

TEMANUMMER
**Grundvand
og pesticider**

Grundvand og pesticider

I forbindelse med vedtagelse af finansloven for 1998, har regeringen indgået en "Aftale om forstærket indsats for beskyttelse af grundvandet mod pesticider". Aftalen indebærer, at regeringen primo 1998 vil fremlægge lovforslag om indsatsen.

Den kommende lovgivning vil bl.a. indeholde bestemmelser, der giver mulighed for at forbyde eller begrænse anvendelsen af pesticider og mængden af kvælstofudbringning i områder, hvor grundvandet er særligt sårbart.

GEUS er i samarbejde med andre forskningsinstitutioner ved at udvikle en national model - den såkaldte Danmarksmodel - for det danske grundvand. Modellen vil blandt andet kunne fortælle, hvor vi får "mest rent vand for pengene" ved at holde bestemte arealer fri for pesticider.

15-20 procent af det nuværende danske landbrugsareal under særlig beskyttelse

Dette kan meget vel vise sig at være en nødvendig foranstaltning for at sikre, at den danske befolkning også i fremtiden kan få rent drikkevand fra undergrunden.

Vi er ikke færdige med vurderingen, men det kan meget vel vise sig at blive et samlet areal i den størrelsesorden, der skal beskyttes, siger statsgeolog Bjarne Madsen. Han leder projektet med opbygning af en national vandressource model.

Modellen skal vise dels hvor meget grundvand vi på landsplan kan forvente at have til rådighed i fremtiden, og dels hvordan den geografiske fordeling vil være. Altså klargøre hvilke egne, der kan få problemer med at klare vandforsyningen på basis af grundvand. Modellen skal også forsøge at tage højde for truslerne mod grundvandet. Først og fremmest truslerne fra pesticider og nitrat.

Det er ikke alle områder, der har lige stor betydning for grundvandsdannelsen. Samtidigt er der nogle vandressourcer, der geologisk set er dårligere beskyttet mod forurening end andre. Vores tankegang tager udgangspunkt i, at man ved en særlig indsats over for arealer, der har stor betydning for grundvandsdannelsen, men er mere udsat for forurening, kan opnå en stor gevinst i forhold til indsatsen, forklarer Bjarne Madsen



En femtedel af Danmarks areal uden pesticider

Pumper vi for meget?

Foranstaltninger, der kan beskytte mod forurening fra pesticider, er blandt andet:

- Braklægning,
- Udlægning til skov,
- Forbud mod sprøjtning,
- Omlægning til økologisk brug.

Præcis hvilke beskyttelsesforanstaltninger de vigtige områder skal have, vil Bjarne Madsen ikke udtale sig om. Det må være en politisk beslutning, mener han. Den nationale vandressource model skal kun tilvejebringe grundlaget for beslutningen.

Også på en anden front skal modellen danne grundlag for planlægning. Pumper vi for meget nogle steder?

Gennem modellen kan den nuværende strategi for indvindingen på regionalt niveau sammenholdes med den belastning, vandressourcen er udsat for i form af forurening. Her tænkes især på den menneskeskabte forurening med først og fremmest pesticider og nitrat; men også indtrængende saltvand fra havet kan være menneskeskabt. Det er et problem mange steder og en mulig trussel andre steder. En trussel, som for stærk indvinding vil øge.

Modellen viser en given grundvandsressources størrelse som funktion af dels klimaet - nedbørmængde minus fordampning (nettonedbøren) og afstrømning til dræn, vandløb søer og hav - og dels forureningsbelastningen (hastigheden af nedvaskningen af bl.a. forurenende stoffer).

Når disse størrelser er bestemt, kan man bruge modellen til at sikre optimale oppumpningsstrategier på regionalt niveau, siger Bjarne Madsen.

Det vil sige strategier, der giver mulighed for sikring af vand af høj kvalitet samtidigt

med, at oppumpningen har mindst mulig effekt på det øvrige vandmiljø. Det er vigtigt at bevare mulighederne for at der kan indvindes tilstrækkelige mængder af rent

grundvand. Det skal derfor så vidt muligt også undgås, at søer og vandløb tørrer ud som følge af for stor oppumpning og svigt i nedbør.



De øvre jordlag er gennemsat af rodgange og sprækker. Når det regner kraftigt, vil vandet fugte jorden så meget, at den ikke kan holde på mere vand, og det overskydende vil så løbe ned gennem rodhuller og sprækker. Man kan se effekten i forsøg, hvor man farver vandet, så strømningsmønstret aftegner sig.

Fyn er først

En national vandressource model vil kunne blive et værdifuldt værktøj i bestræbelserne på at nå frem til en langsigtet strategi, når det gælder udnyttelsen af den danske grundvandsressource. På grund af variationer i befolkningstæthed, i grundvandsmængde og forureningsbelastning vil selv den mest gennemarbejdede strategi dog ikke kunne sikre en 100% forsyning med uforurenet grundvand. I givet fald må man rense grundvandet eller ty til overfladevand. På Sjælland bruger man jo allerede overfladevand i visse perioder, specielt om sommeren. Men modellen vil forbedre mulighederne for at forebygge situationer, hvor man må ty til overfladevand. Og når overfladevandet nødvendigvis må udnyttes, kan modellen hjælpe med til at forudsige, hvornår det bliver nødvendigt. Så kan man i tide nå at træffe de nødvendige tekniske foranstaltninger, eventuelt gennem etablering af anlæg til kunstig infiltration af overfladevand for at øge grundvandsressourcen. Direkte brug af overfladevand stiller større krav til vandbehandlingen, end grundvand gør, især på grund af det langt højere indhold af bakterier og organisk stof.

