

# Forsuring av jordbunnen

## Fysiske, kjemiske og biokjemiske forhold

*Skogforsøksleder Lars N. Overrein*

Lars N. Overrein er ansatt som skogforsøksleder ved Norsk institutt for skogforskning. Han er sivilagronom fra Norges landbrukshøgskole (1958), og har doktorgrad fra University of California, USA (1962), innenfor jordbunnsbiokjemi-plante-fysiologi.

*Etter foredrag i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene, Ingeniørenes Hus 24. januar 1972.*

Jordartene danner det naturgitte grunnlag for vår eksistens. Også i spørsmål som gjelder vann og forurensningsproblemer er kjennskap til disse av grunnleggende betydning.

Både klimaet og de geologiske forhold i store deler av Skandinavia har ført til at løsavleiringene har en sur karakter. Dette er spesielt fremtredende i våre barskogområder med råhumusdekke. Jordbunnen i disse områdene har en relativt lav buffer-evne mot syre, og en økning i innholdet av sure komponenter i nedbøren kan derfor gradvis medføre en forandring av jordbunnens fysiske, kjemiske og biokjemiske forhold med følger for bl.a. planteproduksjonen på vedkommende sted. I dagens situasjon med økende nedslag av forskjellige svovelforbindelser og andre sure komponenter fra luftmassene over våre landområder, er jordsmonnets evne til å motstå eller uskade-

liggjøre i større eller mindre grad slike forurensninger et viktig spørsmål.

I de 30 minuttene som er tildelt meg skal jeg gi en kort oversikt over noen av de viktigste forhold og prinsipper vedrørende forsuringsproblematikken. Jeg vil berøre følgende punkter:

### I. *Jordsmonnet*

Jordsmonndannende faktorer  
Hovedtyper  
Utbredelse  
Produksjonsevne

### II. *Forsuring*

Podsolering — sur hydrolyse  
Vannkretsløpet i skog  
Skogareal, nedslag av sur nedbør  
Utvasking av næringselementer fra skogjord

### III. *Avsluttende bemerkninger*

#### I. *Jordsmonnet*

Det aller øverste jordlag der plantene har sine røtter, har ikke ligget uforandret siden istiden. I en kon-

tinuerlig prosess som startet med plantenes gjenerobring av det tapte land, er jordsmonnet dannet ved samspill mellom de *jordsmonndannende faktorer*: *Klimaet, opphavsmaterialet, de levende organismer, topografien* og den tid disse krefter har fått virket. Jordsmonnet definerer vi som den del av det øverste jordlag som er påvirket av klimatiske og biologiske prosesser.

Det er meget kompliserte prosesser som foregår i jordsmonnet. Disse prosessene omfatter: 1) fysiske forandringer, 2) kjemisk forvitring, 3) tilføring og omdannelse av organisk materiale, og 4) stofftransport og stoffavleiring i jordprofilen. Som et resultat av jordsmonndannelsen blir det utviklet forskjellige jordprofiler. Bildene viser eksempler på to vesensforskjellige profiltyper, brunjord og podsol (som lysbilder ble vist eksempler på brunjord- og podsolprofiler fra boka av J. Låg: «Jordsmonnet som vi lever av», Aschehougs forlag, Oslo 1965). Brunjord representerer et forholdsvis produktivt jordsmonn med bunnvegetasjon som består av kravfulle arter. Dette næringsrike, organiske materialet gir grunnlag for en differensiert mikroflora og fauna, og den humus som dannes blir næringsrik, bedre omsatt og mindre sur. I brunjordprofilen vil stofftransporten oppover være relativt stor på grunn av en frodig plantevekst og vannsig parallelt med jordoverflaten (hellende terreng) ofte motvirker sigevannsvirkningen.

