

*Kartläggning av  
PM<sub>2,5</sub>-halter i  
Stockholms- och  
Uppsala län samt Gävle  
kommun och Sandviken  
tätort*

**JÄMFÖRELSER MED MILJÖKVALITETSNORM**

# Innehållsförteckning

<b>JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORM</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>2</b>
<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>5</b>
<b>Direktiv och förordning</b> .....	<b>5</b>
<b>Miljö kvalitetsnormen för PM2,5</b> .....	<b>6</b>
<b>Emissioner av PM2,5</b> .....	<b>7</b>
Utsläppsfördelning i Stockholms län .....	8
Utsläppsfördelning i Uppsala län .....	10
Utsläppsfördelning av PM2,5 i Gävle .....	12
Utsläppsfördelning av PM2,5 i Sandviken.....	13
<b>Mätningar av PM2,5</b> .....	<b>14</b>
Regional bakgrundshalt.....	15
Urban bakgrundshalt .....	16
Mätning i trafikmiljö .....	17
<b>Modellberäkningar av PM2,5</b> .....	<b>19</b>
<b>Kartläggning av PM2,5</b> .....	<b>21</b>
<b>Hälsoeffekter</b> .....	<b>22</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>23</b>
<b>Bilaga 1: Mätplatsbeskrivning</b> .....	<b>24</b>



Miljöförvaltningen i Stockholm

Box 8136

104 20 Stockholm

[www.slb.nu](http://www.slb.nu)

## Förord

Denna kartläggning av partiklar PM<sub>2,5</sub> är utförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm på uppdrag av Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund (LVF). Syftet med uppdraget är att visa halter av PM<sub>2,5</sub> i LVF:s kommuner samt i Gävle kommun och Sandviken tätort. Haltnivåerna av PM<sub>2,5</sub> i respektive kommun jämförs med gällande miljö kvalitetsnorm och utvärderingströsklar. I uppdraget ingår även att visa kommunernas utsläpp av PM<sub>2,5</sub> och hur de fördelas i sektorer samt att presentera mätresultat. Magnus Brydolf har varit ansvarig för projektet tillsammans med medverkande Christer Johansson, Boel Lövenheim, Lars Törnquist, och Billy Sjövall. Samtliga är anställda vid SLB-analys.

Stockholm i april 2011

*Rapporten uppdaterades i december 2011, med mer detaljerad information om metodiken för att beräkna PM<sub>2,5</sub> halterna (Bilaga 2 med hänvisningar i texten).*

## Sammanfattning

Luftkvalitetsdirektivet 2008/50/EG skall säkerställa att föroreningshalterna i utomhusluften med avseende på bl.a. PM<sub>2,5</sub> ligger under nivåer som kan påverka befolkningens hälsa. Miljökvalitetsnormen för PM<sub>2,5</sub> är 25 µg/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde och infördes i svensk lagstiftning från 1:a juli 2010 via förordningen SFS 2010:477. Den nivån får inte överskridas och skall tillämpas för utomhusluft med undantag för arbetsplatser samt väg- och arbetstunnlar. Direktivet anger också en övre och nedre utvärderingströskel, 17 och 12 µg/m<sup>3</sup>. Trösklarna bestämmer i vilken omfattning och med vilken noggrannhet som kontrollen av PM<sub>2,5</sub>-halten skall göras. Kartläggningen av PM<sub>2,5</sub> visar att miljökvalitetsnormen klaras med god marginal i hela Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken. Vid regionens mest utsläppsbelastade gatuavsnitt, Hornsgatan i Stockholm uppmättes ett årsmedelvärde år 2010 på ca 11 µg/m<sup>3</sup> vilket är strax under nedre utvärderingströskel.

Regionala bakgrundshalten av PM<sub>2,5</sub> i Stockholms och Uppsala län är ca 4,7 µg/m<sup>3</sup> år 2010 uppmätt vid Norr Malma i Roslagen. Halterna i bakgrundsluften uppvisar en minskande trend sedan mätningarna startade 2006. Den utgörs i huvudsak av långdistanstransporterade föroreningar från källor utanför Sverige och är en stor del av totalhalten även i tätortsområdena i regionen.

Urbana bakgrundshalten i Stockholm är ca 6,6 µg/m<sup>3</sup> uppmätt i taknivå vid Torkel Knutssonsgatan på Södermalm. Även här har halterna minskat sedan 2005. Intransporten av partiklar från källor utanför regionen utgör ca 70 % av halten på Torkel Knutssonsgatan medan resterande del kommer från lokala utsläpp.

Dominerande utsläpstkällor av PM<sub>2,5</sub> i Stockholms och Uppsala län samt i Gävle och Sandviken är energiproduktion, industri, och vägtrafik vilka står för 80-90 % av utsläppen i regionen. De samlade utsläppen av PM<sub>2,5</sub> i regionen har minskat med nära 50 % sedan 2004, främst beroende på alternativ energiproduktion som värmeåtervinning med värmepumpar och bergvärme .

Beräkningsresultaten visas i form av kartor för varje kommun och avser halten av PM<sub>2,5</sub> som årsmedelvärde år 2010. För Gävle och Sandviken visas kartor för respektive tätort med omgivning. Kartorna finns att hämta på Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbunds hemsida (<http://www.slb.nu/lvf>).

## **Inledning**

Denna kartläggning av partiklar PM<sub>2,5</sub> är utförd av SLB-analys vid Miljöförvaltningen i Stockholm på uppdrag av Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund (LVF). Syftet med uppdraget är att visa halter av PM<sub>2,5</sub> i LVF:s kommuner samt i Gävle kommun och Sandviken tätort. Bakgrunden till genomförandet av kartläggningen är införandet av ny miljökvalitetsnorm för PM<sub>2,5</sub>. I denna rapport presenteras en kartläggning av PM<sub>2,5</sub> halterna för Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken.

## **Direktiv och förordning**

Syftet med Luftkvalitetsdirektivet 2008/50/EG är att utvärdera och säkerställa kvaliteten i utomhusluften med avseende på bl.a. PM<sub>2,5</sub>. Skälet till att reglera halterna av PM<sub>2,5</sub> i utomhusluften är de negativa effekter som utsläppen till luft kan förorsaka människors hälsa. Normvärdet för PM<sub>2,5</sub> syftar till att begränsa människors exponering av fina partiklar i inandningsluften. Miljökvalitetsnormen för PM<sub>2,5</sub> infördes i svensk lagstiftning från 1:a juli 2010 via förordningen SFS\_2010:477 [3]. Den skall tillämpas för utomhusluft med undantag för arbetsplatser samt väg- och arbetstunnlar. Direktivet anger också en övre och nedre utvärderingströskel. Direktivet föreskriver att varje kommun skall kontrollera att miljökvalitetsnormen uppfylls inom kommunen. Kontrollen kan ske genom samverkan mellan flera kommuner. Kontinuerliga mätningar skall ske om nedre utvärderingströskeln överskrids i kommuner eller samverkansområden med en befolkning över 10 000 invånare [4]. I tätbebyggelse ska kontrollen av miljökvalitetsnormen ske genom mätning. Tätbebyggelse avser områden med en folkmängd på 250 000 invånare eller fler eller om befolkningstätheten motiverar att luftkvaliteten säkerställs. I andra områden ska kontrollen ske genom mätning då det kan antas att normerna kan komma att överskridas. Mätningarna får kompletteras med beräkningar för att nödvändig information om luftkvaliteten ska kunna erhållas. Om kontrollen visar att normen riskerar att överskridas, ska kommunen underrätta Naturvårdsverket och berörda länsstyrelser.

## Miljökvalitetsnormen för PM<sub>2,5</sub>

Miljökvalitetsnormer har tillkommit för att skydda människors hälsa och naturmiljön. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium och bly [3]. Normerna är bindande nationella föreskrifter som utarbetats i anslutning till miljöbalken. Normvärden och utvärderingströsklar grundas på gemensamma direktiv inom EU och ska spegla den lägsta godtagbara luftkvaliteten som människa och miljö tål enligt befintligt vetenskapligt underlag. En miljökvalitetsnorm ska klaras snarast möjligt, dock senast vid en för varje ämne angiven tidpunkt. Med PM<sub>2,5</sub> avses masskoncentrationen av de partiklar som passerat ett selektivt insug som avskiljer partiklar med en aerodynamisk diameter av 2,5 µm med 50 % effektivitet. Detta betyder att några partiklar är lite större än 2,5 µm och några är lite mindre men att av de som är exakt 2,5 µm har hälften passerat. Motsvarande definition gäller för PM<sub>10</sub>-insuget. Fram till 31:a december 2014 skall det eftersträvas att PM<sub>2,5</sub> inte förekommer i utomhusluften med mer än 25 mikrogram per kubikmeter (µg/m<sup>3</sup>) luft och från den 1 januari 2015 får PM<sub>2,5</sub>-halten inte överstiga 25 µg/m<sup>3</sup>, tabell 1.

Tid för medelvärde	Normvärde (µg/m <sup>3</sup> )	Utvärderingströsklar övre/nedre, µg/m <sup>3</sup>
<b>Kalenderår</b>	<b>25</b> (årsmedelvärde)	<b>17/12</b> (årsmedelvärde)

*Tabell 1. Miljökvalitetsnorm för PM<sub>2,5</sub> gäller från 1:a januari 2015*

## Emissioner av PM<sub>2,5</sub>

Utsläpp av PM<sub>2,5</sub> för åren 2003-2008 har hämtats från LVF:s årsrapporter avseende årliga utsläpp av partiklar i Stockholms- och Uppsala län samt Gävle och Sandviken [5,6,7,8,9,10]. För sektorerna energiproduktion, industri, sjöfart och arbetsmaskiner antas samma PM<sub>2,5</sub>-utsläpp som anges för PM<sub>10</sub> då partikelutsläppen i dessa sektorer omfattar förbränningspartiklar (som har en diameter som är betydligt mindre än 2,5 µm och alltså till 100 % ingår i PM<sub>2,5</sub>). Vägtrafikens utsläpp av partiklar anges som PM<sub>10</sub> i utsläppsrapporterna men består både av slitagepartiklar<sup>1</sup>, av vilka de flesta är större än 1 µm, och avgaspartiklar, som alla är mindre än 1 µm och ingår i PM<sub>2,5</sub>-fraktionen. Detta innebär att PM<sub>2,5</sub> innehåller både slitagepartiklar och avgaspartiklar. För att definiera andelen PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub> från trafiksektorn har PM<sub>10</sub>-emissionerna i utsläppsrapporterna räknats om till PM<sub>2,5</sub> med faktorn 0,32 (se bilaga 2). Utsläppen av PM<sub>2,5</sub> har minskat kraftigt i både Stockholms och Uppsala län sedan 2003, diagram 1. Från år 2005 till år 2006 var utsläppsminskningen som störst, ca 40 %, vilket bl.a. förklaras av en utbyggnad av alternativ energiproduktion<sup>2</sup>, diagram 2. Övriga sektorer vägtrafik, industri sjöfart och arbetsmaskiner visar små utsläppsförändringar under motsvarande tid men osäkerheterna i trenderna ganska stora.

