



## **Vintervägar med eller utan dubbdäck**

Beräkningar av emissioner och halter av partiklar  
för olika dubbdäcksscenarier

**Gunnar Omstedt och Stefan Andersson**

*Omslagsbilden visar Sveavägen i Stockholm en februaridag år 2007.*

## **Vintervägar med eller utan dubbdäck**

Beräkningar av emissioner och halter av partiklar  
för olika dubbdäcksscenarier

**Gunnar Omstedt och Stefan Andersson**



## **Förord**

Denna undersökning har gjorts på uppdrag av Vägverket. Syftet är att belysa emissioner och halter av PM10 för Vägverkets olika regioner, för olika scenarier med reduktion av antalet dubbdäck. Vi vill tacka Martin Juneholm på Vägverket och de anonyma granskare, vars värdefulla synpunkter och kommentarer har bidragit till att förbättra rapporten.



# Report Summary / Rapportsammanfattning

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                             |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------|----------------|
| Issuing Agency/Utgivare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Report number/Publikation   |                |
| Swedish Meteorological and Hydrological Institute<br>S-601 76 NORRKÖPING<br>Sweden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | SMHI Meteorologi nr 134     |                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Report date/Utgivningsdatum |                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | November 2008               |                |
| Author (s)/Författare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                             |                |
| Gunnar Omstedt och Stefan Andersson                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                             |                |
| Title (and Subtitle)/Titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                             |                |
| Vintervägar med eller utan dubbdäck                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                             |                |
| Beräkningar av emissioner och halter av partiklar för olika dubbdäcksscenarier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                             |                |
| Abstract/Sammandrag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                             |                |
| <p>Syftet med denna undersökning är att utreda dubbdäckens påverkan på emissioner och halter av PM10 i samtliga av Vägverkets regioner. Eftersom halterna är starkt påverkade av trafikmiljöernas utformning och trafiken, har beräkningar valts att utföras för 25 olika gaturum med indata av god kvalitet, merparten representerande stadsgator med sluten bebyggelse med hög trafikmängd. För beräkningarna används modellsystemet SIMAIR och antagande om linjärt samband mellan emissionsfaktorer för slitagepartiklar och dubbdäcksandelar. Vid beräkningarna används meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner från 2004, och nuläget representeras av dubbdäcksandel rådande för år 2005. Beräkningarna förutsätter att sand/salt inte används för att kompensera eventuellt ökad halkrisk på grund av minskad dubbdäcksanvändning.</p> <p>För att undersöka dubbdäckens betydelse för partikelemissioner och halter har beräkningar gjorts dels för vad som benämns nuläge och dels för scenarier med minskning av antalet dubbdäck. De scenarier som beräkningar gjorts för är följande: Nuläge, 15% reduktion av antalet dubbdäck, 30% reduktion av antalet dubbdäck i södra Sverige (en tänkt linje söder om Värmland-Dalarna-Gävleborg), 50% reduktion av antalet dubbdäck, 70% reduktion av antalet dubbdäck samt 100% reduktion av antalet dubbdäck.</p> <p>Beräkningar för nuläget ger att totala emissionsfaktorn (avgas+icke-avgas) för PM10 varierar mellan ca 150 mg/fkm i södra Sverige och 275 mg/fkm i norra Sverige för de undersökta gaturummen, där icke-avgasdelen utgör 70-90% av totala emissionsfaktorn. Detta innebär att totala årsmedelhalter i inkluderade gaturum motsvarande nuläget beräknas till 14-33 µg/m<sup>3</sup> i Götaland, 15-38 µg/m<sup>3</sup> i Svealand och 8-31 µg/m<sup>3</sup> i Norrland. Eftersom regionala bakgrundshalter är lägre i Norrland, beror generellt höga PM10-halter i gaturum där på lokala haltbidrag från trafiken. I södra Götaland, där dubbdäcksanvändningen är lägre, är generellt det lokala haltbidraget mindre, men regionala bakgrundshalterna högre. 90-percentils dygnsmedelvärde varierade mellan 22-54 µg/m<sup>3</sup> för gaturummen i Götaland, 25-72 µg/m<sup>3</sup> i Svealand och 13-67 µg/m<sup>3</sup> i Norrland.</p> <p>För huvudscenariot 30% reduktion av antalet dubbdäck minskar emissionsfaktorn för vägslitage i dessa gaturum med 15-45 mg/fkm, vilket får till konsekvens att årsmedelvärdet av PM10 minskar med 0.3-2.2 µg/m<sup>3</sup> i Götaland och 0.8-3.6 µg/m<sup>3</sup> i Svealand. Motsvarande minskning av 90-percentils dygnsmedelvärde skulle bli 0.5-4 µg/m<sup>3</sup> i Götaland och 1.5-7 µg/m<sup>3</sup> i Svealand. Huvudscenariot kommer därigenom förbättra luftkvalitet i många trafikmiljöer, dock klaras inte miljökvalitetsnormen och delmiljömålet "Frisk Luft" för de högst belastade trafikmiljöerna. För det fordras också andra åtgärder. Övriga scenarier ger en minskning av årsmedelvärdet av PM10 med 0.2-12 µg/m<sup>3</sup>, beroende på scenario och plats. För 90-percentils dygnsmedelvärde är variabiliteten för minskningen också stor för olika scenarier och platser; från en minskning på 0.2 µg/m<sup>3</sup> i södra Sverige för 15% reducering av dubbdäck till en minskning på 26 µg/m<sup>3</sup> för 100% reducering i Norrland.</p> <p>Överskridande av miljökvalitetsnormen för PM10, motsvarande 90-percentils dygnsmedelvärde (50 µg/m<sup>3</sup>), förekommer i 5 gaturum enligt beräkningarna; Gårda i Göteborg, Hornsgatan/Norrlandsgatan/Sveavägen i Stockholm och Västra Esplanaden i Umeå. För att uppnå miljökvalitetsnormen för dessa gaturum krävs en reducering av antalet dubbdäck motsvarande 37-100%. Således kan miljökvalitetsnormen klaras i merparten av gaturummen enbart genom reduktion av dubbdäcksandelen, men detta kräver sannolikt omfattande minskning av andelen dubbdäck. Delmiljömålet "Frisk Luft" överskrids i 16 gatumiljöer enligt beräkningar för nuläget. Med dubbdäcksreduktion som enskild åtgärd skulle målet kunna klaras för 10 av dessa gator. Reduktionskravet skulle dock variera mycket mellan olika gaturum, från några få procent till 99%. Dubbdäcksreduktion är en effektiv åtgärd för att sänka PM10-halterna i svenska gaturum. För att klara miljökvalitetsnormen i alla trafikmiljöer torde emellertid bästa lösningen för att minska partikelhalter orsakat av vägtrafiken vara dubbdäcksreduktion parallellt med andra åtgärder.</p> |  |                             |                |
| Key words/sök-, nyckelord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                             |                |
| Luftkvalitet, PM10, dubbdäck, vägslitage, SIMAIR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                             |                |
| Supplementary notes/Tillägg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Number of pages/Antal sidor | Language/Språk |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | 28                          | Svenska        |
| ISSN and title/ISSN och titel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                             |                |
| 0283-7730 SMHI Meteorologi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                             |                |
| Report available from/Rapporten kan köpas från:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                             |                |
| SMHI<br>S-601 76 NORRKÖPING<br>Sweden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                             |                |





## Sammanfattning

Vårt klimat har stor inverkan på luftkvaliteten. Under vintermånaderna är temperaturen i hela landet ofta under noll grader och snö och regn är vanligt förekommande, vilket bl.a. skapar hala vägar och behov av åtgärder för att minska halka, såsom användning av vinterdäck (med eller utan dubb), sandning och saltning. Detta ökar dock vägslitaget och mängden vägdamm som ackumuleras i vägmiljön, som i sin tur leder till höga partikelhalter. Partiklar är den luftförorening som orsakar störst hälsoproblem i svenska tätorter och det finns därför behov att minska dem. En av de åtgärder som diskuteras för att uppnå det är minskad användning av dubbdäck.

Syftet med denna undersökning är att utreda dubbdäckens påverkan på emissioner och halter av PM10 i samtliga av Vägverkets regioner. Eftersom halterna är starkt påverkade av trafikmiljöernas utformning och trafiken, har beräkningar valts att utföras för 25 olika gaturum med indata av god kvalitet, merparten representerande stadsgator med sluten bebyggelse med hög trafikmängd. För beräkningarna används modellsystemet SIMAIR och antagande om linjärt samband mellan emissionsfaktorer för slitagepartiklar och dubbdäcksandelar. Vid beräkningarna används meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner från 2004, och nuläget representeras av dubbdäcksandel rådande för år 2005. Beräkningarna förutsätter att sand/salt inte används för att kompensera eventuellt ökad halkrisk på grund av minskad dubbdäcksanvändning.

För att undersöka dubbdäckens betydelse för partikelemissioner och halter har beräkningar gjorts dels för vad som benämns nuläge och dels för scenarier med minskning av antalet dubbdäck. De scenarier som beräkningar gjorts för är följande:

- o nuläge
- o 15% reduktion av antalet dubbdäck motsvarande en månad mindre dubbdäcksanvändning
- o 30% reduktion av antalet dubbdäck i södra Sverige (en tänkt linje söder om Värmland-Dalarna-Gävleborg) motsvarande två månader mindre dubbdäcksanvändning
- o 50% reduktion av antalet dubbdäck
- o 70% reduktion av antalet dubbdäck
- o 100% reduktion av antalet dubbdäck

Orsaken varför 15- respektive 30% reduktion av antalet dubbdäcken har valts är att dessa bäst motsvarar en månads respektive två månaders minskad dubbdäcksanvändning, vilka är alternativ som diskuteras. För scenarioberäkningarna framstår 30% reduktion i södra Sverige (en tänkt linje söder om Värmland-Dalarna-Gävleborg) som det mest rimliga scenariot, eftersom det ungefär motsvarar en minskning av dubbdäckssäsongen med 2 månader, vilket sannolikt är en rimlig nivå att uppnå i södra Sverige. Scenarierna 70- respektive 100% reduktion av antalet dubbdäck har valts i syfte att belysa konsekvenserna av de mest kraftfulla dubbdäcksåtgärderna.

Beräkningar för nuläget ger att totala emissionsfaktorn (avgas+icke-avgas) för PM10 varierar mellan ca 150 mg/fkm i södra Sverige och 275 mg/fkm i norra Sverige för de undersökta gaturummen, där icke-avgasdelen utgör 70-90% av totala emissionsfaktorn. Detta innebär att totala årsmedelhalter i inkluderade gaturum motsvarande nuläget beräknas till 14-33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland, 15-38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 8-31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland. Eftersom regionala bakgrundshalter är lägre i Norrland, beror generellt höga PM10-halter i gaturum där på lokala haltbidrag från trafiken. I södra Götaland, där dubbdäcksanvändningen är lägre, är generellt det lokala haltbidraget mindre, men regionala bakgrundshalterna högre. 90-percentils dygnsmedelvärde varierade mellan 22-54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för gaturummen i Götaland, 25-72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 13-67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland.

För huvudscenariot 30% reduktion av antalet dubbdäck minskar emissionsfaktorn för vägslitage i dessa gaturum med 15-45 mg/fkm, vilket får till konsekvens att årsmedelvärdet av PM10 minskar med 0.3-2.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och 0.8-3.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand. Motsvarande minskning av 90-percentils dygnsmedelvärde skulle bli 0.5-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och 1.5-7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand. Huvudscenariot kommer därigenom förbättra luftkvalitet i många trafikmiljöer, dock klaras inte miljökvalitetsnormen och delmiljömålet ”Frisk Luft” för de högst belastade trafikmiljöerna. För det fordras också andra åtgärder.

Övriga scenarier ger en minskning av årsmedelvärdet av PM10 med 0.2-12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , beroende på scenario och plats. För 90-percentils dygnsmedelvärde är variabiliteten för minskningen också stor för olika scenarier och platser; från en minskning på 0.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i södra Sverige för 15% reducering av dubbdäck till en minskning på 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för 100% reducering i Norrland.

Överskridande av miljökvalitetsnormen för PM10, motsvarande 90-percentils dygnsmedelvärde (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), förekommer i 5 gaturum enligt beräkningarna; Gårda i Göteborg, Hornsgatan/Norrlandsgatan/Sveavägen i Stockholm och Västra Esplanaden i Umeå. För att uppnå miljökvalitetsnormen för dessa gaturum krävs en reducering av antalet dubbdäck motsvarande 37-100%. Således kan miljökvalitetsnormen klaras i merparten av gaturummen enbart genom reduktion av dubbdäcksandelen, men detta kräver sannolikt omfattande minskning av andelen dubbdäck.

Delmiljömålet ”Frisk Luft” överskrids i 16 gatumuljöer enligt beräkningar för nuläget. Med dubbdäcksreduktion som enskild åtgärd skulle målet kunna klaras för 10 av dessa gator. Reduktionskravet skulle dock variera mycket mellan olika gaturum, från några få procent till 99%.

Dubbdäcksreduktion är en effektiv åtgärd för att sänka PM10-halterna i svenska gaturum. För att klara miljökvalitetsnormen i alla trafikmiljöer torde emellertid bästa lösningen för att minska partikelhalter orsakat av vägtrafiken vara dubbdäcksreduktion parallellt med andra åtgärder.

# Innehållsförteckning

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Inledning.....</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>2. Kunskapsöversikt .....</b>                    | <b>1</b>  |
| 2.1 Variationer av dubbandelar .....                | 4         |
| <b>3. Metod .....</b>                               | <b>6</b>  |
| 3.1 Beräkning av emissionsfaktorer .....            | 6         |
| 3.2 SIMAIR-modellen .....                           | 7         |
| 3.3 Information om gaturum .....                    | 8         |
| 3.4 Förutsättningar för scenarieberäkningarna ..... | 10        |
| <b>4. Resultat .....</b>                            | <b>10</b> |
| 4.1 Nuläge .....                                    | 10        |
| 4.2 Scenarier .....                                 | 13        |
| <b>5. Diskussion .....</b>                          | <b>20</b> |
| 5.1 Emissionsfaktorer.....                          | 20        |
| 5.2 Översiktlig jämförelse med mätdata .....        | 21        |
| <b>6. Slutsatser .....</b>                          | <b>22</b> |
| <b>Referenser.....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>Appendix A.....</b>                              | <b>25</b> |



## 1. Inledning

Vårt klimat har stor inverkan på luftkvaliteten. Under vintermånaderna är temperaturen i hela landet oftast under noll grader och snö och regn är vanligt förekommande, vilket bl.a. skapar hala vägar och behov av åtgärder för att minska halka, såsom användning av vinterdäck (med eller utan dubb), sandning och saltning. Detta ökar dock vägslitage och mängden vägdamm som ackumuleras i vägmiljön, som i sin tur leder till höga partikelhalter. Partiklar är den luftförorening som orsakar störst hälsoproblem i svenska tätorter och det finns därför behov av att minska dem. En av de åtgärder som diskuteras för att uppnå det är minskad användning av dubbdäck, som också är utgångspunkten för denna undersökning.

Emissioner av partiklar sker således via fordonen av dels avgaser men också via väg- och fordonsslitage av icke-avgaser eller som det också kallas vägdamm. Partiklarna sprids i trafikmiljöerna beroende på en rad olika faktorer såsom vägens utformning, om det finns närliggande byggnader och hur de är utformade, aerodynamiska effekter runt fordonen samt meteorologiska faktorer som vind, turbulens, nederbörd och avdunstning. Bakgrundshalterna är också viktiga, eftersom närheten till stora emissioner i vägens närhet eller i Europa kan leda till en samverkan av halter från olika skalor som medför dålig luftkvalitet.

Olika åtgärder har diskuterats för att förbättra luftkvalitet (ref.1). För att kvantifiera vad enskilda åtgärder betyder behövs studier göras där alla viktiga processer som påverkar dem finns med. För det fordras modeller. SIMAIR (Gidhagen et al., 2008) är en sådan modell som möjliggör detta. Det bör dock betonas att kunskapen delvis är bristfällig. Vi vet idag att dubbdäck i hög grad påverkar vägslitage och därigenom bildningen av partiklar i luften, men osäkerheten är däremot större hur halkbekämpning av våra vägar via sandning och saltning påverkar partikelbildning.

Syftet med denna undersökning är att belysa emissioner och halter av PM10 för Vägverkets olika regioner, för olika scenarier med reduktion av antalet dubbdäck.

I avsnitt 2 ges en översiktlig beskrivning av kunskapsläget. Avsnitt 3 behandlar metodiken som används i studien, samt beskriver vilka gaturum som beräkningar görs för. I avsnitt 4 presenteras resultat från beräkningarna, och i avsnitt 5 och 6 presenteras och diskuteras slutsatserna.

## 2. Kunskapsöversikt

Fordon påverkar luftkvaliteten genom flera olika processer. Viktiga sådana är utsläpp via avgaser och mekaniska processer i samband med kontakter mellan däck och vägbana, bromsar och motorer. Partiklar som deponeras på vägarna eller dess närhet kan återförs till atmosfären genom uppvirvling via den turbulenta vak som fordon i rörelse skapar.

Effekten av vägslitage från dubbade och odubbade däck har studerats i laboratorium via vägsimulator av Gustafsson et al. (2005). De fann att dubbade däck gav avsevärt högre emissioner än odubbade däck. Flera fältstudier har också visat på dubbdäckens stora betydelse för bildning av partiklar (Norman och Johansson, 2006; Omstedt, 2006; Ketzel et al., 2007; Hussein et al., 2008).

Kupiainen (2007) har studerat hur bland annat sand påverkar emissionerna av PM10. Testresultat från simuleringar i laboratoriet har visat att sand ökar emissionerna av vägdamm samt att effekterna ökar med ökande sandmängd. Vintersandning i svenska kommuner är omfattande. Gustafsson och Yakoub (2007) har undersökt det genom enkäter till 92 olika kommuner. Av dessa kommuner använde nästan samtliga tillfrågade (90 stycken) vintersand på gator och merparten (78 stycken) använde vintersand på genomfartsleder. En viss variation med latitud syns i undersökningen. I norra Sverige används vintersand oftare än i södra Sverige. Halkbekämpning med hjälp av vintersand och användningen av dubbdäck ökar bildningen av partiklar under vintern som ackumuleras i snö och is i vägmiljön. På våren då snön och isen smälter och vägbanan torkar upp frigörs dessa och kan via fordonsinducerad turbulens skapa höga partikelhalter. Regn kan å andra sidan minska depån av vägdamm genom avrinning. Beläggningsslitaget är större på våta vägbanor jämfört med torra men också beroende på vilket typ av stenmaterial som används i beläggningen (Jacobson, 2007). Sand som tillförs vägar transportera via fordonsdäck och uppvirvling relativt snabbt från själva vägbanan till områdena kring vägbanan (Patra et al., 2008). Därigenom skapas depåer av vägdamm, som kan bli liggande kvar relativt länge beroende på om depåerna är fuktiga eller torra. Upptorkningsförloppet beror på meteorologiska faktorer som nederbördsmängd, temperatur, fuktighet, solstrålning men också på avrinning, trafikmängd och vägens egenskaper. Upptorkning sker relativt snabbt för den trafikerade delen av vägen men långsammare för dammdepån.

Även saltning av vägarna kan medföra förhöjda partikelhalter. I en studie för staden Graz i Österrike (Oetl, 2008) där dubbdäck inte används utan vägsalt används som den huvudsakliga metoden för att bekämpa halka, uppskattas emissionsfaktorn för PM10 med hjälp av mätdata av NOx och PM10 för åren 2003-2007. Emissionsfaktorn visar, i likhet med Sverige, samma starka säsongsvariation med kraftigt förhöjda värden under senvinter/vår. Emissionen varierar också mellan olika år beroende på meteorologin, då milda vintrar medför mindre behov av saltning än kalla.