På bakgrunn av en meget omfattende jordbunnsregistrering som deket størstedelen av det produktive

skogareal i Norge, har professor J. Låg i 1970 publisert resultater som viser at innen dette område er 13 % av arealet brunjord. *Podsol*, som er den neste hovedtype av jordprofil som skal omtales, utgjør omlag 80 % av dette skogarealet, og de høytliggende innlandstraktene over skoggrensen og opp mot snaufjellet har også, generelt sett, sterk podsolerung. Podsoljordsmonn kjennetegnes ved et lyst utvaskingssjikt ( $A_2$ ), liggende mellom et mattelignende lag av råhumus ( $A_0$ ), og et mørkfarget utfellingssjikt (B). Råhumuslaget er gjerne sterkt surt, omkring pH 4, men surheten avtar nedover i profilet, slik at undergrunnsjorda (C) gjerne viser verdier mellom pH 5 og 6. Podsolprofilen med sin utpregete nedadgående stofftransport, har i motsetning til brunjord en sterkt begrenset næringskapital og må karakteriseres som relativt lite produktiv. I denne sammenheng vil jeg igjen referere til materiale som er publisert av professor Låg (1965), som viser at normal skogproduksjon på brunjord, sammenlignet med podsol er av størrelsesorden 100 til 60.

På bakgrunn av den store utbredelse podsoljordsmonnet har i vårt land, er det også naturlig å ta for seg denne profiltipe mer inngående med hensyn til forsuring, som en følge av nedbøren.

## II. Forsuring

Ut fra svenske undersøkelser er det regnet med at et fullt utviklet podsoljordsmonn dannes i løpet av ca. 1500 år. Podsoleringsprosessen er et eksempel på sur hydrolyse. Den

basiske del av kolloidkomplekset nedbrytes, og en får et større innhold av sure grupper enn før. Ved en økning i innholdet av overskuddssyre i nedbøren, vil en slik sur hydrolyse, — podsolering — gå raskere. Den sure nedbøren siger gjennom råhumuslaget som fra før er sterkt surt, og videre ned i bleikjordsjiktet ( $A_2$ ), som er den delen av profilet hvor mineralforvitringen har gått lengst. Sterkt forenklet kan en si at utvaskingen av næringsselementer fra jordsmonnet øker med økende mengde surt sigevann, men i et surt miljø vil også forvitringen bli sterkere med den følge at plantenæringsselementer blir frigjort i større mengde enn tidligere.

Under bleikjordsjiktet kommer en ned i B-horisonten, hvor en rekke av de stoffer som er utvasket fra de øverste deler av profilet, blir utfelt. Det er ikke mulig innenfor rammen av dette foredraget å komme nærmere inn på de kompliserte prosesser som finner sted i utvasknings- og utfellingssjiktet, og dypere ned. Jeg vil bare nøye meg med å understreke at ved siden av fysikalsk-kjemiske reaksjonsforløp, skjer det også biokjemisk betingete omsetninger som det i høyeste grad er nødvendig å ta med ved en vurdering av nedbørens forsurende virkning på jordbunnen.

På grunnlag av de prinsipper som hittil er omtalt vedrørende jordbunn og forsuring, er tiden nå inne til å se disse i sammenheng med dagens luftforurensninger. La oss først kaste et blikk på et kart over «Jordbruksareal og skog i Norge», som er utgitt av Låg og Vigerust i 1971, — et kart som er av den største interesse

i forbindelse med forurensningsspørsmål i videste betydning. Ved å legge inn tallmaterialet som viser overskuddsyre i nedbøren i 1970 (etter den svenske forsker Granat), kommer det klart fram at store og viktige deler av landets jord- og skogareal utsettes for et betydelig forurensningsstress.

Som tidligere nevnt, er det meget stor variasjon i jordbunnens kjemiske og biokjemiske motstandsevne mot luftforurensninger. Fysiske forhold i jordbunnen, f.eks. mekanisk sammen-setning, er viktig med hensyn til jordbunnens gjennomtrengelighet for vann. Nedbøren som faller over et skogområde kan ta mange veier. Gjennom intersepsjon, transpirasjon og fordunstning kan en stor del av nedbørsvannet tapes. Videre er topografi, fysisk beskaffenhet av jordprofilets øverste deler, årstid og nedbørsintensitet bestemmende for mengden overflatevann. Sigevannet, som egentlig er av størst interesse i forbindelse med forsuringen av jordbunnen, kan derfor ofte utgjøre en relativt liten del av den totale nedbørsmengde. Kvantiteten og kvaliteten av sigevannet, og den *tid* det er i kontakt med jordmassene er avgjørende for den virkning det har på jordsmonnets næringsstatus på lengre sikt.

