

Geomedisin, ungt fag med gamle røtter

Av Jul Låg.

Jul Låg har vært professor ved Ås Landbrukshøyskole.

1. Innledningsoversikt

Uttrykket geomedisin er forholdsvis nytt og sannsynligvis ukjent for svært mange. I 1931 ble det innført i litteraturen i Tyskland, men foreløpig ble det lite brukt. Så vidt en kan se, ble navnet første gang anvendt i skandinavisk litteratur i 1972. Vi sier nå at geomedisin er vitenskapen om innvirkning av alminnelige ytre miljøfaktorer på geografisk utbredelse av helseproblemer for mennesker og dyr.

Gjennom meget lang tid har menneskene hatt anelse om lovmessigheter for utbredelse av sykdommer og ernæringsproblemer. Men forklaring av årsaksammenhenger var først mulig etter at det var utformet eksakte undersøkelsesmetoder.

Den store framgangen i kjemisk analysemetodikk har vært et meget verdifullt grunnlag for utviklingen av faget geomedisin. Utredning av viktige fysiologiske prosesser er et annet felt av stor betydning for forklaring av geografisk fordeling av helseproblemer.

Geomedisin er et meget komplisert fagfelt som fordrer innsikt både i medisin- og miljøspørsmål. Økende forurensing skaper nye oppgaver for geomedisinen.

Sannsynligvis står vi ennå bare ved begynnelsen av en intens geomedisinsk forskningsaktivitet.

2. Noen historiske momenter

Det er alminnelig å regne grekeren Hippokrates som grunnlegger av lege-

vitenskapen. For mer enn to tusen år siden førte han og andre grekere resonnementer som er nær beslektet med moderne geomedisinske læresetninger. I Marco Polos reisebeskrivelser fra Kina er omtalt husdyrforgiftning som sannsynligvis skyldtes selen.

Fra vårt eget land har vi omtale av skjorbuk så tidlig som i det tiende århundre (Reichborn-Kjennerud, Grøn & Kobro 1936, Nicolaysen 1970). I 1632 er det redegjort for bruk av skjorbuksurt og annet plantemateriale som motmidler mot sykdommen (Storm 1881).

Et annet interessant norsk eksempel gjelder beinskjørhet hos husdyr. Bøndene hadde erfaringer for at storfe var plaget av beinskjørhet når de utnyttet beiter med mye av romeplanter (*Nartheicum ossifragum*). Den norske embetsmannen Jens Bjelke (1580—1659) hadde hørt om disse bonde-erfaringene. Han var interessert i botanikk og hadde dessuten gode språkkunnskaper. Planterarten rome gav han det latinske navnet *Gramen ossifragum* («graset som brekker bein»). Da ordinær beskrivelse seinere ble utformet, ble artsnavnet *ossifragum* beholdt.

Bøndene hadde også funnet fram til mottiltak mot beinskjørhet. De knuste knokkelmateriale og gav til husdyra. En geolog som undersøkte berggrunnen i et distrikt sterkt utsatt for beinskjørhet, hadde hørt om dette merkelige førtilskuddet. Han fant ekstremt lite apatitt i bergarten i områder av

beinskjørhet, og trakk den logiske og riktige slutning at sykdommen skyldtes fosformangel (Vogt 1888). Rome var altså ikke direkte skyld i beinskjørheten, men den og andre nøysomme planter kan vokse på fosforfattig jord og får da selv et lite fosforinnhold. Derimot er det en annen sykdom hos sau, alveld eller «hovudsott», som synes å ha sammenheng med romeplanten (Stabursvik 1959).

Jodmangel som årsak til struma er et klassisk geomedisinsk eksempel, velkjent både i Norge og mange andre steder i verden.

Sammenheng mellom fluormangel og tannrøte (caries) er et annet eksempel som ofte er blitt nevnt. I tilknytning til norske aluminium-fabrikker ble det oppdaget fluorforgiftning i husdyrbruket.

