

Den sure nedbøren og ”skogdøden” i Europa.

Gunnar Abrahamsen
Professor emeritus (NMBU)

Innledning

På slutten av 1960-tallet kom det fram tanker i Norge og Sverige om at langtransporterte luftforurensninger, spesielt i form av sur nedbør, ville føre til betydelig redusert vekst i våre skoger. Rundt 1980 utviklet noen tyske forskere disse tankene videre og mente at skogen også fikk synlige skader og at det var fare for omfattende skogdød over store arealer i Europa. De tyske hypotesene spredte seg til resten av Europa og Nord-Amerika, og dystre spådommer ble framsatt om skogens fremtid. I Europa ble omfattende overvåkningsprogram satt i gang. I 1990-årene kom det nye meldinger om økt vekst i de europeiske skogene. Samtidig så en at helsetilstanden ikke forverret seg, og en forsto at tankene om omfattende skogdød i Europa neppe var riktige. I dag meldes det fra den norske skogovervåkingen at skogens helsetilstand i første rekke påvirkes av klimatiske variasjoner og patogene organismer.

Bakgrunn for sur nedbør-forskningen

At industriell virksomhet kan føre til betydelige luftforurensninger og lokale skader på vegetasjonen har vært kjent i lang tid, men det var først på 1960-tallet at tanker om økologiske effekter av langtransporterte og grenseoverskridende luftforurensninger kom opp. I elver på Sørlandet ble det observert fiskedød på 1950-tallet og fiskeribiologen Alf N. Dannevig antydte i 1960 at årsaken var for surt vann og at det skyltes ”nedbørens og jordas surhet”. Muligens motiverte dette svenske forskere og særlig jordforskeren, professor Svante Odén ved Sveriges lantbruksuniversitet, til å starte undersøkelser over surheten i nedbøren og virkninger på jord og skog. Odéns interesse motiverte botanikerne, professor Eilif Dahl ved Norges landbrukshøgskole og hans medarbeider, Oddvar Skre, til å vurdere mulige effekter på skog. Resultater av disse tidlige undersøkelsene ble lagt fram på ”Sweden’s case study for United nations conference on the human environment” i Stockholm i 1972. Av konklusjoner som ble trukket i Stockholm kan nevnes:

- Nedbøren er blitt betydelig forsuret med svovelsyre fra 1955 til 1970.
- Jorda i Skandinavia er fattig på plantenæringsstoffer og dermed følsom for forsurening.
- Det geografiske mønsteret for surhet i skandinaviske jordsmonn stemmer overens med deponisjonsmønsteret for svovel og hydrogenioner fra atmosfæren*.

* Men det bør tilføyes at mønsteret også stemte overens med den underliggende geologien.

- Beregninger av utvasking som følge av tilførselene av svovelsyre antyder at innholdet av plantetilgjengelige basekationer i jorda kan bli halvert i løpet av en 70- til 600-års periode avhengig av jordsmonnets egenskaper. Dette vil føre til nedgang i jordas produktivitet, og mikrobielle prosesser vil bli negativt påvirket.
- Det er uvisst om skogens tilvekst er redusert på grunn av syretilførselen. Men norske beregninger over kalsiumutvasking og virkninger på nitrogeninnholdet i jorda på den ene siden og dens produktivitet på den andre, tyder på at tilveksten i områder av det sydlige Skandinavia som mottar mest sur nedbør, vil synke med 1 % per år.

Resultatene som ble presentert i Stockholm, var en viktig årsak til politisk bekymring og en betydelig satsing på forskning på sur nedbør på 1970-tallet. Prosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet) kom i gang i 1972 og utviklet seg til å bli Norges største naturvitenskapelige prosjekt. Fra 1972 til 1980 ble det bevilget 80 mill. kr til prosjektet. Satsingen skyldes særlig frykten for negative effekter på skogens vekstutvikling.