Foruden GEUS medvirker der to andre institutioner, Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) og Dansk Hydraulisk Institut (DHI) i arbejdet med modellen, som skal kæde vidt forskellige sæt af oplysninger sammen: kemiske profiler af grundvandet fra en række målestationer underlagt forskellige myndigheder; tal for nedbør, nedsivning og fordampning; satellitdata for, hvad der er på de forskellige arealer. Og endelig de tilgængelige data om geologiske forhold. Det hele knyttes sammen af komplekse matematiske formler - matricer - der tillader en grafisk fremstilling.

Det er et langt sejt træk at opbygge den nationale model. Det er nødvendigt at gå trinvis frem.

I første omgang er der opbygget detaljerede modeller for to mindre områder, Nyborg-området, som i forvejen var undersøgt særligt i et program under Fyns Amt, og Ejstrupholm i Vejle Amt - et område, der jo blev landskendt på grund af fund af

pesticidet atrazin og som af samme årsag er grundigt undersøgt.

Arbejdet er derefter videreført på amtsniveau, hvor Fyns Amt er det første, der indgår.

"Valgresultater"

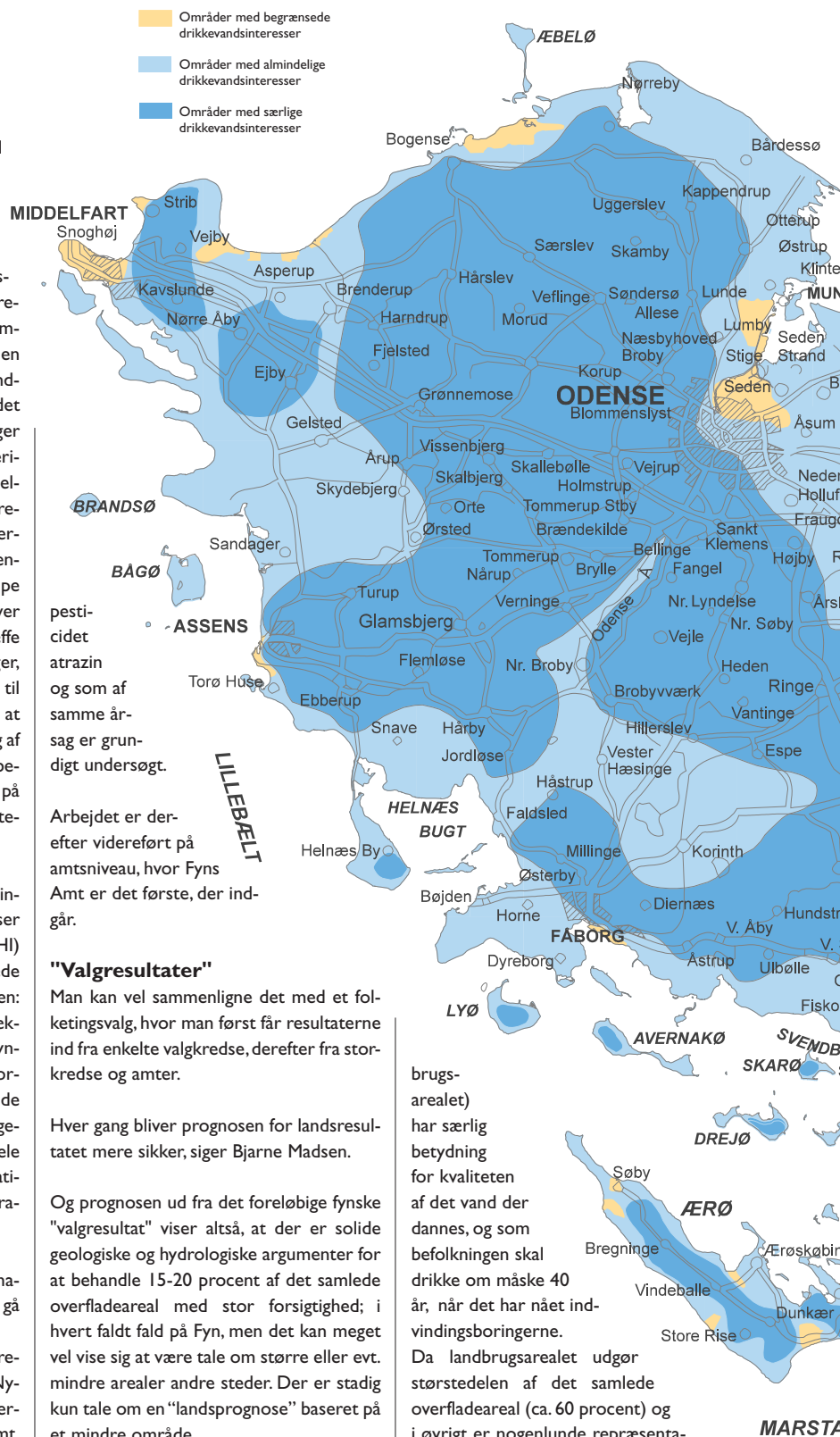
Man kan vel sammenligne det med et folketingsvalg, hvor man først får resultaterne ind fra enkelte valgkredse, derefter fra stor-kredse og amter.

Hver gang bliver prognosen for landsresultatet mere sikker, siger Bjarne Madsen.

Og prognosen ud fra det foreløbige fynske "valgresultat" viser altså, at der er solide geologiske og hydrologiske argumenter for at behandle 15-20 procent af det samlede overfladeareal med stor forsigtighed; i hvert faldt fald på Fyn, men det kan meget vel vise sig at være tale om større eller evt. mindre arealer andre steder. Der er stadig kun tale om en "landsprognose" baseret på et mindre område.

