

Populärvetenskaplig sammanfattning

I Sverige så är antalet aerosolpartiklar i luften oftast runt 500-10 000 per kubikcentimeter. En kubikcentimeter är ungefär lika stort som en sockerbit, eller en speltärning. Det betyder att du i varje andetag andas in mer än en miljon partiklar. Detta kan nästan uppfattas som en överklig siffra. Vi märker ju ingenting? Om vi då istället befinner oss i en förorenad storstad så kan vi räkna med minst tio gånger så många partiklar i varje andetag! Partiklarna som håller sig 'svävande' i luften utan att falla ner till marken, så att vi kan andas in dem, är nämligen mycket små. Upp till tiotals mikrometer (miljondels meter) i diameter är de aerosolpartiklar som finns i atmosfären och i inomhusluften. Så mängden partiklar i en kubikmeter luft motsvarar alltså en massa på några få, upp till några hundra, mikrogram.

Trots att vi för det mesta inte märker partiklar i luften, så påverkar de oss och vår omgivning. I varje andetag fastnar en andel av partiklarna i luftvägarna och kan orsaka hälsoproblem. Runt 790 000 människor dör i förtid i Europa varje år till följd av sjukdomar orsakade av luftföroreningar. Två av tre personer i EU bor i städer som överskrider världshälsoorganisationen WHO:s riktlinjer för luftkvalitet. Partiklarna påverkar även jordens klimat genom att växelverka med solljuset och genom att bilda moln. Förenklat kan man säga att vissa partiklar bidrar till att sprida tillbaka solljuset ut från jorden, som en spegel, medan andra bidrar genom att absorbera ljuset och värma atmosfären. Partiklar kan alltså både ha en kylande och en värmande effekt på klimatet beroende på deras kemiska och fysiska egenskaper. Enligt FN:s klimatpanel, IPCC, så är klimateffekter från aerosoler och moln det som vi är mest osäkra kring, jämfört med till exempel effekter från växthusgasen koldioxid. Därför är det viktigt att förstå partiklars olika egenskaper, eftersom dessa i sin tur styr hur hälsa och klimat påverkas.

Av samma anledning som små partiklar är svåra för oss att upptäcka med blotta ögat, så krävs det också speciella metoder för att studera dem. Det blir inte enklare av att atmosfären består av partiklar från massvis av olika källor, som blandas och sedan transporteras med vädersystem runt jorden. På vägen så kommer partiklarnas egenskaper att ändras genom processer i atmosfären. För att förstå partiklarnas kemiska innehåll mäter man med flera olika instrument, deras diameter mäts med ytterligare andra instrument, och så vidare. Därför har vi använt flera olika mätmetoder i studier

av atmosfärspartiklar, som kompletterar varandra för att ge en så omfattande bild som möjligt av vilka partiklar människan släpper ut, deras form, kemi, koncentration, och ursprung.

Partiklarna som främst studeras och beskrivs i denna avhandling kommer från olika typer av förbränning. Utsläppen har orsakats av mänsklig aktivitet, såsom uppvärmning, transport och energianvändning. Två studier har gjorts på utsläpp från skeppstrafik, en studie har gjorts på trafikutsläpp i Malmö och partiklar på landsbygden i Skåne, och en studie har gjorts på olika organiska partiklar och sotkällor som transporteras till landsbygden i Polen.

I den första artikeln (Paper I), så beskrivs hur vi mätte utsläpp av sot från skepp i inloppet till Göteborgs Hamn. Målet med studien var att mäta sot under två perioder, före respektive efter att svavelhalten i bränsle begränsades i januari 2015. Genom att mäta både sot och koldioxid i realtid med hög tidsupplösning, så kunde vi urskilja enskilda avgasplymer från skeppen. Från dessa plymer kunde vi räkna ut hur mycket sot per enhet bränsle som varje skepp släpper ut (skeppets sotemissionsfaktor). Det vi såg från observationer av 346 skeppsplymer var att medelemissionsfaktorn minskade med 29 %. Exakt varför sotet minskar när svavelhalten i bränslet minskar vet vi inte säkert, men det beror troligtvis på en generell övergång till andra typer av renare bränslen, med högre kvalitet än tidigare typiska skeppsbränslen. En annan slutsats var att de flesta skepp hade en relativt låg emissionsfaktor, medan några få hade markant större utsläpp. De 10 % av skeppen som hade högst emissionsfaktorer bidrog till runt 37 % av sotet.

