

# Truer luftforurensningene vårt eksistensgrunnlag?

Av Brynjulf Ottar

Brynjulf Ottar er direktør ved Norsk institutt for luftforskning.

*Innlegg på møte i Norsk Vannforening  
8. november 1984.*

## 1. INNLEDNING

OECD-prosjektet «Long range transport of air pollutants» som ble gjennomført av 11 vest-europeiske land i årene 1972—77, ga den første kvantitative oversikt over langtransporten av luftforurensninger i Europa. Undersøkelsen tok sitt utgangspunkt i den observerte forurensning av nedbøren siden 1950-årene og utslippene av svoveldioksyd som følge av det økende forbruk av kull og olje. De nordiske lands undersøkelser i denne forbindelse ble koordinert av NORDFORSK. De viste at det foregikk en generell forurensning av luften over Europa, som omfattet en rekke både organiske og uorganiske kjemiske forbindelser fra produksjon og forbruk. Skulle man ha muligheter for å bringe disse forhold under en viss grad av kontroll, så ville det være nødvendig å få istand et samarbeid som omfattet alle de europeiske land. Etter et betydelig forarbeid, særlig fra de nordiske lands side, ble så det europeiske overvåkingsprogram for langtransport av luftforurensninger (EMEP) etablert i 1978 under FN's økonomiske kommisjon for Europa (ECE). Idag inngår dette program i en europeisk konvensjon om bekjempelse av grenseoverskridende luftforurensninger, og det kjemiske måleprogram koordineres av Norsk institutt for luftforskning (NILU).

Hittil har dette program vært konsentrert om utslippene av svoveldioksid. Fra forskerhold har det stadig vært foreslått å utvide programmet til å omfatte også nitrogenoksider, fotokjemiske oksidanter og tunge metaller, men hittil har deltagerlandene ikke klart å bli enige om noe konkret program. Etter hvert er det blitt klart for de fleste at noe mer må gjøres, men det har lett for å bli slik at de ivrigste ikke har tid til å vente på forskningens resultater, mens de som skal betale er i tvil om riktigheten av de forskningsresultater som foreligger.

## 2. SULFATER OG FISKEDØD

For å få en oversikt kan vi ta et raskt blick på situasjonen for svovelforurensningene. Utslipet av svoveldioksid fra det økende forbruk av kull og olje ble fordoblet i tidsrommet 1950—75. Deretter har det holdt seg nokså konstant. Flere vest-europeiske land har redusert sine utslipp betydelig, blant annet ved overgang fra olje til gass. I Øst-Europa har økt kraftproduksjon på basis av kull medført en økning av svoveldioksid-utslippene.

Man finner de største utslippene i et belte fra England og østover i den sentrale del av Europa, der kullforekomstene var utgangspunktet for industriutvikling og befolkningsvekst. Den økende bruk av olje og gass har ikke forandret dette mønster mye. På grunn av at Europa ligger i et

vestavindsbelte, er de høyeste konsentrasjonene noe forskjøvet i østlig retning. Av de samlede svovelutslipp i Europa avsettes ca. 50% som svoveldioksid innenfor området, og ca. 30% avsettes som sulfat, hovedsakelig med nedbøren. Særlig utsatt er områder med orografisk nedbør og stadig tilførsel av forurenset luft fra de sentrale områder. Typiske eksempler er Skandinavia og Alpene. I Sør-Norge er de årlige tilførsler av sulfat og svoveldioksid av samme størrelsesorden. Lenger nordover blir det mer sulfat.

Ca. 20% av utslippene i Europa føres ut av området. En vesentlig del av dette trekker inn i Arktis. En har to hovedtilførselsveier. Om vinteren tar det meste av forurensningene veien over de nordlige deler av Sovjetunionen. De store industri-anlegg i disse områder er således av største betydning for tilførselen av luftforurensninger til Arktis. Om sommeren ligger polarfronten oftest nord for disse industriområder og blokkerer for transporten inn i Arktis. Tilførsler fra Vest-Europa utover Atlanteren og nordover vest for Norge er da av større betydning. På grunn av de meteorologiske forhold bringes disse forurensete luftmasser ofte inn mot vestkysten av Norge hvor resultatet blir sur nedbør. Forekomsten av slik tilførsel er betydelig på Vestlandet, men sur nedbør kan også forekomme i Nordland og Troms under disse forhold.