Fordonshastigheten påverkar också emissionerna. Gustavson et al. (2005) har visat via tester i laboratorium att emissionerna ökar med ökande hastighet och att ökningen är kraftigast för dubbade däck. Mätningar visar att för dubbade däck kan partikelgenereringen vara ca 4 gånger större om hastigheten ökas från 40 km/timme till 80 km/timme. Dessa resultat kan dock inte direkt överföras till verkliga trafikmiljöer. Vid ökande hastighet ökar också den fordonsinducerade turbulensen och därigenom minskar också emissionspotentialen för uppvirvlade partiklar genom effektivare borttagning av vägdamm (Kuhns et al., 2003). Liknande observationer gjordes också av Omstedt et al. (2005) vid studie av partikelhalter vid en motorväg norr om Stockholm. Emissionsfaktorn för PM10 var där av samma storleksordning som de som uppskattats för innerstadsgator i Stockholm. Jämförelse med emissionsfaktorer beräknade via källreceptormodellering visade också på stor samstämmighet (Johansson et al., 2004). En ökad emissionsfaktor med en faktor fyra skulle därför troligtvis resultera i alltför höga emissioner och halter nära motorvägen. Tillsvidare har vi därför inte infört något hastighetsberoende i vår emissionsmodell, som beskrivs nedan.

Oetl (2008) hänvisar också till studier för dubbfria vägar i Tyskland där emissionsfaktorer för motorvägar är betydligt lägre än de som uppmäts i Graz. Orsaken kan vara att stadsgatorna i Graz

är smutsigare än motorvägar, vilket bero på faktorer som sandning av trottoarer, att uppvirvlingen av vägdamm är mindre i slutna gaturum jämfört med öppna motorvägar med högre hastigheter.

SIMAIR innehåller en emissionsmodell för slitagpartiklar (Omstedt et al., 2005). Modellen löser två kopplade budgetekvationer i en tidsserie med timvisa trafik- och meteorologiska data. I den första ekvationen beräknas vägbansens fuktighet som funktion av nederbörd, avdunstning och avrinning. I den andra ekvationen beräknas förändringen av vägbansens damminnehåll som funktion av vägsitage från dubgade eller odubgade däck, sandning och uppvirvling på grund av fordonsinducerad turbulens. Ekvationerna är kopplade genom att uppvirvlingen beror på vägbansens fuktighet. Är vägbanan fuktig sker liten uppvirvling och därigenom ökar damminnehållet på gatan. Är vägbanan torr sker stor uppvirvling förutsatt att damminnehållet är stort. Modellen har jämförts mot uppmätta halter av PM10 och PM2.5 i olika trafikmiljöer med olika andelar dubbdäck och olika halkbekämpningsmetoder med gott resultat (Omstedt et al., 2005; Omstedt och Gidhagen, 2007; Andersson och Omstedt, 2009). I Tabell 1 visas för vilka miljöer jämförelser har gjorts och med vilka dubbdäcksandelar och halkbekämpningsmetoder. Det bör dock betonas att jämförelser inte har gjorts systematiskt för att studera hur sand, salt och dubbandelar påverkar emissioner och halter varför denna del i modellen är osäker. Modellen ger en ökad emissionsfaktor vid sandning på ca 50 mg/fkm.

Dammbindning med hjälp av kalcium-magnesium-acetat, CMA, har visat på positiva effekter att minska PM10-halterna. Upprepade försök i Stockholm har visat att halterna kan minska med upp till 30% (Norman, 2008).

I en nyligen genomförd studie har Andersson et al. (2008) undersökt emissioner och halter av PM2.5 i Sverige, dels för nuläge men också för olika scenarier. Studien kompletterar därför denna rapport med avseende på PM2.5.

**Tabell 1.** Exempel på trafikmiljöer där SIMAIR har jämförts med mätdata.

| Trafikmiljö                  | År   | Halkbekämpning | Personbilar med dubbdäck i februari [%] |
|------------------------------|------|----------------|-----------------------------------------|
| Sundsvall/Skolhusallen       | 2002 | sand           | 90                                      |
| Uppsala/Kungsgatan           | 2001 | sand           | 76                                      |
| Stockholm/Hornsgatan         | 2000 | sand (?)       | 75                                      |
| Stockholm/Hornsgatan         | 2003 | salt           | 75                                      |
| Stockholm/Hornsgatan         | 2004 | salt           | 75                                      |
| Stockholm/Sveavägen          | 2003 | salt           | 75                                      |
| Stockholm/Norrandsgatan      | 2003 | salt           | 75                                      |
| Malmö/Amiralsgatan           | 2005 | salt           | 30                                      |
| Köpenhamn/Jagtvej            | 2003 | salt           | 0                                       |
| Köpenhamn/H.C.Andersens Blvd | 2003 | salt           | 0                                       |

I Tabell 2 görs en sammanställning av emissionsfaktorer för PM10 uppskattade genom skalning av haltmätningar i olika trafikmiljöer där NOx använts som ”spårämne”. Metoden går under beteckningen spårämnemetoden.

**Tabell 2.** Emissionsfaktorer för PM10 (mg/fkm) uppskattade med spårämnesmetoden.

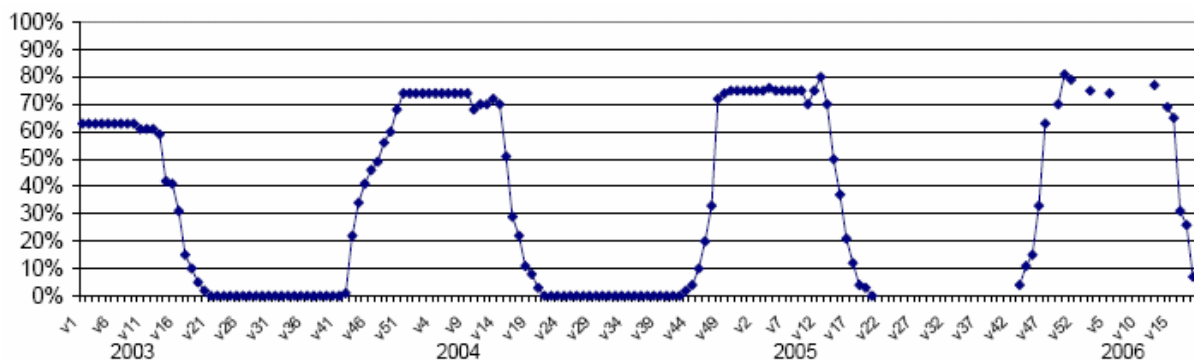
| Plats/år                         | $e_{PM10}^{total}$ | $e_{PM10}^{avgaser}$ | $e_{PM10}^{icke\ avgaser}$ | Andelar dubb [%] | Halk-bekämpning | Referens               |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| Umeå/2006 <sup>*1</sup>          | 176                | 28                   | 148                        | 89               | sand            | Sjöberg et al., 2008   |
| Hornsgatan/2000                  | 233                | 28                   | 205                        | 75               | sand(?)         | Omstedt et al., 2005   |
| Hornsgatan/2002-2004             | 226                | 28                   | 198                        | 75               | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| Göteborg/2006 <sup>*2</sup>      | 121                | 28                   | 93                         | 74               | salt            | Sjöberg et al., 2008   |
| Malmö/2005 <sup>*3</sup>         | 208                | 28                   | 180                        | 30               | salt            | Sjöberg och Ferm, 2005 |
| HCAB/ DK 2002-2004 <sup>*4</sup> | 158                | 50                   | 108                        | 0                | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| JGTV/DK 2002-2004 <sup>*5</sup>  | 91                 | 45                   | 46                         | 0                | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| LUET/DE 2003-2004 <sup>*6</sup>  | 90                 | 23                   | 67                         | 0                | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| FFAL/DE 2004 <sup>*7</sup>       | 80                 | 23                   | 57                         | 0                | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| MEBG/DE 2003-2004 <sup>*8</sup>  | 86                 | 20                   | 66                         | 0                | salt            | Ketzel et al., 2007    |
| Graz/AU 2006                     | 150                | 30                   | 120                        | 0                | salt            | Oettl, 2008            |

<sup>\*1</sup> maj-december, <sup>\*2</sup> februari-december, <sup>\*3</sup> mars-juni, <sup>\*4</sup> H.C. Andersens Blvd./Köpenhamn,

<sup>\*5</sup> Jagtvej/Köpenhamn, <sup>\*6</sup> Lutzer Str. /Leipzig, <sup>\*7</sup> Frankfurter Allee/Berlin, <sup>\*8</sup> Merseburger Strasse/Halle

## 2.1 Variationer av dubbandelar

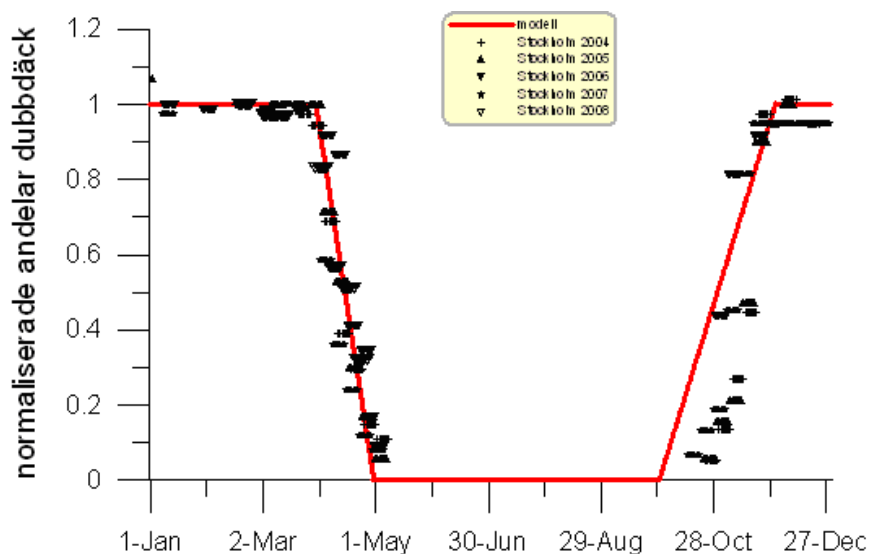
Användningen av dubbdäck beror på gällande bestämmelse och av vädret. I nuläget krävs vinterdäck när vinterväglag råder under perioden 1 december – 31 mars och dubbdäck får användas under perioden 1 oktober – 30 april. Tidpunkten för på och avtagning av dubbdäck beror på aktuellt väder och när helger infaller. Information om fördelningen mellan olika däckstyper i olika delar av landet kan fås via Däckbranschens Informationsråd (ref. 2). Värdena baseras på uppskattningar av däckstyper, från ett antal slumpvist valda bilar, under en till två dagar i februari, se Tabell 3. I Stockholm görs också regelbundna manuella räkningar, se Figur 1 (Johansson et al., 2006).



**Figur 1.** Dubbandelar i Stockholmsregionen under 2003-2006. Manuella räkningar vid Ekerövägen, Hornsgatan och Vallstanäs (Johansson et al., 2006).



Det finns naturligtvis en viss osäkerhet i dessa uppskattningar. Exempelvis uppskattas dubbandelarna i Stockholm för åren 2005 och 2006 av Däckbranschens Informationsråd till 72 respektive 69% medan Johansson et al. (2006) uppskattar dem till 70 respektive 75%. I modellen använder vi en enkel funktion för att beskriva dubbandelarnas variation i tid och rum. Detta visas i Figur 2, där funktionen (röd heldragen linje) har normaliserats mot sitt maxvärde. För att beräkna aktuella dubbandelar i olika delar av landet multipliceras de normaliserade värdena med värdena i Tabell 3. I Figur 2 visas också hur modellens funktion överensstämmer med de mätdata från Stockholm som visas i Figur 1. Likhetererna är stora och skillnaden berör främst hösten. Enligt mätdata sker påsättningen av dubbdäck ca 3-4 veckor senare i Stockholmsregionen jämfört med vad modellen visar. Skillnaden är troligtvis större för södra Sverige men mindre för norra Sverige.



**Figur 2.** Jämförelse mellan beräknade (röd linje) och uppmätta normaliserade dubbdäcksandelar från Stockholmsregionen. Mätdata från manuella räkningar vid Ekerövägen, Hornsgatan och Vallstanäs för fem år (Johansson et al., 2006).

Dubbdäcksanvändningen varierar i landet, exempelvis för år 2005 från 92% i norra Sverige till 46% i södra Sverige, se tabell3.

**Tabell 3.** Uppmätta andelar som kör på respektive däcktyp i olika delar i Sverige i januari/februari 2008 samt resultat från liknande tidigare undersökningar (från Däckbranschens Informationsråd).

| Region            | Dubbdäck   |      |      |      |      | Dubbfria vinterdäck |      |      |      |      | Sommardäck |      |      |      |      |
|-------------------|------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
|                   | 2008       | 2007 | 2005 | 2002 | 2001 | 2008                | 2007 | 2005 | 2002 | 2001 | 2008       | 2007 | 2005 | 2002 | 2001 |
| <b>Skåne</b>      | <b>44%</b> | 47%  | 46%  | 40%  | 37%  | <b>49%</b>          | 47%  | 52%  | 51%  | 55%  | <b>7%</b>  | 6%   | 2%   | 9%   | 8%   |
| <b>Väst</b>       | <b>71%</b> | 74%  | 74%  | 61%  | 80%  | <b>25%</b>          | 23%  | 25%  | 38%  | 18%  | <b>4%</b>  | 4%   | 1%   | 2%   | 2%   |
| <b>Sydöst</b>     | <b>59%</b> | 62%  | 68%  | 66%  | 87%  | <b>39%</b>          | 36%  | 31%  | 32%  | 13%  | <b>2%</b>  | 2%   | 1%   | 2%   | 0%   |
| <b>Stockholm</b>  | <b>69%</b> | 69%  | 72%  | 76%  | 73%  | <b>29%</b>          | 29%  | 28%  | 19%  | 24%  | <b>2%</b>  | 2%   | 0%   | 5%   | 3%   |
| <b>Mälardalen</b> | <b>82%</b> | 76%  | 81%  | 72%  | 76%  | <b>17%</b>          | 21%  | 18%  | 24%  | 23%  | <b>1%</b>  | 3%   | 1%   | 4%   | 1%   |
| <b>Mitt</b>       | <b>88%</b> | 84%  | 85%  | 88%  | 92%  | <b>12%</b>          | 16%  | 15%  | 12%  | 8%   | <b>0%</b>  | 0%   | 0%   | 1%   | 0%   |
| <b>Norr</b>       | <b>83%</b> | 89%  | 92%  | 91%  | 94%  | <b>16%</b>          | 11%  | 7%   | 9%   | 6%   | <b>1%</b>  | 1%   | 1%   | 0%   | 0%   |

### 3. Metod

#### 3.1 Beräkning av emissionsfaktorer

Emissioner av partiklar från trafiken på en gata eller väg,  $E_{PM}^{trafik}$ , kan beräknas på följande sätt:

$$E_{PM}^{trafik} = F e_{PM}^{total} \quad (1)$$

där  $F$  anger antal fordon per tidsenhet och  $e_{PM}^{total}$  anger den totala emissionsfaktorn för partiklar. Beräkningar kan göras för såväl PM10 som PM2.5. Den totala emissionsfaktorn kan delas upp i en del som beror på avgaserna och en annan del som beror på andra faktorer än avgaser

$$e_{PM}^{total} = e_{PM}^{avgaser} + e_{PM}^{icke-avgaser} \quad (2)$$

Emissionsfaktorn för icke-avgaser kan delas upp på olika delar som vägslitage, fordonsslitage och externa faktorer

$$e_{PM}^{icke-avgaser} = e_{PM}^{slitage\ vägbana} + e_{PM}^{slitage\ fordonsdelar} + e_{PM}^{externt} \quad (3)$$

Den externa emissionsfaktorn beror på yttre faktorer t.ex. partikelnedfall från omgivningen, nedsmutsning via löv, sandning och saltning.

Norman and Johansson (2006) har studerat samband mellan vägslitage orsakad av dubbdäck och PM10 halter i Stockholm och funnit ett linjärt samband. Det är också det som vi här antar för scenarioräkningarna. Emissionsfaktorn för slitagepartiklar beräknas som en linjär funktion av dubbandelar och på följande sätt:

$$e_{PM}^{slitage\ vägbana} = a * dubb + e_{PM, utan dubb}^{slitage\ vägbana} \quad (4)$$

där  $a$  anger en konstant,  $dubb$  anger dubbandelar [%] och  $e_{PM, utan dubb}^{slitage\ vägbana}$  anger emissionsfaktorn för slitagepartiklar utan dubb. Konstanten  $a$  bestäms, för varje trafikmiljö som ingår i denna undersökning, genom att beräkna emissionsfaktorer för slitagepartiklar via SIMAIRs emissionsmodell och därefter utnyttja ekvation (4). En viktig förutsättning för beräkningarna är att vi antar att sand/salt inte används för att kompensera eventuellt ökad halkrisk på grund av minskad dubbdäcksanvändning.

För beräkningarna behöver vi uppskatta en del av emissionsfaktorerna ovan. Fordonsslitage beror på slitage från bromsar och däck. Dessa har tidigare uppskattats för bromsbelägg från lätta fordon till 5.9 mg/fkm och för tunga fordon till 29 mg/fkm och däckslitage har uppskattats till 1.2 mg/fkm (Omstedt et al., 2005). Det totala fordonslitaget uppgår därför till ca 10 mg/fkm. Den externa emissionsfaktorn,  $e_{PM}^{externt}$ , är svår att bestämma. Oftast ingår den i uppskattningar av emissionsfaktorn för icke-avgaser, vilket också görs i SIMAIRs emissionsmodell. Den externa emissionsfaktorn sätts därför till noll i beräkningarna. För uppskattningar av emissionsfaktorn för vägslitage utan dubb används data från Danmark och Tyskland, se Tabell 2. Som framgår av

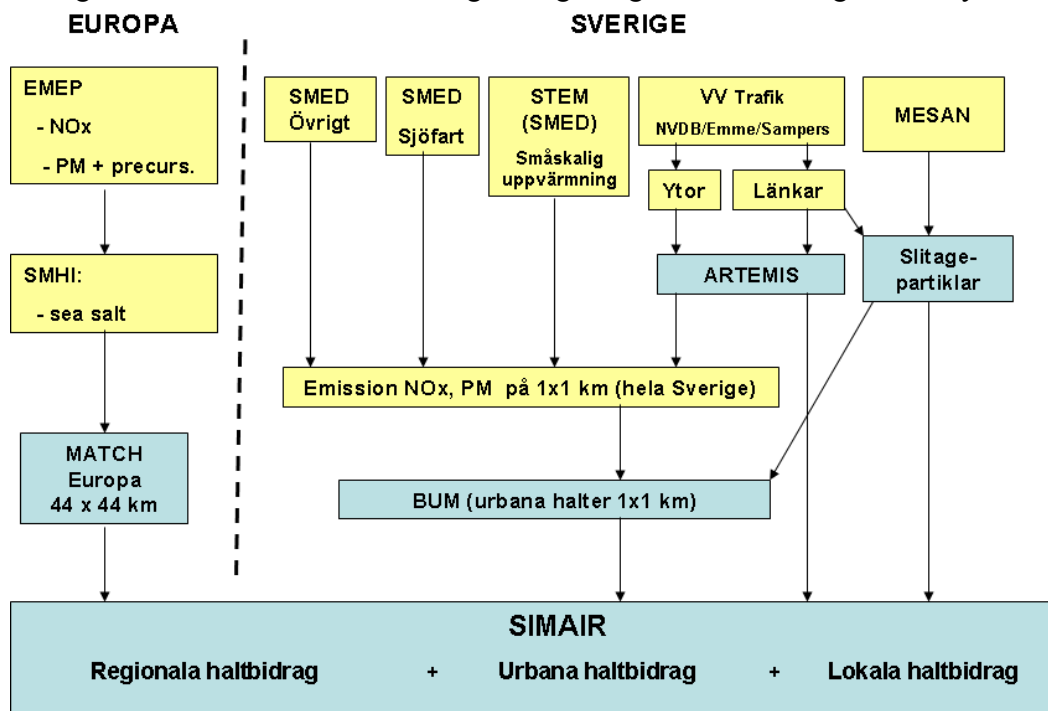
tabellen avviker H.C. Andersens Blvd./Köpenhamn från de övriga genom ett relativt högt värde. Orsakerna till detta är inte klarlagda. Vi utesluter därför detta värde och bildar medelvärde på de fyra övriga dubbfria gatorna (JGTV/DK, LUET/DE, FFALD/DE, MEBG/DE). Emissionsfaktorn för icke-avgaser uppskattas därför till 59 mg/ fkm och därmed uppskattas emissionsfaktorn för vägslitage utan dubb till 49 mg/fkm. I Tabell 4 görs en sammanställning av dessa emissionsfaktorer.