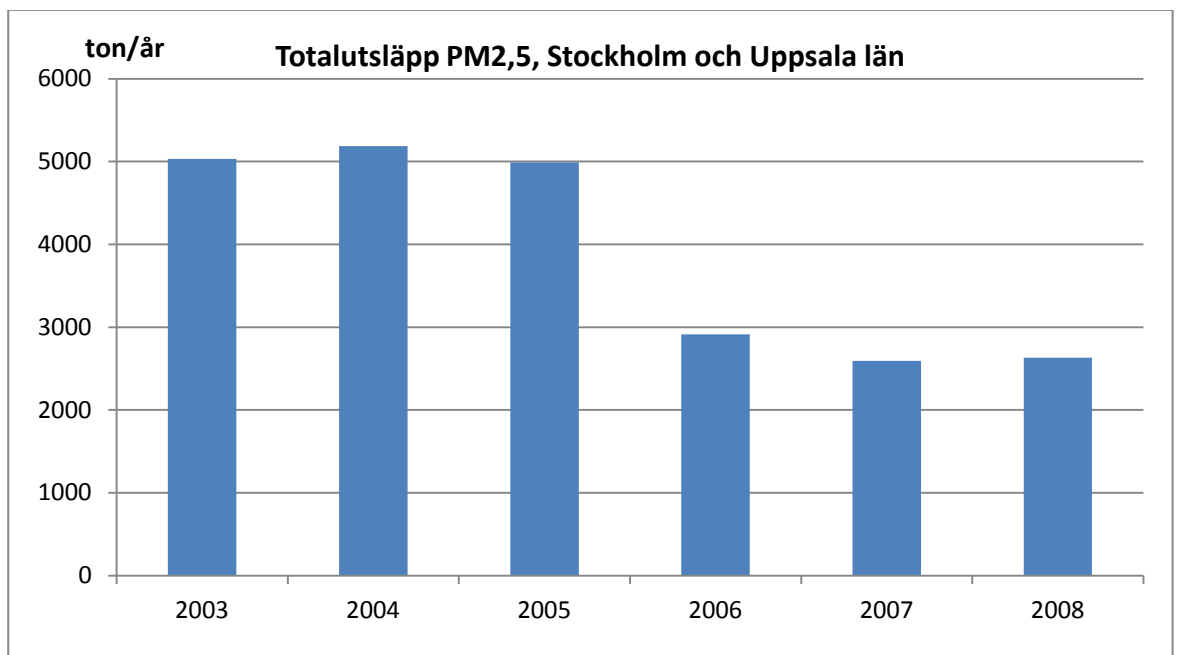
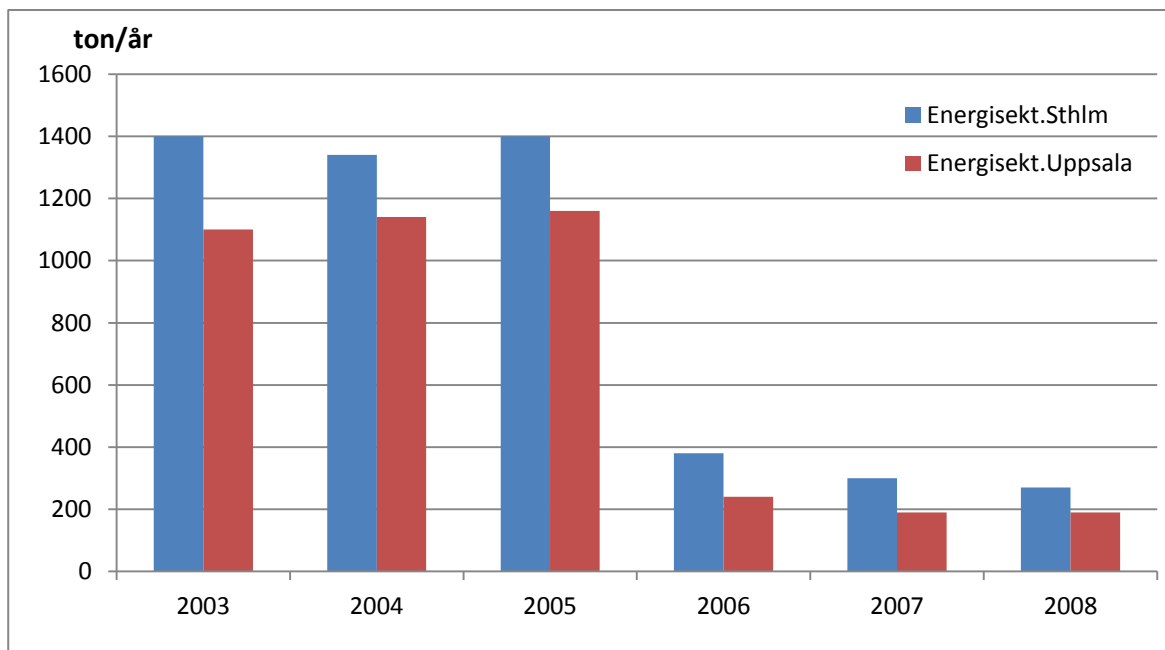


Diagram 1. Totala utsläpp av PM<sub>2,5</sub> i Stockholms och Uppsala län 2003 – 2008.

<sup>1</sup> Med slitagepartiklar avses partiklar som bildas mekaniskt på grund av nötning, malning och krossning. Tex vid slitage av bromsbelägg och vid dubbarnas (i dubbdäcken) slitage av stenmaterial i asfalten.

<sup>2</sup> Exempel på alternativ energiproduktion är värmepumpar i Lilla Värtan, värmeåtervinning och bergvärme.



*Diagram 2. Utsläpp av PM2,5 från energisektorn i Uppsala och Stockholms län*

## Utsläppsfördelning i Stockholms län

Emissionerna av PM2,5 i Stockholms län domineras av utsläpp från energiproduktion, vägtrafik, industri, sjöfart och arbetsmaskiner, tabell 2 och diagram 3. Av energiproduktionens utsläpp står hushållen för ca 60 % (164 ton/år) 2008, vilket till största delen är vedförbränning men uppgiften är osäker.

Sektor	PM2,5 ton/år 2008
Energiproduktion	270
Vägtrafik	1120
Industri	40
Sjöfart	230
Arbetsmaskiner	130
<b>Summa</b>	<b>1790</b>

*Tabell 2. Utsläpp av PM2,5 i Sthlm:s län år 2008, ton/år*



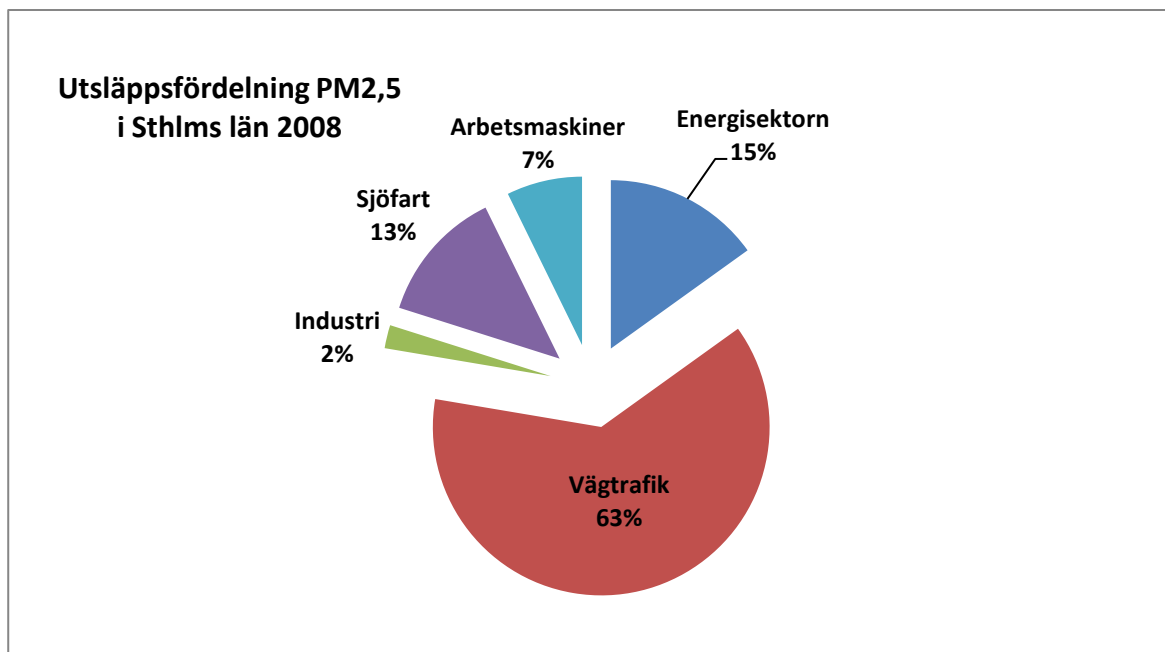


Diagram 3. Utsläppsfördelning av PM2,5 i Stockholms län år 2008

Diagram 4 visar kommunernas samlade utsläpp av PM2,5 i Stockholms län år 2008 inom sektorerna energiproduktion, industri, vägtrafik, arbetsmaskiner och vägtrafik.