De største årsmiddelverdier for utfelling av sulfat finner en i Aust-Agder. Det er mer nedbør på Vestlandet, men her har en oftere nedbør med tilførsel av relativt ren luft fra Atlanterhavet. Tilførselen er meget variabel, ca. 50% av årsmengden kan således skyldes mindre enn 10 episoder med sterkt sur nedbør. De kjemiske komponenter som har størst betydning for nedbørens forsuring i Norge, er sulfat-, nitrat-

og ammonium-ionene. I andre områder er også kalsium og magnesium-innholdet i støv fra bakken av stor betydning. Ammonium- og nitrat-ionene tas i stor utstrekning opp av vegetasjonen. Det er således først og fremst sulfat-ionene som har betydning for de videre kjemiske reaksjoner i jordbunnen i Norge.

Antakelig på grunn av reduserte utslipp i Vest-Europa er tilførselen av sulfat til Norge blitt ubetydelig mindre siste 3—4 år, mens tilførselen av nitrat, hvorav ca. halvparten kommer fra biltrafikken, øker. Det gjelder også tilførselen av ammonium, hovedkilden er her landbruket.

Nedbøren er den eneste prosess som kan rense luften i løpet av kort tid, og utfellingen foregår dels ved at partiklene virker som kondensasjonskjerner for skydråpene, og dels ved at nedbøren tar opp vannløselige gassformige komponenter. En sammenligning av nedbørens og partiklenes kjemiske sammensetning viser at nedbørens innhold av sulfat stort sett tilsvarer innholdet i partiklene. Partiklenes innhold av nitrat-ioner er imidlertid for lite til å forklare innholdet i nedbøren. Målinger viser at det finner sted en betydelig absorpsjon av både ammoniakk og gassformig salpetersyre i nedbøren. Hovedtrekkene i disse forhold kan forklares ved likevektsreaksjoner mellom disse gasser og de svovelsure partikler eller skydråper.

### 3. SKOGEN OG DE FOTOKJEMISKE OKSIDANTER

Når det gjelder de forandringene som finner sted i jordbunnen, utløsningen av aluminium, og fisken som forsvinner, kan hovedtrekkene forklares som et resultat av nedbørens økte sulfatinnhold. De omfattende skogskader som er observert i de senere år, krever imidlertid at flere forhold

tas med i vurderingen. I områder med sure jordarter er det vist at utfelling av aluminium-hydroksid på grantrærnes hårrøtter kan ødelegge disse. Det er også på det rene at en forsuring av sigevannet vil føre til økt utløsning av tungmetaller som kadmium og bly. Disse kan dels forekomme naturlig og dels være avsatt tidligere gjennom lang tid. I sin tur kan dette så skade mikro-organismer som skogen er avhengig av for nedbrytningen av organisk materiale. Men skogskader forekommer også i kalkrike områder hvor disse forklaringer ikke er like plausible. I Østerrike mener man at mye av skogskadene skyldes for stor tilførsel av nitrogen. Det øker veksten, men reduserer skogens evne til å tåle vinterens påkjenninger. I enkelte dalområder i Syd-Tyskland har man funnet at skogskadene opptrer i bestemte høydenivåer sammen med lokal tåkedannelse. Det leder uvilkårlig tanken hen på direkte virkninger av luftforurensningene på nåleverket, og her er det flere muligheter. Under spesielle forhold kan fotokjemisk oksidasjon av svoveldioksid føre til dannelse av tåke- dråper som er langt surere enn nedbøren. En annen mulighet er dannelsen av fotokjemiske oksidanter, og stadig flere forskere heller idag til den oppfatning at ozon og andre fotokjemiske oksidanter kan spille en vesentlig rolle i forbindelse med skogskadene.

Det er gode grunner for denne oppfatning. I Nord-Amerika har man vist at fotokjemiske oksidanter angriper bladverket og reduserer trærnes produksjon lenge før man kan se at trærne er skadet. Detaljerte undersøkelser i Canada og Oregon har vist at dette er forklaringen på de omfattende angrep av barkbiller som man har hatt de senere år. I Europa er disse forhold ikke blitt inngående undersøkt. Målinger viser imidlertid at konsentrasjonen av ozon i

