

I Stockholm görs regelbundet mycket avancerade mätningar av partiklar i luften. Genom att kombinera löpande miljöövervakning med tillfälliga mätexperiment får forskarna en allt klarare bild av storstadsluftens komplexa partikelcocktail.

Landets ledande partikelforskare är eniga: En minskad användning av dubbdäck är den bästa metoden för att snabbt få ned de hälsovådligt höga partikelhalter som förekommer vid starkt trafikerade gator i Stockholm och andra städer.

Men hur har forskarna burit sig åt för att komma fram till den rekommendationen? Jo, genom att utnyttja sofistikerad mätteknik tillsammans med en alltmer förfinad metodik.

Skillnad på smått och smått

I en enda kubikcentimeter luft vid kanten av en vältrafikerad stadsgata kan det finnas tiotusentals partiklar.

De allra flesta är oerhört små och kommer från bilarnas avgaser och från förbränningsanläggningar i när och fjärran. Men samma kubikcentimeter luft innehåller också några några tjugotal tal partiklar som är flera hundra gånger större än de små. Dessa partiklar kommer från slitage av olika slag – från vägbanan och från bilarnas däck och bromsar.

När partikelhalten i luften ska mätas adderas vikten av samtliga partiklar. De många, mycket små och lätta, läggs samman med dem som är stora och tunga, men relativt få. Det är ett enkelt, men precist sätt att mäta.

PM10 kallas det vanligaste partikelmåttet. Det innebär att alla partiklar som är mindre än 10 mikrometer (en hundradels millimeter) ingår i mätningen. Halten anges som mikrogram per kubikmeter luft.

Olika partikelmått

För att få ett kompletterande mått på luftens partikelhalt, som i högre grad tar hänsyn till de mindre partiklarna, mäter man även halten av PM_{2,5} – det vill säga vikten av alla partiklar som är mindre än 2,5 mikrometer i diameter. Det här måttet sällar bort de flesta slitagepartiklarna, men inte alla.

I Stockholm mäts halterna av PM10 och PM_{2,5} kontinuerligt i gatunivå på Hornsgatan, Sveavägen och Norrlandsgatan. Kontinuerliga mätningar görs även utanför innerstaden, t.ex. längs Essingeleden och i andra städer som Uppsala, Göteborg med flera.

På flera ställen i främst Stockholm finns också mätstationer uppe på hustaken. Där mäts den urbana bakgrundshalten av partiklar och andra ämnen.

Vid några av dessa mätstationer i Stockholm undersöks dessutom förekomsten av PM_{0,1} – sådana partiklar som är mindre än 100 nanometer stora.

Dessa så kallade ultrafina partiklar har så liten massa att det är svårt att väga dem. Däremot finns det instrument som kan räkna dem. Halten av PM_{0,1} redovisas därför som antal partiklar per kubikcentimeter luft.

Uteslutningsmetoden räcker långt

Genom att väga och räkna får forskarna en bild av den totala halten av partiklar och en viss uppfattning av deras storleksfördelning. Men dessa mätningar säger inte särskilt mycket om vad partiklarna består av och hur de bildas.

Idealet vore att placera ut ett stort antal mätapparater som kontinuerligt räknade, mätte, vägde och analyserade det kemiska innehållet i samtliga luftpartiklar – men sådana instrument existerar inte.

Ändå går det att komma ganska långt med hjälp av de konventionella mätningarna – i kombination med erfarenhet och uteslutningsmetoden.

Så här kan det gå till:

Antag att en förhöjd partikelhalt samtidigt registreras vid mätstationer inne i centrala Stockholm och vid de bakgrundsstationer som finns på landsbygden utanför staden.

Då handlar det med stor sannolikhet om långväga partiklar som kommer med vindarna, ofta från länder på andra sidan Östersjön.

Kurvor följs åt

Om stationerna utanför staden däremot inte registrerar någon förhöjd halt, samtidigt som den stiger i innerstaden, så finns det två huvudsakliga alternativ: Antingen en kraftig ökning av lokalt producerade avgaspartiklar, från biltrafik eller annan förbränning. Eller en ökning av slitagepartiklarna.

Handlar det om avgaspartiklar kommer andra mätinstrument att samtidigt registrera en förhöjd halt av kväveoxider – erfarenheten visar nämligen att dessa kurvor alltid följs åt. Stiger däremot PM10-halten utan att kväveoxiderna ökar kan man sluta sig till att det rör sig om lokalt producerade slitagepartiklar. Ännu tydligare framstår detta om de ultrafina PM_{0,1} håller sig på oförändrad nivå.