I 1954 ble det i Norge satt i gang inn-samling av nedbørprøver for bestemmelse av den kjemiske sammensetningen. Det viste seg at i kysttraktene inneholder regn og snø betydelige mengder av sjøsalter. I 1962 ble det offentliggjort analysetall for lett tilgjengelige elementer i overflatelaget i skogjord. Her viste det seg å være nedgang i den relative mengden av magnesium og natrium med stigende avstand fra havet. Så vidt vites er dette første gangen en slik lov-messighet er påvist. Ved fortsatte undersøkelser ble det funnet lignende fordelingsmønstre for klor, brom, jod og selen.

Fra gammelt har det vært alminnelig å regne at struma var vanlig i innlandet fordi det der ble spist så lite saltvannsfisk. Men nyere undersøkelser har vist at jodinnholdet i jord og planter minker fra kysten mot innlandstraktene. F.eks. er kornet fra de indre Østlands-

områdene jodfattigere enn korn fra kysttraktene.

Etter hvert er vi blitt klar over at kjemiske klimafaktorer er viktige ved utredning av geomedisinske spørsmål. Lenge var det alminnelig bare å ta hensyn til fysiske faktorer som temperatur, nedbørmengde og vind når klimaet ble drøftet. Nå snakker vi også om kjemiske klimatologi.

Stråling fra radioaktive stoffer er prosesser som vi nå er aktsomme overfor. Tsjernobyl-ulykken gav oss en uhyggelig påminnelse.

I Norge er det utviklet stadig bedre registreringer av geografisk fordeling av forskjellige sykdommer. Det norske kreftregisteret blir ansett for å være av meget god kvalitet. Noen kreftformer har så karakteristiske fordelingsmønstre at geomedisinske forklaringer er overveiende sannsynlige.

I 1957 ble det fastslått at selen er et nødvendig næringsstoff for dyreorganismer. Ikke lenge etter tok norske veterinærer i bruk selenpreparater som middel mot muskeldegenerering hos husdyr. Det var særlig hos sau i nedbørsfattige innlandstrakter at denne sykdommen var plagsom. Etter påvisningen av synkende seleninnhold i jorda med stigende avstand fra havet og synkende nedbørhøyde var den geografiske fordelingen av sykdommen lett å forstå (Låg & Steinnes 1974).

Det er i seinere år i Norge og i flere andre land blitt tilsatt små mengder av selenforbindelser til kraftfôr til husdyr. I Finland har de gått et skritt videre og blander inn selen i handelsgjødsel. Plantene har ikke behov for dette elementet, så hensikten med selentilføringen er å produsere avlinger som ernæringsmessig sett er mer verdifulle.

Mange humanmedisinere har regnet med at selenmangel kan være årsak til enkelte kreftformer og videre til hjerte/kar-sykdommer. Et stort antall andre elementer har vært omtalt i diskusjoner om disse to sykdomsgruppene hos mennesker.

Kobolt er et annet grunnstoff som er nødvendig for dyr og mennesker men ikke for plantene. For kort tid siden er det blitt bestemt at dette stoffet skal tilsettes til et bestemt slags fullgjødning. Med dette tiltaket blir det særlig tatt sikte på å bedre tilveksten av lam på beite og å unngå kvitlevversykdom hos sau.

Vi regner med at forebyggende tiltak mot sykdommer vil bli tillagt stigende vekt både i humanmedisin og veterinærmedisin. Når slik aktivitet skal planlegges, er geomedisin-kunnskaper i mange tilfeller nødvendige.

3. Blanding av råmateriale for mat og fôr fra forskjellige områder

Mye av den maten vi spiser i Norge, er sammensatt av materiale fra flere forskjellige områder. Det kan dermed bli en utjevning av den kjemiske sammensetningen. I «gamle dager» var menneskene i sterk grad avhengige av det som ble produsert direkte på heimstedet. I utviklingsland gjør slike forhold seg fremdeles sterkt gjeldende.

I intensivt husdyrbruk nyttes det for mange produksjoner fôr som har sammenblanding av råstoffer fra ulike kilder. Men det kan være store variasjoner. Til sau og arbeidshest blir i alminnelighet den vesentligste delen av fôret avlet på stedet. Produksjon av melk, kjøtt og egg har ofte i industrialiserte land et fôrgrunnlag fra ulike områder. Men i utviklingsland skjer som regel

slik produksjon på basis av lokalavlet fôr.