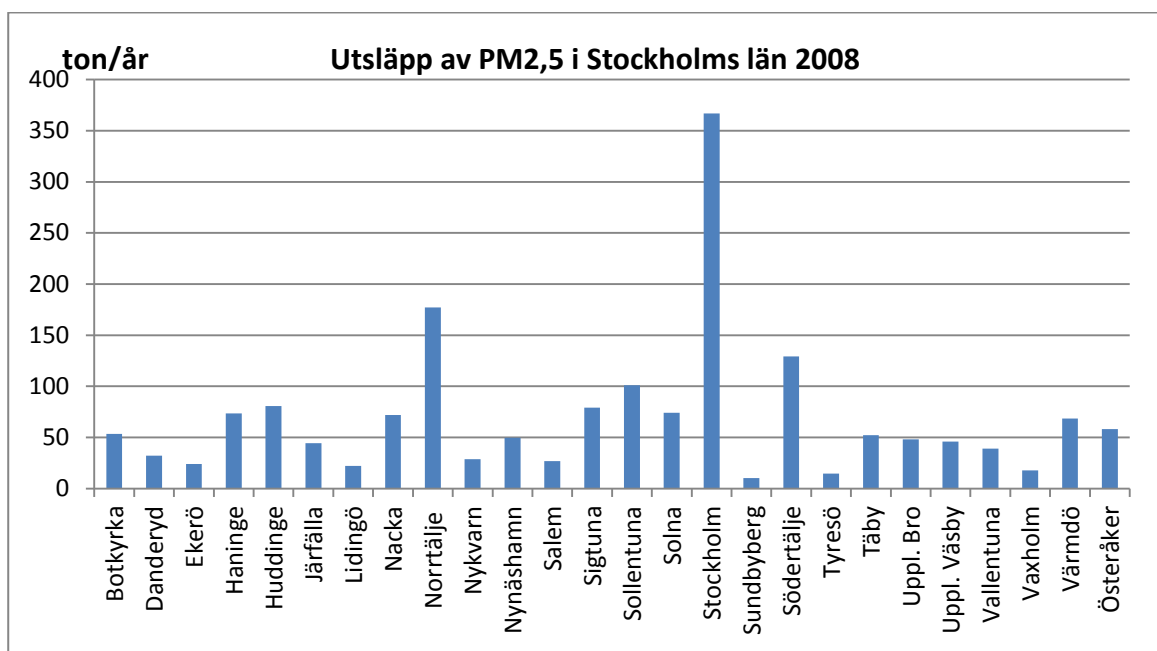


Diagram 4. Totala utsläpp av PM2,5 i kommunerna i Stockholms län 2008, ton/år

## Utsläppsfördelning i Uppsala län

Emissionerna av PM<sub>2,5</sub> i Uppsala län domineras av utsläpp från energiproduktion, vägtrafik, industri, sjöfart och arbetsmaskiner, tabell 3 och diagram 5. Av energisektorns utsläpp står hushållens utsläpp för knappt 50 %, (88 ton/år) 2008 vilket till största delen är vedeldning men uppgiften är osäker.

Sektor	PM <sub>2,5</sub> ton/år 2008
Energiproduktion	190
Vägtrafik	298
Industri	310
Sjöfart	15
Arbetsmaskiner	30
<b>Summa</b>	<b>843</b>

Tabell 3. Utsläpp av PM<sub>2,5</sub> i Uppsala län år 2008, ton/år

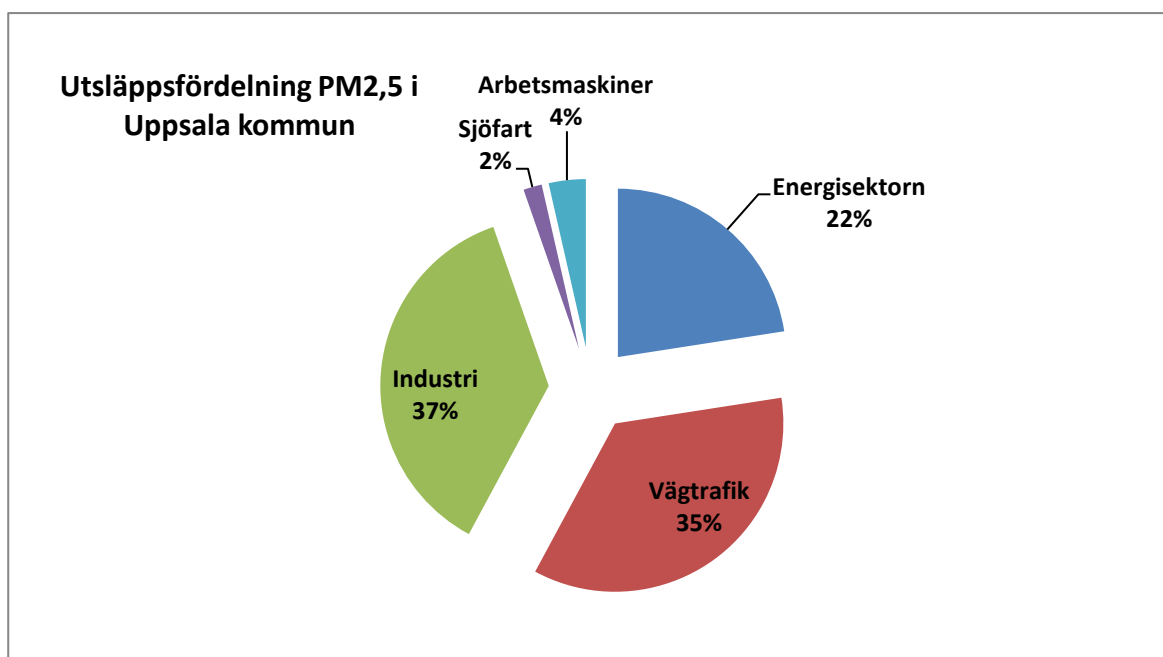
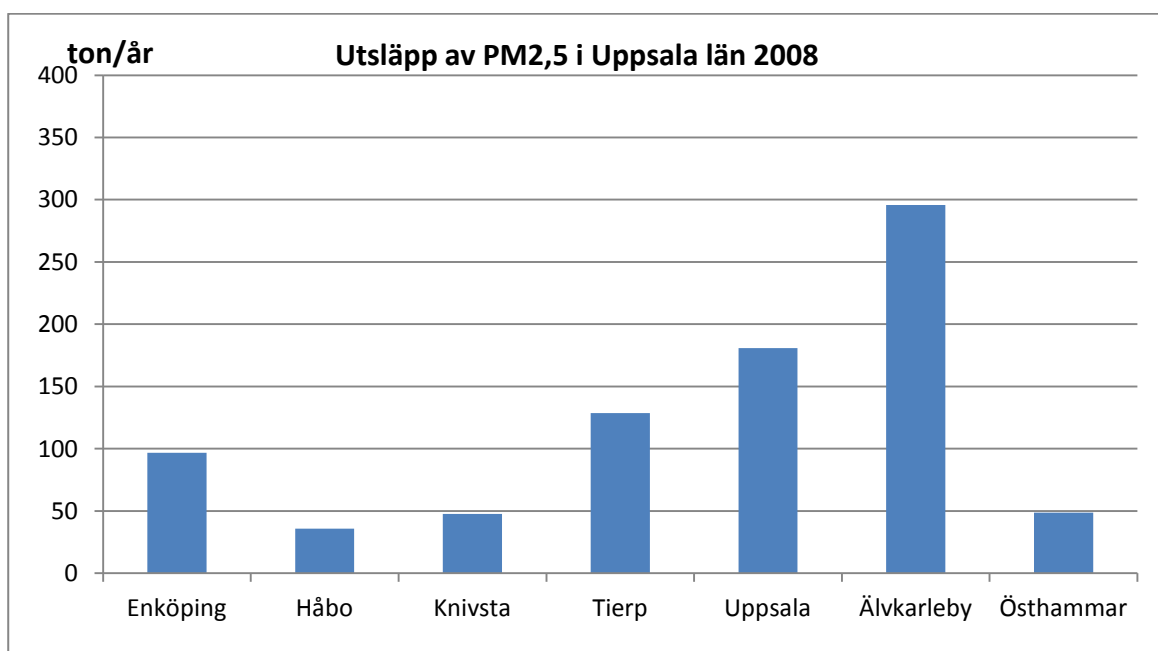


Diagram 5. Utsläppsfördelning av PM<sub>2,5</sub> i Uppsala län år 2008.

Diagram 6 visar kommunernas samlade utsläpp av PM2,5 i Uppsala län år 2008 inom sektorerna energiproduktion, industri, vägtrafik, arbetsmaskiner och vägtrafik. Anledningen till det höga utsläppet i Älvkarleby är utsläpp från Stora Cell AB.



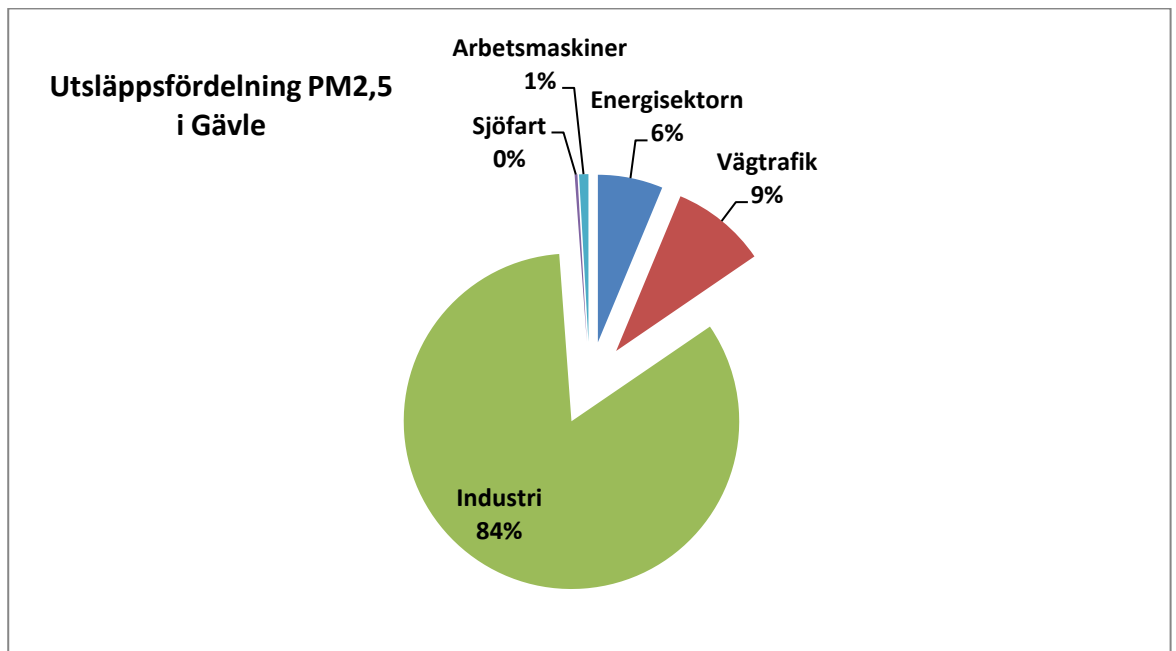
**Diagram 6.** Totala utsläpp av PM2,5 i kommunerna i Uppsala län 2008, ton/år

## Utsläppsfördelning av PM2,5 i Gävle

Emissionerna av PM2,5 i Gävle kommun 2008 domineras av utsläpp från industri och vägtrafik, tabell 4 och diagram 7. De största utsläppen i industrisektorn görs från Korsnäsverken som står för ca 65 % av utsläppen (603 ton/år) 2008. Av energisektorns utsläpp står hushållen för ca 60 %, (61 ton/år) 2008 där vedeldningen dominerar. Vedeldningen i kommunen har noga kartlagts i en omfattande inventering.