De senaste årens mätningar visar tydligt att det just är slitagepartiklarna som i de allra flesta fall ligger bakom de mycket höga PM10-halterna som drabbar centrala Stockholm och andra större svenska städer, framför allt under senvinter och vår. Även längs hårt trafikerade vägar utanför stadskärnorna kan liknande partikeltoppar registreras.

Kemisk analys avslöjar vägdammet

Att flertalet av dessa slitagepartiklar kommer just från vägbanan har visats i kompletterande mätningar, som analyserar deras innehåll. Till skillnad från den kommunala luftövervakningen genomförs sådana mätningar inte kontinuerligt, utan ingår i tidsbegränsade forskningsprojekt.

Forskarna låter då stadsluften passera genom olika filter, som fångar upp partiklarna allt efter deras storlek. Sedan undersöks partiklarnas kemiska sammansättning.

Analyserna har visat att en stor del av de grövre partiklarna inom PM10-fraktionen består av precis samma mineraler som de stenmaterial som ingår i olika slags asfalt.

Men analyserna har också hittat en del slitagepartiklar från bilarnas bromsbelägg och från däcken.

Att mera exakt ta reda på fördelningen mellan slitagepartiklar av olika ursprung är en av forskningens viktigaste uppgifter för närvarande.

Inget enkelt samband

Även om det alltså är klarlagt att vägtrafiken skapar partiklarna från vägslitage så råder det inget rakt och enkelt samband mellan trafikmängd och partikelhalt.

Vägbanans material och förekomsten av sand och grus på vägen har betydelse, likaså rådande temperatur och fuktighet. Fordonens hastighet och vikt spelar också in. Men den kanske viktigaste parametern är vilka däck som används.

Tester i laboratorium, i en så kallad vägprovningssmaskin, har visat att dubbade däck kan ge upphov till upp till 40 gånger mer slitagepartiklar än dubbfria vinterdäck, även kända som friktionsdäck. I vissa fall ännu mer.

I verklig gatumiljö är skillnaden mellan dubbat och odubbat inte lika stor. Det har forskarna upptäckt genom mobila partikelmätningar:

En skåpbil med mätutrustning registrerar då partikelmassa och storleksfördelning i luftprover som tas in framför bilen samt strax bakom framhjulen. Dessa mätningar visade att dubbdäck orsakade mellan två och sex gånger högre partikelhalter än friktionsdäck.

Fukten binder partiklarna

En orsak till de olika resultaten från dessa båda mätmetoder är att det kan gå dagar, veckor och till och med månader från det att en partikel skapas tills den släpps fri och blir en partikel i luften.

Det beror på att våta vägbanor binder partiklarna. Under vinterns snöande och slaskande ackumuleras således slitagepartiklarna på gatorna. Först när vårsolen torkar upp asfalten sprids de i luften genom att virvlas upp av bilarnas däck – och det sker vare sig dessa är dubbade eller dubbfria.

Det innebär att de partiklar som registreras vid de mobila mätningarna bara delvis består av "nygenererade" partiklar. En hel del utgörs i själva verket av "lagrade" partiklar, som virvlas upp först när de meteorologiska förutsättningarna blir de rätta. De mobila mätningarna underskattar alltså skillnaden mellan dubbat och odubbat.

Inte nog med att fuktig väderlek binder partiklar till vägbanan – forskningsresultaten tyder även på att produktionen av slitagepartiklar blir större med våt vägbanan än med torr.

Orsaken tycks vara att vätan även binder sand och smuts på vägbanan, material som medverkar till ökad partikelproduktion genom att malas sönder av bildäcken, framför allt av dubbade vinterdäck. Natursand innehåller dessutom en del PM10-partiklar i sig.

Långt över gränsvärdet

Tidsfördröjningen mellan produktion och emission av slitagepartiklar från vägbanan är en viktig förklaring till de extremt höga partikelhalter som brukar kunna mätas upp i Stockholms luft vissa dagar, företrädesvis i mars och april.

På exempelvis Hornsgatan kan dygnsmedelvärdet av PM10 vid sådana tillfällen uppgå till närmare fem gånger det gränsvärde på 50 mikrogram/kubikmeter som anges i miljökvalitetsnormen. Gränsvärdet får överskridas högst 35 dygn per år, men i praktiken överskrids värdet betydligt fler dygn.

Även mätningar av PM10-halter i vägtunneln Södra Länken pekar tydligt ut dubbdäcken som huvudorsak till de höga partikelhalterna.

Samma slutsats dras av jämförelser av luften i olika europeiska storstäder, när det gäller relationen mellan PM10 och kväveoxider. Här utmärker sig Stockholm och Helsingfors genom mycket högre partikelhalter jämfört med städer där dubbdäck inte är tillåtna.