For netop denne del af overfladen (land-

brugsarealet) har særlig betydning for kvaliteten af det vand der dannes, og som befolkningen skal drikke om måske 40 år, når det har nået indvindingsboringerne. Da landbrugsarealet udgør størstedelen af det samlede overfladeareal (ca. 60 procent) og i øvrigt er nogenlunde repræsentativt geologisk set, kan det vise sig nødvendigt, at et relativt større andel af





Vi er enige om, at der er en vis usikkerhed knyttet til de skønnede arealer, og vi har naturligvis brug for en større detaljeringsgrad for at kunne blive mere præcise. Men overordnet er vi i dag af den opfattelse, at vi formodentlig kan blive nødt til yde særlig beskyttelse på måske 15-20 procent af Danmarks samlede areal, men måske relativt mere af det samlede landbrugsareal, siger Bjarne Madsen.

Han tilføjer dog, at han gerne vil kende resultaterne fra flere amter. Meget tyder på, at Fyns Amt er rimelig repræsentativt, men geologerne vil gerne have den formodning underbygget, inden de går ud med en landsdækkende anbefaling.

Behov for detailkortlægning og zoner

Projektet for en national vandressource model nøjes ikke med at kæde eksisterende oplysninger sammen. Det er også meningen, at det skal bedømmes, om vi skaffer oplysninger på den rigtige måde.

Det nuværende net af målestationer til overvågning af grundvandsstanden er opbygget for 40-50 år siden, hvor man eksempelvis ikke tænkte på forurening med pesticider. Jeg er ikke i tvivl om, at arbejdet med modellen vil føre til, at vi skal foretage ændringer, siger Bjarne Madsen.

Selvom der foreligger en relativt omfattende mængde data som grundlag for bedømmelse af grundvandsdannelse med ca. 5 boringer pr. km², så vurderes dette grundlag til at være utilstrækkeligt til en mere detaljeret udpegning af hvilke områder, der har behov for en særlig beskyttelse. En detaljeret kortlægning med henblik på forbedring af grundlaget for en sådan udpegning kan bestå af følgende:

- Geofysisk kortlægning af den rumlige udbredelse af grundvandsmagasinerne samt tykkelse af lerdække.

Nogle områder har særlig stor betydning for grundvandsdannelsen. Ved en særlig indsats over for arealer, der har stor betydning for grundvandsdannelsen men er dårligt beskyttet mod forurening, kan man opnå en stor gevinst i forhold til indsatsen. Kortet er venligst udlånt af Fyns Amt.

- Supplerende kortlægning af geologi, grundvandsstand, hydrauliske parametre og grundvandskemi.
- Detaljeret grundvandsmodellering, med anvendelse af resultaterne af kortlægningen for dermed at opnå en bedre forståelse af grundvandsdannelse og 3-dimensionale strømningsmønstre.

Den konkrete fremgangsmåde for udpegning af arealer med behov for særlig beskyttelse forventes at skulle omfatte en udpegning af en række forskellige zoner:

- Fysisk sikringszone,
- Kildepladszone,
- Indvindingszone,
- Sårbarhedszone.

Mens den fysiske sikringszone og kildepladszonen omkring vandboringer vil tage udgangspunkt i boringsnære forhold, så vil en nærmere afgrænsning af indvindingszone og sårbarhedszone i mange områder forudsætte et bedre datagrundlag end det, der er til rådighed i dag.

Indvindingszonen udgøres af det grundvandsdannende opland for eksisterende indvindinger/kildepladser, altså de arealer på jordoverfladen, hvorfra grundvandsdannelsen til den eksisterende vandforsyning sker.

Sårbarhedszonen udgøres af de områder på jordoverfladen, som har særlig stor betydning for grundvandsdannelsen til grundvandsmagasiner med indvindingsinteresser, og hvor den naturlige grundvandsbeskyttelse er lille. Formålet med detailkortlægningen er altså at få en bedre viden, som kan bruges til udpegning af indvindingszoner og sårbarhedszoner.

Indvindings- og sårbarhedszone kan, udover at danne grundlag for prioritering af kortlægnings- og oprydningssindsatsen, anvendes som grundlag for yderligere foranstaltninger med henblik på fastsættelse af en differentieret beskyttelse over for landbrug, byudvikling og særligt forurenende virksomheder.

Almindeligt jordbrug er hovedårsagen

Mønsteret af pesticidfund i grundvandet udelukker, at der kan være tale om målefejl eller enkeltstående årsager som f.eks. nedgravet emballage. Den almindelige landbrugs- og gartneridrift med sprøjtning over store arealer er årsagen til hovedparten af de pesticidfund, der er gjort i grundvandet. Der er nu så mange rapporteringer både i Danmark og udlandet, at man kan udelukke målefejl eller tilfældige punktkilder som nedgravet pesticidemballage som årsagen.

Bl.a. med baggrund i denne viden skete der en opstramning af den danske forbudsprocedure i 1994. Opstramningen medførte, at der er blevet udstedt flere forbud end tidligere. Til dato er omkring 170 sprøjtemidler nu forbudt i Danmark, hovedparten grundvandsstruende ukrudtsmidler.

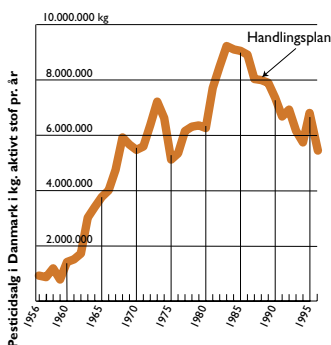
Danmark er i dag et foregangsland for forbud og udfasning af de farligste sprøjtemidler. Bl.a. har Danmark forbudt den alt-overvejende del af de grundvandsstruende hormonmidler - phenoxy-syrerne - og stoffet dichlobenil, der nedbrydes til det omdiskuterede BAM.

Alligevel har der været stillet spørgsmålstegn ved den nuværende forbudsregulering. Miljø- og energiminister Svend Auken bad derfor i foråret 1997 både GEUS og et internationalt, uafhængigt ekspertpanel om at se på, om den danske godkendelsesordning for sprøjtemidler sikrer grundvandet tilstrækkeligt i fremtiden.