**Tabell 4.** Uppskattade emissionsfaktorer för PM10 (mg/fkm) som används i denna rapport.

| Emissionsfaktorer för PM10                | [mg/fkm] |
|-------------------------------------------|----------|
| $e_{PM10}^{slitage\ forndonsdelar}$       | 10       |
| $e_{PM10}^{externt}$                      | 0        |
| $e_{PM10, utan\ dubb}^{icke-avgaser}$     | 59       |
| $e_{PM10, utan\ dubb}^{slitage\ vägbana}$ | 49       |

### 3.2 SIMAIR-modellen

För att beräkna emissioner och halter av PM10 används SIMAIR (Gidhagen et al., 2008). SIMAIR är ett Internetverktyg som kan användas för alla kommuner i Sverige för att beräkna halter av PM10, NO2, CO och bensen och hur dessa relaterar till miljökvalitetsnormer och EU-direktiv. Systemet innehåller en väg- och fordonsdatabas med emissionsfaktorer och en emissionsmodell för slitagepartiklar. Den senare beskrivs i Avsnitt 2. Systemet innehåller också olika spridningsmodeller som kopplats samman för att kunna beskriva halter lokalt, urbant, inom Sverige och från källor utanför Sverige. I Figur 4 ges en översiktlig bild av systemet.

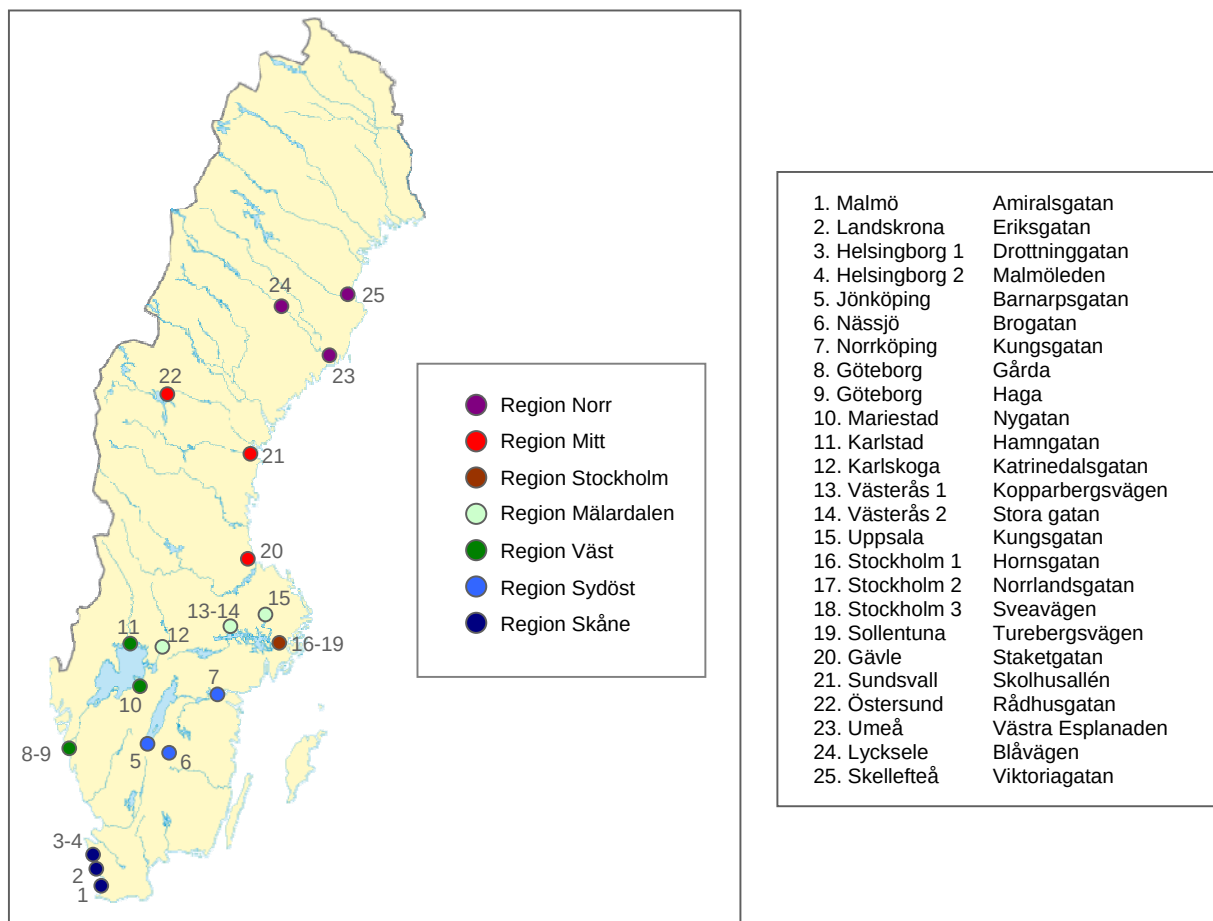


**Figur 4.** Databaser och modeller som används i SIMAIR

### 3.3 Information om gaturum

Dubbdäckens påverkan på emissioner och halter av partiklar studeras för 25 gaturum i Sverige. Målsättningen har varit att undersöka dubbdäckens betydelse för samtliga regioner enligt Vägverkets indelning, och att varje region ska representeras av flera gator så att även hänsyn tas till variabilitet mellan olika platser och gator i regionerna. Eftersom halterna i hög grad påverkas av gaturummets utformning och trafiken, eftersträvades trafikmiljöer där högkvalitativa indata finns att tillgå. Detta har vi tillgängligt för platserna som visas i Figur 5. Vid merparten av dessa gaturum utförs också mätningar av luftkvalitet. Det bör poängteras att dessa gaturum inte speglar några genomsnittliga trafikmiljöer i Sverige, utan representerar snarare ogynnsamma miljöer med avseende på luftkvalitet. Vid SMHI pågår ett valideringsprojekt av SIMAIR mot mätdata, där data från dessa gaturum också kommer att användas (Andersson och Omstedt, 2009).

I Tabell 5 återfinns data för gaturummens egenskaper, som fungerar som indata till beräkningarna i SIMAIR. På motsvarande sätt finns trafikinformation för de olika trafikmiljöerna i Tabell 6. Trafikmiljöerna varierar en hel del, och både gaturum och öppna vägar finnas representerade i studien. I Andersson och Omstedt (2009) finns en mer utförlig beskrivning av gaturummen.



Figur 5. Gaturum som studien innefattar.

**Tabell 5.** Sammanställning av gaturumsinformation för inkluderade gaturum.

| Kommun       | Gata                | Region     | Hushöjd [m]<br>sida1/sida2 | Gaturums-<br>bredd [m] | Vägbredd<br>[m] | Antal<br>körfält |
|--------------|---------------------|------------|----------------------------|------------------------|-----------------|------------------|
| Malmö        | Amiralsg.           | Skåne      | 25/25                      | 21                     | 16              | 2+2              |
| Landskrona   | Eriksgr.            | Skåne      | 10/8                       | 18                     | 8               | 1+1              |
| Helsingborg1 | Drottningg.         | Skåne      | 20/25                      | 44                     | 19              | 2+2              |
| Helsingborg2 | Malmöleden          | Skåne      | Öppen                      | Öppen                  | 22              | 2+2              |
| Jönköping    | Barnarpsg.          | Sydöst     | 10/0                       | 18                     | 9               | 1+1              |
| Nässjö       | Brogatan            | Sydöst     | 10/13                      | 18                     | 9               | 1+1              |
| Norrköping   | Kungsgatan          | Sydöst     | 15/15                      | 14                     | 8               | 1+1              |
| Göteborg     | Gårda, E6           | Väst       | 10/7                       | 64                     | 28              | 4+3              |
| Göteborg     | Sprängkullsg., Haga | Väst       | 12/0                       | 19                     | 12              | 2+1              |
| Mariestad    | Nygatan             | Väst       | 15/10                      | 15                     | 9               | 1+1              |
| Karlstad     | Hamng.              | Väst       | 20/8                       | 20                     | 14              | 2+2              |
| Karlskoga    | Katrinedalsg.       | Mälardalen | 11/10                      | 21                     | 9               | 1+1              |
| Västerås 1   | Kopparbergsv.       | Mälardalen | 20/20                      | 32                     | 8               | 1+1              |
| Västerås 2   | Stora gatan         | Mälardalen | 14/14                      | 16                     | 10              | 1+1              |
| Uppsala      | Kungsg.             | Mälardalen | 20/0                       | 29                     | 18              | 2+2              |
| Stockholm 1  | Hornsg.             | Stockholm  | 24/24                      | 24                     | 18              | 2+2              |
| Stockholm 2  | Norrländsg.         | Stockholm  | 25/25                      | 15                     | 12              | 2+2              |
| Stockholm 3  | Sveav.              | Stockholm  | 20/20                      | 33                     | 18              | 2+2              |
| Sollentuna   | Turebergsled.       | Stockholm  | Öppen                      | Öppen                  | 25              | 2+2              |
| Gävle        | Staketg.            | Mitt       | 10/18                      | 33                     | 28              | 2+2              |
| Sundsvall    | Skolhusallén        | Mitt       | 10/0                       | 20                     | 16              | 2+2              |
| Östersund    | Rådhusg.            | Mitt       | 15/15                      | 28                     | 20              | 2+2              |
| Umeå         | V. Esplanad.        | Norr       | 15/15                      | 28                     | 20              | 2+2              |
| Lycksele     | Blåvägen            | Norr       | Öppen                      | Öppen                  | 30              | 2+2              |
| Skellefteå   | Viktorlag.          | Norr       | 10/10                      | 45                     | 30              | 2+2              |

**Tabell 6.** Sammanställning av trafikinformation för gaturummen i studien. ÅDT anger trafikflödet uttryckt som årsmedelvärde av antal fordon per dygn.

| Kommun       | Gata                | Region     | Dubbdäcks-<br>andel år 2005<br>[%] | År för<br>trafikdata | ÅDT<br>[fordon/dygn] | Andel<br>tung trafik<br>[%] |
|--------------|---------------------|------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Malmö        | Amiralsg.           | Skåne      | 45                                 | 2005                 | 23000                | 10                          |
| Landskrona   | Eriksgr.            | Skåne      | 45                                 | 2006                 | 8830                 | 7                           |
| Helsingborg1 | Drottningg.         | Skåne      | 45                                 | 2005                 | 21700                | 7                           |
| Helsingborg2 | Malmöleden          | Skåne      | 45                                 | 2006                 | 25000                | 6                           |
| Jönköping    | Barnarpsg.          | Sydöst     | 68                                 | 2005                 | 14700                | 6                           |
| Nässjö       | Brogatan            | Sydöst     | 68                                 | 2006                 | 15100                | 11                          |
| Norrköping   | Kungsgatan          | Sydöst     | 68                                 | 2005                 | 12900                | 4                           |
| Göteborg     | Gårda, E6           | Väst       | 74                                 | 2004                 | 100700               | 11                          |
| Göteborg     | Sprängkullsg., Haga | Väst       | 74                                 | 2004                 | 16600                | 6                           |
| Mariestad    | Nygatan             | Väst       | 74                                 | 2003                 | 5000                 | 12                          |
| Karlstad     | Hamng.              | Väst       | 74                                 | 2005                 | 14700                | 7                           |
| Karlskoga    | Katrinedalsg.       | Mälardalen | 81                                 | 2006                 | 6350                 | 4                           |
| Västerås 1   | Kopparbergsv.       | Mälardalen | 81                                 | 2004                 | 6000                 | 4                           |
| Västerås 2   | Stora gatan         | Mälardalen | 81                                 | 2005                 | 4000                 | 20                          |
| Uppsala      | Kungsg.             | Mälardalen | 81                                 | 2001                 | 18000                | 5                           |
| Stockholm 1  | Hornsg.             | Stockholm  | 72                                 | 2003                 | 35000                | 5                           |
| Stockholm 2  | Norrländsg.         | Stockholm  | 72                                 | 2003                 | 14800                | 4                           |
| Stockholm 3  | Sveav.              | Stockholm  | 72                                 | 2003                 | 29100                | 4                           |
| Sollentuna   | Turebergsled.       | Stockholm  | 72                                 | 2002                 | 18500                | 10                          |
| Gävle        | Staketg.            | Mitt       | 85                                 | 2003                 | 13000                | 15                          |
| Sundsvall    | Skolhusallén        | Mitt       | 85                                 | 2002                 | 20000                | 4                           |
| Östersund    | Rådhusg.            | Mitt       | 85                                 | 2005                 | 19800*               | 2*                          |
| Umeå         | V. Esplanad.        | Norr       | 92                                 | 2006                 | 25000                | 8                           |
| Lycksele     | Blåvägen            | Norr       | 92                                 | 2005                 | 5300*                | 6*                          |
| Skellefteå   | Viktorlag.          | Norr       | 92                                 | 2005                 | 20000*               | 6*                          |

\*Trafikdata direkt från SIMAIR.

### 3.4 Förutsättningar för scenarioberäkningarna

Beräkningarna görs dels för vad som benämns nuläge (dubbdäcksandel motsvarande år 2005, se Tabell 3) och dels för olika scenarier med reducering av antalet dubbdäck. För alla beräkningar används meteorologiska data och bakgrundshalldata för år 2004. Vid scenarioberäkningarna minskas emissionsfaktorn för slitagepartiklar enligt den metodik som beskrivits i Avsnitt 3.1 och nya beräkningar av halter görs.

Scenarierna som studeras är:

- o nuläge
- o 15% reduktion av antalet dubbdäck motsvarande en månad mindre dubbdäcksanvändning
- o 30% reduktion av antalet dubbdäck i södra Sverige (en tänkt linje söder om Värmland-Dalarna-Gävleborg) motsvarande två månader mindre dubbdäcksanvändning
- o 50% reduktion av antalet dubbdäck
- o 70% reduktion av antalet dubbdäck
- o 100% reduktion av antalet dubbdäck

30% reduktion i södra Sverige (en tänkt linje söder om Värmland-Dalarna-Gävleborg) framstår som det mest rimliga scenariot, eftersom det ungefär motsvarar en minskning av dubbdäckssäsongen med 2 månader, vilket sannolikt är en rimlig nivå att uppnå i södra Sverige. Skillnaden mellan ett scenario där reduktion sker t.ex. med en månad på hösten och en månad på våren jämfört med om beräkningar görs med en reduktion konstant över tiden, har vi bedömt som små. Det är emellertid svårt utifrån empiriska data att belägga detta, varför viss osäkerhet ändå finns. Scenarierna 70- respektive 100% reduktion av antalet dubbdäck har valts i syfte att belysa konsekvenserna av de mest kraftfulla dubbdäcksåtgärderna.

## 4. Resultat

För att kunna göra scenarioberäkningar för olika dubbdäcksalternativ måste emissionsfaktorer och halter av PM10 för nuläget bestämmas för de gaturum som har inkluderats i studien (Tabell 5). Detta görs genom beräkningar med SIMAIR. Vid beräkningarna, för såväl nuläget som olika dubbdäcksscenarier, används meteorologiska data, fordonsemissioner och bakgrundshalter från år 2004. Således hålls dessa parametrar konstanta, för att enbart dubbdäckens betydelse ska kunna studeras.

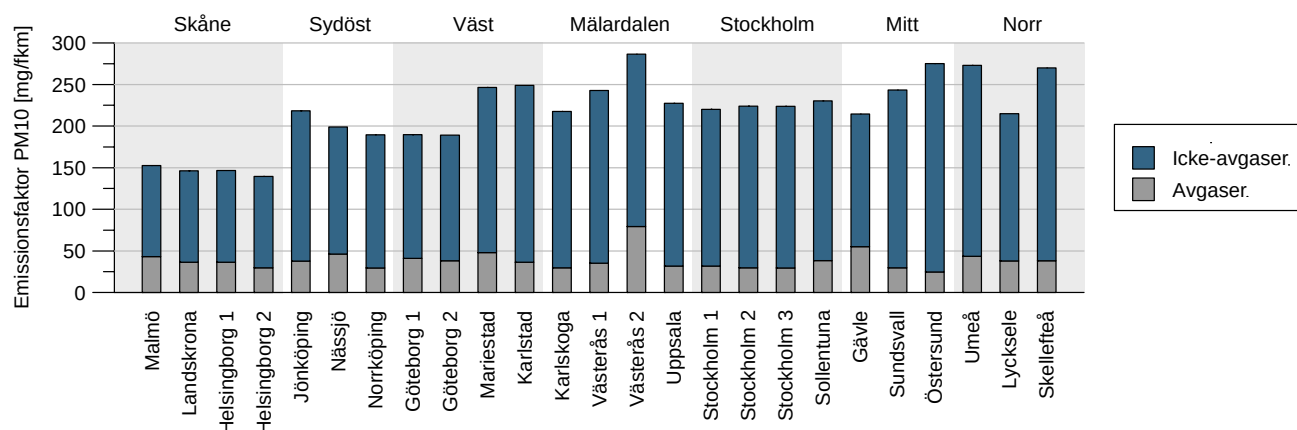
### 4.1 Nuläge

Beräkningar av emissionsfaktorer för PM10 för nuläget, motsvarande år 2004, visas i Figur 6. Gaturummen har delats in regionvis enligt Vägverkets regionindelning, där gatornas dubbdäcksandel är satta efter Tabell 3. Totala emissionsfaktorerna för PM10 varierar en del beroende på gatans geografiska läge i landet. I region Skåne är emissionsfaktorn ca 150 mg/fkm, i Stockholm 220-230 mg/fkm och i norra Sverige 220-275 mg/fkm. I vissa delar av övriga Sverige, t.ex. i Mälardalen och västra Svealand, kan totala emissionsfaktorn för PM10 vara uppåt 250 mg/fkm, men variabiliteten mellan olika gator inom en och samma region kan vara hög.

Vad gäller emissionsfaktorn för avgaser varierar den generellt mellan 30-45 mg/fkm för landet i stort. Några gator avviker dock från detta, främst Västerås 2 (Stora gatan) och Gävle (Staketgatan), där emissionsfaktorer för avgaser är betydligt högre. Detta kan förklaras med att andelen tung trafik i dessa gaturum är hög (20% respektive 15%). På motsvarande sätt är emissionsfaktorn för avgaser låg för gatan i Östersund, eftersom andelen tung trafik är låg (2%).