Det er ikke bare jordbunnsforholdene som viser stor variasjon innen små områder. Som et eksempel på at nedslaget av luftforurensninger også kan variere sterkt innen relativt små områder, viser jeg her noen resultater av snøprøver som er tatt på en systematisk måte i N.N.V. ret-

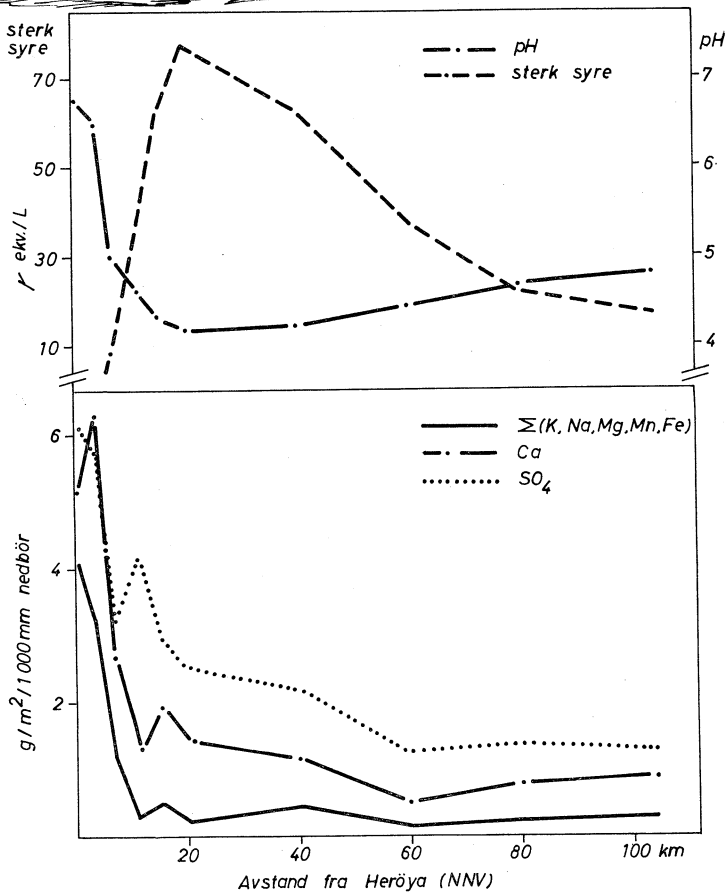


Fig. 1. Nedslag av luftforurensninger med utgangspunkt i Herøya.

ning ut fra Herøya vinteren 1969—70 og 1970—71. (Se Fig. 1.) Undersøkelsen som er utført ved Norsk institutt for skogforskning, hadde primært som formål å kartlegge hvor en innen dette området hadde størst nedslag av overskudd syre, med tanke på nærmere undersøkelse av virkningen av den sure nedbøren på skogmiljøet. Jeg skal ikke gå detaljert inn på disse resultater, men bare understreke de markerte nedslagsgradienter som har kommet frem i dette materialet med hensyn til innholdet av sterk syre, pH og nedslaget av sulfater og kalsium, magnesium og andre metaller i nedbøren. I dette spesielle tilfellet var innholdet av sterk syre i nedbøren størst i området som ligger omlag 20 km fra Herøya. Nedbør fra dette spesielt sure området ble innsamlet og siden brukt i sammenligning med andre nedbørskvaliteter i lysimetre hvor transporten av næringselementer i skogjord ble studert. Resultater fra denne undersøkelsen viser at nedbørens innhold av overskudd syre påvirker nedvaskingen av næringselementer, pH i sigevannet, og endelig, at den sure

hydrolysen i profilet kommer til syne ved en gradvis forsuring av jordbunnen.

### III. *Avsluttende bemerkninger.*

Jordbunnens fysiske, kjemiske og biokjemiske forhold er sterkt varierende, selv innen små områder. Dette gir seg utslag i høyst forskjellig evne til å motstå og i noen grad uskadeliggjøre forurensninger. Både kvantitativt og kvalitativt er det tydeligvis også store forskjeller med hensyn til nedslaget av luftforurensninger over landområdene.

På grunnlag av dette er det på nåværende tidspunkt ikke mulig å si noe generelt om hvor raskt en forsuring av jordbunnen som en følge av sur nedbør, utvikles. Det bør imidlertid understrekes meget sterkt at den økning i konsentrasjonen av kjemiske forurensninger i luft og nedbør som har funnet sted de senere år, utvilsomt representerer et forurensningsstress som kan få de alvorligste følger for de ulike økosystemer som i dag karakteriserer våre skog- og fjellområder.