Ekspertpanelet konkluderede i sommer, at den danske godkendelsesordning vedrørende sprøjtemidler er en af de strengeste sammenlignet med lande i det øvrige Nordeuropa, og at EU-reguleringen på dette område er gennemført i dansk retspraksis på restriktiv vis.

Men panelet vurderede også, at man med den gældende ordning ikke i alle tilfælde kan sikre, at pesticider ikke siver ned i grundvandet.

Ministeren bad derfor GEUS om at udarbejde faglige indstillinger vedrørende en række konkrete forhold med henblik på en yderligere stramning af ordningen, bl.a.



Salg af bekæmpelsesmidler i Danmark. Folketinget vedtog Handlingsplanen for pesticider i 1987, hvor mængden af solgte pesticider skal halveres i løbet af en 10 års periode.

Det store mersalg af pesticider i 1995 skyldes formodentlig hamstring på grund af inførelse af pesticidgift, mens det lavere salg i 1996 skyldes brug af pesticider indkøbt året før.

vedr. en statistisk vurdering af pesticiders nedslivning i forhold til jordbunden, anvendelsen af pesticider på veje og jernbaner, udarbejdelse af retningslinier for feltskalaforsøg m.v. Når resultatet foreligger vil Miljøstyrelsen overveje nye initiativer på disse områder.

Men selv om der er sket en stramning af den danske godkendelsesordning for sprøjtemidler i 1994, er der desværre ingen grund til at tro, at fundene i grundvandsboringerne umiddelbart vil aftage.

Tværtimod er der vægtige grunde til at formode, at fundhyppigheden fortsat vil vokse de kommende år. Det vand, vi drikker i dag, er nemlig typisk faldet som regn for 40-50 år siden. Det vil sige, at de fund der gøres i dag, i vidt omfang skyldes pesticider brugt i perioden 1950-70. Og siden dengang er brugen af pesticider forøget markant op gennem 80'erne. Når regnvandet fra denne periode kommer frem til grundvandsmagasinerne, må vi forvente at se en yderligere stigning i fundprocenterne.

Desuden er vi gennem de senere år blevet meget dygtigere og målemetoderne mere præcise til at måle for pesticidrester i grundvandet, selvom de målemetoder, der skal afsløre pesticiderne, fortsat langt fra

er tilstrækkeligt udviklede. Med de nuværende metoder er man nødt til at lede efter pesticiderne ét efter ét. Både danske og udenlandske erfaringer viser, at hver gang man udvider sit måleprogram og måler for flere pesticider, gør man også flere fund. Et nyt problem er, at landmændene i stigende grad går over til de såkaldte mini-midler, der er langt mere giftige pr. vægtenhed. Det kræver udvikling af særligt raffinerede metoder at spore de meget små mængder af disse meget giftige stoffer.

Også når det drejer sig om at finde pesticidernes nedbrydningsprodukter, er undersøgelsesmetoderne endnu kun på udviklingsstadiet. En række pesticider nedbrydes til andre stoffer, der kan være lige så giftige. Det kan derfor give en falsk tryghed, at man ikke finder selve midlet i grundvandet. I stadig flere undersøgelser tager man nu nedbrydningsprodukter med - og dermed begynder man også at gøre flere fund.

I de senere år er der desuden sket en omlægning af dansk landbrug i retning af vinterafgrøder, som har betydet øget udvaskning af pesticider om efteråret.

Der er også gjort mange fund af pesticider i grundvand under byer. Eksempelvis er der gjort rekordmange fund i Københavns og Frederiksberg Kommune - i 54 procent af de undersøgte borer.

Endvidere anvendes der fortsat betydelige mængder af sprøjtemidler i private haver. Den omstændighed er formodentlig en ikke uvæsentlig kilde til forurening af byernes grundvand med pesticider.

Er der da slet ikke sket noget, som giver håb om færre pesticidfund i grundvandet i fremtiden?

Jo! Der er ingen tvivl om at opstramningen af den danske godkendelsesordning og de forbud der er udstedt mod en lang række grundvandsstruende bekæmpelsesmidler, på længere sigt, vil slå igennem som en forbedring af grundvandskvaliteten.

Desuden har en række amter og kommuner allerede besluttet at stoppe brugen af sprøjtemidler.



En godkendelsesordning for pesticider, som administreres af Miljøstyrelsen, har sorteret en del af de mest problematiske stoffer på markedet fra. Der er imidlertid mange ubesvarede spørgsmål for de tilbageværende stoffer.

I den "Aftale om forstærket indsats for beskyttelse af grundvandet mod pesticider", i forbindelse med vedtagelse af finansloven for 1998, indgår bl.a. en forhøjelse af bekæmpelsesmiddelaftigten for at nedsætte forbruget. Aftalen omfatter desuden en styrkelse af den eksisterende godkendelsesordning, en principiel udfasning af det offentlige pesticidanvendelse over 5 år samt et forbud mod pesticidanvendelse i private haver og på udyrkede arealer.

Fortidens synder på pesticidområdet står ikke til at ændre. Der er konstateret en lang række konkrete tilfælde, hvor grundvandet er forurenet, og vi må regne med at skulle slås med virkningerne af fortidens synder i mange år endnu.

Problemet med fortidens synder er helt centralt; men heller ikke den nuværende godkendelsesordning er nogen 100% garanti for, at der ikke i særlige situationer vil kunne sive bekæmpelsesmidler ned til grundvandet i så store mængder, at grænseværdien overskrides.

Godkendelsesordningen kan kun sikre, at

grænseværdien med en høj grad af sandsynlighed ikke overskrides. Der er ikke noget usædvanligt i, at en grænseværdi overskrides i særlige situationer.

Det gælder på alle andre områder, for eksempel for luftens indhold af partikler og spildevandets indhold af fosfor og kvælstof.