Skogforskningen i 1970-årene og spesielt i SNSF-prosjektet

Utgangspunktet for sur nedbørforskningen på skog i Skandinavia på 70-tallet var altså ikke frykt for skogskader eller skogdød, men for redusert tilvekst. I Sverige hadde Jonsson og Sundberg undersøkt vekstutviklingen ved hjelp av årringanalyser i sydsvenske skoger fra 1910 til 1965. Hypotesen deres var at utvasking av basekationer fra forsuringfølsomme jordsmonn ville ha større negativ virkning på skogens vekst enn utvasking fra mindre følsom jord. De sammenlignet derfor trærnes årringbredde på voksesteder som de antok hadde ulik følsomhet for forsuring. De fant at skog på forsuringfølsom jord hadde hatt en dårligere vekstutvikling fra 1950 til 1965 enn skog på mindre følsom jord.

Resultatene fra Sverige fikk Bjørn Tveite ved Norsk institutt for skogforskning (NISK, nå Norsk institutt for skog og landskap) til å gjøre tilsvarende undersøkelser i Norge. Hans hypotese var at skog som vokste på lave boniteter, fattige vegetasjonstyper, grunn jord og på lite grunnvannspåvirkede voksesteder, ville ha en mindre utholdende vekst etter 1950 enn skog på henholdsvis høyere boniteter, rikere vegetasjonstyper, dypere jordsmonn og på grunnvannspåvirkede voksesteder. Vekstutviklingen på Sørlandet og Østlandet ble også sammenlignet. Undersøkelsene viste ingen sikre effekter, og andre tilsvarende undersøkelser ved NISK ga samme resultat.

Mangel på forventede resultater samt behov for undersøkelser som kunne påvise årsaker til mulige vekstendringer, gjorde at vi endret angrepsmåten i SNSF-prosjektet mot mer eksperimentell forskning.

Feltforsøk med gran, furu og bjørk med forskjellig alder ble anlagt. Forsøksruter ble tilført vann med ulike surhetsgrader og dels også kalk som botemiddel mot forsuring. Målinger av vekst og kjemiske analyser av jord, nåler eller blader og sivevann ble foretatt. Laboratorie- og feltundersøkelser ble utført over nedbrytning av organisk materiale, jordfauna, nitrogenomsetning og spiring og etablering av unge planter. Da SNSF-prosjektet ble avsluttet i 1980, konkluderte vi på følgende måte:

1. Bortsett fra mulige direkte effekter av luftforurensningene (som er lite undersøkt fordi konsentrasjonene i Norge er lave), kan mulige effekter av sur nedbør på skog betraktes som et plantenæringsproblem.
2. Tilførslene av nitrogen og dels svovel kan vurderes som en eutrofiering eller gjødsling mens utvaskingen som følge av svovelsyretilførselen og at sulfat under gitte jordforhold er et mobilt ion, kan betraktes som en oligotrofiering eller forsuring.
3. Der jorda holder tilbake sulfat, vil effekten av sur nedbør være positiv eller ha liten betydning (sure, gamle jordsmonn, særlig i tropiske og subtropiske områder).
4. Der jorda i liten grad holder tilbake sulfat (ung jord i tempererte og nordlige områder), kan effektene være både positive og negative.
 - I slike områder er det ofte stor mangel på nitrogen. Innholdet av tilgjengelig nitrogen i nedbøren vil til å begynne med ha en positiv effekt på veksten. På lengre sikt kan det utvikles en næringsubalanse som kan forsterkes på grunn av økt utvasking av basekationer, og skogens vekst kan bli redusert.
 - I områder med mangel på kalsium og magnesium, vil sur nedbør kunne ha negative effekter på veksten på grunn av økt utvasking av disse stoffene.
 - Der det er mangel på kalium og fosfor er virkningene mer usikre. Netto utvasking av kalium påvirkes lite av syretilførselen, fosforbindingen i jorda kan øke dersom jorda forsures.
5. Hypotesene om redusert vekst over store områder av Skandinavia, kan ikke bekreftes.

