

# Noen resultater fra norsk jordbunnsforskning av interesse ved vurdering av naturforurensning

Av professor Jul Låg

Professor ved Norges Landbrukshøgskole og bestyrer av Institutt for jordbunnslære med Statens Jordundersøkelse.

*Sammendrag av foredrag ved seminar for kurs i planleggingsfag, NLH 21.10.1971.*

I dagens debatt om naturforurensning blir søkelyset særlig rettet mot direkte skadevirkninger av stofftilføring til luft og vann. Spørsmålet om forurensning av jordsmonnet er hittil i mindre utstrekning blitt diskutert. Men forskningsresultater fra jordbunns læren er på mange måter av betydning for bedømmelse av forurensningsproblemer. En viktig side gjelder jordas evne til å uskadeliggjøre tilførte uønskede stoffer. Skadevirkning på jordsmonnet, med eventuelle uheldige følger for plantevekst og dyre- og menneskeernæring, er en annen side av denne saken.

Mye av vannet som kommer ut i vassdragene, har vært i mer eller mindre intim kontakt med jordmassene. Mange forskjellige forhold har betydning for jordmaterialets renseevne. Den avhenger av egenskaper både til jorda og til forurensningsstoffene.

Et stort antall prosesser av kjemisk, fysisk og biologisk karakter fører til uskadeliggjøring av uheldige stoffer i jorda. Kjennskap til jordmaterialets egenskaper er en nødvendig forutsetning for bedømmelse av slike prosesser. Forskning som gir nye kunnskaper på dette feltet, kan bli av verdi for oppklaring av problemer som knytter seg til naturforurensning.

Fra norsk jordbunnsforskning og tilgrensende fagområder er det i seinere tid kommet mange generelle resultater som interesserer ved vurdering av spørsmål om naturforurensning. Det er ikke her tid til å gå nevneverdig inn på slike alminnelige forskningsmessige klarlegginger, bare noen spredte eksempler kan det være aktuelt å merke seg. Utredning av spørsmål om mengden av jordmateriale over berggrunnen og om utbredelse og egenskaper til forskjellige jordarter og jordsmonntyper er av interesse i denne forbindelse. Videre har klarlegging av mikrobiologisk nedbryting av organiske stoffgrupper, og leirmineraldannelse og andre kjemiske forvittringsprosesser betydning. Ellers kan nevnes undersøkelser av jordas vannholdning og frigjøring, transport og binding av enkeltstoffer, m.v. Absorpsjon og dekomponering i jorda av skadelige stoffer er sentrale spørsmål i forurensningsproblematikken.

I stedet for å behandle nærmere slike generelle forskningsresultater skal vi se litt mer på enkelte relativt nye undersøkelser av spesiell interesse ved forsøk på løsning av aktuelle forurensningsspørsmål.

Høsten 1954 fikk vi i Norge en sjanse til å være med i undersøkelser, startet i Sverige, over nedbørens kjemiske sam-

menstning. På dette tidspunkt var det meget vanskelig med ekstrabevilninger og andre nødvendige arbeidsmuligheter for slike registreringer. Heldigvis stilte Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd seg positivt til søknad om midler. Det ble i første omgang opprettet 3 stasjoner for innsamling av prøver. Seinere ble stasjonsnettet utvidet slik at vi kom opp i 12 innsamlingssteder. Prøveinnsamling for bestemmelse av luftsammensetning ble også utført.

Det er foretatt en sammenstilling av analyseresultatene for de norske stasjonene for perioden 1955—1962 (Låg 1963).

For Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd ble langvarige registreringer av den kjemiske sammensetningen av nedbøren regnet å være et noe perifert arbeidsområde. Oppgaven ble omsider overtatt av Meteorologisk Institutt, men antallet av innsamlingsstasjoner ble da redusert. Nylig er arbeidsoppgaven blitt overført til Norsk Institutt for Luftforskning.