Hvis man vil have en fuldstændig garanti for, at grænseværdien aldrig overskrides, må man enten helt forbyde brugen af pesticider eller sætte grænseværdien meget højt. Det sidste ville selvsagt give en langt ringere beskyttelse af både befolkningens sundhed og af miljøet.

Som opfølgning på Folketingets debat i foråret om brugen af bekæmpelsesmidler, blev det derfor besluttet, at et udvalg af uafhængige eksperter skal vurdere mulighederne for og virkningerne af i løbet af 10 år helt at afvikle brugen af bekæmpelsesmidler i jordbrugserhvervene. Arbejdet i dette udvalg skal være afsluttet inden udgangen af 1998.

I de områder af landet, hvor grænseværdi-

erne for pesticider i grundvandet er overskredet, har det været nødvendigt enten at stoppe vandindvindingen eller at rense grundvandet. Rensning for pesticidrester sker typisk ved at sende grundvandet gennem et filter med aktivt kul, inden det sendes ud til forbrugerne som drikkevand.

Det er nogle steder i landet blevet nødvendigt at rense grundvandet i en overgangsperiode indtil virkningerne af de indgreb, der er foretaget over for pesticidanvendelsen manifesterer sig som nydannet, rent grundvand.

Det vand, der kommer ud af hanerne, må under ingen omstændigheder indeholde rester af pesticider eller for den sags skyld andre kemiske stoffer, som overskrider grænseværdierne i drikkevand.

Vandværkerne leverer fortsat vand af høj sundhedsmæssig kvalitet og det indeholder ofte færre kemiske stoffer end meget af det vand, man kan få på flaske og som mange er begyndt at købe, fordi de naturligt nok er blevet bekymrede over omtalen af fund af pesticider i grundvandet.



Derfor stadig flere fund

Fortidens pesticidforbrug er begyndt at nå grundvandet. Samtidig bliver metoderne til at afsløre stofferne bedre og indsatsen større.

Der gøres hele tiden nye fund af pesticider i grundvandet herhjemme og i udlandet. Først og fremmest fordi en stadig større mængde af fortidens pesticidforbrug når ned til grundvandet. Men også fordi den skærpede opmærksomhed har medført større bevillinger til undersøgelser, og fordi man har fået bedre analysemetoder.

Antallet af råvandsboringer, som vandværkerne lader analysere for pesticider, steg fra 130 i 1993 til 3.700 i 1995. Den markant forøgede indsats blev udløst af fundet af atrazin i vand fra vandværket i Ejstrupholm, Vejle Amt. Samtidigt analyseres der for pesticider i 907 grundvandsfiltre i det landsdækkende nationale overvågningssystem, som drives af amterne. Det er besluttet at måleprogrammet skal udvides, så der fra og med 1998 vil blive analyseret for 24 bekæmpelsesmidler og nedbrydningsprodukter. I de kommende år udvides yderligere til op mod 50 forskellige stoffer.

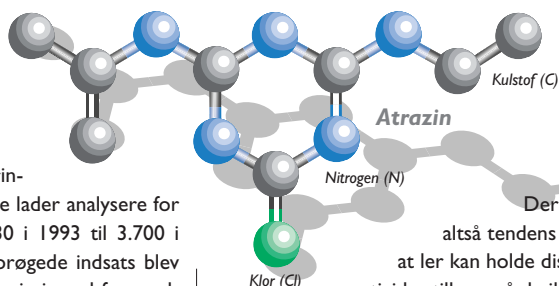
Analyserne for 8 udvalgte pesticider i såvel råvandsanalyserne og overvågningsprogrammet har samstemmende givet en fundprocent på ca. 10. I hver tiende boring og hvert tiende filter er der altså fundet mindst ét af de pågældende pesticider. I 3 procent af boringerne og filtrene er der fundet koncentrationer over grænseværdien for drikkevand, som er 0,1 mikrogram pr. liter.

Jo tættere grundvandsspejlet er på jordoverfladen, jo flere fund i jo større koncentrationer gøres der. Grundvand tæt på overfladen vil typisk være yngre end det dybereliggende. 16 procent af det terrænnære grundvand er påvirket af et eller flere af de 8 pesticider. Påvirkningsgraden falder med dybden, men selv i intervallet 40-50 meter under terræn er der fundet pesticider i 9 procent af de undersøgte filtre.

Mest i ungt vand

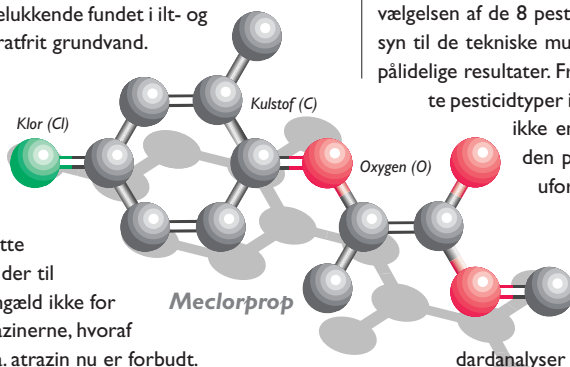
De 8 pesticider, man hidtil har analyseret for i det landsdækkende overvågningsprogram, hører til tre forskellige hovedgrupper: 4 er phenoxysyrer, 2 er triaziner (hvor til atrazin hører) og 2 er phenoler. Endvidere har en række amter valgt at gennemføre et udvidet analyseprogram.

Generelt aftager koncentrationen af triazinerne med stigende tykkelse af lerdæklag.



Der er altså tendens til, at ler kan holde disse pesticider tilbage, så de ikke når ned i grundvandet.

Dette gælder ikke for phenoxysyrer, hvor der kan findes koncentrationer, som overskrider grænseværdien, selv under 40 meter ler. Dette er en af hovedårsagerne til at den altovervejende del af phenoxysyrerne nu er forbudt. Phenoxysyrer er næsten udelukkende fundet i ilt- og nitratfrit grundvand.