Disse konklusjonene var ikke bare basert på våre egne undersøkelser, men også på hva vi ellers hadde lært underveis. Flere forskere både innenfor og utenfor SNSF-prosjektet var uenige med oss, og det er ingen overdrivelse å si at myndighetene var lite begeistret for disse konklusjonene. Årsaken var at de håpet på gode argumenter for å få redusert utslippene i Europa.

”Skogdøden” som kom i 1980-årene

I 1980 ble det publisert en artikkel fra Tyskland som fikk stor betydning for diskusjonen om sur nedbørs virkninger på skog. Tittelen var ”Chemical changes due to acid precipitation in a loess-derived soil in central Europe”. Forfatterne var fra Universitetet i Göttingen med professor Bernhard Ulrich i spissen.

Budskapet var at luftforurensningene førte til en kraftig jordforsuring. Dermed frigjøres giftige aluminiumsforbindelser som skader planterøtter og nyttige jordorganismer. Forfatterne konkluderte blant annet med følgende: *"From the results presented one has to conclude that in central Europe – central parts of West and East Germany, C.S.S.R. (det gamle Tsjekkoslovakia), and Poland the forests on most soils are highly endangered by increasing soil acidification due to acid rain, if the site is subject to substantial deposition of SO₂."*

I årene som fulgte publiserte Ulrich og medarbeidere en rekke artikler. Reservasjonen med hensyn til stor tørravsetning av svoveldioksid ble borte og omfattende hypoteser for utviklingen av skogøkosystemene ble utviklet. Forfatterne mente at upåvirkede, naturlige skogøkosystemer er stabile med stor «elastisitet». Klimatiske faktorer kan føre til svingninger i skogens helsetilstand, men skadene blir alltid reparert. Forsuring og aluminium destabiliserer systemene. Røtter og jordorganismer blir skadet eller drept, humus hoper seg opp og «elastisiteten» går tapt. Når «elastisiteten» forsvinner, vil ugunstige klimatiske forhold få katastrofale virkninger.

Stadig flere skadesymptomer ble i tiden som fulgte forklart ved jordforsuring og aluminium. Skadde røtter tok ikke opp vann og næringsstoffer, trærne tørket ut eller fikk symptomer på næringsmangel. Stormfellingene skyltes ødelagte røtter og toppbrekk økende innhold av aluminium i stammeveden. Patogene sopper trengte inn i skadde røtter og sopp-skader som tidligere ble forklarte som primære sykdommer, ble nå ansett som sekundære og forårsaket av aluminium. Jordsmonnene i de instabile skogene ble endret fra brunjord til podsol og podsol ble vurdert som et unaturlig og menneskeskapt jordsmonn. Den relativt omfattende mangelen på magnesium i tyske skoger ble tatt som tegn på at hypotesene var riktige. I 1983 skrev Ulrich og medarbeidere: *"No forest ecosystem, even forest on calcareous soils, can withstand the present air pollution without serious damage. After the next warm and dry years, the forest damage will drastically increase. ... On the long run, trees will not get older than 30 to 40 or 50 years, even under optimal soil conditions"*. At Jonsson mellomtiden hadde videreført analysene av årringer i Syd-Sverige og fått samme resultater som Tveite i Norge, ble borte i all dramatikken.

Skogskadene i Tyskland ble etter hvert beskrevet som "die neuartige Waldschäden". I det lå at det tidligere ikke hadde vært tilsvarende symptomer og skader. Disse utsagnene var vanskelig å forstå for oss, og de fikk også flere fremstående tyske forskere spesielt fra Universitetet i München, til å protestere. Professor K. Rehfuess pekte på at mangelen på magnesium i Tyskland i første rekke skyltes

tidligere arealbruk der strø ble samlet inn for bruk i landbruket. Dette hadde tappet jorda for næringsstoffer og ført til omfattende næringsmangel.