Emissionsfaktorn för icke-avgaser varierar i större grad än den för avgaser. Skåne avviker från övriga regioner genom att icke-avgasdelen är lägre (110 mg/fkm jämfört med övriga Sverige där den är 150-250 mg/fkm). Ett maximum, uppåt 230-250 mg/fkm, kan observeras i Norrland där andelen dubbdäck är hög, men vad som är anmärkningsvärt är att ett annat, något lägre maximum på ca 210 mg/fkm, kan noteras i västra Svealand samt Mälardalen, trots att andelen dubbdäck här är lägre (10-15 procentenheter lägre än region Norr). Orsaken till detta torde vara meteorologiska skillnader, nämligen att vägbanorna generellt är torrare i Svealand än i Norrland.

I Tabell 2 visades exempel på emissionsfaktorer bestämda med en annan metod nämligen spårämnesmetoden. Vi kan här bara göra jämförelse med data från Hornsgatan eftersom de flesta emissionsfaktorer i Tabell 2 har beräknats för kortare tidsperioder. Överensstämmelsen mellan modellerade och via spårämnesmetoden beräknade totala emissionsfaktorer för Hornsgatan är god, 220 mg/fkm (år 2004) respektive 226 mg/fkm (åren 2002-2004).

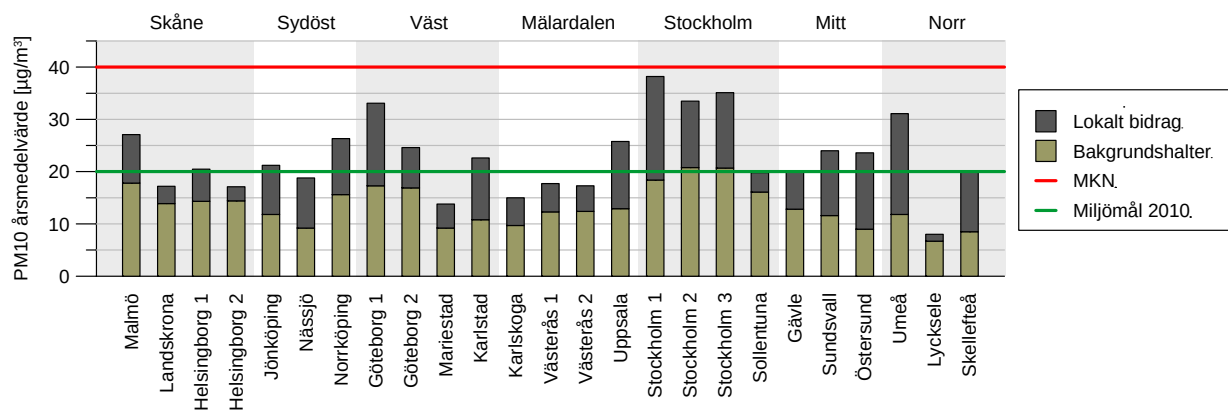


**Figur 6.** Beräknade årsmedelvärden av emissionsfaktorer för PM10, motsvarande nuläget, för olika gaturum i Sverige. Emissionsfaktorn är uppdelad i en del som beror på fordonsavgaser och en del som beror på andra faktorer än avgaser. Gaturummen (se Tabell 5) är indelade regionvis efter Vägverkets regionindelning. Vid beräkningarna används meteorologisk data och fordonsemissioner från år 2004.

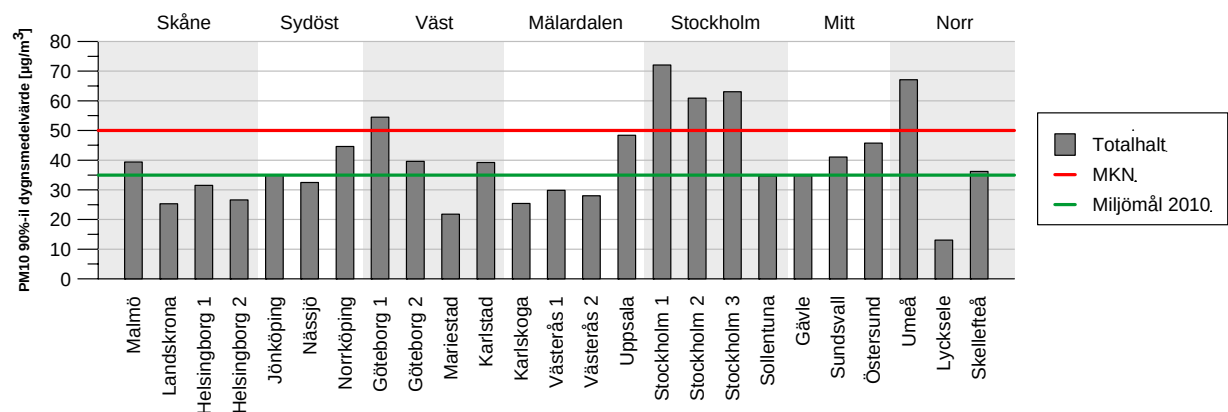
I Figur 7 visas beräknade årsmedelvärden av PM10 i dessa gaturum, motsvarande år 2004, där halterna är uppdelade i lokalt bidrag respektive bidrag från bakgrundshalter, och i Figur 8 visas 90-percentils dygnsmedelvärde för totalhalten. Samtliga beräknade värden finns att tillgå i Appendix A. Då det gäller årsmedelvärde underskrids totalhalten PM10 MKN nätt och jämt för alla gaturum (men även här bör det betonas att eventuell sandning ej är inkluderad i beräkningarna). Bakgrundshalterna (regionalt och urbant) är generellt högst i södra Sverige, men urbana bakgrundshalten beror även på andra faktorer såsom tätortens storlek. Det lokala haltbidraget varierar beroende bl.a. på gaturummets utformning och trafikflöde. Högst halter fås i hårt trafikerade och slutna gaturum, med totalhalter uppåt 30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . För en del av

gaturummen utgör emellertid bakgrundshalterna en övervägande del av totalhalten, medan andra gaturum har ett betydande lokalt bidrag. De låga halterna i Lycksele återspeglas av att vägen är öppen, samtidigt som årsdygnstrafiken är liten och bakgrundshalterna låga.

För 90-percentils dygnsmedelvärde av PM10 (Figur 8) överskrider MKN, som är satt till 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , enligt beräkningarna i nuläget i några gaturum; Gårda i Göteborg, de tre Stockholmsgatorna samt Västra Esplanaden i Umeå. För gatorna i Malmö, Jönköping, Norrköping, Karlstad, Uppsala, Sundsvall, Östersund och Skellefteå är halterna över 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , och därmed överskrider delmiljömålet "Frisk Luft", medan 90-percentilen i övriga gaturum i studien generellt varierar mellan 20-35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figur 7.** Beräknade årsmedelvärden av PM10-halter, motsvarande nuläget, för gaturummen som studien innefattar. Halten är uppdelad i lokalt bidrag respektive bidrag från bakgrundshalter. För samtliga beräkningar används meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner motsvarande år 2004. Röd linje visar gränsen för miljö kvalitetsnormen och grön linje anger gränsen för delmiljömålet "Frisk Luft".



**Figur 8.** Beräknade halter av PM10, presenterade som 90-percentils dygnsmedelvärde, för gaturummen som studien innefattar. För samtliga beräkningar används meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner motsvarande år 2004 och beräkningarna motsvarar nuläget. Röd linje visar gränsen för miljö kvalitetsnormen och grön linje anger gränsen för delmiljömålet "Frisk Luft".



## 4.2 Scenarier

Emissionsfaktorer och halter för nuläget, som bestämdes med hjälp av SIMAIR, utnyttjas sedan för att beräkna emissionsfaktorer och halter för olika dubbdäcksscenarier enligt metodiken i Avsnitt 3.1. Dubbdäcksscenarierna utgår från en procentuell reduktion av dubbdäcksandelen, där exempelvis 50% reduktion betyder en halvering av antalet dubbdäck (bör ej förväxlas med en minskning av 50%-enheter för dubbdäcksandelen).

I Figur 9 presenteras beräknade emissionsfaktorer för vägslitage för nuläget och de 5 scenarierna vad gäller dubbdäcksanvändning. Som ett komplement till figuren visas också minskningen av emissionsfaktorn för vägslitage, jämfört med nuläget, i Figur 10. Notera att dubbdäcksscenariot 30% reduktion, motsvarande 2 månaders kortare dubbdäckssäsong, som i viss mån är det mest rimliga scenariot och därmed huvudalternativet, enbart avser reduktion med 30% i södra Sverige (söder om en linje Värmland, Dalarna och Gävleborg), medan övriga Sverige anses ha oförändrad dubbdäcksandel mot nuläget (2005 års värde). Övriga scenarier avser reduktion för hela Sverige. Enligt figurerna skulle en reducering av dubbdäcken med 15% innebära att emissionsfaktorn minskar med 10-25 mg/fkm, där minskningen får minst genomslag i Skåne, pga redan nu låg dubbdäcksandel på ca 45%. För huvudscenariot med 30% reduktion skulle emissionsfaktorn för vägslitage minska med 15-45 mg/fkm i södra Sverige. Mest skulle emissionsfaktorn för PM10 minska i Svealand och Norrland, från dagens 100-250 mg/fkm till ca 50 mg/fkm för vintervägar helt utan dubbdäck. Dessa regioner har således stor potential att minska partikelhalter genom dubbdäcksreduktion.

Då det gäller halter och haltminskning av PM10 visas detta för årsmedelvärde av PM10, såväl för lokalt bidrag från vägtrafiken som totalhalt, i Figur 11 och 12. I Figur 13 och 14 visas minskningen av 90-percentils dygnsmedelvärde. Haltminskningen till följd av reducerad dubbdäcksanvändning uppvisar stor variabilitet mellan olika gaturum eftersom lokala haltbidragen varierar kraftigt mellan olika gator (från enstaka  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  till 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). För region Skåne skulle minskad dubbdäcksandel leda till små minskningar av PM10 årsmedelvärde i dessa gaturum, mellan 1-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för 100% reducering av dubbdäcken. För gaturum i övriga regioner skulle haltminskningen vara större, uppåt 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i hårt belastade och dåligt ventilerade innerstadsgator. Huvudscenariot med 30% reduktion av dubbdäcksandelen enbart i södra Sverige, skulle där sänka årsmedelvärdet av PM10 mellan 0.5-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Scenariot 50% dubbdäcksreduktion skulle leda till minskning av årsmedelvärdet av PM10 på 0.5-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och ca 1-6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och Norrland.

Värt att notera är att minskningen (absolutvärdet) av årsmedelvärde och 90-percentilen av PM10 givetvis inte behöver vara störst för gatan som har störst minskning av emissionsfaktorn. Gatorna i Västerås exemplifierar detta bra, där emissionsfaktorn för vägslitage minskar med hela 150 mg/fkm för scenariot utan dubbdäck jämfört med nuläget, medan halterna enbart reduceras med 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för årsmedelvärde av PM10. Förklaringen till detta är att antalet fordon per dygn också är en viktig parameter, eftersom minskningen (absolutvärdet) blir större om trafiken är högre. Gatorna i Västerås, t.ex., hade förhållandevis låga trafikflöden (ca 4000-5000 fordon/dygn).

90-percentils dygnsmedelvärde skulle enligt Figur 13 och 14 sänkas ytterligare.

Huvudalternativet med en 30% reducering av dubbdäcken i södra Sverige skulle innebära att 90-percentilen skulle minska med 0.5-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och 1.5-7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand. Detta är

generellt inte tillräckligt för att uppnå miljö kvalitetsnormen i gaturummen i denna studie där det är överskridanden (se Tabell 7). För scenariot 50% reduktion av dubbdäcksandelen skulle 90-percentils dygnsmedelvärde av PM10 minska med 0.5-6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i gaturummen i Götaland, 2-11 i Svealand  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och 2-13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland. För scenariot helt utan dubbdäck skulle minskningen uppgå till hela 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Västra Esplanaden i Umeå och 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på Hornsgatan i Stockholm. För övriga gaturum beräknas minskningen av 90-percentilen uppgå till mellan 2-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för scenariot helt utan dubbdäck.

Miljö kvalitetsnormen för 90-percentilen överskrids för ett flertal gator enligt beräkningarna i Figur 13 och 14. En intressant frågeställning är om normen klaras för några av scenarierna och i så fall för vilket scenario som den då uppnås (hur stor reduktion skulle krävas?). Detta sammanställs i Tabell 7. Beräkningarna visar att i Göteborg (E6 vid Gårda) är möjligheterna störst att uppnå MKN med reduktion av dubbdäck, eftersom reduceringskravet är minst där. Maximal dubbdäcksandel för att uppnå MKN skulle vara 47%. För Umeå skulle motsvarande värde vara 30% dubbdäcksandel, och för Stockholmsgatorna 0-16%. Även i Stockholm skulle således MKN kunna uppfyllas med reducerad dubbdäcksanvändning, men förutsätter i så fall en drastisk minskning av antalet dubbdäck. Notera att om sand används som halkbekämpningsmetod blir reduceringskravet sannolikt högre.

Delmiljömålet "Frisk Luft" överskrids i 16 trafikmiljöer i nuläget enligt beräkningarna (Tabell 8). Med dubbdäcksreduktion kan målet klaras i 10 gaturum. Reduktionskravet på antalet dubbdäck skulle emellertid variera stort mellan olika gator, från någon procent till 99%.

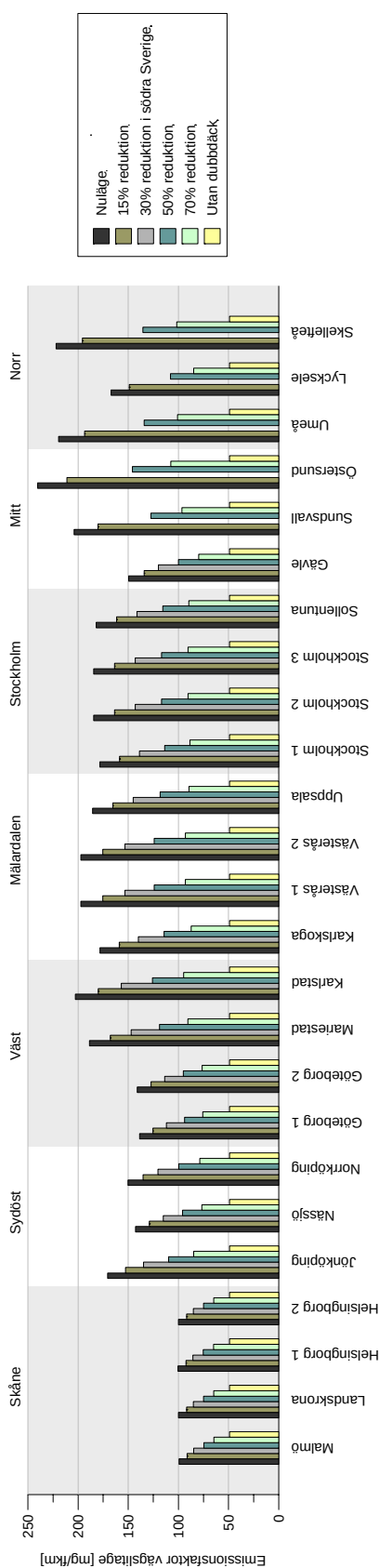
**Tabell 7.** Reduktionskrav av dubbdäck, samt maximal andel dubbdäck, för att miljö kvalitetsnormen för PM10, definierad som 90-percentils dygnsmedelvärde ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), skall uppnås.

| Kommun    | Gata         | Nuvarande dubbdäcksandel, år 2005 | Nuvarande 90%-il dygnsmedel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Reduktionskrav av dubbdäck för att klara MKN för PM10 | Maximal dubbdäcksandel för att klara MKN för PM10 |
|-----------|--------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Göteborg  | E6, Gårda    | 74%                               | 54.5                                                     | -37%                                                  | 47%                                               |
| Stockholm | Hornsg.      | 72%                               | 72.1                                                     | -100%                                                 | 0%                                                |
| Stockholm | Norrlandsg.  | 72%                               | 60.9                                                     | -78%                                                  | 16%                                               |
| Stockholm | Sveav.       | 72%                               | 63.1                                                     | -84%                                                  | 12%                                               |
| Umeå      | V. Esplanad. | 92%                               | 67.1                                                     | -66%                                                  | 31%                                               |

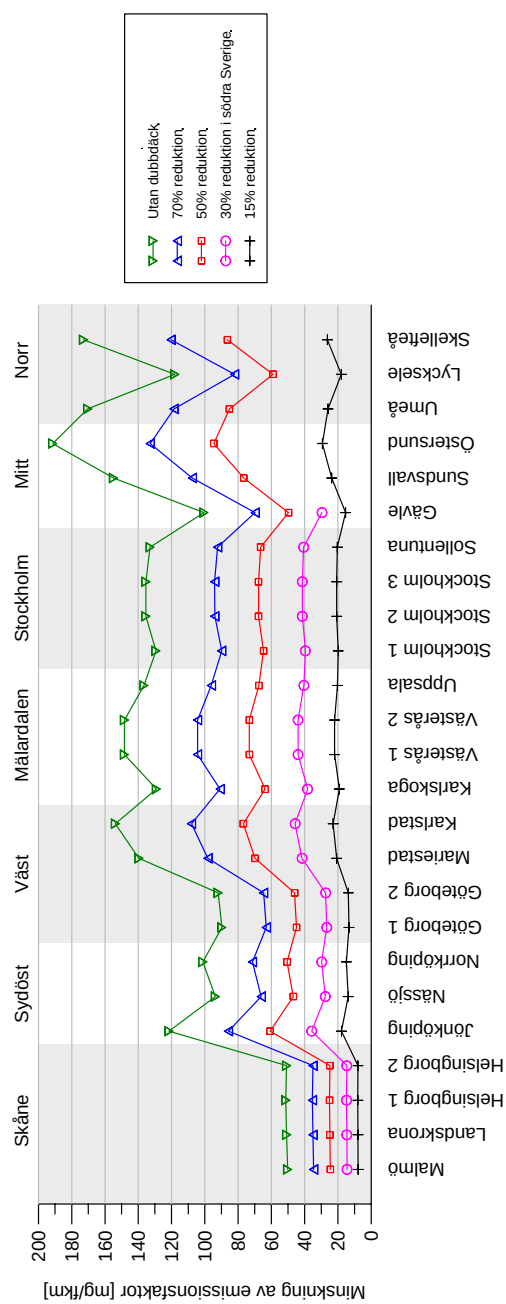
**Tabell 8.** Gator som överskrider delmiljömålet ”Frisk Luft” för PM10 enligt beräkningar för nuläget. Om miljömålet kan klaras enbart med dubbdäcksreduktion anges också reduktionskravet av antalet dubbdäck samt maximal dubbdäcksandel för att klara målet.

| Kommun      | Gata          | Nuvarande dubbdäcksandel, år 2005 | Miljömål möjligt att uppnå enbart genom dubbdäcksreduktion? | Reduktionskrav av dubbdäck för att klara miljömål för PM10* | Maximal dubbdäcksandel för att klara miljömål för PM10* |
|-------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Malmö       | Amiralsg.     | 45%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Helsingborg | Drottningg.   | 45%                               | Ja                                                          | -22%                                                        | 35%                                                     |
| Jönköping   | Barnarpsg.    | 68%                               | Ja                                                          | -24%                                                        | 52%                                                     |
| Norrköping  | Kungsg.       | 68%                               | Ja                                                          | -99%                                                        | 1%                                                      |
| Göteborg    | E6 vid Gårda  | 74%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Göteborg    | Haga          | 74%                               | Ja                                                          | -77%                                                        | 17%                                                     |
| Karlstad    | Hamng.        | 74%                               | Ja                                                          | -35%                                                        | 48%                                                     |
| Uppsala     | Kungsg.       | 81%                               | Ja                                                          | -93%                                                        | 6%                                                      |
| Stockholm   | Hornsg.       | 72%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Stockholm   | Norrlandsg.   | 72%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Stockholm   | Sveav.        | 72%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Gävle       | Staketg.      | 85%                               | Ja                                                          | -2%                                                         | 83%                                                     |
| Sundsvall   | Skolhusallén  | 85%                               | Ja                                                          | -51%                                                        | 42%                                                     |
| Östersund   | Rådhusg.      | 85%                               | Ja                                                          | -54%                                                        | 39%                                                     |
| Umeå        | Västra Espl.  | 92%                               | Nej                                                         | -                                                           | -                                                       |
| Skellefteå  | Viktoriagatan | 92%                               | Ja                                                          | -9%                                                         | 84%                                                     |