Sektor	PM2,5 ton/år 2008
Energiproduktion	70
Vägtrafik	102
Industri	930
Sjöfart	3
Arbetsmaskiner	10
<b>Summa</b>	<b>1115</b>

*Tabell 4. Utsläpp av PM2,5 i Gävle år 2008, ton/år*



*Diagram 7. Utsläppsfördelning av PM2,5 i Gävle år 2008*

## Utsläppsfördelning av PM2,5 i Sandviken

Emissionerna av PM2,5 i Sandviken är jämförelsevis små inom samtliga sektorer. Tabell 5 och diagram 8 visar fördelningen av PM2,5-utsläppen i Sandviken 2008.

Sektor	PM2,5 ton/år 2008
Energiproduktion	20
Vägtrafik	26
Industri	15
Arbetsmaskiner	5
<b>Summa</b>	<b>66</b>

Tabell 5. Utsläpp av PM2,5 i Sandviken år 2008, ton/år

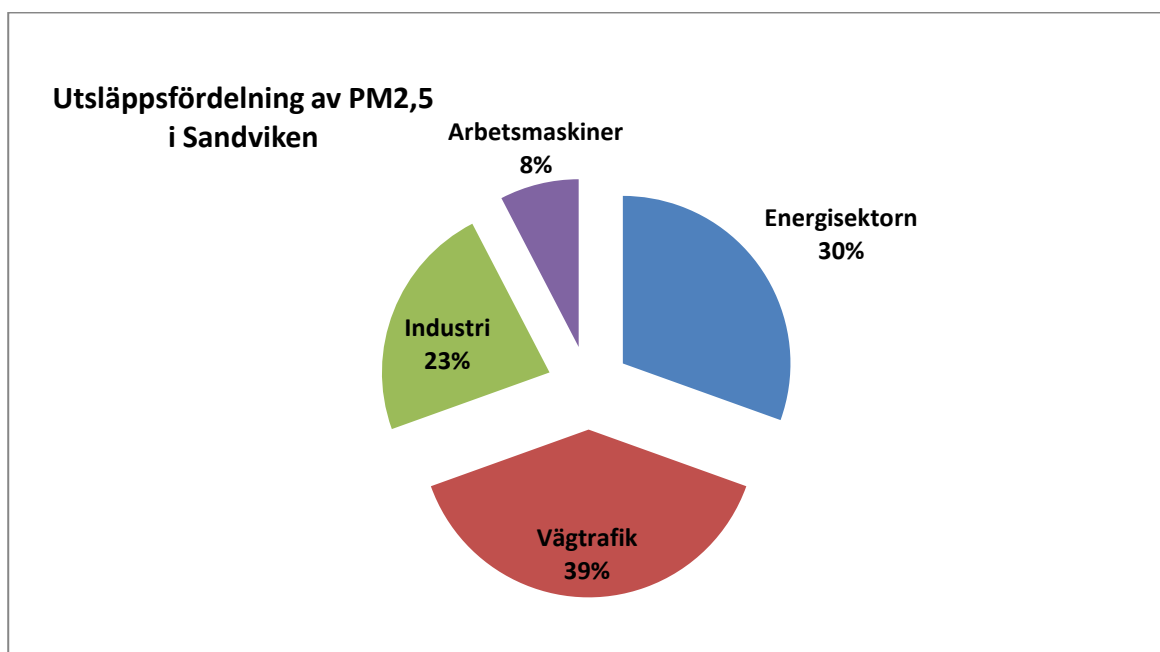


Diagram 8. Utsläppsfördelning av PM2,5 i Sandviken år 2008

## Mätningar av PM<sub>2,5</sub>

Mätningar av PM<sub>2,5</sub> har utförts med TEOM (Rupprecht & Pataschnik Co, Series 1400a) där mätprincipen är kontinuerlig vägning av filter vid ett konstant volymflöde. Luftintagen till instrumenten har varit försedda med provluftväxlare mellan fraktionerna PM<sub>10</sub>- och PM<sub>2,5</sub> enligt en princip framtagen av Referenslaboratoriet för tätortsluft vid Stockholms Universitet, figur 1.



*Figur 1. TEOM Rupprecht & Pataschnik Co, Series 1400a med provluftväxlare*

## Regional bakgrundshalt

Den regionala bakgrundshalten består till största delen av haltbidrag från källor utanför regionen. Haltbidraget är relativt stort och utgör en stor del av totalhalten även i starkt utsläppsbelastade områden.

### Norr Malma

Regional bakgrundshalt av PM<sub>2,5</sub> i Stockholms och Uppsala län har uppmätts vid Norr Malma, norr om Norrtälje i Roslagen, se mätplatsbeskrivning i bilaga 1. Mätningen vid Norr Malma är kontinuerlig och har pågått sedan 2006, diagram 9. Årsmedelhalten minskade med ca 40 % från 8 µg/m<sup>3</sup> år 2006 till 4,7 µg/m<sup>3</sup> år 2010. Den största minskningen gjordes mellan 2006 och 2007 då årsmedelhalten sjönk med ca 30 %. De fyra senaste åren har halterna varit relativt likartade med en svagt minskande trend. Årsmedelvärdet 2010 var 4,7 µg/m<sup>3</sup> och den nedre utvärderingströskeln, 12 µg/m<sup>3</sup>, klarades med god marginal.

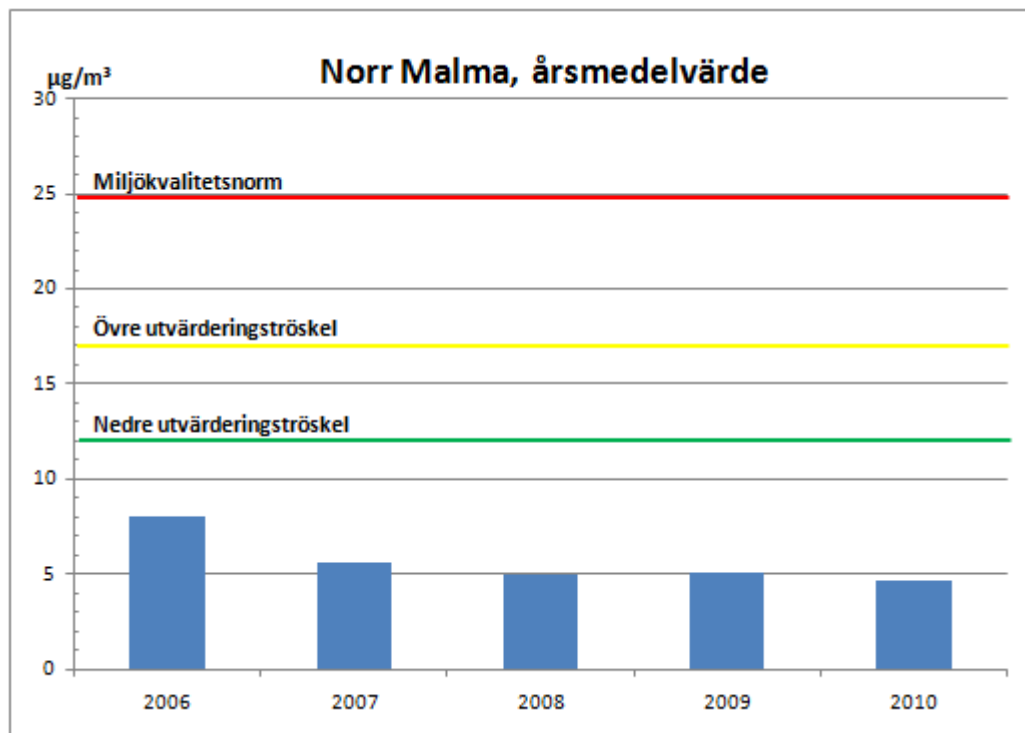


Diagram 9. Årsmedelvärden för PM<sub>2,5</sub> vid Norr Malma

## Urban bakgrundshalt

Urban bakgrundshalt finns på lågt utsläppsbelastade platser i tätorter t.ex. ovan taknivå, på innergårdar och längs gågator. I Stockholmsområdet utgör haltbidraget från intransport, d.v.s. den regionala bakgrundshalten ca 70 % av urbana bakgrundshalten och resterande del kommer från lokala utsläpp.

### *Torkel Knutssonsgatan, taknivå*

I Stockholms och Uppsala län mäts urban bakgrundshalt ovan taknivå vid Torkel Knutssonsgatan 20 på Södermalm i Stockholm sedan år 2002, se mätplatsbeskrivning i bilaga 1. Årsmedelhalten minskade med ca 30 % från 9,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2005 till 6,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  år 2010, diagram 10. Största minskningen, ca 25 %, gjordes från 2006 till 2007. Mellan 2007 och 2009 var trenden svagt minskande för att öka något år 2010. Årsmedelvärdet 2010 var 6,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och nedre utvärderingströskeln, 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , klarades med god marginal.

