

Partiklar i atmosfären påverkar klimatet

KLIMAT I FOKUS | Nr 03 • 2013 | LUNDS UNIVERSITET



Partiklar i atmosfären påverkar klimatet

ERIK SWIETLICKI, FYSISKA INSTITUTIONEN, LUNDS UNIVERSITET

Partiklar i atmosfären – aerosoler – har en avkylande effekt på jordens klimat. Aerosolernas sammanlagda effekt bedöms i IPCCs femte stora rapport, AR5, som något mindre än vad som rapporterades i 2007 i AR4. Partiklars avkylande effekt har troligen i viss mån motverkat växthusgasutsläppens uppvärmande påverkan. Vi kan dock inte förlita oss på sådan draghjälp i klimatarbetet. Internationella överenskommelser om utsläpps begränsningar för koldioxiden är helt avgörande för att förhindra allt större klimatförändringar under de kommande årtiondena. Utöver att det finns många osäkerheter kring aerosolernas klimatpåverkan, har de allvarliga hälsoeffekter och behöver rimligen åtgärdas på grund av det. Åtgärdsstrategier för att minska sotutsläppen kan ge parallella positiva effekter både på klimatet och på människors hälsa.

Klimatförändringar drivs av störningar i jordens strålningsbalans, det vill säga skillnaden mellan inkommande solstrålning och utgående värmestrålning (mätt i watt per kvadratmeter, $W m^{-2}$). Förändringar i atmosfärens sammansättning påverkar strålningsbalansen, vilket i sin tur resulterar i temperaturförändringar och påföljande andra förändringar i klimatsystemet¹.

Aerosoler i atmosfären har en avkylande inverkan på jordens klimat

Aerosolerna inverkar på strålningsbalansen på två sätt: dels med en effekt som beror av aerosolernas förmåga att absorbera respektive reflektera strålning², och dels med en effekt som beror på aerosolernas inverkan på molnbildningen³. Aerosolernas totala, kylande, inverkan på jordens strålningsbalans bedöms i AR5 uppgå till $-0,9 W m^{-2}$, vilket är något mindre än i AR4 ($-1,2 W m^{-2}$). Minskningen beror inte i första hand på att partikelhalterna minskat – vilket förvisso är fallet i Europa men inte i Asien – utan främst på att kunskapsläget nu är bättre.

Osäkerhetsintervallet för aerosolernas avkylande effekt är fortfarande stort ($-1,9$ till $-0,1 W m^{-2}$), även om denna uppskattning ändå är något mer säker i AR5 jämfört med AR4. Bedömningen bygger på en sammanvägning av nya resultat från modeller och observationer, vilka båda har förbättrats sedan AR4. Den största förändringen jämfört med AR4 är att den moln-relaterade (indirekta) effekten nu bedöms vara avsevärt mindre ($-0,45 W m^{-2}$ i AR5 jämfört med $-0,7 W m^{-2}$ i

AR4). Även osäkerheten förknippat med denna uppskattning har minskat något.

Aerosolpartiklarnas avkylande inverkan kan jämföras med den totala inverkan på strålningsbalansen som orsakas av människan som bedöms vara $+2,29 W m^{-2}$. Här utgör koldioxiden den klart mest betydelsefulla värmande beståndsdelen i atmosfären ($+1,68 W m^{-2}$). Den totala inverkans värde är 43 % högre än i AR4⁴ vilket beror dels på en lägre avkylande effekt av partiklar, dels på fortsatt ökade globala växthusgasutsläpp. Naturliga variationers effekter (vulkaner, solvariationer) är i stort sett försumbara jämfört med den långsiktiga antropogena⁵ klimatteffekten.

Finns även värmande partiklar

Utöver partiklar med en kylande klimatpåverkan, finns det även partiklar som värmer atmosfären. Sotpartiklar ("Black Carbon", BC) är svarta och absorberar solstrålning effektivt, vilket gör att de värmer upp atmosfären. En minskning av sothalterna i atmosfären har föreslagits som ett sätt att samtidigt minska hälsoeffekterna och mildra klimatförändringarna. Detta skulle vara särskilt viktigt i regioner som Sydostasien. AR5 sammanfattar kunskapsläget rörande sotets klimatpåverkan med att osäkerheterna fortfarande är mycket stora, bland annat på grund av att sot släpps ut samtidigt med ljusspridande andra partiklar och gaser som bildar avkylande partiklar vilket gör det svårt att särskilja sotets bidrag.

