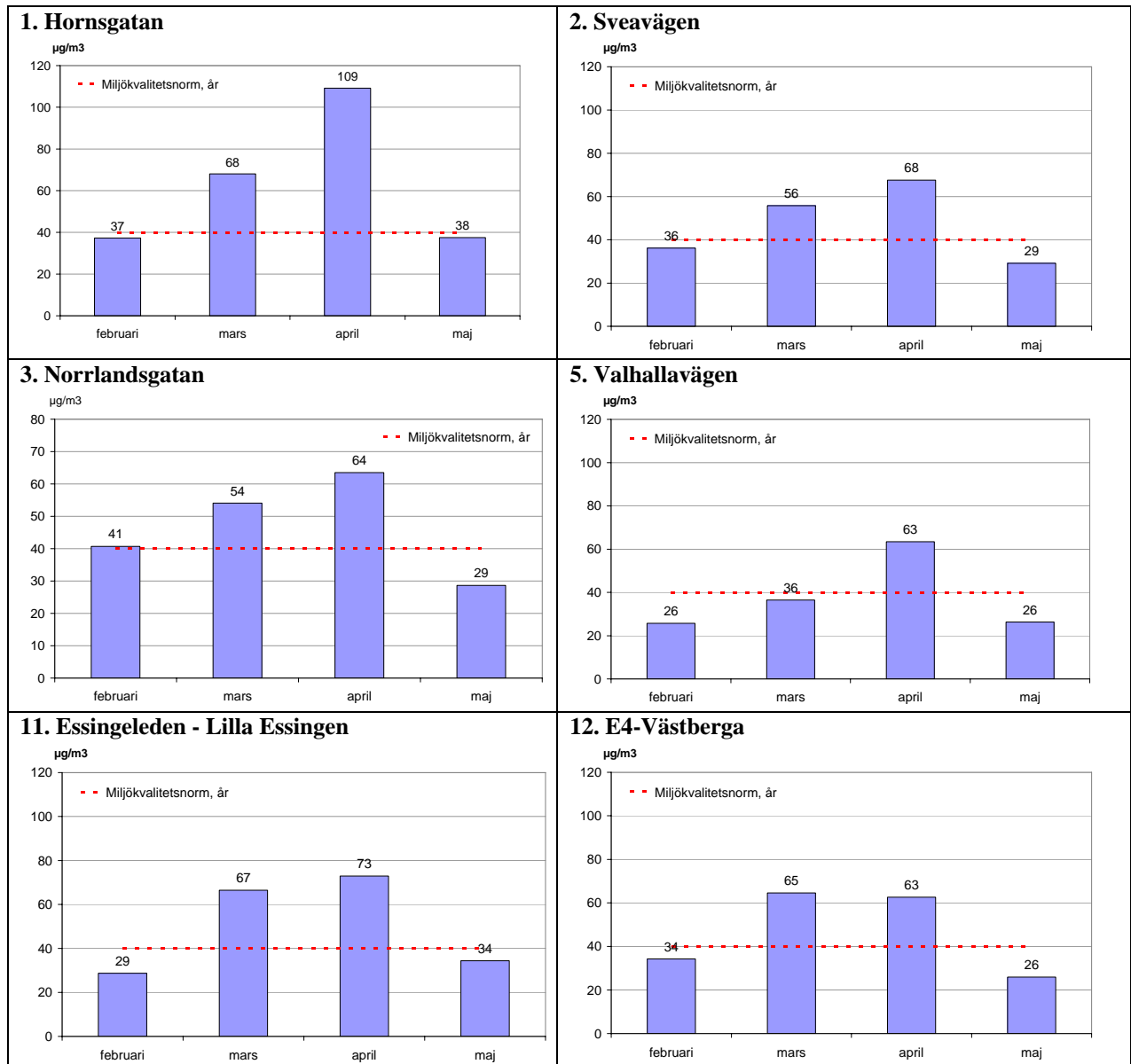
Luften innehåller partiklar med varierande storlek och kemisk sammansättning. De inandningsbara partiklarna benämns PM10 och omfattar massan av alla partiklar mindre än 10 µm (µm = miljondels meter) i diameter. PM10 i stadsmiljön består till största del av slitagepartiklar från vägbana, men även slitage från bromsar och däck.