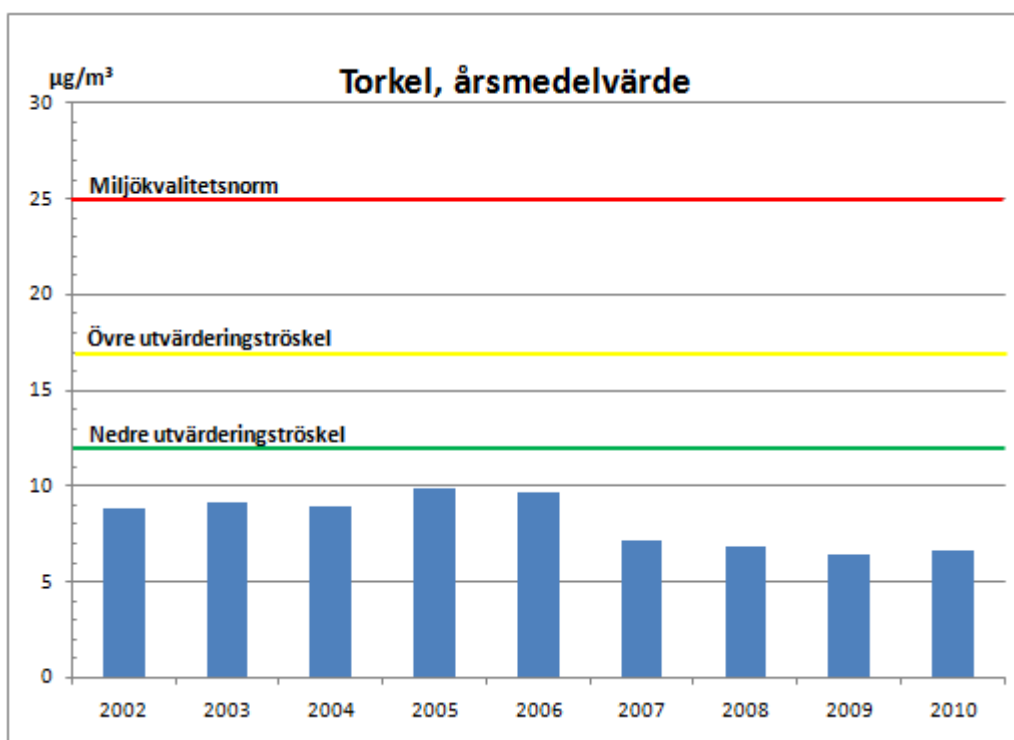


Diagram 10. Årsmedelvärden för PM<sub>2,5</sub> vid Torkel Knutssonsgatan 20, taknivå



## Mätning i trafikmiljö

De högsta halterna i trafikmiljö finns längs infartsleder i de större tätorterna och i hårt trafikbelastade gaturum. Även i de mest belastade trafikmiljöerna utgör bakgrundshalten en stor del av totalhalten. Vid Hornsgatan på Södermalm i Stockholm är det lokala haltbidraget från trafiken på Hornsgatan och övriga lokala källor ca 57 % av totalhalten i gatunivå och resterande del är urban bakgrundshalt. Vid Essingeleden på Lilla Essingen med det högsta trafikflödet i regionen, är haltbidraget av PM<sub>2,5</sub> från trafiken och övriga lokala källor ca 37 % av totalhalten och resterande del är urban bakgrundshalt.

### *Hornsgatan 108*

Mätningen vid Hornsgatan har pågått kontinuerligt sedan 2002, se mätplatsbeskrivning i bilaga 1. Årsmedelhalten minskade med ca 38 % från 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2003 till 11,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2007, diagram 11. Mellan 2007 till 2010 fanns ingen tydlig trend och halterna varierade mellan 10,5-11,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Årsmedelvärdet 2010 var 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och den nedre utvärderingströskeln klarades med knapp marginal. Mätplatsbeskrivningen framgår i bilaga 1.

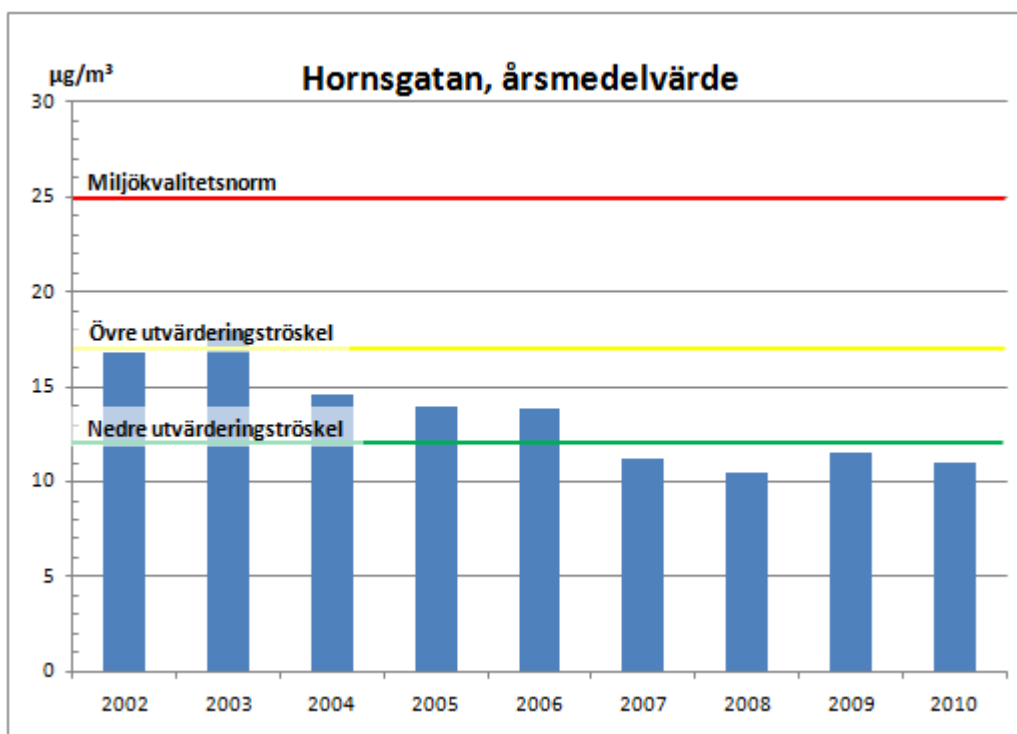
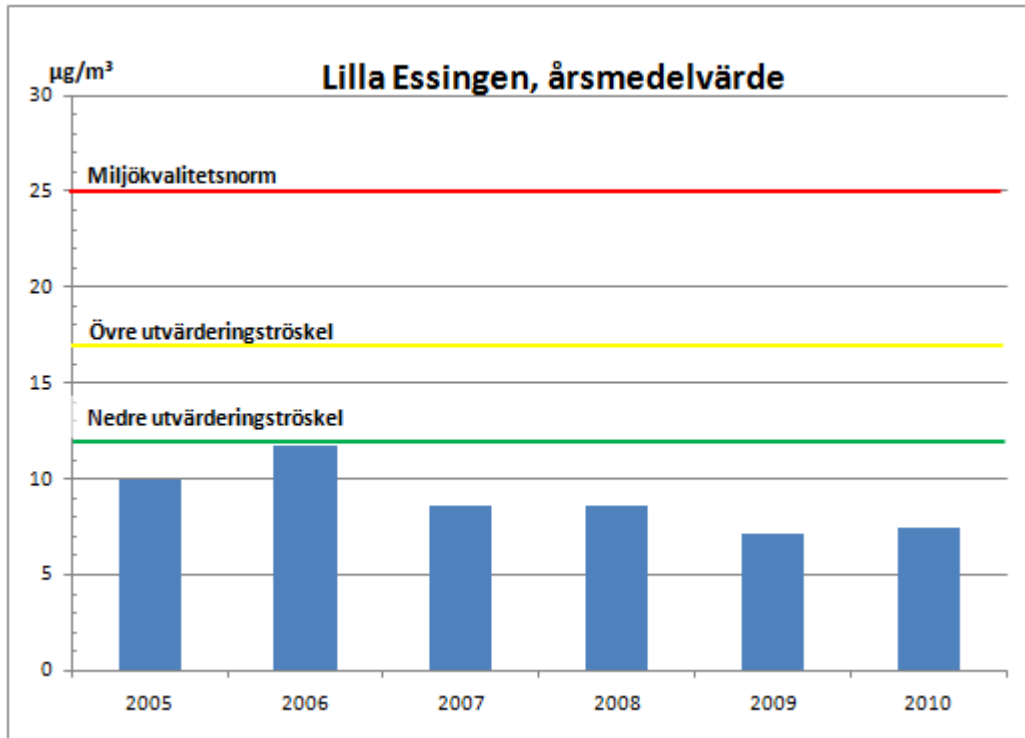


Diagram 11. Årsmedelvärden för PM<sub>2,5</sub> vid Hornsgatan 108

### ***Essingeleden, Lilla Essingen***

Mätningen vid Lilla Essingen startade 2005 och har pågått kontinuerligt till 2010, se mätplatsbeskrivning i bilaga 1. Årsmedelhalten minskade med ca 40 % från 11,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2006 till 7,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  2009. Från 2009 till 2010 ökade halten något från 7,1 till 7,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  och nedre utvärderingströskeln, 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , klarades med god marginal.



**Diagram 12.** Årsmedelvärden för PM<sub>2,5</sub> vid Essingeleden, Lilla Essingen

## Modellberäkningar av PM2,5

Modellberäkningar som ligger till grund för denna kartläggning av PM2,5 bygger på emissionsdata och spridningsberäkningar från en tidigare utförd kartläggning av PM10-halter i Stockholms och Uppsala län från år 2003. Förutsättningen med låga uppmätta halter av PM2,5 i förhållande till norm även vid de mest utsläppsbelastade platserna och en trend av minskande halter, har inte motiverat det omfattande arbete som nya beräkningar skulle innebära. För att förenkla metodiken men ändå uppnå ett kvalitativt godtagbart resultat har halterna av PM10 från 2003 räknats om till PM2,5 utifrån en linjär relation mellan andelen PM2,5 av PM10 som funktion av PM10 halten. Andelen PM2,5 av PM10 är störst i bakgrundsmiljö (låg PM10 halt) och minst i starkt utsläppsbelastade gaturum och vid genomfartsleder (hög PM10 halt). Diagram 13-16 visar relationen mellan PM2,5 och PM10 på olika utsläppsbelastade platser i länet. Haltberäkningarna av PM2,5 som presenteras i denna kartläggning utgår från ett linjärt samband mellan andelen PM2,5 och PM10 såsom beskrivs i bilaga 2.