Molnens inverkan

Generellt kan det vara värt att notera att molnen även utan mänsklig påverkan har en kylande inverkan på klimatet på hela -20 W m^{-2} . Denna siffra är i sin tur skillnaden mellan två stora faktorer, en värmande effekt som uppkommer av att molnen hindrar utgående långvågig värmestrålning ($+30 \text{ W m}^{-2}$) och en kylande effekt som uppkommer då molnen reflekterar kortvågig solstrålning (-50 W m^{-2}). De osäkerheter som finns kring partiklars natur och beteende försvårar beräkningar av hur molnens inverkan på jordens strålningsbalans kommer att förändras framöver. Sådana osäkerheter är inräknade i uppskattningar av klimatkänsligheten och i klimatscenarier, vilket är en viktig orsak till att resultat handlar om intervaller av värden. Nuvarande klimatmodeller förmår inte fullt ut beskriva alla de komplicerade processer som egentligen skulle behövas för att förutsäga hur aerosolpartiklar påverkar molnens och jordens strålningsbalans. Det gäller särskilt moln som innehåller iskristaller.

Nya begrepp för att beskriva strålningsbalans i AR5

För att tydligare kunna beskriva klimatpåverkan till följd av mänskliga aktiviteter införs i AR5 ett nytt begrepp för strålningsdrivningen: "Effective Radiative Forcing", ERF. ERF skiljer sig från det begrepp som i AR4 kallades "Radiative Forcing". Det nya måttet inkluderar effekten av att atmosfären i viss mån snabbt ställer in sig efter de nya förhållandena som råder. Exempelvis kan ett moln som bildas i en luftmassa med höga halter av värmande sotpartiklar påverkas så att molndropparna tenderar att avdunsta fortare, vilket i sin tur minskar molnets avkylande effekt. Det gamla begreppet inkluderade inte en sådan snabb justering, utan den effekten fick man med först i nästa steg i beräkningarna. Det nya begreppet ERF ger troligtvis en mer rättvisande bild av den mänskligt orsakade strålningsstörningen, men är istället oftast svårare att uppskatta. Denna nya terminologi medför också att AR5 inte använder de tidigare begreppen direkt, semi-direkt respektive indirekt effekt av aerosoler på klimatet.



¹ Den temperaturförändring som en störning ger upphov till sammanfattas i en parameter som benämns klimatkänsligheten. Se vidare Klimat i Fokus Nr 1 2013.

² RFari; "aerosol-radiation-interactions", benämndes "direkt effekt" i AR4

³ RFaci, "aerosol-cloud-interactions", benämndes "indirekt effekt" i AR4

⁴ I AR4 angavs inverkan fram till 2005

⁵ Utsläpp orsakade av människan

VAD ÄR FRÅGAN?

Partiklar kan både kyla och värma

Partiklar i atmosfären – aerosoler – sprids dels från naturliga källor som havsspray, jordstoft och vulkaner, och dels bildas de vid all sorts förbränning. I klimatsammanhang är vi framför allt intresserade av två grupper av partiklar: partiklar som kylar, exempelvis sulfatpartiklar, respektive sotpartiklar ("black carbon", BC) som värmer. Mänskliga aktiviteter påverkar mängden av båda typer av partiklar. Totalt sett verkar aerosoler från antropogena källor kylande på klimatet, men stora osäkerheter vad gäller partiklarnas klimatpåverkan återstår. Det beror bland annat på att partiklarna är kortlivade i atmosfären och att de har sinsemellan väldigt varierande egenskaper:

- Sotpartiklarna värmer genom att absorbera inkommande strålning från solen.
- Sulfatpartiklarnas avkylande effekt beror dels på att partiklarna i sig reflekterar inkommande kortvågig strålning tillbaka ut i rymden – innan strålningen hunnit värma jordytan och atmosfären. Dels påverkar partiklar molnbildningen: moln som bildats i smutsig luft med mycket partiklar består av fler molndroppar, blir ljusare, och reflekterar mer solstrålning än "rena" moln.

OM FÖRFATTAREN



ERIK SWIETLICKI är professor i aerosolfysik vid avdelningen för kärnfysik vid Lunds universitet. Han forskar kring atmosfäriska aerosoler – partiklar i utomhusluften – och deras inverkan på klimat, miljö och människors hälsa. Han har gjort mätningar i många olika miljöer på jorden, från Amazonas regnskogar och Nordpolens isar till avgasosande vägtunnlar. Han är biträdande koordinator för det strategiska forskningsområdet om klimatmodellering, MERGE, och medlem i ledningsgruppen för Lunds universitets Centrum för miljö- och klimatforskning och i dess styrelse.

Kontakt: erik.swietlicki@nuclear.lu.se

KLIMAT I FOKUS är en serie forskningssammanfattningar som samordnas av Klimatinitiativet vid Lunds universitet. Syftet är att beskriva, belysa och förklara aktuella och centrala begrepp inom klimatforskningen. **KLIMATINITIATIVET** är en fakultetsövergripande satsning vars mål är att lyfta fram och synliggöra den bredd och det djup som karaktäriserar klimatforskningen vid Lunds universitet. Klimatinitiativet driver hemsidan Klimatportalen, där man kan ta del av klimatforskningsrelaterade nyheter och evenemang från LU.

Kontakt: klimatportalen@cec.lu.se



LUNDS
UNIVERSITET

www.lu.se/klimat

LUNDS UNIVERSITET

Box 117
221 00 Lund
Tel 046-222 00 00
www.lu.se