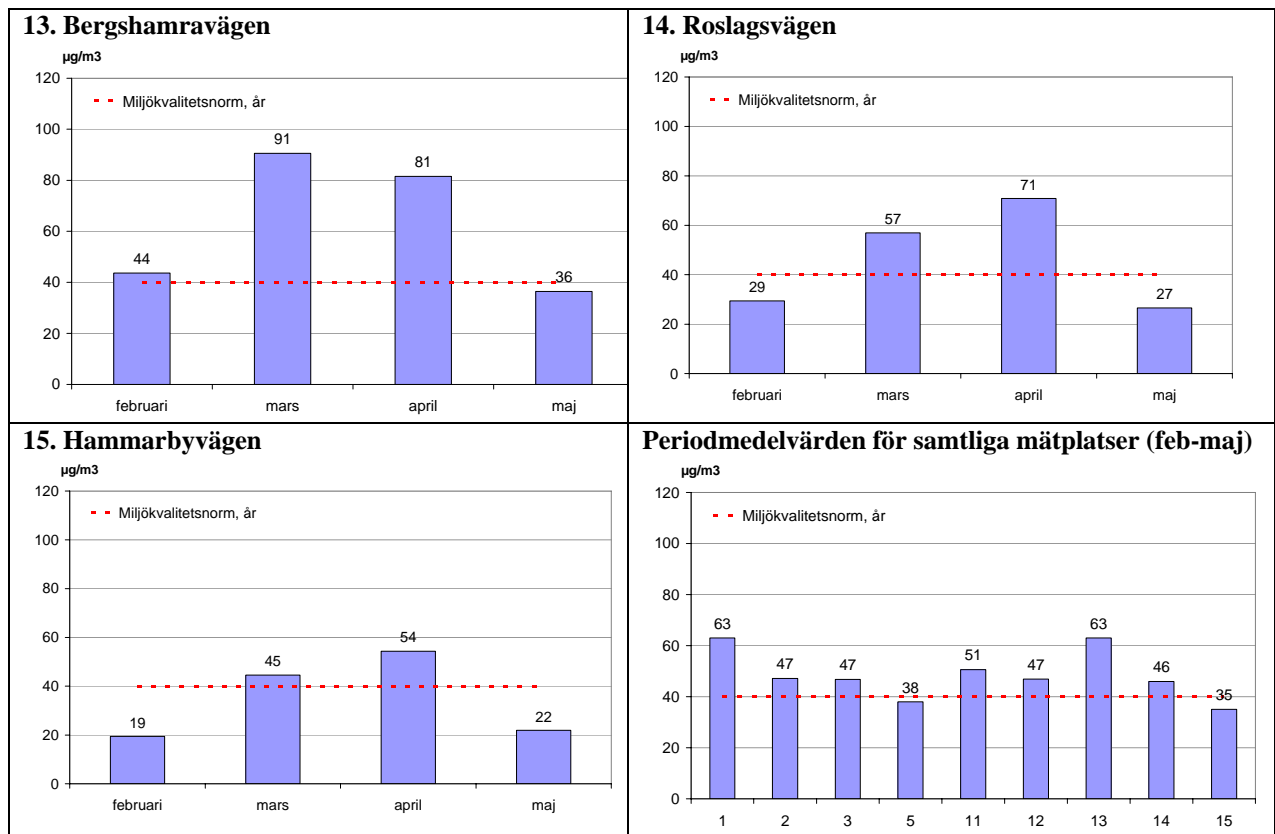
I luften finns också partiklar som emitteras från fordonens avgasrör, vilka vanligtvis är mindre än 0,1 µm (s k ultrafina partiklar). Dessa utgör en mindre del av PM10 p g a att de har en mycket liten massa, men är helt dominerande om man ser till antalet partiklar i stadsmiljön.

Från hälsosynpunkt är måttet (massan, antalet, ytan t ex) och den kemiska sammansättningen betydelsefull för olika typer av effekter.

Miljökvalitetsnormer finns än så länge endast för massan av partikelfractionen PM10. Normer för PM10 finns för årsmedelvärde och dygnsmedelvärde, vilka ska klaras fr o m 1 januari 2005 (se bilaga 2).

Nedan redovisas månadsmedelvärden för partiklar, PM10 under perioden februari t o m maj 2005. Jämförelse görs med miljökvalitetsnorm för årsmedelvärde, vilken i Stockholm normalt är lättare att klara än miljökvalitetsnorm för dygnsmedelvärde.





Det högsta periodmedelvärdet (februari till maj) har uppmätts på Hornsgatan (nr 1) och på Bergshamravägen (nr 13), **63 µg/m<sup>3</sup>**, vilket kan jämföras med miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärde på **40 µg/m<sup>3</sup>**. Periodmedelvärde över denna norm har uppmätts vid samtliga mätplatser förutom vid Valhallavägen (5) och Hammarbyvägen (15).

De högsta PM10-halterna sett som månadsmedelvärden har mätts upp i mars-april. Det beror på att partiklar bildas när vägbanorna slits på grund av användningen av dubbdäck, i kombination med sandning och saltning av vägarna under vinterhalvåret. De höga halterna uppkommer när vägbanorna sedan torkar upp under senvinter och tidig vår. Under främst april, men även under mars var det mindre nederbörd än normalt (se figur 1), vilket bidrog till att partiklar kunde virvla upp. Minskningen i maj beror främst på mycket liten dubbdäckanvändning samt renare gator och vägar.