Dette gælder til gengæld ikke for triazinerne, hvoraf bl.a. atrazin nu er forbudt.

Triaziner kan findes uanset om der er ilt til stede eller ej.

Grus- og sandmagasiner kan være påvirket af pesticider til meget store dybder - helt ned til 70-80 meter under terræn, mens kalkbjergarter normalt ikke er påvirket til dybere niveauer end 30 meter under kalkoverfladen. Dette skyldes antageligt, at hovedparten af grundvandsstrømningen i kalkundergrunden sker i de øvre opsprækkede og vandførende lag af kalken.

Lokale geologiske forhold bevirker, at man nogle gange kan finde ungt grundvand i relativ stor dybde eller omvendt gammelt grundvand i ringe dybde. GEUS har derfor sammenholdt en række pesticidfund med analyser af grundvandets alder (se artiklen side 12).

Disse tests bekræfter, at jo yngre grundvandet er, jo større er pesticidindholdet. 95 procent af de prøver, der indeholder pesticider, er yngre end ca. 40 år. Det stemmer godt overens med forbruget af pesticider, som især er sket i de seneste årtier.

Det betyder, at pesticidfundene i grundvandet afspejler den tidligere anvendelse af pesticider. De seneste årtiers anvendte sprøjtemidler er endnu ikke nået ned til grundvandsmagasinerne, men de vil sandsynligvis kunne findes i grundvandet de kommende år. Grundvandets indhold af pesticider må derfor - på trods af de indgreb og forbud, der er gennemført i de seneste år - også forventes at stige i de kommende år. Effekten af indgreb er således mange år om at slå igennem (se artiklen side 7-9).

Det hører med i billedet, at der ved udvælgelsen af de 8 pesticider, er taget hensyn til de tekniske muligheder for at opnå pålidelige resultater. Fravær af de 8 udvalgte pesticidtyper i en analyse er derfor ikke ensbetydende med at den pågældende prøve er uforurenet.

Desuden indgår der ingen nedbrydningsprodukter (metabolitter) i de hidtidige standardanalyser med 8 pesticidtyper.

Nedbrydningsprodukterne er i nogle tilfælde lige så giftige eller endog mere giftige end moderstoffet. Derfor er det besluttet at udvide det landsdækkende overvågningsprogram, så der fra og med 1998 vil blive analyseret for 24 bekæmpelsesmidler og nedbrydningsprodukter. Antallet vil i de kommende år blive udvidet til op mod 50 bekæmpelsesmidler og nedbrydningsprodukter, når der er foretaget den nødvendige udvikling og afprøvning af analysemetoderne for alle disse stoffer.



Regnskyl sætter fart i nedsivning

Moræneler er den mest udbredte jordbund under danske marker.

Undersøgelser viser, at denne jordtype ikke udgør en effektiv barriere mod nedsivning af pesticider.

Heftige regnskyl sætter ekstra skub i nedsivningen af pesticider fra jordlagene nær overfladen. Det sætter en tyk streg under, at gennemsnitsbetragtninger angående, hvor lang tid vand skal have til at sive ned, må tages med forbehold. Det kan gå meget hurtigt.

De øvre jordlag er gennemsat af rodgange og sprækker. Når det regner kraftigt, vil vandet fugte jorden så meget, at den ikke kan holde på mere vand, og det overskydende vil så løbe ned gennem rodhuller og sprækker.

Danske forsøg viser, at dette især sker i våde perioder som efterår og vinter, men at det også kan forekomme ved kraftig regn i forår og tidlig sommer. Man kan se effekten i forsøg, hvor man farver vandet, så strømningsmønsteret aftegner sig. Forsøg med pesticider er også gjort mange steder i udlandet. Forsøgene viser, at udvaskningen ved denne form for strømming kan udgøre 1-5 procent af den udspøjtede mængde af pesticider. I sådanne situationer kan grænseværdien for pesticidrester i grundvandet blive overskredet.

Det har tidligere været opfattelsen, at moræneler - der som nævnt er den mest udbredte jordtype for landsbrugsjord i Danmark - holder relativt godt på vandet, fordi lerindholdet udgør en barriere. Den opfattelse er nu taget op til revision.

Nedsivningen fra marker på moræneler kan være hurtigere og periodevis bringe større mængder nedsivende stof til grundvandet end på sandet jord.

Undersøgelser under Det strategiske Miljøforskningsprogram tyder på, at det er sprækker i leret, som tillader vandet at sive hurtigt ned.

Sprækkerne stammer sandsynligvis fra istiden, hvor trykket fra isen fik lerlagene til revne på kryds og tværs. Derved opstod også stejle sprækker, som ikke umiddelbart ses i geoelektriske og elektromagne-



Farve aftegninger på sandjordsprofil dagen efter tilførsel af 25 mm farveopløsning på stubmark. Farven blev tilført i løbet af en time. De øverste ca. 50 cm af profilet havde før tilførslen et vandindhold nær markkapacitet. Billedet stammer fra Landbrugsministeriets forsøgsstation, St. Jyndevad i Sønderjylland.

Foto: Carsten Petersen, KVL.



Farve aftegninger på lerjordprofil dagen efter tilførsel af 25 mm farveopløsning på høstet afgrøde. Farven blev tilført i løbet af en time. De øverste ca. 50 cm af profilet havde før tilførslen et vandindhold nær visnegrænsen. Billedet stammer fra KVL's forsøgsgård, Højbakkegård i Tåstrup. Foto: Carsten Petersen, KVL.

tiske målinger, men som har stor betydning for, hvor hurtigt problematiske stoffer siver mod grundvandet.