I den andra och tredje artikeln (Paper II och III), beskrivs hur vi mätte aerosoler från skepp vid kusten, i Falsterbo i Skåne. Till skillnad från artikel I som handlade om skeppsutsläppens egenskaper, så ville vi med denna studie mäta hur skeppstrafiken påverkade de faktiska halterna som människor som bor nära kusten påverkas av. I detta fall var skeppen längre bort (mellan 7 och 20 km) från mätutrustningen än i Göteborgs Hamn (runt 500 m). Detta gjorde det svårare att urskilja enskilda plymer för vissa ämnen, t.ex. koldioxid. Partikelantalshalten var den variabel som tydligast visade på skeppsplymer, och korrelerade väl med förutspådda plympassager som fås fram med hjälp av skeppspositions- och vinddata. För att beräkna bidraget av ämnen som inte ökade synligt i koncentration vid passage av en skeppsplym, så togs en metod fram för att plocka ut tidsperioder med, respektive utan, skeppspåverkan. Skillnaden mellan dessa användes för att uppskatta individuella skepps bidrag till bland annat lokala sotonivåer. Under våra mätningar 2016, så bidrog skeppstråket utanför Falsterbo (där en stor del av skeppsflottan som åker genom Öresund in till Östersjön passerar) med en ökning på 10-18 % av antalet partiklar, samt ungefär 1 % av totala partikelmassan (partiklar mindre än 0,5 mikrometer) och 2 % av sotmassan. Skeppstråket utanför

Falsterbo bidrar alltså inte till en stor andel av partikelmassan i luften. Främst beror detta på att de uppmätta partiklarna är mycket små, dvs många till antalet men liten massa. Om dessa partiklar växer under transport längre inåt land så kan bidraget bli större. Samt, i denna studie undersöks ett enskilt skeppsstråk. Den totala luftföroreningen från skepp är större på grund av utsläpp från skepp på andra platser. I skeppspolymer med relativt höga koncentrationer, så bestod de till största del av svavelhaltiga och organiska ämnen. Resultaten som presenteras i denna avhandling bidrar till den större vetenskapliga förståelsen av skeppsutsläpp på olika sätt. Dels, så får vi från dessa observationer bättre mätdata på hur stora partikelutsläppen är i denna typ av miljö, vilket inte har varit känt innan men är relevant för både miljö och hälsoeffekter. Dels, kan mätresultaten användas för att jämföra med och bekräfta resultaten från modellberäkningar av skeppsutsläpp i Östersjöområdet.

Trafik är en stor källa till luftföroreningar, både globalt och med lokal påverkan för de människor som bor och befinner sig i städer. I den fjärde artikeln (Paper IV) så ges en detaljerad beskrivning av trafikutsläppens egenskaper i stad och på landsbygd. I detta fall, så gjordes mätningar på två platser, i Malmö och i en skog på Skånes landsbygd, med runt 60 km avstånd mellan. Under rätt meteorologiska förutsättningar gick det att studera partiklarna från Malmös kemiska och fysiska egenskaper då de nådde fram till landsbygdsmätningarna. Massan av sot i luften var ungefär dubbelt så hög i staden som på landsbygden, och antalet sotpartiklar var upp till fyra gånger högre i stadsmiljön under rusningstrafik. En slutsats är att även om närliggande städer påverkar luftmiljön på den svenska landsbygden, så har transport av luftföroreningar från övriga Europa störst påverkan.

I den femte artikeln (Paper V) så mätte vi sot, och dess absorption av ljus vid olika våglängder. Våglängdsberoendet kan kopplas till olika sotegenskaper, vilket i sin tur kan kopplas till olika sotkällor och källor av organiska partiklar. Främst kan man skilja på sot från fossila trafikällor (t.ex. diesel), och sot från förbränning av biomassa (t.ex. ved) och koleldning i hushåll. Från filterprover som samlades in under vintertid, och analyserades i Polen, så kunde markörer för förbränning av biomassa identifieras och kvantifieras. I kombination med ljusabsorption kunde därmed tre olika källor för sot och organiska partiklar separeras; trafik (38 %), biomassa (21 %) och kol (41 %). I denna del av Europa kommer alltså den största delen av dessa partiklar från hushållselldning av kol och biomassa, som används till matlagning och uppvärmning av bostäder.

Problem med luftföroreningar återstår. Och eftersom de kan transporteras mellan länder och från skepp långt ute på haven, så krävs internationella samarbeten för att minska utsläppen. Detta är en stor utmaning, men vi kan också se tillbaka på framgångsrika samarbeten kring att skydda människa och miljö. Ett exempel är

förbudet av ozonnedbrytande freoner, som gjort att ozonhålet över Antarktis återhämtar sig, samt krafttag mot svavelutsläpp som gör att orden 'surt regn' inte längre toppar rubriker om miljöproblem. I tider av oro, med politisk instabilitet, hot mot mänskliga rättigheter och dramatiska effekter av klimatförändringar såsom extremväder, översvämningar och skogsbränder, så är det inte så konstigt att mer osynliga och långsamt smygande faror, såsom miljöeffekter av luftburna partiklar, inte alltid prioriteras högt. Men likväl finns de där. Och trots att det finns många hål att laga i den läckande båten *SS Männskligheten*, så har flera redan täppts igen. Och om vi, med olika expertis och resurser, hjälps åt med att täppa, ösa, och styra båten, så kommer vi nog kunna segla med full fart in i en ljusare framtid. Skepp-o-hoj!