Generelt sett er det enklere å finne geomedisinske lovmessigheter som har sammenheng med ernæringen i utviklingsland enn i industrialiserte land.

4. Vannforsyning

Mens mer eller mindre av maten og fôret kan komme fra andre distrikter, er vannforsyningen som regel av lokal karakter. De stoffmengder vannet inneholder, er i alminnelighet små i forhold til behovet. Et unntak danner fluor. En stor del av fluormengden menneskene trenger, blir tilført gjennom vannet. Spørsmål om fluortilsetning i offentlige vannverk i Norge var for noen år siden årsak til periodevis ilte diskusjoner. I andre områder av verden, særlig der det i ny geologisk tid har vært vulkanutbrudd, har stort fluorinnhold vært årsak til helseskader. F.eks. i Island og flere steder i Afrika er det mange eksempler på slike fluorskader.

Fra mange kanter av verden er det rapportert om helseskader som skyldes andre stoffer i drikkevannet. Dels er det spørsmål om for små mengder og dels om for store mengder av stoffer som naturprosesser har tilført vannet, og videre om epidemier som smittestoffer er årsak til.

Vannforsyningen i Norge er drøftet i et meget stort antall publikasjoner, bl.a. i tidsskriftet Vann. Hos oss er det forholdsvis detaljerte regler for kontroll av kvaliteten av drikkevann. Statens institutt for folkehelse (SIF) har spesifisert mange kvalitetskrav. Men det har vist seg at disse normene i mange tilfeller ikke blir tilfredsstillende.

Det oppgis at omtrent 3/4 av landets befolkning får sin vannforsyning fra ca.

400 vannverk der hvert enkelt har mer enn 1000 abonnenter.

Nylig er det gjennomført en omfattende undersøkelse av vann fra 384 vannverk som i alt betjener 70,9 % av landets befolkning (Flaten 1986, Flaten & Bølviken 1991). Analyseresultater for 30 egenskaper foreligger. Mange interessante korrelasjoner er beregnet. Endel tidligere antatte sammenhenger er ikke blitt bekreftet, mens noen er blitt påvist.

I medisiner-kretser er det i seinere tid blitt stor interesse for oppløst aluminium i vannet. Det har vist seg at pasienter med Alzheimers sykdom har opphopning av dette elementet i bestemte sentre i hjernen. Også flere andre stoffer i vannet har etter hvert tiltrukket seg ekstra oppmerksomhet.

5. Forurensning

Industrialisering har ført til alvorlige naturforurensninger. Den såkalte drivhuseffekten diskuteres stadig. Atmosfæreforurensning som endrer klimaet, kan gi vidtrekkende konsekvenser. Ødelegging av ozonlaget kan tenkes å medføre farlige strålingskader.

På lignende måte som atmosfæreforurensning kan tilføring av uønskete stoffer til verdenshavene ha skadelige globale virkninger. Ferskvannsforurensninger har i mange tilfeller lokal karakter.

Som et typisk eksempel på en alvorlig forurensning av ferskvann blir ofte nevnt spredning av kolera-smitte fra vannkraner i Broad Street, London, i 1854. I et stort antall tilfeller — også i Norge — har det vist seg at smittespredning skjer gjennom vann som brukes i husholdninger og i husdyrbruket.

Giftige organiske og uorganiske forbindelser kan bli tilført vannet som for-

urensninger. Plantevernmidler og gjødselstoffer kan tilføres grunnvannet etter virksomhet i hagebruk, jordbruk og skogbruk. Det har f.eks. vist seg at grunnvannet i Norge har et større nitratinnhold i de gode jordbruksområdene enn ellers.

De fleste forurensningsstoffene i luft og ferskvann har ikke særlig langvarige virkninger. Fra atmosfæren synker mange stoffer ned til jordoverflaten. I områder med humid klima, altså der nedbøren er større enn fordampningen, føres mye av ferskvannsforurensningene etter hvert ut i havet. Annerledes stiller det seg med jordforurensninger. De kan gi meget langvarige skadevirkninger.