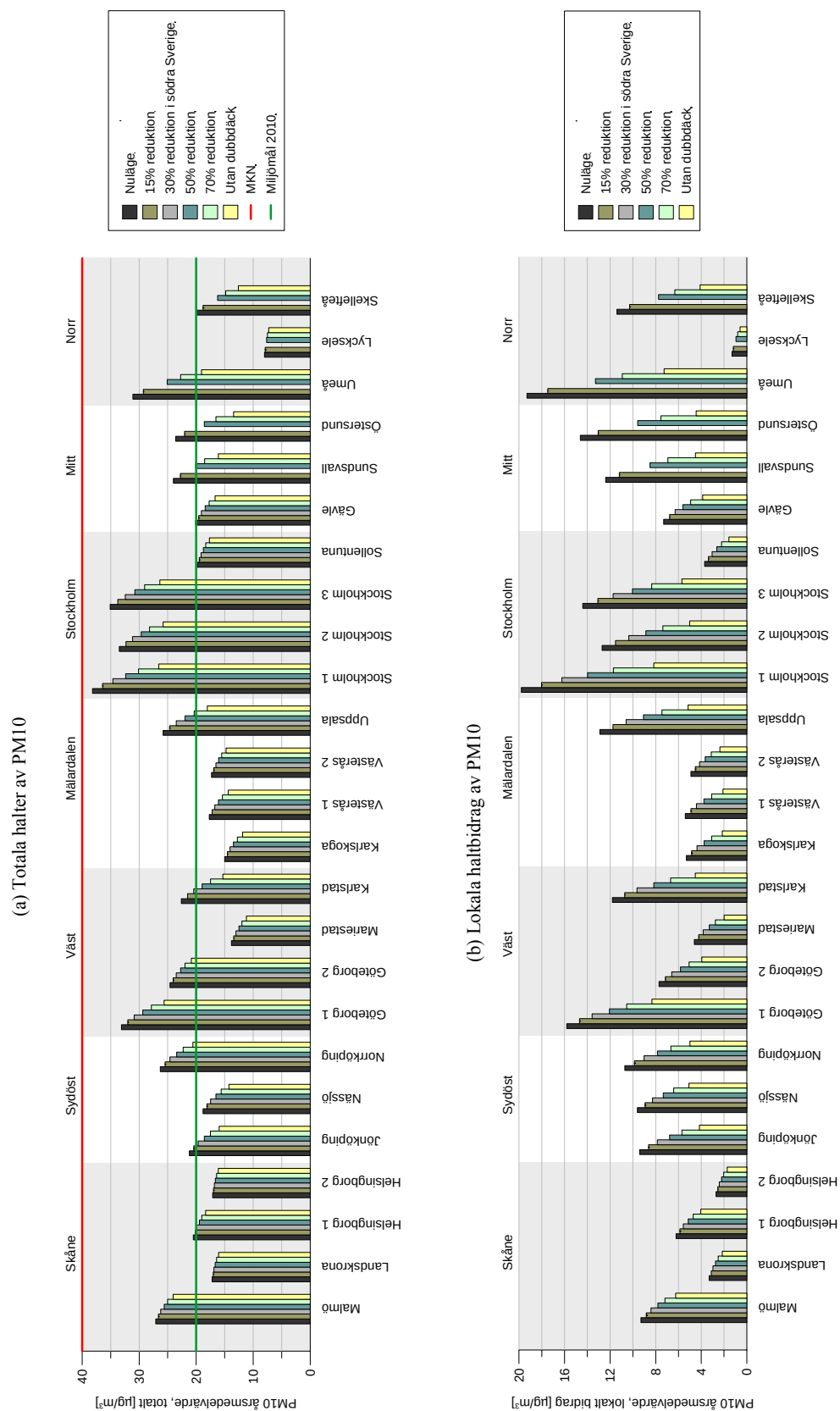
\*För att klara delmiljömålet ”Frisk Luft” definierat både som årsmedelvärde och 90%-il dygnsmedelvärde av PM10



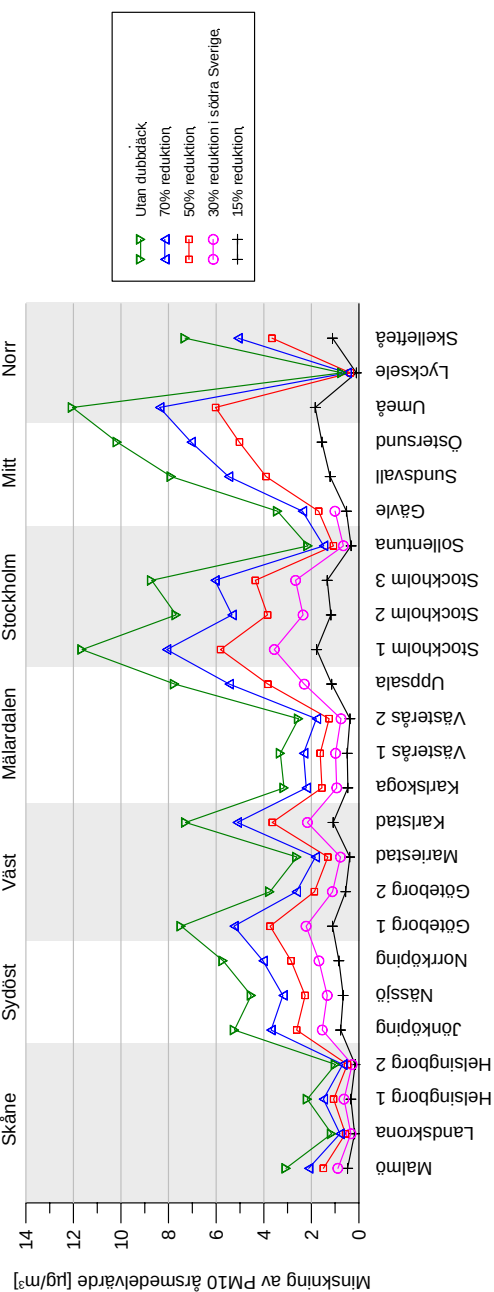
**Figur 9.** Beräknade emissionsfaktorer för vägslitage med avseende på olika dubbdäcksscenarier som studien innefattar. Meteorologi hålls konstant på 2004-års värden vid samtliga beräkningar.



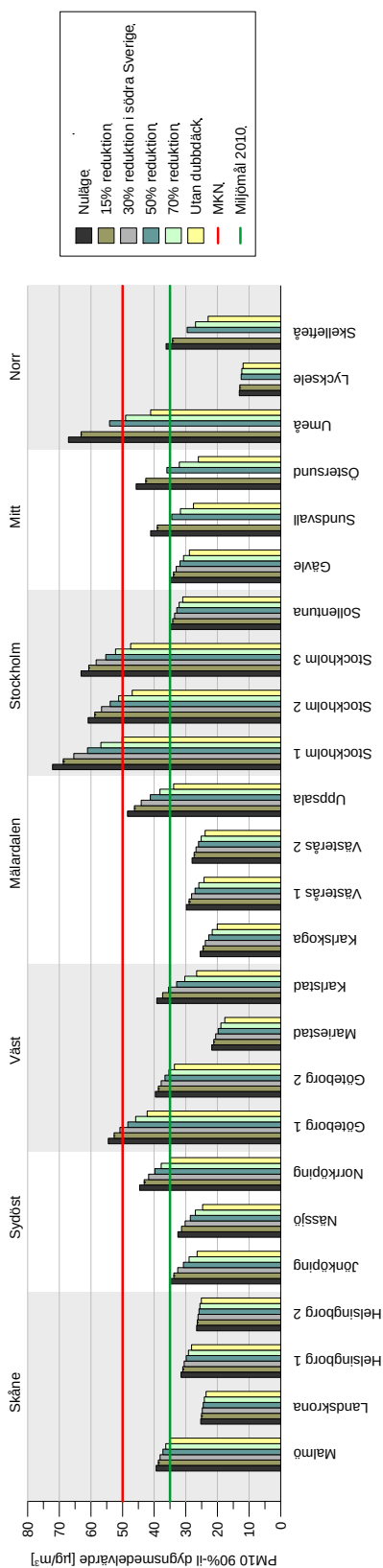
**Figur 10.** Beräknad minskning av emissionsfaktorer för vägslitage i förhållande till nuläget med avseende på olika dubbdäcksscenarier, för gaturum som studien innefattar. Meteorologi hålls konstant på 2004-års värden vid samtliga beräkningar.



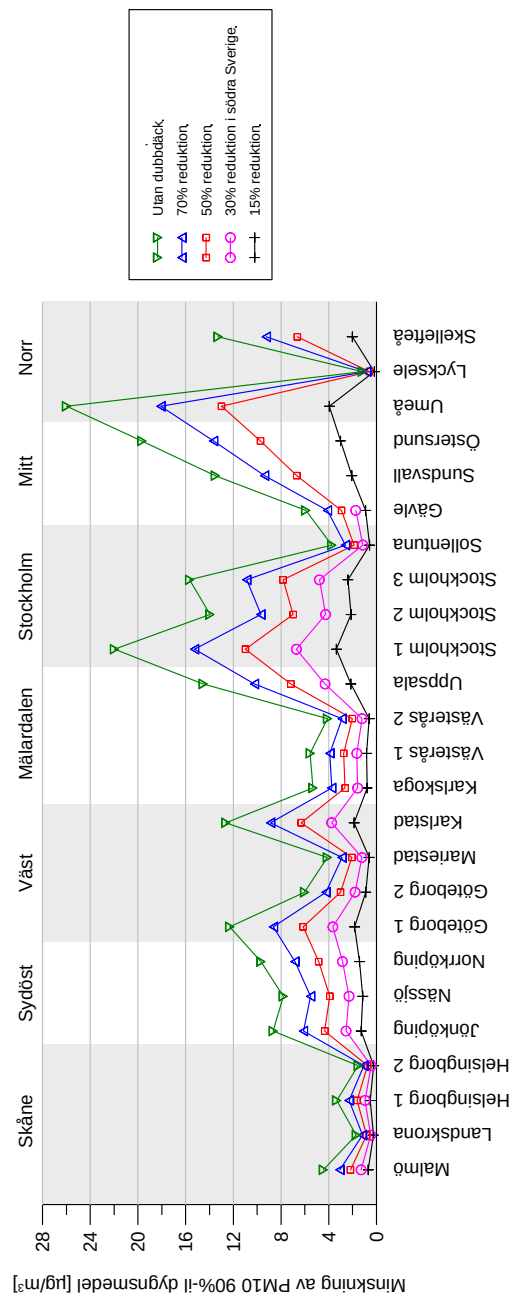
**Figur 11.** Beräknade årsmedelvärden av PM10 för:  
 (a) Totala halter  
 (b) Lokala haltbidrag  
 för olika dubbdäcksscenarier för de gaturum som studien innefattar. Meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner hålls konstanta på 2004-års värden vid samtliga beräkningar. Röd linje visar gränsen för miljökvalitetsnormen och grön linje anger gränsen för delmiljömålet "Frisk Luft".



**Figur 12.** Beräknad minskning av årsmedelvärde av PM10 i förhållande till nuläget med avseende på olika dubbdäcksscenarier, för gaturum som studien innefattar. Meteorologi hålls konstant på 2004-års värden vid samtliga beräkningar.



**Figur 13.** Beräknade 90-percentils dygnsmedelvärden av PM10 med avseende på olika dubbdäcksscenarier för de gaturum som studien innefattar. Meteorologi, bakgrundshalter och avgasemissioner hålls konstanta på 2004-års värden vid samtliga beräkningar. Röd linje visar gränsen för miljövalietsnormen och grön linje anger gränsen för delmiljömålet "Frisk Luft".



**Figur 14.** Beräknad minskning av 90-percentils dygnsmedelvärde av PM10 i förhållande till nuläget med avseende på olika dubbdäcksscenarier, för gaturum som studien innefattar. Meteorologi hålls konstant på 2004-års värden vid samtliga beräkningar.

## 5. Diskussion

Partiklar är den luftförorening som orsakar störst hälsoproblem i svenska tätorter (Forsberg et al., 2005). Ogynnsamma miljöer är starkt trafikerade gator med sluten bebyggelse och de finns oftast i centrala delar av våra stora och medelstora städer. En av orsakerna till dessa höga halter är användandet av dubbdäck som kraftigt ökar vägslitage. Skillnaden mellan snarlika gator i Danmark och Tyskland som inte använder dubbdäck och Sverige är betydande (Omstedt, 2006; Ketzel et al., 2007). En naturlig åtgärd för att minska partikelhalterna vore därför att minska antalet dubbdäck. Det har också varit utgångspunkt för denna undersökning. Undersökningen visar att en minskning av dubbdäcksanvändningen är gynnsam ur luftkvalitetssynpunkt. Att ersätta minskad dubbdäcksanvändning med sandning/saltning för att motverka eventuellt ökad halkrisk kan dock innebära att förbättringseffekterna minskar eller uteblir. Undersökningen visar att det fodrad kraftiga minskningar av användandet av dubbdäck för att klara miljökvalitetsnormen för PM10 i alla trafikmiljöer i landet, varför andra åtgärder också behövs och en sammanvägning görs av flera olika åtgärder för att finna bästa lösningen för att minska partikelhalter orsakat av vägtrafiken.

### 5.1 Emissionsfaktorer

I Tabell 9 gör en sammanställning av uppskattade emissionsfaktorer för PM10, som presenteras i denna rapport. Avgasdelen varierar mellan 25-79 mg/fkm, vars storlek i hög grad påverkas av andelen tung trafik, som varierar mellan 2-20% för gatorna i denna studie (Tabell 5). Vägslitagedelen för dubbade däck varierar mellan 99-240 mg/fkm beroende på andel dubbdäck, som varierar mellan 45% i södra till 92% i norra Sverige (Appendix A Nuläge). Två maximum av emissionsfaktorn för vägslitage kan observeras; ett i Norrland samt ett i delar av Svealand. Även odubbade däck sliter på vägar och denna del varierar mellan 36-56 mg/fkm för en dansk och tre tyska gator. Vi har då antagit att fordonsslitage är 10 mg/fkm. En viss vintersaltning sker också vid dessa gator. Fordonsslitage beror på andelen tung trafik, varför fordonsslitage i denna studie uppskattas variera mellan 8-12 mg/fkm. Bidraget från vintersandning/saltning uppskattas av oss till ca 50 mg/fkm. Mätningar från Graz i Österrike (Oetl, 2008), där dubbdäck inte används men där vintersaltningen är mycket omfattande, uppskattas emissionsfaktorn för icke-avgaser till 120 mg/fkm. Om vi antar att fordonsslitage och vägslitage för vägar utan dubbdäck är av samma storlek som de som används i denna rapport, 10- respektive 49 mg/fkm, kan bidraget på grund av vintersaltning uppskattas till 61 mg/fkm. Det bör dock framhållas att denna uppskattning är osäker.

**Tabell 9.** Uppskattade emissionsfaktorer för PM10 uppdelade på olika delprocesser.

| Process                           | Emissionsfaktor PM10 [mg/fkm] | Kommentar                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Avgaser                           | 25-79                         | Variation i andelen tung trafik är 2-20%            |
| Slitage av vägbana, dubbade däck  | 99-240                        | Variation i dubbdäcksandel är 45-92%                |
| Slitage av vägbana, odubbade däck | 36-56                         | Tabell 2 (fordonsslitage uppskattat till 10 mg/fkm) |
| Vintersandning/saltning           | 50-61                         | Osäker uppskattning                                 |
| Fordonsslitage                    | 8-12                          | Variation i andelen tung trafik är 2-20%            |

Av Tabell 9 framgår att den enskilda process som bidrar mest till emissioner av PM10 från vägtrafiken är dubbdäcksanvändningen.



## 5.2 Översiktlig jämförelse med mätdata

Tidigare valideringar av SIMAIR mot mätdata, som har gjorts för ett antal gaturum i bland annat Stockholm, Uppsala, Malmö och Sundsvall, har visat att SIMAIR överensstämmer väl med mätdata (Omstedt et al., 2008). För tillfället pågår ett arbete med verifikation av SIMAIR mot mätdata av Andersson och Omstedt (2009), men eftersom detta projekt ej är slutfört kan inte några resultat presenteras. Istället visas här en översiktlig jämförelse av beräkningsresultaten med mätdata, vilket åskådliggörs i Tabell 10 och Figur 15. Det bör betonas att denna jämförelse är mycket schematisk och inte lika detaljerad som tidigare och pågående valideringsstudier. Exempelvis baseras alla beräkningar i SIMAIR på årsmedelvärde för kalenderår 2004, medan flertalet av angivna uppmätta medelvärden baseras på andra tidsperioder såsom andra kalenderår eller vinterhalvår. Man bör alltså ha i åtanke att beräkningsresultaten och uppmätta värden inte alltid är helt jämförbara då variabiliteten med avseende på meteorologi, emissioner (till följd av variationer i antalet fordon mm) och bakgrundshalter mellan olika tidsperioder är betydande.

Jämförelsen ger dock en grov uppskattning av hur rimliga beräkningsresultaten är. Överensstämmelsen är över lag mycket god enligt Figur 15. I figuren anges vilka tidsperioder mätdata är baserade på enligt Tabell 10; kalenderår 2004 (gröna punkter), annat kalenderår än 2004 (blå punkter) samt vinterhalvår (röda punkter). Samtliga beräknade och uppmätta årsmedelvärden för år 2004 uppvisar stor överensstämmelse, medan jämförelse av beräknat årsmedelvärde för år 2004 och uppmätt vinterhalvsmedelvärde antyder en underskattning av halterna för beräkningarna. Detta är helt rimligt, eftersom PM10-halterna under vinterhalvår generellt är högre än sommarhalvår i gaturum i Sverige. Samtliga beräknade årsmedelvärden är med god marginal inom intervallet  $\pm 50\%$  från mätningarna, vilket är kvalitetskravet på modellberäkningar av PM10 enligt EU:s luftdirektiv (EU, 2008).

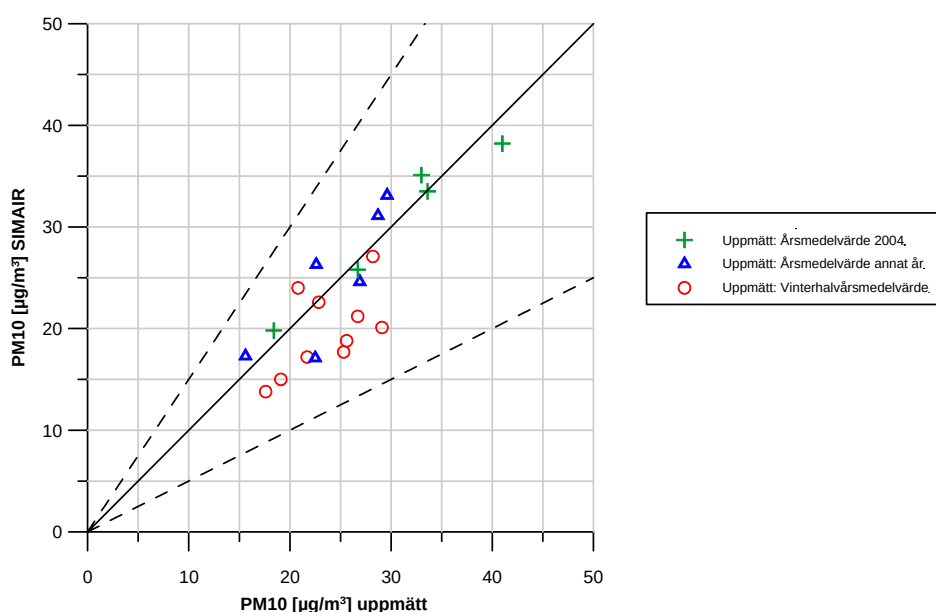
Även om man bör vara försiktig med att dra slutsatser om kvaliteten på beräkningarna utifrån denna översiktliga jämförelse, kan man ändå konstatera att SIMAIR tycks återge rimliga årsmedelvärden av PM10 för gaturummen i studien.