Som kjent er spørsmålet om forurening av nedbøren kommet sterkt i forgrunnen i seinere år. Det ble utført pH-bestemmelser som ledd i våre undersøkelser av nedbøren. Vi har altså i Norge et tallmateriale som går tilbake til seinhøsten 1954. Nå kunne vi ha ønsket oss at materialet hadde vært mye større. Men med alle vanskelighetene i forbindelse med starting av undersøkelsene i friskt minne, kan en kanskje like gjerne si seg glad for at vi i det hele tatt har såpass utførlige registreringer. Som eksempel på forhandlinger om utvidelse av undersøkelsene kan nevnes at jeg snart etter igangsettingen av de 3 første stasjonene fikk henvendelse fra to framstående vitenskapsmenn i Bergen med spørsmål om det ikke kunne la

seg gjøre å få opprettet flere innsamlingsstasjoner. Jeg sa meg helt enig i tanken og spurte om sjanser for å skaffe midler fra andre kilder. Men heller ikke bergenserne kunne finne andre muligheter for finansiering enn Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

Etter hvert er det blitt stor interesse for spørsmålet om tungmetallforgiftning av vårt miljø. Kvikksølv og bly har i sterk grad tiltrukket seg oppmerksomhet. Blant stoffer som søkelyset særlig er blitt rettet mot i det aller siste, kan vi merke oss kadmium. Ellers er det blitt aktuelt å undersøke spredningen av mange «nye» stoffer. Moderne teknikk har medført forureningsmuligheter som en for noen år tilbake ikke var oppmerksom på. I forbindelse med spesielle industribedrifter kan det lokalt være risiko for forgiftning med stoffer som ellers ikke medfører noen faremomenter. Også fra endel andre stoffer enn tungmetaller er det muligheter for giftvirkninger. Et typisk eksempel på lokalpreget skadevirkning av denne karakter er fluorforgiftning inntil fabrikker for aluminiumframstilling.

Noen tungmetaller er nødvendige plantenæringsstoffer. De fleste av disse trenges i så små mengder at de rubriseres som mikronæringsstoffer. Også utenfor tungmetallgruppen finnes plantenæringsstoffer som behøves bare i ørsmå mengder. Foruten bor og klor er det muligens også andre slike stoffer.

Enkelte elementer som en regner er unødvendige for plantene, trenges i dyre- og menneskeernæringen. Som eksempler kan nevnes kobolt, jod og selen.

Det var av interesse å forsøke å få i gang mer omfattende undersøkelser over oppreden både av slike nyttige og av skadelige stoffer i jordsmonnet i Norge.

I 1954 var det ved samarbeid mellom jordbunnsføre-instituttet ved Norges Landbrukskøghøghskole og Landsskogtakseringen startet forholdsviis omfattende feltregistreringer av jordbunnsforhold i de produktive skogområdene. Under en konferanse i Trondheim i 1959 bragte jeg fram den tanke at Statens Råstofflaboratorium (den nåværende Kjemisk avdeling ved Norges Geologiske Undersøkelse) kunne gå inn i samarbeidet, som da måtte utvides til innsamling av humusprøver for analyse- ring bl.a. av endel tungmetaller. Bakgrun- nen for dette forslaget overfor en slik gruppe fagfolk var at systematiske kje- miske undersøkelser av overflatesjiktet fra naturlig jordsmonn kanskje kunne bli et hjelpemiddel i geokjemisk prospektering.

Det ble organisert prøveinnsamling i 1960—1964 fra de produktive skog- arealene i Nord-Trøndelag, Oppland og Buskerud (se f.eks. Bølviken 1967, Låg 1962, 1968 a, 1968 b).

For bedre å kunne tolke resultatene fra slike skogjordundersøkelser foreslo jeg videre å foreta analyse av nedbørpregete torvavsetninger fra forskjellige deler av landet. Slik ombrogen torv er i mindre grad enn noen annen gruppe av jords- monn-materiale blitt påvirket av sammen- setningen til berggrunnen og mineraljorda. Det vesentligste av stofftilføringen til ned- børmyrene skjer, som kjent, fra atmosfæ- ren. Analysesett for torv fra de ombrogene myrene skulle kunne tjene som en slags «bakgrunnsverdier» ved vurdering av annet analytisk tallmateriale. Da både den kjemiske sammensetningen av tilført stoff fra atmosfæren og fortorvingsprosessene kan variere regionalt, var det aktuelt å velge ut myrer i forskjellige deler av landet.