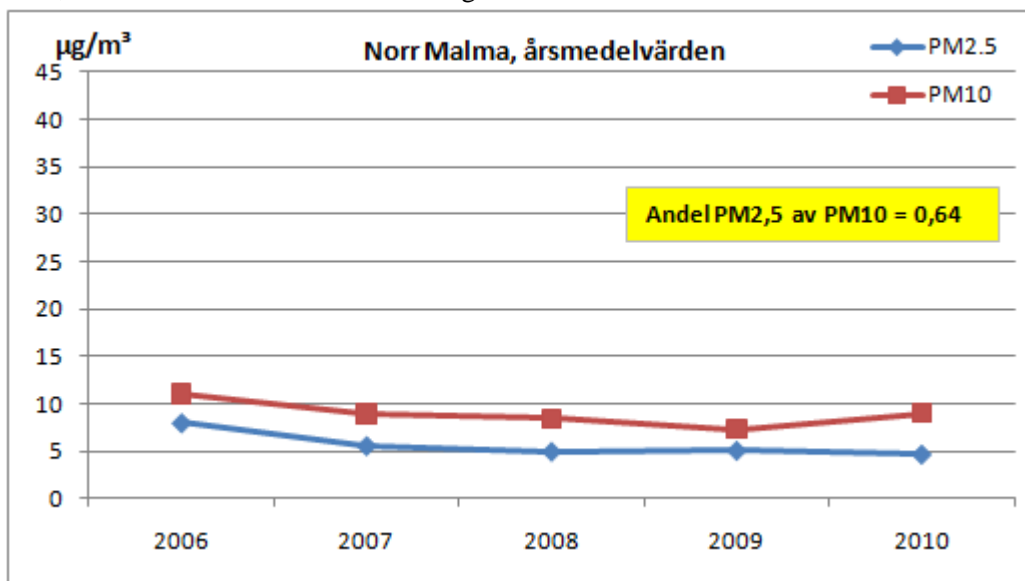


Diagram 13. Andelen PM2,5 av PM10 vid Norr Malma, regional bakgrundshalt

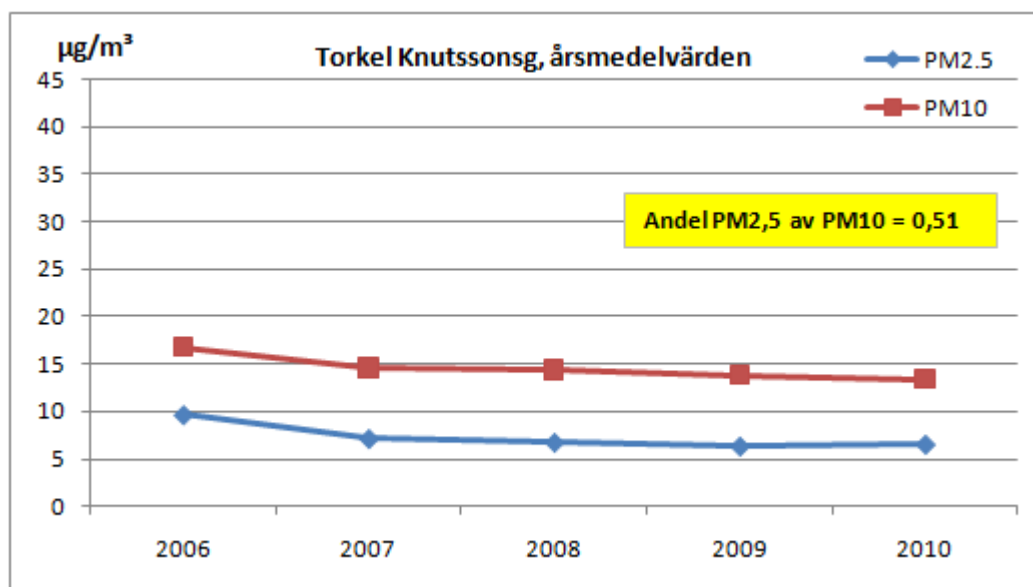
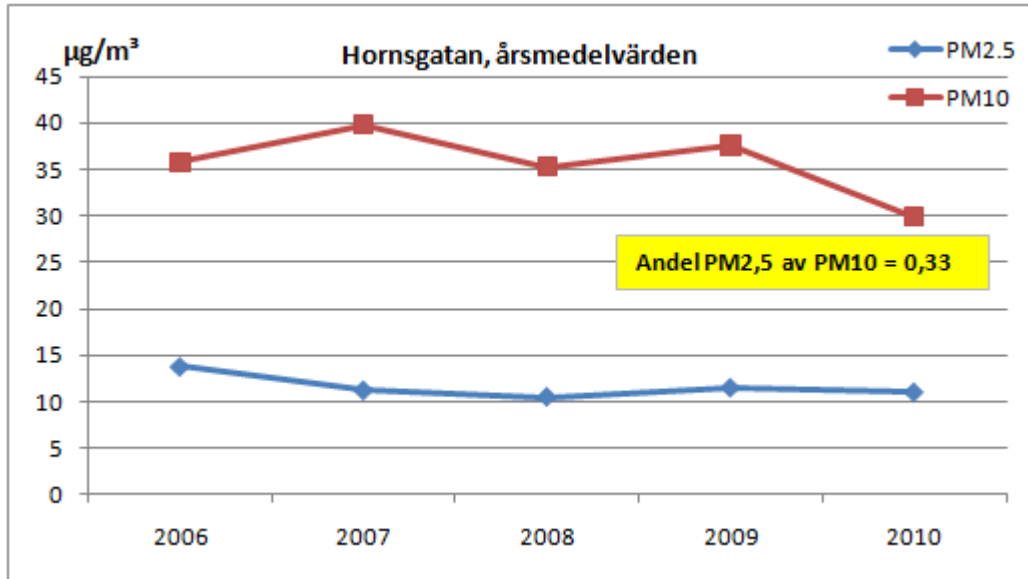
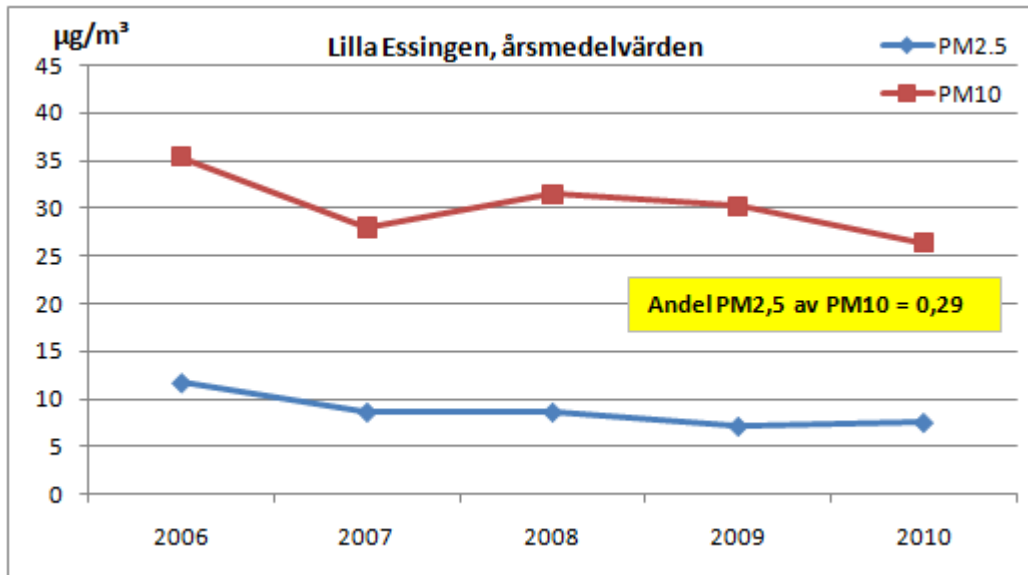


Diagram 14. Andelen PM2,5 av PM10 vid Torkel Knutssonsgatan taknivå, urban bakgrundshalt



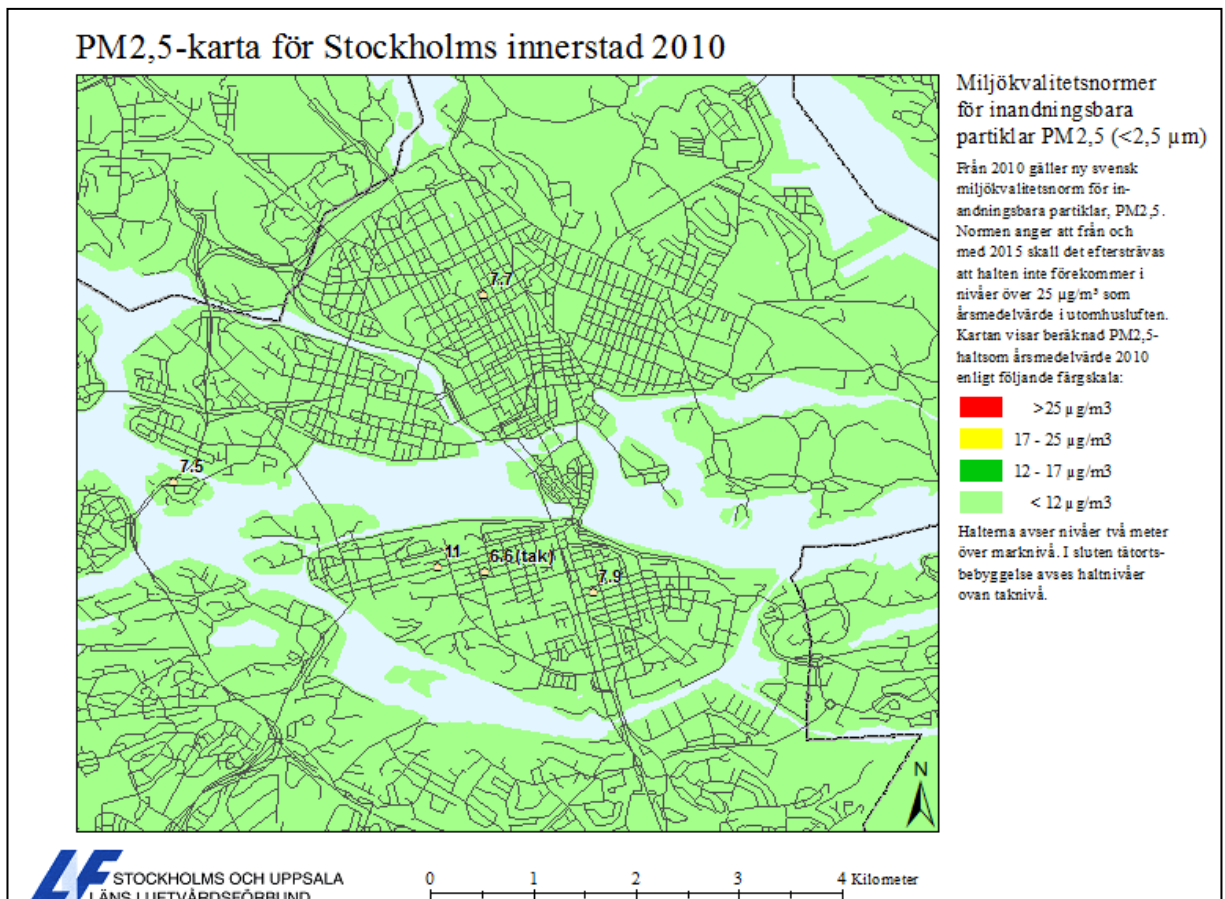
*Diagram 15. Andelen PM2,5 av PM10 vid Hornsgatan 108, Södermalm i Stockholm*