Hva slags skogskader var det så snakk om? Den viktigste skaden var at trærne mistet unormalt mye nåler og trekronene ble mer åpne og gjennomsiktige. Skaden ble målt ut fra trærnes kronetetthet og trærne ble satt i ulike skadeklasser. Et annet skadesymptom som har vært mindre framme i debatten, var misfarging av nåler. Graden av misfarging ble også anslått i ulike skadeklasser.

Problemet med disse symptomene var imidlertid at de kan forårsakes av en rekke kjente faktorer: Ved tørke faller nåler av, direkte skader av luftforurensninger (for eksempel svoveldioksid) fører til nåletap, det samme gjør soppangrep og nåletende insekter, og vindslit i utsatte områder som i skoggrensene mot kysten og mot fjellet, fører til glisne kroner. Misfarging kan forårsakes av mangel på plantenæringsstoffer, forsumpning, klimaeffekter og sjøsprøyt. Symptomene var derfor ikke nye, og det var høyst berettiget at professor Kandler fra Universitetet i München pekte på at skogskadene ikke var "neuartige". Kandler viste dette blant annet ved hjelp av fotografier fra begynnelsen av 1900-tallet, men hans synspunkter fikk liten tilslutning.

I 1983 begynte en systematisk registrering av skogskader i Tyskland. Kun 65 % av trærne ble klassifisert som friske. Da registreringen for 1984 forelå, hadde tallet sunket til 50 % og en økologisk katastrofe ble spådd. Frykten for tilsvarende skader i andre land spredte seg. Svenskene gjennomførte en skaderegistrering i 1984. Skadene der økte fra sør mot nord, et mønster som var motsatt av forurensningsmønsteret. Men et smalt belte langs vestkysten hadde nesten like store skader som de nordlige områdene hvor bare 50% av skogen kunne klassifiseres som helt frisk. Skadene på vestkysten ble tatt som tegn på at luftforurensningene var årsak til skadene, men noen forskere pekte på at 1983 hadde vært et ekstremt tørt år i den delen av Sverige – faktisk det tørreste siden 1868. De mente derfor at skadene skyltes tørke. I årene som fulgte kom dette lite fram i debatten.

I Norge ble det også utført skaderegistreringer. Som i Sverige ble det funnet at skadene økte fra sør mot nord. Vi tolket dette til at skadene i første rekke skyltes naturlige faktorer. Andre norske og ikke minst noen svenske forskere, mente at vi tok feil, men uten å forklare hvorfor. Et argument som stadig gikk igjen var at "skogskadene stopper ikke ved grensen". Våre vurderinger var også lite populære i miljøorganisasjonene, i deler av pressen, og i Miljøverndepartementet.

Debatten som fulgte etter at skaderapporter kom fra flere europeiske land, ble etter hvert både hissig og uetterrettelig. Et eksempel på det siste kan nevnes fra Tsjekkoslovakia. Fjellpartiet Erzgebirge som ligger mellom gamle Øst-Tyskland og Tsjekkia og som strekker seg videre østover på grensen mot Polen (Sudetene), er og var et område med betydelige skogskader. Tsjekkerne mente at skadene skyltes høye konsentrasjoner av svoveldioksid i kombinasjon med et svært temperaturfall ved årsskiftet 1978/79. Som følge av dette døde skogen over betydelige deler av de høyereliggende områdene. Da skogen ble borte og mer lys kom inn, ble den opprinnelige bunnvegetasjonen erstattet med gras. Etter hvert ble det imidlertid hevdet at skogdøden i Erzgebirge skyltes sur nedbør og jordforsuring. Jorda var blitt så sur at trær og naturlig bunnvegetasjon ble drept av aluminium og tungmetaller. Toppjorda ble derfor fjernet og ny skog plantet i den avdekte mineraljorda. En mente, for så vidt ikke uten grunn, at denne var mindre sur og giftig enn toppjorda, men så bort fra at slik jord er lite egnet som voksested for trær. Da jeg besøkte området få år seinere, sto plantene uveksterlige og misfarget på den avskrapte mineraljorda mens naturlig sådde planter vokste grønne og vitale på jordrankene med sammenskrapt, «ødelagt» toppjord.