Sivilagronom O. Ø. Hvatum, geokjemi- ker ved NGU, foretok i 1962—64 prøve-

innsamling fra myrer fra Vest-Agder i sør til Finnmark i nord. Han gikk seinere over i annen stilling, og bearbeidelsen av materialet ble utsatt. I 1970 tok Hvatum, med stipendium fra Norges Landbruks- vitenskapelige Forskningsråd, igjen fatt på sammenstilling av de innsamlete data. Dette arbeidet foregår her ved NLH. Fore- løpige resultater fra bearbeidelse av blyanalysene er offentliggjort (Hvatum 1971). Det viste seg å være opphopning av bly i overflatesjiktet i de ombrogene torvmassene, og denne forskjellen mellom øverste og dypere lag er særlig stor i de sørlige delene av landet. Disse forholdene kan forklares ved at det i seinere tid er blitt stigende tilføring av bly til atmo- sfæren, særlig i områder sterkt influert av industri og kommunikasjonsmidler. Gjennomsnittstall for de undersøkte my- rene på Østlandet, Sørlandet og Vestlan- det var 13.1, for Trøndelag 3.7 og for Nord-Norge 2.1 mg Pb pr. 100 g tørrstoff.

I samarbeid med Landsskogtakseringen ble det samlet inn vel 1 000 humusprøver i hvert av fylkene Nord-Trøndelag og Opp- land, og knapt 1 000 i Buskerud. Prøvene ble tatt på takstflater systematisk fordelt over de produktive skogarealene.

Ved NLH har vi utført endel analyser som er blitt offentliggjort (Låg 1962, 1968 a, 1968 b, 1969). På grunn av util- strekkelige ressurser måtte vi redusere analyseprogrammet endel.

De gjennomførte laboratorieanalysene viser bl.a. sammenheng mellom humus- dekkets og nedbørvannets kjemiske egen- skaper. I områder nær havet er nedbøren relativt rik på salter som er karakteristisk for sjøvannet. F.eks. er innholdet av na- trium og magnesium forholdsvis stort, mens kalsiuminnholdet er lite. I den mest alminnelige hovedtypen av jordsmonn i

Norge — podsoljordsmonnet — er de kjemiske prosessene preget av utvasking med sigevann. Reaksjonene er i overflatelaget gått mer eller mindre langt i retning av ionebyttelikevekt. Analysetallene for humusprøvene fra podsolprofiler viste et mengdeforhold mellom ombyttbart Ca til Mg på omtrent 1 til 1 i ytre Nord-Trøndelag, stigende til omkring 5 til 1 i innlandsfylkene Oppland og Buskerud. Slike generelle lovmessigheter er det av interesse å kjenne når en skal vurdere virkninger av forurensningskilder som menneskene lager i stand.

Med spesiell bevilgning fra Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd har vi for kort tid siden fått bestemt kvikksølvinnholdet i endel av det samme materialet av humusprøver. Vi er også i gang med undersøkelse over jod, brom og klor, og enkelte andre spesialbestemmelser er planlagt. Analysene blir utført ved Institutt for atomenergi. Moderne analysemetoder på basis av radioaktive prosesser har gitt langt bedre muligheter enn tidligere for bestemmelse av små konsentrasjoner av disse stoffene.

Til supplerings av studiene av kvikksølvinnholdet i disse skogjordprøvene er det planlagt og nettopp påbegynt en detaljundersøkelse av området omkring en industribedrift som regnes i sterk grad å forurense omgivelsene med tungmetaller. Foruten kvikksølvanalyser vil det bli utført bestemmelse bl.a. av bly, sink og kadmium. Men ennå foreligger det ikke analysetall.

Sammenstilling av kvikksølvanalysene av humusprøvene fra skogjorda er ikke fullført, bl.a. fordi korrelasjoner med andre stoffer skal undersøkes. Men noen foreløpige resultater kan nevnes.

Innholdet av kvikksølv i humusprøvene fra produktiv skogjord i de tre fylkene Nord-Trøndelag, Oppland og Buskerud varierer mellom 0.55 og 0.02 p.p.m. (mg pr. kg). Det er ingen økning av frekvensen av høye tall inntil jordbruksarealer. En viss sammenheng synes det å være mellom berggrunnssammensetning og kvikksølvinnhold.

Ved Norges Geologiske Undersøkelse ble det gjennomført bestemmelse av endel stoffer i skoghumusprøvene noenlunde snart etter at prøveinnsamlinga var gjennomført. De fleste analysene ble utført etter klassiske spektrografiske metoder. Denne metodikk gir bare halvkvantitative bestemmelser. Etter hvert er det ved bruk av atomabsorpsjons-flammefotometer utarbeidd betydelig nøyaktigere framgangsmåter. Det er blitt enighet om å foreta nye analyser av de stoffene som var bestemt etter gammeldags spektrografi-metodikk.