store deler av Vest-Europa hver eneste sommer overskrider de grenser som erfaringsmessig medfører skogskader i Nord-Amerika. I Norge hadde vi voldsomme angrep av barkbiller på skogen sammen med tørkeårene 1975—76, men ingen kom på den tanke at dette også kunne ha noen forbindelse med fotokjemiske oksidanter før det var for sent å undersøke dette nærmere. I Syd-Frankrike har man omfattende angrep av insekter på furuskogen. Ekspertene tror at kanskje vil bare en art av furu overleve langs kystene av Italia, Frankrike, Spania og Nord-Amerika. Men heller ikke her har man satt dette i forbindelse med fotokjemiske oksidanter. I de sydlige deler av Vest-Tyskland finner man også høye konsentrasjoner av fotokjemiske oksidanter. Barkbilleangrepene er imidlertid uteblitt. Årsaken er sannsynligvis at man her for å oppnå den størst mulige produksjon alltid har fjernet trær som ser svekket ut, og det er nøyaktig hva man gjør i Canada på nordsiden av de store sjøer for å forhindre utbrudd av barkbilleangrep.

Det er ikke lett å vurdere disse forhold. Da jeg første gang fikk skogskadene demonstrert i Schwarzwald i Vest-Tyskland, var jeg til å begynne med ganske tvilende. For meg så ikke skogen spesielt dårlig ut. Først da ekspertene forklarte hvorledes antall årsskudd, mengder av barnåler, måling av årringer, etc. ga resultater som avvok fra det normale, begynte man å få et bilde av det hele. Nylig var jeg tilstede ved en gjennomgåelse av luftforurensningenes virkninger på skogen i Syd-Sverige. Her ble det understreket at de skader man finner er av samme slag som man alltid vil finne i en skog. Skadene skyldes derfor sannsynligvis en kombinasjon av flere forhold.

Det er først når man får oversikt over skadenes utbredelse i et område at man kan se at det her dreier seg om noe nytt.

På basis av inngående undersøkelser av skogens utvikling gjennom de senere årtier var konklusjonen at luftforurensningene allerede har medført omfattende skader på skogen i Syd-Sverige og mest langs vestkysten. Hva situasjonen i Norge er, vet vi ennå lite om, men utbredelsen av barkbilleangrepene passet mistenkelig bra med de områder hvor vi finner de høyeste verdier for sur nedbør og fotokjemiske oksidanter. Det er imidlertid mange andre forhold som også har betydning for hva som vil skje, og det er nå satt igang omfattende undersøkelser for å klarlegge situasjonen.

#### 4. MILJØFORANDRINGER

Vi kan også se dette i et videre perspektiv. Den utvikling som har funnet sted i de siste 30 år, synes gradvis å ha forandret vårt kjemiske og fysiske miljø, og dette gir seg etterhvert de forskjelligste utslag. Forsuringen av nedbør og sigevann har allerede økt grunnvannets innhold av aluminium og tunge metaller. I deler av Syd-Sverige kan vannet fra brønner ikke lenger brukes som drikkevann uten kjemisk rensing, da barn ellers får en konstant diaré. De fotokjemiske oksidanter har medført en økt oksidasjon av det naturlige tilstedeværende kvikksølv til vannløselige forbindelser som felles mer effektivt ut med

nedbøren. Resultatet er at fisk fra flere tusen innsjøer ikke kan markedsføres på grunn av for stort kvikksølvinnhold, og man frykter at om 10 år vil all ferskvannsfisk i Syd-Skandinavia kunne være uegnet som menneskeføde. I Nordsjøen har nitrat tilført med nedbøren bidratt til oppblomstringen av giftige alger og fiskedød i kystområdene. Fra Nord-Amerika er dette kjent som «red tide».

I et mer langsiktig perspektiv forventer vi drastiske klimaforandringer allerede rundt midten av neste århundre, etter hvert som atmosfærens økende innhold av kulldioksid, halogenerte hydrokarboner og sot påvirker strålingsbalansen. Hertil må vi kanskje regne med at de enorme utslipp av klorerte hydrokarboner som anvendes for bekjempelse av insekter i tropiske strøk (mer enn 700.000 tonn pr. år), etter hvert vil bre seg over hele jorden, og kunne få uanede biologiske konsekvenser.

Vi vet ennå ikke hvor realistiske disse muligheter er, men det vil bli stadig viktigere å bringe dette på det rene i tiden fremover. Den tid er forbi da menneskene ikke kunne make å påvirke de globale forhold som er en forutsetning for vår eksistens. Luftforurensningene er ikke lenger noe lokalt problem, som vi kan flytte fra, den dag våre økologiske rammebetingelser er overskredet.