*Diagram 16. Andelen PM2,5 av PM10 vid Essingeleden, Lilla Essingen*

## Kartläggning av PM2,5

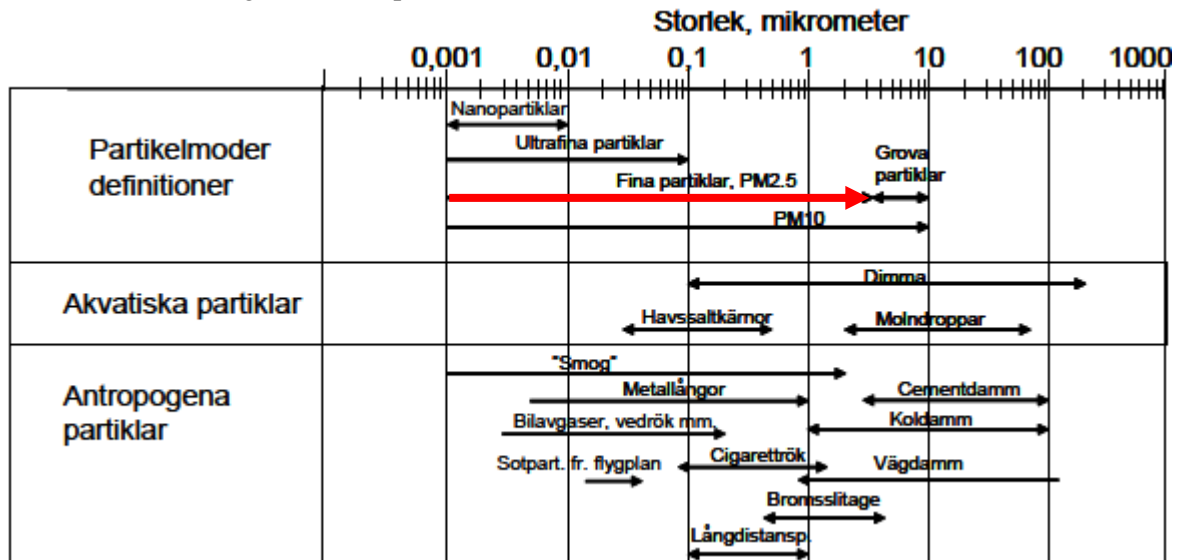
Kartläggningen av PM2,5 presenteras med kartor för varje kommun som är medlem i LVF i ABC-län och för Gävle och Sandviken samt för de större tätorterna i länen. Kartorna finns att hämta på Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbunds hemsida (<http://www.slb.nu/lvf>). Figur 13 visar beräknade halter av PM2,5 i Stockholms innerstad och uppmätta halter i trafikmiljö vid Hornsgatan, Sveavägen, Folkungagatan och Essingeleden samt i urban bakgrundsmiljö på Torkel Knutssonsgatan ovan taknivå.



**Figur 13.** Årsmedelhalter av PM2,5 µg/m<sup>3</sup> i Stockholms innerstad år 2010

## Hälsoeffekter

Olika typer av utsläpp ger upphov till partiklar av varierande storlek, från några enstaka nanometer till hundratals mikrometer. Vid förbränningsprocesser bildas främst ultrafina partiklar medan slitagepartiklar och vägdamm som båda delvis ingår i PM<sub>2,5</sub> har en större diameter. I Figur 14 visas en översikt av storleken på olika typer av partiklar där fraktionen PM<sub>2,5</sub> anges med röd pil [12].



Figur 14. Jämförelse mellan storleken av olika partiklar [12]

Epidemiologiska studier har visat att långtidsexponering för trafikrelaterade partikelutsläpp påverkar befolkningens hälsa i form av t.ex. förtida död i hjärt-kärlsjukdomar eller försämrad utveckling av lungfunktionen hos barn. Ingen studie har entydigt kunnat ange vilken partikelfraktion som orsakat effekterna även om de ultrafina avgaspartiklarna sannolikt är viktiga. Vägtrafiken står för det största bidraget till människors exponering för PM<sub>2,5</sub> inom Stockholm och Uppsala läns Luftvårdsförbunds verksamhetsområde. I flera studier i Stockholmsregionen har samband mellan långtidsexponering för trafikföroreningar och dödlighet i hjärt- kärlsjukdom och lungcancer kunnat påvisas. Studierna har dock inte kunnat påvisa vilken källa (dieselavgaser, bensinavgaser, vägs slitage) eller typ av partiklar som har störst hälsoeffekter vid långtidsexponering. En studie som inkluderade hela befolkningen i Storstockholm visade på signifikanta samband mellan antalet partiklar, som främst kommer från trafikavgaser, och påverkan på antal sjukhusinläggningar i hjärt-kärlsjukdom. Studier i andra länder har visat att hälsoeffekterna av luftföroreningar från huvudsak vedeldning är ungefär lika stora som hälsoeffekter av luftföroreningar från vägtrafik. Svenska studier har också påvisat hälsoeffekter av vedförbränning - både påverkan på dödlighet och sjukdomar. I Stockholmsregionen är vedförbränningens partikelutsläpp osäkra. Bedömningen är att denna källa endast ger ett litet bidrag till den totala befolkningens exponering. Studier på befolkningen i Stockholmsregionen bekräftar de internationella studierna att både kortvarigt förhöjd exponering och långvarig exponering för trafikrelaterade luftföroreningar medför ökad risk för sjukdomar och dödlighet relaterade till andningsorganen och hjärt- kärlsystemen. Mycket talar för att effekterna beror på partiklarna och att de är väsentligt olika beroende på vilken typ av partiklar som man exponeras för. Främst påverkas barn, äldre och redan sjuka [11].

## Referenser

1. Europarådets direktiv 96/62/EG om utvärdering och säkerställande av luftkvaliteten
2. Miljödepartementet 2008, Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (2008/50/EG).
3. Miljödepartementet 2010, SFS 2010:477 (Reviderad förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft SFS 2007:771).
4. Naturvårdsverket Januari 2011, Utgåva 1, Luftguiden-Handbok om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft.
5. LVF 2005:5 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län -Utsläppsdata 2003.
6. LVF 2006:9 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län -Utsläppsdata 2004.
7. LVF 2007:9 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun. Utsläppsdata 2005.
8. LVF 2008:5 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun. Utsläppsdata 2006.
9. LVF 2009:10 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun . Utsläppsdata 2007.
10. LVF 2010:12 Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun. Utsläppsdata 2008.
11. LVF 2007:14 Hälsoeffekter av partiklar. Tilläggsprogram 2006

# Bilaga 1: Mätplatsbeskrivning

**Hornsgatan 110, Stockholm:** Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida ([www.slb.nu/lvf](http://www.slb.nu/lvf)) under rubriken Luftkvalitet (Mätstationer)

**Lilla Essingen, Essingeleden, Stockholm:** Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida ([www.slb.nu/lvf](http://www.slb.nu/lvf)) under rubriken Luftkvalitet (Mätstationer)

**Torkel Knutssonsgatan, taknivå, Stockholm:** Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida ([www.slb.nu/lvf](http://www.slb.nu/lvf)) under rubriken Luftkvalitet (Mätstationer)

**Norr Malma, Norrtälje:** Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida ([www.slb.nu/lvf](http://www.slb.nu/lvf)) under rubriken Luftkvalitet (Mätstationer)



## Bilaga 2: Andel PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub>

Källorna till PM<sub>2,5</sub> är desamma som källorna till PM<sub>10</sub> där andelen PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub> varierar beroende på hur partiklarna bildats, se Tabell 1.

Förbränningspartiklar är generellt mindre än 2,5 µm och ingår därmed till 100 % i PM<sub>10</sub>-fraktionen. Vid mekaniska processer, såsom nötning, malning och krossning bildas ofta större partiklar än 2,5 µm i diameter. Trafikens utsläpp av slitagepartiklar uppkommer främst vid dubbdäcksslitage av vägbanan samt slitage av material i bromsar och däck. Även krossning och uppvirvling av sandningssand kan ge stora haltbidrag lokalt.

Sektor	Specifikation	Andel PM <sub>2,5</sub> (%)
Vägtrafik	Slitage av vägbanan på grund av dubbdäck	20-30 <sup>3</sup>
Vägtrafik	Avgaspartiklar	100
	Slitage av bromsar	40-54 <sup>2</sup>
	Slitage av däck	Litet bidrag <sup>2</sup>
Arbetsmaskiner	Avgaspartiklar	100
	Däck, bromsar <sup>1</sup>	Troligen försumbar källa
	Suspension av damm <sup>1</sup>	
Sjöfart (färjor, arbetsfartyg mm)	Förbränningspartiklar	100
	Suspenderade saltpartiklar <sup>1</sup>	Troligen försumbar källa
Energianläggningar/panncentraler	Förbränningspartiklar	100
Småskalig uppvärmning	Förbränningspartiklar	100
Industri	Förbränningspartiklar	100
	Processer <sup>1</sup>	Processberoende
Flyg	Förbränningspartiklar från både plan och markbunden trafik	100
	Slitagepartiklar (vägbana, däck, bromsar) <sup>1</sup>	Troligen litet lokalt bidrag

**Tabell 1.** Andel PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub> i de primära partikelutsläppen från olika sektorer.

<sup>1</sup> Ingår ej i Luftvårdsförbundets emissionsdatabas.

<sup>2</sup> Se Johansson et al. (2004), Bukowiecki et al. (2009)

<sup>3</sup> Se referenser och förklaring i texten.