**Tabell 10.** Beräknade respektive uppmätta halter av PM10 för gaturummen som studien innefattar. Notera att samtliga i SIMAIR beräknade halter avser årsmedelvärde av PM10 för år 2004, medan mätningarna kan representera medelvärde över andra tidsperioder.

| Kommun       | Gata          | Beräknat<br>årsmedelvärde<br>av PM10 år<br>2004 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Uppmätt<br>medelvärde<br>av PM10<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Tidsperiod för<br>mätningarna | Kommentar               |
|--------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Malmö        | Amiralsg.     | 21.7                                                                         | 28.2                                                             | Feb-Jun 2005                  |                         |
| Landskrona   | Eriksg.       | 17.2                                                                         | 21.7                                                             | 2004 (ej maj-aug)             |                         |
| Helsingborg1 | Drottningg.   | 20.5                                                                         | -                                                                | -                             | PM10 mätning saknas     |
| Helsingborg2 | Malmöleden    | 17.1                                                                         | 22.5                                                             | 2005                          | Öppen väg               |
| Jönköping    | Barnarpsg.    | 21.2                                                                         | 26.7                                                             | Vinterhalvår 2005/2006        |                         |
| Nässjö       | Brogatan      | 18.8                                                                         | 25.6                                                             | Jan-Apr 2004                  |                         |
| Norrköping   | Kungsgatan    | 26.3                                                                         | 22.6                                                             | 2007                          |                         |
| Göteborg     | Gårda, E6     | 33.1                                                                         | 29.6                                                             | 2005                          |                         |
| Göteborg     | Haga          | 24.6                                                                         | 26.9                                                             | 2007                          | Rel. nära stor korsning |
| Mariestad    | Nygatan       | 13.8                                                                         | 17.6                                                             | Vinterhalvår 2005/2006        | Rel. nära korsning      |
| Karlstad     | Hamng.        | 22.6                                                                         | 22.8                                                             | 2005 (ej juli-okt)            |                         |
| Karlskoga    | Katrinédalsg. | 15.0                                                                         | 19.1                                                             | Vinterhalvår 2005/2006        | Nära mindre korsning    |
| Västerås 1   | Kopparbergsv. | 17.7                                                                         | 25.3                                                             | Jan-Jun 2005                  |                         |

Fortsättning på  
Tabell 10

|             |               |      |      |                   |                      |
|-------------|---------------|------|------|-------------------|----------------------|
| Västerås 2  | Stora gatan   | 17.3 | 15.6 | 2006              |                      |
| Uppsala     | Kungsg.       | 25.8 | 26.7 | 2004              |                      |
| Stockholm 1 | Hornsg.       | 38.2 | 41.0 | 2004              |                      |
| Stockholm 2 | Norrlandsg.   | 33.5 | 33.6 | 2004              |                      |
| Stockholm 3 | Sveav.        | 35.1 | 33.0 | 2004              |                      |
| Sollentuna  | Turebergsled. | 19.8 | 18.4 | 2004              | 38 m från vägbana    |
| Gävle       | Staketg.      | 20.1 | 29.1 | Apr-Juni 2003     | Nära stor korsning   |
| Sundsvall   | Skolhusallén  | 24.0 | 20.8 | 2002 (ej maj-okt) |                      |
| Östersund   | Rådhusg.      | 23.6 | -    | -                 | PM10 mätning saknas? |
| Umeå        | V. Esplanad.  | 31.1 | 28.7 | 2006              |                      |
| Lycksele    | Blåvägen      | 8.0  | -    | -                 | PM10 mätning saknas  |
| Skellefteå  | Viktoriag.    | 19.9 | -    | -                 | PM10 mätning saknas? |



**Figur 15.** Jämförelse mellan mätta och beräknade halter av PM10 för de olika trafikmiljöerna som studien innefattar. Samtliga i SIMAIR beräknade halter avser årsmedelvärde av PM10 för år 2004. Dessa jämförs med uppmätta värden, beroende på tillgängligheten av mätdata för respektive mätstation; gaturum med uppmätta årsmedelvärden för år 2004 (+), gaturum med uppmätta årsmedelvärden för andra år ( $\Delta$ ) och gaturum med vinterhalvårsmedelvärden ( $\circ$ ). Helledragen linje anger förhållandet 1:1 och streckade linjer  $\pm 50\%$ .

## 6. Slutsatser

- Dubbdäck är en dominerande faktor som påverkar emissioner och halter av PM10 i Sverige.
- En minskning av dubbdäcksanvändningen är gynnsam ur luftkvalitetssynpunkt. Att ersätta minskad dubbdäcksanvändning med sandning/saltning för att motverka eventuellt ökad halkrisk kan dock innebära att förbättringseffekterna minskar eller uteblir.
- Beräkningar av emissioner av PM10 för nuläget (meteorologi från år 2004) visar att totala emissionsfaktorn (avgas+icke-avgaser) varierar mellan ca 150 mg/fkm i sydligaste Sverige

till ca 275 mg/fkm i norra Sverige för inkluderade gaturum. Icke-avgasdelen uppgår till 70-90% av totala emissionsfaktorn.

- Totalhalterna av årsmedelvärde av PM10 för inkluderade gaturum är i nuläget enligt beräkningarna 14-33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland, 15-38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 8-31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland. Variabiliteten av det lokala haltbidraget är stort, från någon  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  till 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i de tyngst belastade gaturummen. 90-percentils dygnsmedelvärde varierar mellan 22-54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  för gaturummen i Götaland, 25-72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 13-67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland.
- För huvudalternativet vad gäller dubbdäcksscenarioer, nämligen 30% reduktion av dubbdäcken i södra Sverige söder om en tänkt linje Värmland-Dalarna-Gävleborg (motsvarande två månaders kortare dubbdäckssäsong), visar beräkningarna att emissionsfaktorn för vägslitage för PM10 skulle minska med mellan 15-45 mg/fkm för inkluderade gaturum, vilket skulle innebära en haltminskning av årsmedelvärdet av PM10 med 0.3-2.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och 0.8-3.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand. Motsvarande minskning av 90-percentils dygnsmedelvärde skulle bli 0.5-4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland och 1.5-7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand. Huvudscenariot kommer därigenom att förbättra luftkvaliteten i många trafikmiljöer, dock klaras inte miljö kvalitetsnormen och miljömålet ”Frisk Luft” för de högst belastade gaturummen. För det fordras också andra åtgärder.
- För övriga scenarier skulle emissionsfaktorn för vägslitage för PM10 minska med mellan 10-120 mg/fkm för inkluderade trafikmiljöer i Götaland, 20-150 mg/fkm i Svealand och 15-190 mg/fkm i Norrland, beroende på scenario (15-100% reduktion av dubbdäck) samt plats. Årsmedelvärde av PM10 skulle minska med 0.2-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland, 0.3-12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 0.1-12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland. 90-percentil skulle minska ytterligare, med 0.2-12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Götaland, 0.6-22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Svealand och 0.2-26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Norrland. Även här är minskningen beroende av plats och dubbdäckscenario.
- Delmiljömålet ”Frisk Luft” överskrids i 16 gatamiljöer enligt beräkningar för nuläget. Med dubbdäcksreduktion som enskild åtgärd skulle målet kunna klaras för 10 av dessa gator. Reduktionskravet skulle dock variera mycket mellan olika gaturum, från några få procent till 99%.
- Överskridanden av miljö kvalitetsnormen för 90-percentils dygnsmedelvärde ( $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) förekommer i några gaturum enligt beräkningarna, nämligen Gårda i Göteborg, Hornsgatan/Norrlandsgatan/Sveavägen i Stockholm samt Västra Esplanaden i Umeå. Att uppnå miljö kvalitetsnormen torde för de flesta av dessa platser vara svårt enbart med 30% reduktion av dubbdäcken i södra Sverige. För att normen ska klaras krävs i Gårda i Göteborg en reduktion av dubbdäcken med 37% jämfört med dubbdäcksandelen för år 2005 (till 47% dubbdäcksanvändning), gatorna i Stockholm en reduktion mellan 80-100 % (motsvarande 0-16% dubbdäcksanvändning) och för Västra Esplanaden i Umeå en reduktion med 66% (till 31% dubbdäcksanvändning). Således kan normen klaras för de flesta av dessa gaturum enbart med dubbdäcksreduktion. Undersökningen visar följaktligen att dubbdäcksreduktion är en effektiv åtgärd för att sänka PM10-halterna. Emellertid krävs det sannolikt omfattande minskningar av dubbdäcksanvändningen för att klara miljö kvalitetsnormen i alla trafikmiljöer. Bäst lösningen för att minska partikelhalter orsakat av vägtrafiken torde därför vara dubbdäcksreduktion parallellt med andra åtgärder.

## Referenser

ref. 1 [http://www.vv.se/filer/1601/regeringsuppdrag\\_slitagepartiklar.pdf](http://www.vv.se/filer/1601/regeringsuppdrag_slitagepartiklar.pdf)

ref. 2 Däcksbranchens Informationsråd

<http://www.dackinfo.se/dack/infobasedl.asp?filerefid=372&meid=83>

- Andersson, S., Bergström, R., Omstedt, G., och Engardt, M., 2008: *Dagens och framtidens partikelhalter i Sverige. Utredning av exponeringsminskningsmål för PM2.5 enligt nytt luftdirektiv*. SMHI Meteorologi nr. 133, 35 pp.
- Andersson, S. och Omstedt, G., 2009: *Validering av SIMAIR mot mätningar*. Pågående projekt.
- Forsberg, B., Hansson, HC., Johansson, C., Areskoug, H., Persson, K., Järvholm, B., 2005: *Comparative health assessment of local and regional particulate air pollutions in Scandinavia*. Ambio Vol. 34, No. 1, 11-19.
- EU, 2008: Nytt direktiv om luftkvalitet, maj 2008. Nås via:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:SV:PDF>
- Gidhagen, L., Johansson, H., Omstedt, G., 2008: *SIMAIR-Evaluation tool for meeting the EU directive on air pollution limits*. Atmospheric Environment.
- Gustafsson, M., Blomqvist, G., Dahl, A., Gudmundsson, A., Ljungman, A., Lindbom, J., Rydell, J., Swietlicki, E. 2005: *Inhalable particles from the interaction between tyres, road pavement and friction materials. Final report from Wear tox project*. Report no. 520. Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Gustafsson, M. och Yakoub, J., 2007: *Användning av vintersand i kommuner-en enkätstudie*. VTI Notat.
- Jacobson, T., 2007: *Översikt över faktorer som är kopplade till beläggningsslitaget och åtgärder för reduktion av slitaget från dubbad fordon*. VTI
- Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., Swietlicki, E., 2004: *Partiklar i stadsmiljö-källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10*. SLB Rapport 4:2004
- Johansson, C., Norman, M., Westerlund, K.-G., 2006: *Försök med dammbindning längs E4 och i Stockholms innerstad 2006*. SLB-analys, 6:2006.
- Hussein, T., Johansson, C., Karlsson, H., Hansson, HC. 2008: *Factors affecting non-tailpipe aerosol particle emission from paved roads: On-road measurements in Stockholm, Sweden*. Atmospheric Environment 42, 688-702.
- Kupiainen, K., 2007: *Road dust from pavement wear and traction sanding*. Academic dissertation in Environmental Sciences University of Helsinki
- Kuhns, H., Etyemezian, V., Green, M., Hendrickson, K., McGrown, M., Barton, K., and Pitchford, M., 2003: *Vehiclebased Road Dust Emission Measurement-Part II: Effect of precipitation, wintertime road sanding, and street sweepers on interfered PM10 emission potentials from paved and unpaved roads*. Atmospheric Environment 37, 4573-4582.
- Ketzel, M., Omstedt, G., Johansson, C., During, I., Pohjola, M., Dieterman, O., Gidhagen, L., Wählin, P., Lohmeyer, A., Haakana, M. och Berkowicz, R., 2007: *Estimation and validation of PM2.5/PM10 exhaust and non-exhaust emission factors for practical street pollution modelling*. Atmospheric Environment 41, 9370-9385.
- Norman, M., Johansson, C., 2006: *Studies of some measures to reduce road dust emissions from paved roads in Scandinavia*. Atmospheric Environment 40, 6154-6164.
- Norman, M., 2008: *Försök med dammbindning med CMA mot höga partikelhalter i Stockholms innerstad 2007 och 2008*. SLB Analys 4:2008.
- Oettl, D., 2008: *Modelling of primary PM10 concentrations for the city of Graz, Austria*. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regularity Purposes, 6-9 Oct 2008, Cavtat, Croatia, 375-379.
- Omstedt, G., Bringfelt, B. and Johansson, C., 2005: *A model for vehicle-induced non-tailpipe emissions of particles along Swedish roads*. Atmospheric Environment 39, 6088-6097.
- Omstedt, G., 2006: *Utvärdering av PM10-mätningar i några olika nordiska trafikmiljöer*. SMHI rapport nr 120.
- Omstedt, G. och Gidhagen, L., 2007: *Validering av SIMAIR mot mätningar*. SMHI rapport 2007. På uppdrag av Naturvårdsverket avtals nr 503 0503.
- Omstedt, G., Andersson, S., Gidhagen, L. och Robertson, L., 2008: *New evaluation tools for meeting the EU directive on air pollution limits*. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regularity Purposes, 6-9 October 2008, Cavtat, Croatia, 532-536.
- Patra, A., et al., 2008: *On street observations of particulate matter movement and dispersion due to traffic on urban road*. Atmospheric Environment 42, 3911-3926.
- Sjöberg, K. och Ferm, M., 2005: *Mätningar av PM10 och PM2.5 i Malmö*. IVL-rapport, U 1756.
- Sjöberg, K., Steen, E. och Ferm, M., 2008: *Mätningar av PM10 och PM2.5 i Göteborg och Umeå*. IVL rapport U2151. På uppdrag av Vägverket.
- SMHI, 2007: *Luftföroreningar i svenska tätorter 2004, 2010 och 2020*. Slutrapport maj 2007.

## Appendix A

### Nuläge

| Kommun        | Gata               | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägs slitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [µg/m <sup>3</sup> ] | Årsmedelvärde<br>lokalt [µg/m <sup>3</sup> ] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------|--------------------|----------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan       | 45       | 43,2                 | 99,2                           | 27,1                                         | 9,3                                          | 39,4                                              |
| Landskrona    | Eriksgatan         | 45       | 36,4                 | 99,8                           | 17,2                                         | 3,3                                          | 25,3                                              |
| Helsingborg 1 | Drottninggatan     | 45       | 36,4                 | 100,3                          | 20,5                                         | 6,2                                          | 31,5                                              |
| Helsingborg 2 | Malmöleden         | 45       | 29,6                 | 99,8                           | 17,1                                         | 2,7                                          | 26,6                                              |
| Jönköping     | Barnarpsgatan      | 68       | 37,7                 | 170,6                          | 21,2                                         | 9,4                                          | 35,1                                              |
| Nässjö        | Brogatan           | 68       | 46,2                 | 142,7                          | 18,8                                         | 9,6                                          | 32,5                                              |
| Norrköping    | Kungsgatan         | 68       | 29,4                 | 150,1                          | 26,3                                         | 10,7                                         | 44,6                                              |
| Göteborg 1    | Gårda              | 74       | 41,0                 | 138,8                          | 33,1                                         | 15,8                                         | 54,5                                              |
| Göteborg 2    | Haga               | 74       | 38,2                 | 141,0                          | 24,6                                         | 7,7                                          | 39,6                                              |
| Mariestad     | Nygatan            | 74       | 47,8                 | 188,6                          | 13,8                                         | 4,6                                          | 21,8                                              |
| Karlstad      | Hamngatan          | 74       | 36,4                 | 202,7                          | 22,6                                         | 11,8                                         | 39,2                                              |
| Karlskoga     | Katrinedalsgatan   | 81       | 29,5                 | 178,1                          | 15                                           | 5,3                                          | 25,4                                              |
| Västerås 1    | Kopparbergsvägen   | 81       | 35,3                 | 197,3                          | 17,7                                         | 5,4                                          | 29,8                                              |
| Västerås 2    | Stora gatan        | 81       | 79,3                 | 197,3                          | 17,3                                         | 4,9                                          | 28                                                |
| Uppsala       | Kungsgatan         | 81       | 31,8                 | 185,6                          | 25,8                                         | 12,9                                         | 48,4                                              |
| Stockholm 1   | Hornsgatan         | 72       | 31,7                 | 178,4                          | 38,2                                         | 19,8                                         | 72,1                                              |
| Stockholm 2   | Norrländsgatan     | 72       | 29,5                 | 184,4                          | 33,5                                         | 12,7                                         | 60,9                                              |
| Stockholm 3   | Sveavägen          | 72       | 29,4                 | 184,4                          | 35,1                                         | 14,4                                         | 63,1                                              |
| Sollentuna    | Turebergsleden     | 72       | 38,4                 | 181,9                          | 19,8                                         | 3,7                                          | 34,7                                              |
| Gävle         | Staketgatan        | 85       | 55,0                 | 149,5                          | 20,1                                         | 7,3                                          | 34,8                                              |
| Sundsvall     | Skolhusallén       | 85       | 29,5                 | 203,9                          | 24                                           | 12,4                                         | 41,1                                              |
| Östersund     | Rådhusgatan        | 85       | 24,7                 | 240,4                          | 23,6                                         | 14,6                                         | 45,7                                              |
| Umeå          | Västra Esplanaden  | 92       | 43,6                 | 219,4                          | 31,1                                         | 19,3                                         | 67,1                                              |
| Lycksele      | Blåvägen (E12)     | 92       | 37,8                 | 167,0                          | 8,0                                          | 1,3                                          | 13,1                                              |
| Skellefteå    | Viktoriagatan (E4) | 92       | 38,0                 | 221,9                          | 19,9                                         | 11,4                                         | 36,2                                              |