Det er forsøkt å beregne hvor lang tid det tar før mengden av tilførte tungmetaller i jorda er redusert til halvparten. Lysimeter-eksperimenter med sink, kadmium, kopper og bly viste halveringstider fra 70 til 5900 år, størst for bly og minst for sink (Kabata-Pendias & Pendias 1984).

Moderne industri har ført til at de levende organismene kommer i kontakt med stoffer som på forhånd var mer eller mindre ukjente for dem. Til forskjell fra stoffene som tidligere inngikk i de naturlige kretsløpene, har det altså ikke vært mulig å oppnå langvarige biologiske tilpasninger til de nye substansene i miljøet. Gruvedrift og metallurgisk industri er typiske eksempler. I Norge ligger det mange steder store mengder med giftig gruveavfall, og f.eks. ved sinkfabrikken i Odda er det så mye av farlige tungmetaller i jorda at det er frarådd å leve ensidig på plantemateriale som er dyrket nær denne bedriften.

6. Organisasjonstiltak

I forbindelse med forberedelse av det internasjonale programmet «Man and the Biosfere» tok vi i Norge i 1971-1972 opp spørsmålet om å starte et geomedisinsk prosjekt. Men på dette tidspunktet var det ikke mulig å skaffe bevilgninger. Det Norske Videnskaps-Akademi arrangerte i 1978 sitt første geomedisinske symposium, og fortsatte seinere med slike tilstillinger. I 1984 etablerte Akademiet en permanent geomedisinsk komité. Fra mange av symposiene er det sendt ut publikasjoner.

Det internasjonale jordbunns-læreselskap (International Society of Soil Science) opprettet under verdens kongressen i Hamburg i 1986 en arbeidsgruppe som ble kalt «Soils and Geomedicine». Sammen med komiteen til Videnskaps-Akademiet har denne arbeidsgruppen arrangert 3 symposier i Norge.

Utarbeiding av ei geomedisinsk handbok har en viss sammenheng med symposie-aktiviteten i Norge (Låg 1990).

Tidlig i 1970-årene ble spørsmål av geomedisinsk karakter tatt opp i flere land. I USA, Canada og Storbritannia ble det organisert en aktivitet under betegnelsen «Environmental geochemistry and health». Dette fagfeltet er litt snevrere enn geomedisin fordi det f.eks. ikke inkluderer mange fysiske faktorer og prosesser.

7. Framtidsutsikter

Dessverre ser det ut til at økonomiforskjellen mellom utviklingsland og industrialiserte land øker. Som nevnt antar vi at det finnes mye av geomedisinske problemer i den såkalte tredje verden, men sannsynligvis er mange av

dem ennå ikke oppdaget. Et typisk eksempel, nå noenlunde klarlagt, er Keshan-sykdommen i Kina. Det er nå klart at denne lidelsen kan forbygges ved bruk av selen-preparater. Men kanskje er årsaksforholdene mer innviklet enn enkel selenmangel.

Ved grundige undersøkelser er det sjanser for å utrede mange geomedisinsykdommer i utviklingsland. Nødstilte befolkningsgrupper kunne dermed få verdifull hjelp.

Industrilandene er årsak til raskt økende forurensning av luft, vann og jord. Slike miljøforurensninger kan få alvorlige geomedisinske konsekvenser. Det blir viktige framtidoppgaver å utrede årsaksammenhenger og hjelpemidler.

Endringer i levemåten i industri-samfunnene kan medføre problemer av geomedisinsk karakter. F.eks. kan fabrikkbehandling av mat og fôr resultere i tap av enkelte næringsstoffer og innblanding av forurensninger. Det kan minnes om at en ny teknikk for maling av riskorn i slutten av forrige århundre førte til mangel på B-vitamin (thiamin, B1) og sykdommen beriberi.

Innenfor de fleste vitenskapene har tendensen gått i retning av stadig sterkere spesialisering. Geomedisin er et meget komplisert fagfelt. Det er behov for bidrag fra flere fagdisipliner når mange av de geomedisinske spørsmålene skal løses. Ofte er det bruk for vurderinger både fra medisinerne og naturvitenskapsforskere. Både humanmedisinerne og veterinærer har viktige arbeidsoppgaver innenfor geomedisin. Det er ofte lettere å få gjennomført forskning med dyr enn med mennesker.