Sprækkerne er blandt andet undersøgt af Grundvandsgruppen i den første fase af Det strategiske Miljøforskningsprogram.

Deltagere i gruppen undersøgte f. eks. deres egenskaber i forbindelse med detaljerede undersøgelser af en forurenede tjæreground ved Ringe på Fyn. Sådanne sprækker er også påvist adskillige steder i det østli-

ge Jylland og på Øerne. Samtidigt er det som led i Grundvandsgruppens arbejde vist, at lerjord ofte har lag af sand, der virker som dræn for nedtrængende vand.

Også en lang række andre forhold kan være med til at forklare, at ler ikke er så vandstandsende i virkelighedens verden, som laboratorieundersøgelser kan give anledning til at tro.



Ilt skal der til

GEUS' mikrobiologiske laboratorium kortlægger bakteriel nedbrydning af pesticider. I grundvandsmagasinerne iltfrie zoner går processerne normalt meget langsomt.

Med de resultater, vi råder over i dag, må vi nok sige, at vi er overraskede over, hvor langsomt det går med pesticidnedbrydningen i grundvandet. Det positive er dog, at der trods alt sker noget.

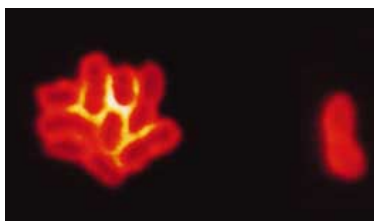
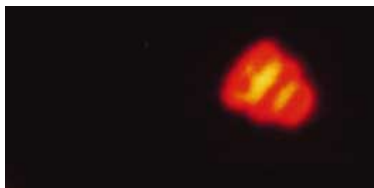
Seniorforsker Jens Aamand var den første mikrobiolog, der blev ansat på GEUS. Det skete for to et halvt år siden, da man havde erkendt, at mikrobiologien også hører hjemme på en geologisk institution.

Beslutningen om at opbygge et mikrobiologisk laboratorium her på GEUS kom på det rigtige tidspunkt. Pesticidfundene i grundvandet rejste behov for en øget forskningsindsats, også på det mikrobiologiske område. I dag er vi således 5 seniorforskere og 5 Ph.D.-studerende, der kombinerer grundvands- og pesticidforskning i Geokemisk Afdeling, siger Jens Aamand.

Den lille Fladerne Bæk ved Karup er en af de lokaliteter, som forskerne i Grundvandsgruppen arbejder med. Her har man nøje undersøgt jordbundsforholdene i et profil, der strækker sig fra muldlaget og ned til 12 meter under terræn, idet grundvandsspejlet befinder sig i en dybde på kun 2 1/2 meter.

Grunden til, at vi har valgt Fladerne Bæk som forskningslokalitet, er, at vi her kan undersøge de bakterielle forhold i flere forskellige såkaldte redox-zoner, siger Jens Aamand.

Redox-zonerne består af en ilt-zone øverst efterfulgt af en nitrat-zone, hvor der ikke længere er ilt. Længere nede forsvinder også nitraten, og ved Fladerne Bæk er det derefter endnu uafklaret, hvilke mikrobielle processer, der er dominerende. På andre lokaliteter har man desuden beskrevet såkaldte jernreducerende, sulfatreducerende og methanogene zoner, der igen hver især er karakteriseret ved forskellige mikrobielle samfund og processer.



*Phenoxysyrer er en gruppe pesticider, der har været hyppigt anvendt i Danmark, og som er fundet i grundvandet. Der findes mikroorganismer, der kan nedbryde phenoxysyrer. Her ses en lasermikroskop forstørrelse af *Alcaligenes eutrophus*, en bakterie med potentiale for nedbrydning af phenoxysyren "2,4-D".*

Nedbrydningsprodukter

Der vides i dag meget lidt om pesticiders omsætning i grundvand, og specielt er vor viden om stoffernes omsætning i zoner uden ilt meget mangelfuld.

Undersøgelsen af Fladerne Bæk indgår i Det strategiske Miljøforskningsprogram, og vi håber inden år 2000 at kunne give et bud på nedbrydningshastighederne for de 8-10 forskellige pesticider, som vi bl.a. tester for i grundvandet under det midtjyske vandløb, siger Jens Aamand.

Undersøgelsen har stået på siden efteråret 1996, og indtil nu har forskerne fortrinsvis analyseret den mikrobielle pesticidnedbrydning, der finder sted i den aerobe zone - dvs. i ilt-zonen. Og selv her, hvor betingelserne for pesticidnedbrydning skulle være bedst, går det meget langsomt.

Jens Aamand og hans kolleger interesserer sig imidlertid ikke kun for stoffernes omsætningshastighed. Det er også vigtigt at undersøge, hvilken betydning hastigheden har for spredningen af pesticider.

For selv lave omsætningshastigheder kan vise sig at være af væsentlig betydning. Nemlig hvis grundvandets bevægelse f.eks. hen imod en drikkevandsboring går tilsvarende langsomt, siger Jens Aamand.

Der er en række faktorer, der spiller ind, når det drejer sig om bakteriel omsætning af miljøfremmede stoffer. En nøgleparameter er tilstedeværelsen af ilt.

I de nedre redox-zoner findes der ganske vist bakterier, der i stedet for ilt kan anvende f.eks. kvælstof og sulfat som iltningsmiddel. Men vore foreløbige resultater har vist, at pesticiderne enten slet ikke nedbrydes under disse forhold eller kun nedbrydes delvist. Dvs. at der ved processerne dannes nedbrydningsprodukter - såkaldte metabolitter - der i mange tilfælde kan være mere toksiske end moderstoffet, siger Jens Aamand.

Hård binding

Forskningen i nedbrydningsprodukter har topprioritet, men der er tale om et uhyre vanskeligt område, fordi der hele tiden opdages nye metabolitter, hvis virkning på miljøet er ukendt.