Slike historier ble kjent i Norge på midten av 1980-tallet, avisene viste dramatiske bilder fra Erzgebirge og til og med av elgbeitet skog i Norge og skapte betydelig bekymring for omfattende skogdød i vårt land. Ekspedisjonssjef Jan Thompson i Miljøverndepartementet uttalte i Miljønytt (1/86) som ble gitt ut av departementet, at "Vi frykter en økologisk katastrofe i Europa".

Utover på 1980-tallet kom det flere forskningsresultater som stemte dårlig overens med Ulrichs hypoteser. Likevel så det ut til at majoriteten av forskere holdt fast på at luftforurensningene på en eller annen måte var hovedårsaken til de observerte skadene. Det ble derfor lansert stadig nye hypoteser for hvordan luftforurensningene skadet skogen. Tilførselen av nitrogen særlig i form av ammonium, ble vurdert som uheldig. Ozon som lenge har vært kjent for å være giftig for planter, ble nå ansett for å være skadelig i lavere konsentrasjoner enn tidligere. Men ingen av hypotesene ga noe overbevisende forklaring på skogskadene. Etter hvert ble derfor hypotesene stadig mer komplekse ved at alle mulige forklaringsvariable ble trukket sammen i kompliserte samspill. Derved ble hypotesene også stadig vanskeligere å etterprøve.

På denne tiden ble det også publisert flere bøker om sur nedbør og skogskader. En av dem som var skrevet av den svenske "biologen og forskningsjournalisten" Bo Landin, har tittelen "Om trær kunne gråte" (Gyldendal 1986). Landin roste alle som hevdet at skogskadene skyltes luftforurensningene, og kritiserte og latterliggjorde dem som stilte seg tvilende til det. Boka har et forord av miljøvernminister

Sissel Rønbeck som vanskelig kan forstås på annen måte enn at hun støttet Landins synspunkter. Eilif Dahl og Klaus Høiland skrev et etterord i boka. Boka utløste en hissig debatt og engasjerte meget skriveføre mennesker som blant annet den kjente radiokåsøren Ivar Eskeland, som ikke hadde mye kjennskap til fagområdet, men som likevel tok klart parti for Landins synspunkter. Debatten ble heller ikke roet ned da Svante Odén karakteriserte «skogsdöden som en form av kemisk ökenbildning» og at skogen i utsatte områder av Skandinavia ville dø ut og bli erstattet av gras. Eilif Dahl hevdet i et radiointervju at skirennene i Holmenkollen i år 2000 ikke ville gå i skog, men i et åpent, grasskledd landskap.

I 1988 ble det utarbeidet en rapport på oppdrag fra Miljøverndepartementet hvor en av konklusjonene var *”Etter den kunnskap vi har i dag, vil et ozon-nivå og en tilførsel av sure komponenter som nå, kunne gi merkbare skader på norsk skog i et 25-30 års perspektiv. Det økonomiske tapet av redusert tilvekst kan anslås til i størrelsesorden 1 milliard kr pr. år. I tillegg kommer redusert verdi av skogen som miljøgode.”* Et par år seinere kom en rapport fra The International Institute for Applied System Analysis (IIASA) i Østerrike der det ble hevdet at de økonomiske tapene i europeiske skoger (utenom Russland) utgjorde mer enn 200 milliarder kr/år. Bare i Norge ville det årlige tapet være nesten 1,7 milliarder kr. To år seinere kom en ny tilsvarende rapport fra økologimiljøet ved Lunds universitet i Sverige.