## 4. Beräkningar av emissioner av luftföroreningar

Beräkningar av vägtrafikens utsläpp av luftföroreningar följer nedan. Beräkningarna är gjorda utifrån trafikmätningar och trafikarbetskattningar utförda av Vägverket Konsult [2]. Analyserna avser situationen i april 2005, d v s före försöket med miljöavgifter i Stockholm. Trafikarbetet har skattats för den totala trafiken (samtliga fordonskategorier) under ett vardagsdygn, vilket avser en tisdag, onsdag eller torsdag i april 2005.

**Tabell 1.** Trafikarbetskattningar för innerstaden respektive länet [2]

|                             | <b>Trafikarbete, fordonskilometer per vardagsdygn i april 2005</b> |
|-----------------------------|--|
| <b>Stockholms innerstad</b> | 2 185 000  |
| <b>Stockholms län</b>       | 25 980 000   |

Vägtrafikens emissionsfaktorer för summa kväveoxider (NO<sub>x</sub>), kolmonoxid (CO), koldioxid (CO<sub>2</sub>), avgaspartiklar samt summa kolväten (VOC) är beskriven för olika fordons- och vägtyper enligt Vägverkets EVA-modell [3]. Förutom avgaspartiklar genereras och sprids också slitagepartiklar tillhörande PM10 från vägbana, bromsar och däck. Emissionsfaktorer för dessa är erhållna utifrån mätningar i centrala Stockholm. Korrektion har också gjorts för att uppvirvlingen av slitagepartiklar ökar med hastigheten [4]. Emissionsfaktorer för bensen är hämtade från COPERT-modellen [5]. Samtliga dessa emissionsfaktorer är implementerade i Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds utsläppsdata-baser, där också vägar i innerstaden och länet är beskrivna ned på länknivå, bl a med avseende på hastighet och andel tung trafik.

Sammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad har i detta fall beräknats utifrån förhållandena år 2005, också det enligt EVA-modellen.

**Tabell 2.** Beräknade utsläpp från vägtrafiken i Stockholm år 2005. Värdena gäller för ett vardagsdygn under perioden januari t o m juli 2005, d v s före miljöavgiftsförsöket.

|   | <b>Stockholms innerstad</b> | <b>Stockholms län</b> |
|---|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Summa kväveoxider, NO<sub>x</sub></b>  | 1,5 ton                     | 19 ton                |
| <b>Kolmonoxid, CO</b>                     | 14 ton                      | 120 ton               |
| <b>Flyktiga kolväten, VOC</b>             | 2,5 ton                     | 20 ton                |
| <b>Avgaspartiklar</b>                     | 40 kg                       | 390 kg                |
| <b>Partiklar, PM10</b>                    | 0,41 ton                    | 8,5 ton               |
| <b>Bensen, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b> | 80 kg                       | 650 kg                |
| <b>Koldioxid, CO<sub>2</sub></b>          | 690 ton                     | 6100 ton              |

## **Referenser**

1. Miljödepartementet 2001, Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2001:527).
2. Vägverket Konsult, Skattning av trafikarbetet i Stockholms innerstad och Stockholms län - underlag till miljöanalyser. Åsa Forsman, Mats Tjernkvist, Vägverket Konsult, 2005-09-12.
3. Vägverket, EVA SYSDOK, version 2.2, Modellspecifikation, fordonseffektmodell. Rev 2000-07-03, Håkan Johansson MN.
4. Bringfeldt, B, Backström, H, Kindell, S. et al 1997. Calculations of PM-10 concentrations in Swedish cities – Modelling of inhalable particles. SMHI RMK No. 76
5. European Environment Agency, COPERT III. Computer programme to calculate emissions from road transport. Version 2.1, november 2000.

SLB-analys rapporter finns att hämta på [www.slb.nu](http://www.slb.nu)

## Bilaga 1

### Mätutrustning och mätplatsbeskrivningar

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

\*) Teom = *Tapered element oscillating microbalance*.

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

## Miljökvalitetsnormer för kvävedioxid och partiklar, PM10

*Kvävedioxid*

| Medelvärdestid | Värde, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Anmärkning  |
|----------------|---------------------------------|---|
| 1 timme        | 90                              | Värdet får inte överskridas mer än 175 timmar per år (= 98 percentil) |
| 1 dygn         | 60                              | Värdet får inte överskridas mer än 7 dygn per år (= 98 percentil)     |
| 1 år           | 40                              | Aritmetiskt medelvärde. Får ej överskridas.                           |

*Partiklar, PM10*

| Medelvärdestid | Värde, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Anmärkning   |
|----------------|---------------------------------|--|
| 1 dygn         | 50                              | Värdet får inte överskridas mer än 35 dygn per år (= 90 percentil) |
| 1 år           | 40                              | Aritmetiskt medelvärde. Får ej överskridas.                        |



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

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

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