Emissionsfaktorerna för PM<sub>10</sub> och till viss del också för PM<sub>2,5</sub> uppvisar en kraftig säsongvariation (Johansson et al., 2004). Andelen PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub> som utgörs av vägbaneslitage kan uppskattas med hjälp av käll- receptormodellering baserat på kemiska analyser av PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub>. I Stockholm genomfördes en serie provtagningar inom ramen för WEAREM-projektet som visar att emissionsfaktorn för PM<sub>2,5</sub> för vägbaneslitage var 25 % av PM<sub>10</sub> (Sjödén et al., 2010). Studier med provvägsmaskinen i Linköping inom ramen för WEARTOX projektet visade att andelen PM<sub>2,5</sub> av PM<sub>10</sub> beror på hastigheten och kan variera mellan 20 % och 30 % (Gustafsson et al., 2005). För bromsslitage är kunskapsunderlaget starkt begränsat. Uppskattningen som presenteras i tabell 1 bygger på underlag som presenteras i Johansson et al (2004). Sedan dess har ytterligare studier tillkommit, bl a av Bukowiecki et al. (2009), som styrker tidigare resultat. Likaså för däcksslitage finns väldigt lite information, men baserat på Bukowiecki et al. (2009) och resultaten från WEAREM (Sjödén et al., 2010) och NANOWEAR (Gustafsson et al., 2009), förefaller bidraget till PM<sub>10</sub> och PM<sub>2,5</sub> från däcksslitage vara mycket litet i förhållande till andra bidrag.

Som framgår av tabell 1 blir den totala emissionsfaktorn för PM2,5 mellan 64 och 85 mg/fkm, vilket motsvarar mellan 27 % och 37% av emissionerna av PM10.

	Emissionsfaktor PM10 (mg/fkm)	Andel PM2,5		Emissionsfaktor PM2,5 (mg/fkm)	
		Min	Max	Min	Max
Bromsslitage	8	40 %	54 %	4,3	3,2
Däck	4	10 %	10 %	0,4	0,4
Avgaser	20	100 %	100 %	20	20
Vägslitage	200	20 %	30 %	60	40
Summa	232			85	64
Andel PM2,5				37 %	27 %

**Tabell 1. Emissionsfaktor för PM2,5**

### **Uppskattning av emissionsfaktor för vägtrafik**

Den totala emissionsfaktorn för PM2,5 från vägtrafiken utgörs av summan av bidragen från avgaserna, väg-, broms och däckslitage. Relativa betydelsen av dessa olika delar beror på fordonssammansättningen, fordonshastigheterna, vägförhållandena, dubbdäcksanvändningen etc. Uppskattning av PM2,5 emissionerna kan göras med antaganden om andel PM2,5 av PM10 och emissionsfaktorer för PM10 eller genom att analysera mätdata. Båda ansatserna har prövats.

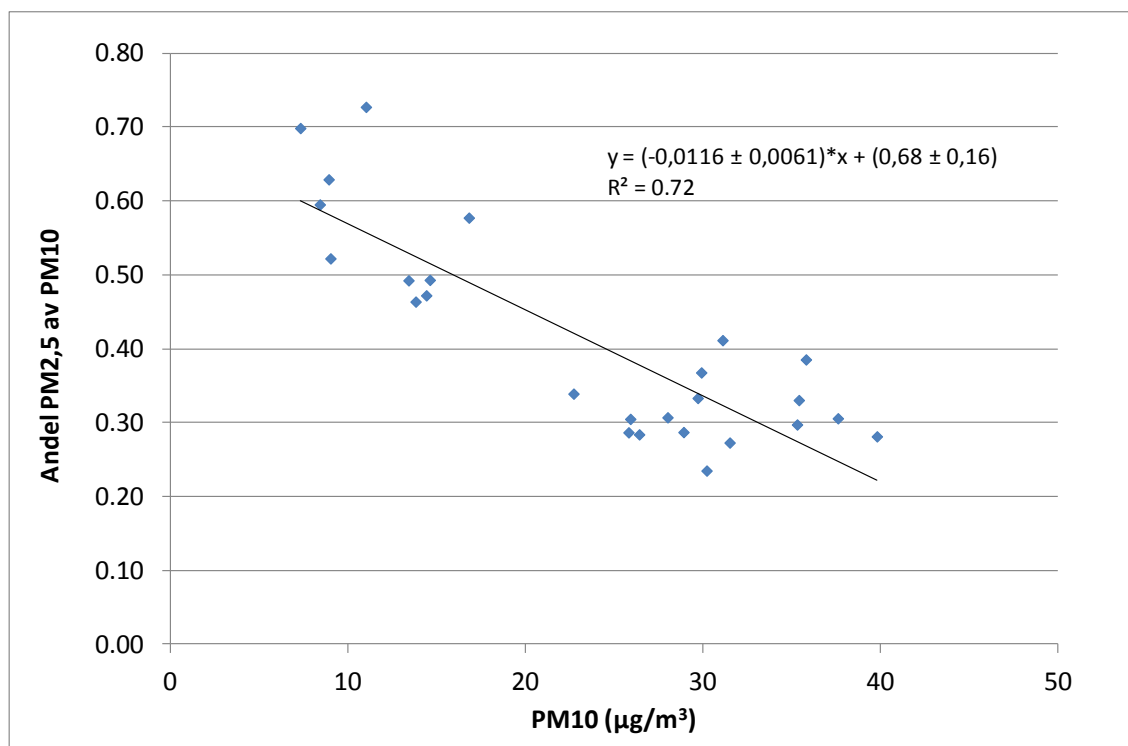
### **Andel PM2,5 av PM10 baserat på mätdata**

PM2,5 kartorna som presenteras på hemsidan har baserats på halterna av PM10 från kartläggningen som gjorts tidigare. Utifrån mätningarna under flera år vid gatustationer, urban bakgrund och på landsbygden erhålls ett samband mellan andelen PM2,5 av PM10 som funktion av PM10 halten.

	Hornsgatan		Lilla Essingen		Malma		Torkel		Folkungag		Sveavägen	
	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
<b>2006</b>	<b>13.8</b>	35.8	11.7	35.4	8	11	9.7	16.8			<b>12.8</b>	31.1
<b>2007</b>	11.2	39.8	8.6	28	5.6	8.9	7.2	14.6			9.9	29.7
<b>2008</b>	10.5	35.3	8.6	31.5	5	8.4	6.8	14.4			8.3	28.9
<b>2009</b>	11.5	37.6	7.1	30.2	5.1	7.3	6.4	13.8			7.4	25.8
<b>2010</b>	<b>11</b>	29.9	<b>7.5</b>	26.4	<b>4.7</b>	9	<b>6.6</b>	13.4	<b>7.9</b>	25.9	<b>7.7</b>	22.7

**Tabell 2. Samtidiga mätningar av PM10 och PM2,5**

Baserat på alla mätdata i tabell 2 erhålls ett samband mellan andelen PM2,5 av den totalt uppmätta PM10 halten. Sambandet används för att beräkna PM2,5-halter utifrån PM10-halter från tidigare kartläggning.



**Figur 1.** Andel PM2,5 av PM10 baserat på mätningar som redovisas i tabell 2

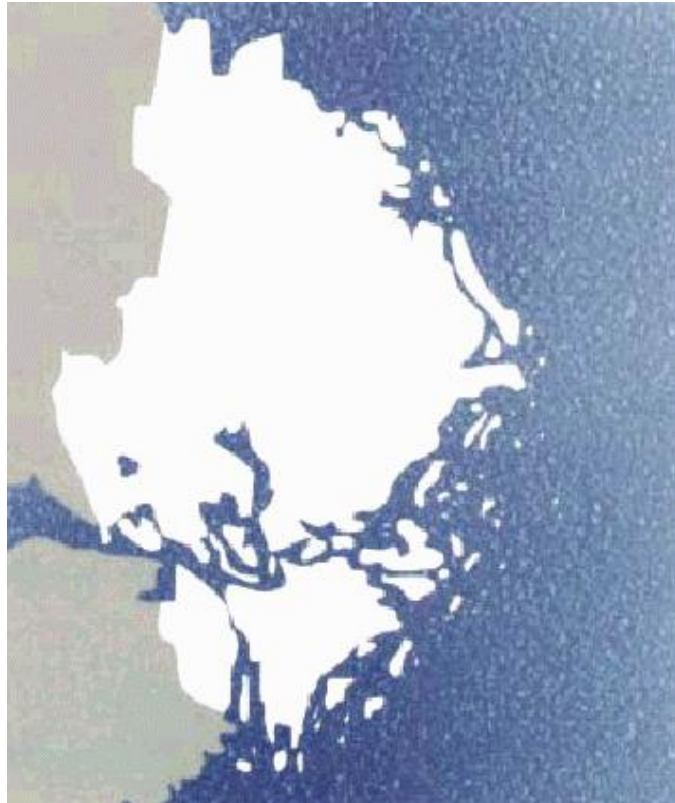
### **Referenser (Bilaga 2)**

Johansson, C., Norman, M., Omstedt, G., Swietlicki, E., 2004. Partiklar i stadsmiljö – källor, halter och olika åtgärders effekt på halterna mätt som PM10. SLB analys rapport nr. 4:2004. Miljöförvaltningen, Box 38 024, 10064 Stockholm.

Sjödín, Å., Ferm, M., Björk, A., Rahmberg, M., Gudmundsson, A., Swietlicki, E., Johansson, C., Gustafsson, M., Blomqvist, G. WEAREM Wear particles from road traffic - a field, laboratory and modeling study. 2009 report No:IVL Report B1830.

Gustafsson et al., 2005 Inandningsbara partiklar från interaktion mellan däck, vägbanan och friktionsmaterial. Slutrapportering av WearTox-projektet. VTI rapport 520.

Bukowiecki, N., Lienemann, P., Hill, M., Furger, M., Richard, A., Amato, F., Prévôt, A. S. H., Baltensperger, U., Buchmann, B., and Gehrig, R. (2010) PM10 emission factors for non-exhaust particles generated by road traffic in an urban street canyon and along a freeway in Switzerland, Atmospheric Environment 44, 2330–2340.



Stockholms- och Uppsala Läns Luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 31 kommuner, länens två landsting samt ett antal företag och statliga verk. Samarbete sker med länsstyrelserna i de två länen. Målet med verksamheten är att samordna arbetet vad gäller luftmiljö i länen med hjälp av ett system för luftmiljöövervakning, bestående av bl a mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



**POSTADDRESS:**  
Göta Ark 190, 118 72 Stockholm  
**BESÖKSADDRESS:**  
Medborgarplatsen 25, 1 tr.  
**TEL. 08 – 615 94 00**  
**FAX 08 – 615 94 94**  
**INTERNET [www.slb.nu/lvf](http://www.slb.nu/lvf)**