### 15% reduktion av dubbdäck

| Kommun        | Gata             | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägs slitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [µg/m <sup>3</sup> ] | Årsmedelvärde<br>lokalt [µg/m <sup>3</sup> ] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------|------------------|----------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan     | 38       | 43,2                 | 91,4                           | 26,6                                         | 8,8                                          | 38,7                                              |
| Landskrona    | Eriksgatan       | 38       | 36,4                 | 91,9                           | 17,0                                         | 3,1                                          | 25,0                                              |
| Helsingborg 1 | Drottninggatan   | 38       | 36,4                 | 92,3                           | 20,2                                         | 5,9                                          | 31,0                                              |
| Helsingborg 2 | Malmöleden       | 38       | 29,6                 | 91,9                           | 16,9                                         | 2,5                                          | 26,4                                              |
| Jönköping     | Barnarpsgatan    | 58       | 37,7                 | 152,7                          | 20,4                                         | 8,6                                          | 33,8                                              |
| Nässjö        | Brogatan         | 58       | 46,2                 | 128,9                          | 18,1                                         | 8,9                                          | 31,4                                              |
| Norrköping    | Kungsgatan       | 58       | 29,4                 | 135,3                          | 25,5                                         | 9,9                                          | 43,2                                              |
| Göteborg 1    | Gårda            | 63       | 41,0                 | 125,4                          | 32,0                                         | 14,7                                         | 52,7                                              |
| Göteborg 2    | Haga             | 63       | 38,2                 | 127,3                          | 24,0                                         | 7,1                                          | 38,7                                              |
| Mariestad     | Nygatan          | 63       | 47,8                 | 167,9                          | 13,4                                         | 4,2                                          | 21,2                                              |
| Karlstad      | Hamngatan        | 63       | 36,4                 | 179,9                          | 21,5                                         | 10,7                                         | 37,3                                              |
| Karlskoga     | Katrinedalsgatan | 69       | 29,5                 | 159,0                          | 14,5                                         | 4,8                                          | 24,6                                              |
| Västerås 1    | Kopparbergsvägen | 69       | 35,3                 | 175,3                          | 17,2                                         | 4,9                                          | 29,0                                              |
| Västerås 2    | Stora gatan      | 69       | 79,3                 | 175,3                          | 16,9                                         | 4,5                                          | 27,4                                              |
| Uppsala       | Kungsgatan       | 69       | 31,8                 | 165,3                          | 24,7                                         | 11,8                                         | 46,2                                              |

|              |                    |    |      |       |      |      |      |
|--------------|--------------------|----|------|-------|------|------|------|
| Stockholm    | Hornsgatan         | 61 | 31,7 | 158,6 | 36,4 | 18,0 | 68,7 |
| Stockholm 1  | Norrlandsgatan     | 61 | 29,5 | 163,7 | 32,3 | 11,5 | 58,8 |
| Stockholm 2  | Sveavägen          | 61 | 29,4 | 163,7 | 33,8 | 13,1 | 60,7 |
| Sollentuna 3 | Turebergsleden     | 61 | 38,4 | 161,6 | 19,5 | 3,4  | 34,1 |
| Gävle        | Staketgatan        | 72 | 55,0 | 134,1 | 19,6 | 6,8  | 33,9 |
| Sundsvall    | Skolhusallén       | 72 | 29,5 | 180,2 | 22,8 | 11,2 | 39,0 |
| Östersund    | Rådhusgatan        | 72 | 24,7 | 211,1 | 22,0 | 13,0 | 42,7 |
| Umeå         | Västra Esplanaden  | 78 | 43,6 | 193,5 | 29,3 | 17,5 | 63,1 |
| Lycksele     | Blåvägen (E12)     | 78 | 37,8 | 149,1 | 7,9  | 1,2  | 12,9 |
| Skellefteå   | Viktoriagatan (E4) | 78 | 38,0 | 195,6 | 18,8 | 10,3 | 34,2 |

### 30% reduktion av dubbdäck i södra Sverige

| Kommun        | Gata               | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägslitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [µg/m³] | Årsmedelvärde<br>lokalt [µg/m³] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[µg/m³] |
|---------------|--------------------|----------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan       | 32       | 43,2                 | 84,7                         | 26,2                            | 8,4                             | 38,1                                 |
| Landskrona    | Eriksgatan         | 32       | 36,4                 | 85,1                         | 16,9                            | 3,0                             | 24,8                                 |
| Helsingborg 1 | Drottninggatan     | 32       | 36,4                 | 85,5                         | 19,9                            | 5,6                             | 30,5                                 |
| Helsingborg 2 | Malmöleden         | 32       | 29,6                 | 85,1                         | 16,8                            | 2,4                             | 26,2                                 |
| Jönköping     | Barnarpsgatan      | 48       | 37,7                 | 134,8                        | 19,7                            | 7,9                             | 32,6                                 |
| Nässjö        | Brogatan           | 48       | 46,2                 | 115,1                        | 17,5                            | 8,3                             | 30,2                                 |
| Norrköping    | Kungsgatan         | 48       | 29,4                 | 120,4                        | 24,6                            | 9,0                             | 41,8                                 |
| Göteborg 1    | Gårda              | 52       | 41,0                 | 112,1                        | 30,9                            | 13,6                            | 50,8                                 |
| Göteborg 2    | Haga               | 52       | 38,2                 | 113,7                        | 23,5                            | 6,6                             | 37,8                                 |
| Mariestad     | Nygatan            | 52       | 47,8                 | 147,1                        | 13,0                            | 3,8                             | 20,6                                 |
| Karlstad      | Hamngatan          | 52       | 36,4                 | 157,0                        | 20,4                            | 9,6                             | 35,4                                 |
| Karlskoga     | Katrinédalsgatan   | 57       | 29,5                 | 139,8                        | 14,1                            | 4,4                             | 23,8                                 |
| Västerås 1    | Kopparbergsvägen   | 57       | 35,3                 | 153,4                        | 16,7                            | 4,4                             | 28,2                                 |
| Västerås 2    | Stora gatan        | 57       | 79,3                 | 153,4                        | 16,5                            | 4,1                             | 26,8                                 |
| Uppsala       | Kungsgatan         | 57       | 31,8                 | 145,1                        | 23,5                            | 10,6                            | 44,1                                 |
| Stockholm 1   | Hornsgatan         | 50       | 31,7                 | 138,9                        | 34,6                            | 16,2                            | 65,4                                 |
| Stockholm 2   | Norrlandsgatan     | 50       | 29,5                 | 143,0                        | 31,2                            | 10,4                            | 56,6                                 |
| Stockholm 3   | Sveavägen          | 50       | 29,4                 | 143,1                        | 32,4                            | 11,7                            | 58,3                                 |
| Sollentuna    | Turebergsleden     | 50       | 38,4                 | 141,3                        | 19,1                            | 3,0                             | 33,6                                 |
| Gävle         | Staketgatan        | 60       | 55,0                 | 120,0                        | 19,1                            | 6,3                             | 33,1                                 |
| Sundsvall     | Skolhusallén       |          |                      |                              |                                 |                                 |                                      |
| Östersund     | Rådhusgatan        |          |                      |                              |                                 |                                 |                                      |
| Umeå          | Västra Esplanaden  |          |                      |                              |                                 |                                 |                                      |
| Lycksele      | Blåvägen (E12)     |          |                      |                              |                                 |                                 |                                      |
| Skellefteå    | Viktoriagatan (E4) |          |                      |                              |                                 |                                 |                                      |

### 50% reduktion av dubbdäck

| Kommun        | Gata           | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägslitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [µg/m³] | Årsmedelvärde<br>lokalt [µg/m³] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[µg/m³] |
|---------------|----------------|----------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan   | 23       | 43,2                 | 74,7                         | 25,6                            | 7,8                             | 37,2                                 |
| Landskrona    | Eriksgatan     | 23       | 36,4                 | 75,0                         | 16,6                            | 2,7                             | 24,5                                 |
| Helsingborg 1 | Drottninggatan | 23       | 36,4                 | 75,2                         | 19,4                            | 5,1                             | 29,9                                 |
| Helsingborg 2 | Malmöleden     | 23       | 29,6                 | 75,0                         | 16,6                            | 2,2                             | 25,9                                 |
| Jönköping     | Barnarpsgatan  | 34       | 37,7                 | 109,8                        | 18,6                            | 6,8                             | 30,8                                 |
| Nässjö        | Brogatan       | 34       | 46,2                 | 95,8                         | 16,5                            | 7,3                             | 28,6                                 |

|             |                    |    |      |       |      |      |      |
|-------------|--------------------|----|------|-------|------|------|------|
| Norrköping  | Kungsgatan         | 34 | 29,4 | 99,6  | 23,4 | 7,8  | 39,8 |
| Göteborg    | Gårda              | 37 | 41,0 | 93,9  | 29,4 | 12,1 | 48,3 |
| Göteborg    | Haga               | 37 | 38,2 | 95,0  | 22,7 | 5,8  | 36,6 |
| Mariestad   | Nygatan            | 37 | 47,8 | 118,8 | 12,5 | 3,3  | 19,7 |
| Karlstad    | Hamngatan          | 37 | 36,4 | 125,9 | 19,0 | 8,2  | 32,9 |
| Karlskoga   | Katrinedalsgatan   | 41 | 29,5 | 114,3 | 13,4 | 3,7  | 22,8 |
| Västerås 1  | Kopparbergsvägen   | 41 | 35,3 | 124,1 | 16,1 | 3,8  | 27,1 |
| Västerås 2  | Stora gatan        | 41 | 79,3 | 124,1 | 16,0 | 3,6  | 26,0 |
| Uppsala     | Kungsgatan         | 41 | 31,8 | 118,1 | 22,0 | 9,1  | 41,2 |
| Stockholm 1 | Hornsgatan         | 36 | 31,7 | 113,7 | 32,4 | 14,0 | 61,1 |
| Stockholm 2 | Norrländsgatan     | 36 | 29,5 | 116,7 | 29,7 | 8,9  | 53,9 |
| Stockholm 3 | Sveavägen          | 36 | 29,4 | 116,7 | 30,7 | 10,0 | 55,3 |
| Sollentuna  | Turebergsleden     | 36 | 38,4 | 115,5 | 18,7 | 2,6  | 32,8 |
| Gävle       | Staketgatan        | 43 | 55,0 | 99,8  | 18,4 | 5,6  | 31,9 |
| Sundsvall   | Skolhusallén       | 43 | 29,5 | 127,4 | 20,1 | 8,5  | 34,4 |
| Östersund   | Rådhusgatan        | 43 | 24,7 | 145,8 | 18,6 | 9,6  | 36,0 |
| Umeå        | Västra Esplanaden  | 46 | 43,6 | 134,2 | 25,1 | 13,3 | 54,1 |
| Lycksele    | Blåvägen (E12)     | 46 | 37,8 | 108,0 | 7,6  | 0,9  | 12,5 |
| Skellefteå  | Viktoriagatan (E4) | 46 | 38,0 | 135,5 | 16,2 | 7,7  | 29,6 |

## 70% reduktion av dubbdäck

| Kommun        | Gata               | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägslitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [µg/m <sup>3</sup> ] | Årsmedelvärde<br>lokalt [µg/m <sup>3</sup> ] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------|--------------------|----------|----------------------|------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan       | 14       | 43,2                 | 64,6                         | 25,0                                         | 7,2                                          | 36,3                                              |
| Landskrona    | Eriksgatan         | 14       | 36,4                 | 64,8                         | 16,4                                         | 2,5                                          | 24,1                                              |
| Helsingborg 1 | Drottninggatan     | 14       | 36,4                 | 65,0                         | 19,0                                         | 4,7                                          | 29,2                                              |
| Helsingborg 2 | Malmöleden         | 14       | 29,6                 | 64,8                         | 16,4                                         | 2,0                                          | 25,5                                              |
| Jönköping     | Barnarpsgatan      | 20       | 37,7                 | 84,8                         | 17,5                                         | 5,7                                          | 29,0                                              |
| Nässjö        | Brogatan           | 20       | 46,2                 | 76,5                         | 15,6                                         | 6,4                                          | 27,0                                              |
| Norrköping    | Kungsgatan         | 20       | 29,4                 | 78,7                         | 22,3                                         | 6,7                                          | 37,8                                              |
| Göteborg 1    | Gårda              | 22       | 41,0                 | 75,7                         | 27,8                                         | 10,5                                         | 45,9                                              |
| Göteborg 2    | Haga               | 22       | 38,2                 | 76,4                         | 22,0                                         | 5,1                                          | 35,4                                              |
| Mariestad     | Nygatan            | 22       | 47,8                 | 90,5                         | 12,0                                         | 2,8                                          | 18,9                                              |
| Karlstad      | Hamngatan          | 22       | 36,4                 | 94,7                         | 17,5                                         | 6,7                                          | 30,3                                              |
| Karlskoga     | Katrinedalsgatan   | 24       | 29,5                 | 87,2                         | 12,8                                         | 3,1                                          | 21,7                                              |
| Västerås 1    | Kopparbergsvägen   | 24       | 35,3                 | 92,9                         | 15,4                                         | 3,1                                          | 25,9                                              |
| Västerås 2    | Stora gatan        | 24       | 79,3                 | 92,9                         | 15,5                                         | 3,1                                          | 25,1                                              |
| Uppsala       | Kungsgatan         | 24       | 31,8                 | 89,5                         | 20,3                                         | 7,4                                          | 38,2                                              |
| Stockholm 1   | Hornsgatan         | 22       | 31,7                 | 88,5                         | 30,1                                         | 11,7                                         | 56,8                                              |
| Stockholm 2   | Norrländsgatan     | 22       | 29,5                 | 90,4                         | 28,2                                         | 7,4                                          | 51,2                                              |
| Stockholm 3   | Sveavägen          | 22       | 29,4                 | 90,4                         | 29,0                                         | 8,3                                          | 52,2                                              |
| Sollentuna    | Turebergsleden     | 22       | 38,4                 | 89,6                         | 18,3                                         | 2,2                                          | 32,1                                              |
| Gävle         | Staketgatan        | 26       | 55,0                 | 79,7                         | 17,7                                         | 4,9                                          | 30,7                                              |
| Sundsvall     | Skolhusallén       | 26       | 29,5                 | 96,4                         | 18,5                                         | 6,9                                          | 31,7                                              |
| Östersund     | Rådhusgatan        | 26       | 24,7                 | 107,5                        | 16,5                                         | 7,5                                          | 32,0                                              |
| Umeå          | Västra Esplanaden  | 28       | 43,6                 | 100,9                        | 22,7                                         | 10,9                                         | 49,0                                              |
| Lycksele      | Blåvägen (E12)     | 28       | 37,8                 | 84,9                         | 7,5                                          | 0,8                                          | 12,3                                              |
| Skellefteå    | Viktoriagatan (E4) | 28       | 38,0                 | 101,6                        | 14,8                                         | 6,3                                          | 27,0                                              |

## Utan dubbdäck

| Kommun        | Gata               | Dubb [%] | Ef Avgas<br>[mg/fkm] | Ef<br>vägslitage<br>[mg/fkm] | Årsmedelvärde<br>totalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Årsmedelvärde<br>lokalt [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | 90%-il<br>dygnsmedelvärde<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|---------------|--------------------|----------|----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Malmö         | Amiralsgatan       | 0        | 43,2                 | 49,0                         | 24,0                                                 | 6,2                                                  | 34,9                                                      |
| Landskrona    | Eriksgratan        | 0        | 36,4                 | 49,0                         | 16,1                                                 | 2,2                                                  | 23,6                                                      |
| Helsingborg 1 | Drottninggratan    | 0        | 36,4                 | 49,0                         | 18,3                                                 | 4,0                                                  | 28,2                                                      |
| Helsingborg 2 | Malmöleden         | 0        | 29,6                 | 49,0                         | 16,1                                                 | 1,7                                                  | 25,1                                                      |
| Jönköping     | Barnarpsgratan     | 0        | 37,7                 | 49,0                         | 16,0                                                 | 4,2                                                  | 26,4                                                      |
| Nässjö        | Brogatan           | 0        | 46,2                 | 49,0                         | 14,3                                                 | 5,1                                                  | 24,7                                                      |
| Norrköping    | Kungsgatan         | 0        | 29,4                 | 49,0                         | 20,6                                                 | 5,0                                                  | 34,9                                                      |
| Göteborg 1    | Gårda              | 0        | 41,0                 | 49,0                         | 25,6                                                 | 8,3                                                  | 42,2                                                      |
| Göteborg 2    | Haga               | 0        | 38,2                 | 49,0                         | 20,9                                                 | 4,0                                                  | 33,6                                                      |
| Mariestad     | Nygatan            | 0        | 47,8                 | 49,0                         | 11,2                                                 | 2,0                                                  | 17,7                                                      |
| Karlstad      | Hamngatan          | 0        | 36,4                 | 49,0                         | 15,3                                                 | 4,5                                                  | 26,6                                                      |
| Karlskoga     | Katrinedalsgratan  | 0        | 29,5                 | 49,0                         | 11,9                                                 | 2,2                                                  | 20,1                                                      |
| Västerås 1    | Kopparbergsvägen   | 0        | 35,3                 | 49,0                         | 14,4                                                 | 2,1                                                  | 24,2                                                      |
| Västerås 2    | Stora gatan        | 0        | 79,3                 | 49,0                         | 14,8                                                 | 2,4                                                  | 23,9                                                      |
| Uppsala       | Kungsgatan         | 0        | 31,8                 | 49,0                         | 18,1                                                 | 5,2                                                  | 33,9                                                      |
| Stockholm 1   | Hornsgatan         | 0        | 31,7                 | 49,0                         | 26,6                                                 | 8,2                                                  | 50,1                                                      |
| Stockholm 2   | Norrlandsgatan     | 0        | 29,5                 | 49,0                         | 25,8                                                 | 5,0                                                  | 46,9                                                      |
| Stockholm 3   | Sveavägen          | 0        | 29,4                 | 49,0                         | 26,4                                                 | 5,7                                                  | 47,4                                                      |
| Sollentuna    | Turebergsleden     | 0        | 38,4                 | 49,0                         | 17,7                                                 | 1,6                                                  | 31,0                                                      |
| Gävle         | Staketgratan       | 0        | 55,0                 | 49,0                         | 16,7                                                 | 3,9                                                  | 28,9                                                      |
| Sundsvall     | Skolhusallén       | 0        | 29,5                 | 49,0                         | 16,1                                                 | 4,5                                                  | 27,6                                                      |
| Östersund     | Rådhusgratan       | 0        | 24,7                 | 49,0                         | 13,4                                                 | 4,4                                                  | 26,0                                                      |
| Umeå          | Västra Esplanaden  | 0        | 43,6                 | 49,0                         | 19,1                                                 | 7,3                                                  | 41,1                                                      |
| Lycksele      | Blåvägen (E12)     | 0        | 37,8                 | 49,0                         | 7,3                                                  | 0,6                                                  | 11,9                                                      |
| Skellefteå    | Viktorigratan (E4) | 0        | 38,0                 | 49,0                         | 12,6                                                 | 4,1                                                  | 22,9                                                      |



## SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

| <b>Seriernas namn</b>                     | <b>Publiceras sedan</b> |
|-------------------------------------------|-------------------------|
| RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi) | 1974                    |
| RH (Rapport Hydrologi)                    | 1990                    |
| RO (Rapport Oceanografi)                  | 1986                    |
| METEOROLOGI                               | 1985                    |
| HYDROLOGI                                 | 1985                    |
| OCEANOGRAFI                               | 1985                    |

I serien METEOROLOGI har tidigare utgivits:

- |                                                                                                                                               |    |                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1985                                                                                                                                          | 10 | Axelsson, G., Eklind, R. (1985)<br>Ovädret på Östersjön 23 juli 1985.                                                                   |
| 1 Hagmarker, A. (1985)<br>Satellitmeteorologi.                                                                                                | 11 | Laurin, S., Bringfelt, B. (1985)<br>Spridningsmodell för kväveoxider i<br>gatumiljö.                                                    |
| 2 Fredriksson, U., Persson, Ch., Laurin, S.<br>(1985)<br>Helsingborgsluft.                                                                    | 12 | Persson, Ch., Wern, L. (1985)<br>Spridnings- och depositionsberäkningar<br>för avfallsförbränningsanläggning i<br>Sofielund.            |
| 3 Persson, Ch., Wern, L. (1985)<br>Spridnings- och depositionsberäkningar<br>för avfallsförbränningsanläggningar i<br>Sofielund och Högdalen. | 13 | Persson, Ch., Wern, L. (1985)<br>Spridnings- och depositionsberäkningar<br>för avfallsförbränningsanläggning i<br>Högdalen.             |
| 4 Kindell, S. (1985)<br>Spridningsberäkningar för SUPRAs<br>anläggningar i Köping.                                                            | 14 | Vedin, H., Andersson, C. (1985)<br>Extrema köldperioder i Stockholm.                                                                    |
| 5 Andersson, C., Kwick, T. (1985)<br>Vindmätningar på tre platser på Gotland.<br>Utvärdering nr 1.                                            | 15 | Krieg, R., Omstedt, G. (1985)<br>Spridningsberäkningar för Volvos<br>planerade bilfabrik i Uddevalla.                                   |
| 6 Kindell, S. (1985)<br>Spridningsberäkningar för Ericsson,<br>Ingelstafabriken.                                                              | 16 | Kindell, S. Wern, L. (1985)<br>Luftvårdsstudie avseende<br>industrikombinatet i Nynäshamn<br>(koncentrations- och luktberäkningar).     |
| 7 Fredriksson, U. (1985)<br>Spridningsberäkningar för olika plymlyft<br>vid avfallsvärmeverket Sävenäs.                                       | 17 | Laurin, S., Persson, Ch. (1985)<br>Beräknad formaldehydspridning och<br>deposition från SWEDSPANs<br>spånskivefabrik.                   |
| 8 Fredriksson, U., Persson, Ch. (1985)<br>NO <sub>x</sub> - och NO <sub>2</sub> -beräkningar vid<br>Vasaterminalen i Stockholm.               | 18 | Persson, Ch., Wern, L. (1985)<br>Luftvårdsstudie avseende industri-<br>kombinatet i Nynäshamn – depositions-<br>beräkningar av koldamm. |
| 9 Wern, L. (1985)<br>Spridningsberäkningar för ASEA<br>transformers i Ludvika.                                                                |    |                                                                                                                                         |

- 19 Fredriksson, U. (1985)  
Luktberäkningar för Bofors Plast i Ljungby, II.
  - 20 Wern, L., Omstedt, G. (1985)  
Spridningsberäkningar för Volvos planerade bilfabrik i Uddevalla - energicentralen.
  - 21 Krieg, R., Omstedt, G. (1985)  
Spridningsberäkningar för Volvos planerade bilfabrik i Uddevalla - kompletterande beräkningar för fabrikena.
  - 22 Karlsson, K.-G. (1985)  
Information från Meteosat - forskningsrön och operationell tillämpning.
  - 23 Fredriksson, U. (1985)  
Spridningsberäkningar för AB Åkerlund & Rausings fabrik i Lund.
  - 24 Färnlöf, S. (1985)  
Radarmeteorologi.
  - 25 Ahlström, B., Salomonsson, G. (1985)  
Resultat av 5-dygnsprognos till ledning för isbrytarverksamhet vintern 1984-85.
  - 26 Wern, L. (1985)  
Avesta stadsmodell.
  - 27 Hultberg, H. (1985)  
Statistisk prognos av ytemperatur.
- 1986
- 1 Krieg, R., Johansson, L., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master, kvartalsrapport 3/1985.
  - 2 Olsson, L.-E., Kindell, S. (1986)  
Air pollution impact assessment for the SABAH timber, pulp and paper complex.
  - 3 Ivarsson, K.-I. (1986)  
Resultat av byggväderprognoser - säsongen 1984/85.
  - 4 Persson, Ch., Robertson, L. (1986)  
Spridnings- och depositionsberäkningar för en sopförbränningsanläggning i Skövde.
  - 5 Laurin, S. (1986)  
Bilavgaser vid intagsplan - Eskilstuna.
  - 6 Robertson, L. (1986)  
Koncentrations- och depositionsberäkningar för en sopförbränningsanläggning vid Ryaverken i Borås.
  - 7 Laurin, S. (1986)  
Luften i Avesta - föroreningsbidrag från trafiken.
  - 8 Robertson, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för bromcyan.
  - 9 Wern, L. (1986)  
Extrema byvindar i Orrefors.
  - 10 Robertson, L. (1986)  
Koncentrations- och depositionsberäkningar för Halmstads avfallsförbränningsanläggning vid Kristinehed.
  - 11 Törnevik, H., Ugnell (1986)  
Belastningsprognoser.
  - 12 Joelsson, R. (1986)  
Något om användningen av numeriska prognoser på SMHI (i princip rapporten till ECMWF).
  - 13 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master, kvartalsrapport 4/1985.
  - 14 Dahlgren, L. (1986)  
Solmätning vid SMHI.
  - 15 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för ett kraftvärmeverk i Sundbyberg.
  - 16 Kindell, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för Uddevallas fjärrvärmecentral i Hovhult.
  - 17 Häggkvist, K., Persson, Ch., Robertson, L. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp från ett antal källor inom SSAB Luleå-verken.
  - 18 Krieg, R., Wern, L. (1986)  
En klimatstudie för Arlanda stad.
  - 19 Vedin, H. (1986)  
Extrem arealnederbörd i Sverige.
  - 20 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i Tibro.
  - 21 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master - kvartalsrapport 1/1986.

- 22 Kvick, T. (1986)  
Beräkning av vindenergitillgången på  
några platser i Halland och Bohuslän.
- 23 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Vindmätningar i höga master - kvartals-  
rapport 2/1986.
- 24 Persson, Ch. (SMHI), Rodhe, H.  
(MISU), De Geer, L.-E. (FOA) (1986)  
Tjernobylolyckan - En meteorologisk  
analys av hur radioaktivitet spreds till  
Sverige.
- 25 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för Spendrups  
bryggeri, Grängesberg.
- 26 Krieg, R. (1986)  
Beräkningar av vindenergitillgången på  
några platser i Skåne.
- 27 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar, SSAB.
- 28 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för ny ugn,  
SSAB II.
- 29 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo  
Hallsbergverken.
- 30 Fredriksson, U. (1986)  
SO<sub>2</sub>-halter från Hammarbyverket kring ny  
arena vid Johanneshov.
- 31 Persson, Ch., Robertson, L., Häggkvist, K.  
(1986)  
Spridningsberäkningar, SSAB - Luleå-  
verken.
- 32 Kindell, S., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för SAABs  
planerade bilfabrik i Malmö.
- 33 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för  
svavelsyrafabrik i Falun.
- 34 Wern, L., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för Västhamns-  
verket HKV1 i Helsingborg.
- 35 Persson, Ch., Wern, L. (1986)  
Beräkningar av svaveldepositionen i  
Stockholmsområdet.
- 36 Joelsson, R. (1986)  
USAs månadsprognoser.
- 37 Vakant nr.
- 38 Krieg, R., Andersson, C. (1986)  
Utemiljön vid Kvarnberget, Lysekil.
- 39 Häggkvist, K. (1986)  
Spridningsberäkningar av freon 22 från  
Ropstens värmepumpverk.
- 40 Fredriksson, U. (1986)  
Vindklassificering av en plats på Hemsön.
- 41 Nilsson, S. (1986)  
Utvärdering av sommarens (1986)  
använda konvektionsprognoshjälpmedel.
- 42 Krieg, R., Kvick, T. (1986)  
Vindmätningar i höga master.
- 43 Krieg, R., Fredriksson, U. (1986)  
Vindarna över Sverige.
- 44 Robertson, L. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp  
vid ScanDust i Landskrona - bestämning  
av cyanvätehalter.
- 45 Kvick, T., Krieg, R., Robertson, L. (1986)  
Vindförhållandena i Sveriges kust- och  
havsband, rapport nr 2.
- 46 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för en planerad  
panncentral vid Lindsdal utanför Kalmar.
- 47 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo BMs  
fabrik i Landskrona.
- 48 Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkningar för ELMO-CALFs  
fabrik i Svenljunga.
- 49 Häggkvist, K. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp  
från syrgas- och bensenupplag inom SSAB  
Luleåverken.
- 50 Wern, L., Fredriksson, U., Ring, S. (1986)  
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i  
Tidaholm.
- 51 Wern, L. (1986)  
Spridningsberäkningar för Volvo BM ABs  
anläggning i Braås.
- 52 Ericson, K. (1986)  
Meteorological measurements performed  
May 15, 1984, to June, 1984, by the  
SMHI.

- 53 Wern, L., Fredriksson, U. (1986)  
Spridningsberäkning för Kockums Plåtteknik, Ronneby.
- 54 Eriksson, B. (1986)  
Frekvensanalys av timvisa temperaturobservationer.
- 55 Wern, L., Kindell, S. (1986)  
Luktberäkningar för AB ELMO i Flen.
- 56 Robertson, L. (1986)  
Spridningsberäkningar rörande utsläpp av NO<sub>x</sub> inom Fagersta kommun.
- 57 Kindell, S. (1987)  
Luften i Nässjö.
- 58 Persson, Ch., Robertson, L. (1987)  
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp vid ScanDust i Landskrona - bestämning av cyanväte.
- 59 Bringfelt, B. (1987)  
Receptorbaserad partikelmodell för gatumiljömodell för en gata i Nyköping.
- 60 Robertson, L. (1987)  
Spridningsberäkningar för Varbergs kommun. Bestämning av halter av SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> samt några kolväten.
- 61 Vedin, H., Andersson, C. (1987)  
E 66 - Linderödsåsen - klimatförhållanden.
- 62 Wern, L., Fredriksson, U. (1987)  
Spridningsberäkningar för Kockums Plåtteknik, Ronneby. 2.
- 63 Taesler, R., Andersson, C., Wallentin, C., Krieg, R. (1987)  
Klimatkorrigering för energiförbrukningen i ett eluppvärmt villaområde.
- 64 Fredriksson, U. (1987)  
Spridningsberäkningar för AB Åtå-Trycks planerade anläggning vid Kungens Kurva.
- 65 Melgarejo, J. (1987)  
Mesoskalig modellering vid SMHI.
- 66 Häggkvist, K. (1987)  
Vindlaster på kordahus vid Alviks Strand - numeriska beräkningar.
- 67 Persson, Ch. (1987)  
Beräkning av lukt och föroreningshalter i luft runt Neste Polyester i Nol.
- 68 Fredriksson, U., Krieg, R. (1987)  
En överskalig klimatstudie för Tornby, Linköping.
- 69 Häggkvist, K. (1987)  
En numerisk modell för beräkning av vertikal momentumtransport i områden med stora råhetselement. Tillämpning på ett energiskogsområde.
- 70 Lindström, Kjell (1987)  
Weather and flying briefing aspects.
- 71 Häggkvist, K. (1987)  
En numerisk modell för beräkning av vertikal momentumtransport i områden med stora råhetselement. En koefficientbestämning.
- 72 Liljas, E. (1988)  
Förbättrad väderinformation i jordbruket - behov och möjligheter (PROFARM).
- 73 Andersson, Tage (1988)  
Isbildning på flygplan.
- 74 Andersson, Tage (1988)  
Aeronautic wind shear and turbulence. A review for forecasts.
- 75 Kållberg, P. (1988)  
Parameterisering av diabatiska processer i numeriska prognosmodeller.
- 76 Vedin, H., Eriksson, B. (1988)  
Extrem arealnederbörd i Sverige 1881 - 1988.
- 77 Eriksson, B., Carlsson, B., Dahlström, B. (1989)  
Preliminär handledning för korrektion av nederbördsmängder.
- 78 Liljas, E. (1989)  
Torv-väder. Behovsanalys med avseende på väderprognoser och produktion av bränsletorv.
- 79 Hagmarker, A. (1991)  
Satellitmeteorologi.
- 80 Lövblad, G., Persson, Ch. (1991)  
Background report on air pollution situation in the Baltic states - a prefeasibility study. IVL Publikation B 1038.
- 81 Alexandersson, H., Karlström, C., Larsson-McCann, S. (1991)  
Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90. Referensnormaler.

- 82 Vedin, H., Alexandersson, H., Persson, M. (1991)  
Utnyttjande av persistens i temperatur och nederbörd för vårfloëdesprognoser.
- 83 Moberg, A. (1992)  
Lufttemperaturen i Stockholm 1756 - 1990. Historik, inhomogeniteter och urbaniseringseffekt. Naturgeografiska Institutionen, Stockholms Universitet.
- 84 Josefsson, W. (1993)  
Normalvärden för perioden 1961-90 av globalstrålning och solskenstid i Sverige.
- 85 Laurin, S., Alexandersson, H. (1994)  
Några huvuddrag i det svenska temperatur-klimatet 1961 - 1990.
- 86 Fredriksson, U. och Ståhl, S. (1994)  
En jämförelse mellan automatiska och manuella fältmätningar av temperatur och nederbörd.
- 87 Alexandersson, H., Eggertsson Karlström, C. och Laurin S. (1997).  
Några huvuddrag i det svenska nederbörds-klimatet 1961-1990.
- 88 Mattsson, J., Rummukainen, M. (1998)  
Växthuseffekten och klimatet i Norden - en översikt.
- 89 Kindbom, K., Sjöberg, K., Munthe, J., Peterson, K. (IVL) Persson, C. Roos, E., Bergström, R. (SMHI). (1998)  
Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds-kemi 1996.
- 90 Foltescu, V.L., Häggmark, L (1998)  
Jämförelse mellan observationer och fält med griddad klimatologisk information.
- 91 Hultgren, P., Dybbroe, A., Karlsson, K.-G. (1999)  
SCANDIA – its accuracy in classifying LOW CLOUDS
- 92 Hyvarinen, O., Karlsson, K.-G., Dybbroe, A. (1999)  
Investigations of NOAA AVHRR/3 1.6  $\mu\text{m}$  imagery for snow, cloud and sunglint discrimination (Nowcasting SAF)
- 93 Bennartz, R., Thoss, A., Dybbroe, A. and Michelson, D. B. (1999)  
Precipitation Analysis from AMSU (Nowcasting SAF)
- 94 Appelqvist, Peter och Anders Karlsson (1999)  
Nationell emissionsdatabas för utsläpp till luft - Förstudie.
- 95 Persson, Ch., Robertson L. (SMHI) Thaning, L (LFOA). (2000)  
Model for Simulation of Air and Ground Contamination Associated with Nuclear Weapons. An Emergency Preparedness Model.
- 96 Kindbom K., Svensson A., Sjöberg K., (IVL) Persson C., (SMHI) ( 2001)  
Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds-kemi 1997, 1998 och 1999.
- 97 Diamandi, A., Dybbroe, A. (2001)  
Nowcasting SAF  
Validation of AVHRR cloud products.
- 98 Foltescu V. L., Persson Ch. (2001)  
Beräkningar av moln- och dimdeposition i Sverigemodellen - Resultat för 1997 och 1998.
- 99 Alexandersson, H. och Eggertsson Karlström, C (2001)  
Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler - utgåva 2.
- 100 Korpela, A., Dybbroe, A., Thoss, A. (2001)  
Nowcasting SAF - Retrieving Cloud Top Temperature and Height in Semi-transparent and Fractional Cloudiness using AVHRR.
- 101 Josefsson, W. (1989)  
Computed global radiation using interpolated, gridded cloudiness from the MESA-BETA analysis compared to measured global radiation.
- 102 Foltescu, V., Gidhagen, L., Omstedt, G. (2001)  
Nomogram för uppskattning av halter av  $\text{PM}_{10}$  och  $\text{NO}_2$
- 103 Omstedt, G., Gidhagen, L., Langner, J. (2002)  
Spridning av förbränningsemissioner från småskalig biobränsleeldning – analys av  $\text{PM}_{2.5}$  data från Lycksele med hjälp av två Gaussiska spridningsmodeller.
- 104 Alexandersson, H. (2002)  
Temperatur och nederbörd i Sverige 1860 - 2001
- 105 Persson, Ch. (2002)  
Kvaliteten hos nederbörds-kemiska mätdata

- som utnyttjas för dataassimilation i MATCH-Sverige modellen".
- 106 Mattsson, J., Karlsson, K-G. (2002)  
CM-SAF cloud products feasibility study in the inner Arctic region  
Part I: Cloud mask studies during the 2001 Oden Arctic expedition
  - 107 Kärner, O., Karlsson, K-G. (2003)  
Climate Monitoring SAF - Cloud products feasibility study in the inner Arctic region.  
Part II: Evaluation of the variability in radiation and cloud data
  - 108 Persson, Ch., Magnusson, M. (2003)  
Kvaliteten i uppmätta nederbörds mängder inom svenska nederbörskemiska stationsnät
  - 109 Omstedt, G., Persson Ch., Skagerström, M (2003)  
Vedeldning i småhusområden
  - 110 Alexandersson, H., Vedin, H. (2003)  
Dimensionerande regn för mycket små avrinningsområden
  - 111 Alexandersson, H. (2003)  
Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik
  - 112 Joro, S., Dybbroe, A.(2004)  
Nowcasting SAF – IOP  
Validating the AVHRR Cloud Top Temperature and Height product using weather radar data  
Visiting Scientist report
  - 113 Persson, Ch., Ressner, E., Klein, T. (2004)  
Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen  
Metod- och resultatsammanställning för åren 1999-2002 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål
  - 114 Josefsson, W. (2004)  
UV-radiation measured in Norrköping 1983-2003.
  - 115 Martin, Judit, (2004)  
Var tredje timme – Livet som väderobservatör
  - 116 Gidhagen, L., Johansson, C., Törnquist, L. (2004)  
NORDIC – A database for evaluation of dispersion models on the local, urban and regional scale
  - 117 Langner, J., Bergström, R., Klein, T., Skagerström, M. (2004)  
Nuläge och scenarier för inverkan på marknära ozon av emissioner från Västra Götalands län – Beräkningar för 1999
  - 118 Trolez, M., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2005)  
CM-SAF Validating the Cloud Top Height product using LIDAR data
  - 119 Rummukainen, M. (2005)  
Växthuseffekten
  - 120 Omstedt, G. (2006)  
Utvärdering av PM<sub>10</sub>-mätningar i några olika nordiska trafikmiljöer
  - 121 Alexandersson, H. (2006)  
Vindstatistik för Sverige 1961-2004
  - 122 Samuelsson, P., Gollvik, S., Ullerstig, A., (2006)  
The land-surface scheme of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3)
  - 123 Omstedt, G. (2007)  
VEDAIR – ett internetverktyg för beräkning av luftkvalitet vid småskalig biobränsleeldning  
*Modellbeskrivning och slutrapport mars 2007*
  - 124 Persson, G., Strandberg, G., Barring, L., Kjellström, E. (2007)  
Beräknade temperaturförhållanden för tre platser i Sverige – perioderna 1961-1990 och 2011-2040
  - 125 Engart, M., Foltescu, V. (2007)  
Luftföroreningar i Europa under framtida klimat
  - 126 Jansson, A., Josefsson, W. (2007)  
Modelling of surface global radiation and CIE-weighted UV-radiation for the period 1980-2000
  - 127 Johnston, S., Karlsson, K-G. (2007)  
METEOSAT 8 SEVIRI and NOAA Cloud Products. A Climate Monitoring SAF Comparison Study
  - 128 Eliasson, S., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2007)  
Prototyping an improved PPS cloud detection for the Arctic polar night
  - 129 Trolez, M., Karlsson, K-G., Johnston, S., Albert, P (2008)  
The impact of varying NWP background information on CM-SAF cloud products

- 130 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M (2008)  
Total ozone from zenith radiance measurements. An empirical model approach
- 131 Willén, U (2008)  
Preliminary use of CM-SAF cloud and radiation products for evaluation of regional climate simulations
- 132 Bergström, R (2008)  
TESS Traffic Emissions, Socioeconomic valuation and Socioeconomic measures Part 2:  
Exposure of the European population to atmospheric particles (PM) caused by emissions in Stockholm
- 133 Andersson, S., Bergström, R., Omstedt, G., Engardt, M (2008)  
Dagens och framtidens partikelhalter i Sverige. Utredning av exponerings- minskningsmål för PM2.5 enligt nytt luftdirektiv



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping · Tel 011-495 8000 · Fax 011-495 8001  
[www.smhi.se](http://www.smhi.se)