Kanskje vil det vise seg nødvendig å etablere mer handlekraftige organisa-

sjoner for å få i gang sterkere geomedisinsk aktivitet.

8. Oppsummering

Geomedisin er vitenskapen om innvirkning av alminnelige ytre miljøfaktorer på geografisk fordeling av helseproblemer hos mennesker og dyr. Resonnementer om at slike sammenhenger eksisterte, var framme alt i den første tid medisinvitenskapen var under utvikling. Men for utredning av geomedisinske lovmessigheter behøves som grunnlag klare karakteriseringer av miljø og sykdommer. Det er derfor forståelig at utviklingen av fagfeltet geomedisin har tatt lang tid.

Som noen spredte eksempler på gamle norske oppdagelser av geomedisinsk karakter kan nevnes utredninger om skjorbuk og motmidler mot den, beinskjørhet som skyldes fosformangel, og struma på grunn av jodmangel.

I seinere tid er vi blitt klar over at det kjemiske klimaet har helse-konsekvenser, f.eks. på grunn av geografisk varia-

sjon i seleninnhold i mat og fôr. Det er utført omfattende geokjemiske undersøkelser og forsøk på å jamføre slik analysetall med data for viktige grupper av sykdommer hos mennesker og dyr.

For planlegging av forebyggende medisintiltak vil geomedisinske kunnskaper i mange tilfeller være viktige.

I industrialiserte land må vi regne med at forurensning av luft, vann og jord vil medføre stigende problemer. Jordforurensninger kan gi meget langvarige skadevirkninger. Eventuelle klimaforandringer kan bli svært viktige. I utviklingsland er det sannsynligvis mange geomedisinske lidelser som ennå ikke er oppdaget.

Spesielle fysiske og biologiske faktorer og prosesser kan ha stor geomedisinsk betydning.

Når geomedisinske problemer skal løses, er det ofte nødvendig med samarbeid på tvers av tidligere etablerte faggrenser.

LITTERATURENVISSNINGER

- Flaten, T.P. 1986. An investigation of the chemical composition of Norwegian drinking water and its possible relationships with the epidemiology of some diseases. Norges geologiske undersøkelse. Avhandling nr. 51. 272 s. Trondheim.
- Flaten, T.P. & Bølviken, B. [1991]. Geographical associations between drinking water chemistry and the mortality and morbidity of cancer and some other diseases in Norway. Under trykking i *The Science of the Total Environment*.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. 1984. Trace elements in soils and plants. 315 s. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Låg, J. 1990. Geomedicine. 278 s. CRC Press, Boca Raton, Florida.

- Låg, J. & Steinnes, E. 1974. Soil selenium in relation to precipitation. *Ambio*. 3, 237-238.
- Nicolaysen, R. 1970. Arktisk ernæring. 26 s. Fridtjof Nansens Minneforelesning. VII. Det Norske Videnskaps-Akademi, Oslo.
- Reichborn-Kjennerud, I., Grøn, F. & Kobro, I. 1936. Medisinens historie i Norge. 328 s. Grøndahl & Sønns Forlag, Oslo.
- Stabursvik, A. 1959. A phytochemical study of *Narthecium ossifragum* (L.) Huds. 89 s. Norges Tekn. Vitenskapsakademi. 2,6.
- Storm, G. 1881. Samlede skrifter af Peder Claussøn Friis. 493 s. Kristiania.
- Vogt, J.H.L. 1888. Norske ertsforekomster. V. Titanjernforekomsterne i noritfeltet ved Ekersund-Sogndal. *Archiv for Matematik og Naturvidenskab*. 12, 1-101.

Forurensning i grunnen?

Kartlegging
Risikovurdering
Konsekvensanalyse
Forslag til tiltak
Kontroll



Norges Geotekniske Institutt

Postboks 40 Tåsen, 0801 Oslo 8
Telefon (02) 23 03 88, Telefax (02) 23 04 48