I løpet av nær framtid skulle det fra NGU-laboratoriet foreligge bestemmelse av stoffene sink, kopper, mangan, molybden, kobolt, vanadium, bly, sølv, nikkel, krom og kadmium i humusprøvene fra Nord-Trøndelag, Oppland og Buskerud. Foreløpige sammenstillinger som er foretatt, viser endel meget interessante resultater. De har bl.a. dannet utgangspunkt for ganske omfattende metodeundersøkelser for geokjemisk malmleiting, utført av NGU. Men mer omfattende bearbeidelse av materialet har måttet utstå inntil de nye analyseresultatene foreligger.

I tilknytning til disse regionalpregete registreringene har vi foretatt endel spesialundersøkelser. Av særlig interesse i denne forbindelse er studiet av naturlig tungmetallforgiftning av jordsmonnet. En

oppdagelse som ble gjort i skogen til Kastad i Vardal 18. august 1967, er utgangspunkt for denne type undersøkelser (Låg, Hvatum and Bølviken 1970). Det ble her funnet et lite, nesten vegetasjonsfritt areal med blymengder på flere prosent i overflatesjiktet i jordsmonnet. En bør merke seg at blyinnholdet i dette tilfelle måles i pst. (g pr. 100 g) mens innholdet i den ombrogene torvjorda var oppgitt i p.p.m. (mg pr. kg). Seinere er vi blitt oppmerksomme på flere felter med naturlig tungmetallforgiftning i Gjøviktraktene og videre i Østerdalen, Dovre og Finnmark. I enkelte av disse tilfellene må det antas å være andre stoffer enn bly som er årsak til giftvirkningen. Vi har foretatt prøveinnsamling og skal arbeide videre med spørsmålet om årsakssammenhenger.

Det er store forskjeller på ulike plantearter med hensyn til evnen til å motstå

virkningen av høye blykonsentrasjoner i jorda. F.eks. kan smyle (*Deschampsia flexuosa*) vokse på jord med stort blyinnhold, og plantene vil da selv inneholde mye bly. Det er velkjent at bly er giftig også for dyreorganismer. Med tanke på gjennomføring av fôringsforsøk er det siste sommer høstet inn plantemateriale fra arealer med særlig stort blyinnhold i jordsmonnet.

Det synes nå å bli lettere å få økonomimuligheter for å gjennomføre jordbunnsforskning som kan danne grunnlag for vurdering av forurensningsproblemer. Etter hvert er en i sterkere grad enn før blitt oppmerksom på at spørsmålet om jordmassenes renseevne er meget viktig, og videre at et nødvendig vilkår for å kunne bedømme hva som er naturforurensning er å kjenne den natur en vil verne mot tilføring av skadelige stoffer.

#### REFERERT LITTERATUR:

- Bølviken, B.* (1967): Recent geochemical prospecting in Norway. — Geochemical prospecting in Fennoscandia. Utg. A. Kvalheim. Interscience Publishers. S. 225—253.
- Hvatum, O. Ø.* (1971): Sterk blyopphepning i overflatesjiktet i myrjord. Spesielt fremtredende i Sør-Norge. — Teknisk Ukeblad. Bd. 118, h. 27, s. 40.
- Låg, J.* (1962): Undersøkelse av skogjorda i Nord-Trøndelag ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1960. — Jordbunnsbeskrivelse nr. 47. — Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 64, Bd. 18, s. 107—160.
- Låg, J.* (1963): Tilføring av plantenæringsstoffer med nedbøren i Norge. — Forskn. og forsøk i landbruket. 14, 1963, 553—563.
- Låg, J.* (1968 a): Undersøkelse av skogjorda i Oppland ved Landsskogtakseringens markarbeid somrene 1962 og 1963. — Jordbunnsbeskrivelse nr. 48. — Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 91, Bd. 25, s. 331—393.
- Låg, J.* (1968 b): Relationships between the chemical composition of the precipitation and the contents of exchangeable ions in the humus layer of natural soils. — Acta Agriculturae Scandinavica. 18:3, s. 148—152.
- Låg, J.* (1969): Noen generelle jordbunnskjemiske problemer i relasjon til nedbørens kjemiske sammensetning. — Medlemsblad for Den norske Veterinærforening, 21. årg., nr. 3, s. 117—124.
- Låg, J., Hvatum, O. Ø., and Bølviken, B.* (1970): An occurrence of naturally lead-poisoned soil at Kastad near Gjøvik, Norway. — Norges Geologiske Undersøkelse nr. 266, s. 141—159.