Fram til midten av 80-tallet hadde skogbrukets folk vært relativt skeptiske til mediernes katastrofemeldinger. Men nå endret det seg. Flere skogsjefer ga uttrykk for bekymring og mistro til synspunktene fra NISK. Det ble satt fram krav om statlig støtte til kalking og skifte av treslag for å motvirke forsuringsskader. Nå kom det nok også signaler ikke bare fra Miljøverndepartementet, men også fra Landbruksdepartementet om at våre synspunkter fra NISK var til skade for instituttet. I 1986 gikk jeg over i en ny stilling ved Norges landbrukshøgskole. Snart etter ble budskapet fra NISK endret, men uten at nye forskningsresultater forelå. I Nationen høsten 1988 ble det uttalt: *«Vi får ingen bedring av skogskadene før det settes inn tiltak fra industrien i Europa»* og direktøren ved NISK uttalte *»Jeg vil gå så langt å karakterisere det som nå skjer med skogen vår som en flik av en økokatastrofe»*.

Dagens situasjon

Ut på 90-tallet begynte det å gå opp for stadig flere at forestillingen om en økokatastrofe i Europa var sterkt overdrevet. I stedet for redusert vekst og skogdød kom det nå rapporter om økt vekst i europeiske skoger. I Norge viste skogtakseringene fra Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (nå Norsk institutt for skog og landskap) at tilveksten i norske skoger hadde økt med omtrent 30% fra 1950-60-årene til

takseringen i 1980 og 90-årene. For hele Europa ble det lagt fram tall som tydet på at tilveksten hadde økt med mer enn 50% fra 1950- til 1990-årene og kubikkmassen med over 40%.

Også fra "Overvåkningsprogram for skogskader" her i landet kom nye signaler. I årsrapporten for 1992 sto følgende: *"Klarere enn før ser vi at deler av Sørlandet og de sørøstlige deler av Østlandet skiller seg ut på negativ måte. Årsakene til dette er mange og komplekse, men vi mener at luftforurensningene bidrar til den negative utviklingen".* Åtte år seinere, i årsrapporten for 2000, er budskapet endret: *"Skogens helsetilstand avhenger i stor grad av jordsmonn, trealder, klima, skadegjørere og andre naturlige stressfaktorer. Når trærne skranter skyldes dette ofte et samspill mellom alder, klima, voksestedsbetingelser og sykdommer. Tilførsler av luftforurensninger kan komme i tillegg til, og i samspill med disse forholdene. Bidraget fra luftforurensningene er vanskelig å fastslå fordi denne påvirkningen har vært svært liten i forhold til de andre forholdene. I fremtiden vil trolig eventuelle utslag av et endret klima spille en større rolle."*

Hvorfor gikk det som det gikk?

Det er mange årsaker til at så mange trodde på hypotesene om skogskader og skogdød, og til at det var så få motforestillinger. Helt avgjørende var det nok at vi var i en tid da negative sider ved vår livsførsel i form av rovdrift på naturressurser, overforbruk av energi og varer og andre miljødeleggelser, ble brakt fram i mediene og skapte en "grønn" bølge. Når velrenommerte forskere som Odén, Dahl og Ulrich beskrev en kommende økologisk katastrofe, mens noen få, yngre og mindre kjente forskere sa at det ikke var vitenskapelig belegg for spådommene, var det gitt for mange journalister, myndighetspersoner, politikere og folk flest, hvem de burde tro på.

Viktig var det også at myndighetene tok så klart standpunkt til hva som var riktig og galt. Begrunnelsen for myndighetenes standpunkt var selvsagt at det var viktig å få argumenter for å få redusert utslippene i Europa.

Men forskerne som startet det hele og kanskje ennå mer de som ukritisk fulgte med på ferden, må ta en større del av skylden. Mange fulgte ikke elementære vitenskapelige arbeidsmetoder. Noen godtok hypoteser som de ikke hadde faglig forutsetninger for å vurdere. Noen synes å ha ment at målet helliget midlene, og andre overså og til og med latterligjorde resultater som stred mot skogdødhypotesene.

Men også forskningsinstitusjonene og bevilgende myndigheter har et ansvar. Finansieringen av forskningen ble endret i retning av mer oppdragsforskning. Det ble viktigere å skaffe penger til

institusjonene utenom de vanlige budsjettene. For å oppnå det, kunne det bli nødvendig å la sakligheten vike.