Der er ingen tvivl om, at meget ville være opnået, hvis producenterne af sprøjtegifte kunne overtales til at producere pesticider, som med sikkerhed kan nedbrydes fuldstændigt også i iltfrit grundvand, siger Jens Aamand.

Blandt andre faktorer, der begrænser omsætningen af pesticider, nævner han sorption - dvs. stoffernes evne til at binde sig til jordpartikler og organisk stof. Et stof som glyphosat, der er det aktive stof i det kendte middel RoundUp, binder sig hårdt til

jordpartikler, og det forventes derfor ikke umiddelbart at ville transporteres mod grundvandet.

Til gengæld gør denne binding stofferne mindre biotilgængelige - og vi har endnu ikke set nogen nævneværdig omsætning af glyphosat i grundvandet. Den lave temperatur i grundvandet (8-10°C) og mangel på næringsstoffer er også faktorer, der kan be-

grænse den mikrobielle omsætning, siger Jens Aamand.

Det mikrobiologiske laboratorium på GEUS optager i dag fem lokaler, og det bliver flittigt anvendt af mange forskellige brugere. Laboratoriet råder over en række avancerede instrumenter - bl.a. en såkaldt scintillationstæller.

I mange af vore prøver tilsætter vi radioaktivt mærkede pesticider. Vi kan på den måde måle, hvor meget radioaktivt CO₂, der bliver dannet i løbet af et givet tidsrum, og til det formål anvender vi scintillationstælleren. Mængden af radioaktivt CO₂ er i sig selv et mål for mineraliseringen - dvs. den fuldstændige mikrobielle nedbrydning af pesticidet til harmløse komponenter, siger Jens Aamand. 



Afstrømningen fra grundvandet ender i vådområder og vandløb og føres herfra videre til havet. Billedet er fra Gudenåen ved Uldum Kær.

Indhold af CFC kan fortælle om vandets alder

GEUS anvender de ozonlagsnedbrydende CFC-gasser til at datere grundvand. Når man kender vandets alder, kan man få et indtryk af, hvor hurtigt det fornyes.

GEUS har det sidste års tid været centrum for anvendelsen af en ny metode til datering af grundvand ved hjælp af CFC-gasser. Metoden er oprindelig udviklet af forskere ved USAs Geologiske Undersøgelse (USGS), hvorfra den er importeret.

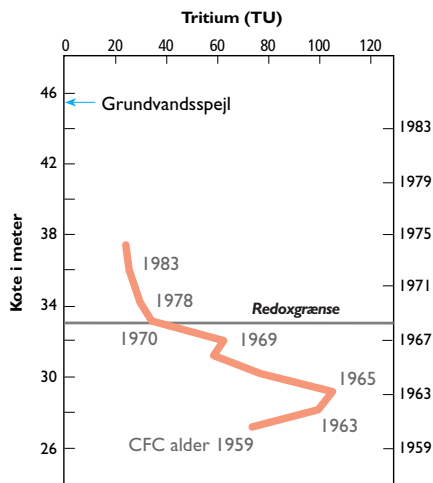
Seniorforsker Troels Laier har stået for opbygningen af CFC-laboratoriet, og det er hans forventning, at der bliver travlhed, efter at det nu er vedtaget, at CFC-analyser skal indgå i den landsdækkende grundvandsovervågning.

Vi kan bestemme grundvandets alder inden for et interval af plus/minus 2 år. Vores metode kan sikre en bedre planlægning af de dyre pesticidanalyser af grundvandet, og her kan der være mange penge at spare først og fremmest for vandværker, siger Troels Laier.

CFC-gasserne har været anvendt siden 1930'erne i køleskabe, fryseri og som drivgas i spraydåser. Efter at de skadelige virkninger for atmosfærens ozonlag for alvor er gået op for verdenssamfundet, har de fleste lande skrevet under på Montreal-Protokollen, der indeholder et egentligt forbud mod CFC-gasserne. De næste mange år vil der imidlertid fortsat ske en nedsivning af CFC til jorden.

Førende i Europa

Det er koncentrationen af opløst CFC i nedbøren og grundvandet, der ligger til grund for dateringsarbejdet. Man har beregnet CFC-indholdet i atmosfæren og i grundvandet tilbage til 1930'erne, og på baggrund af beregningskurver for henholdsvis CFC-11 og CFC-12 er Troels Laier



Ungt grundvand kan nu dateres ved hjælp af vandets indhold af CFC-gasser. Tidligere var Tritium-datering den eneste metode. Tritium er radioaktiv supertung brint, som blev spredt ved de atmosfæriske kernevebånforsøg fra 1950'erne og 1960'erne. Her er grundvandets alder bestemt ved Rabis Bæk. CFC alderen er angivet på kurven.

og hans kolleger i stand til at placere deres måleresultater i forhold til disse kurver.

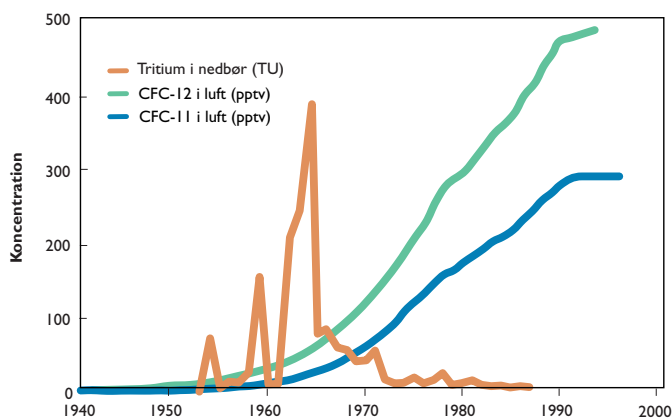
Dateringsmetoden blev først anvendt af oceanografer og senere videreudviklet af amerikanske geokemikere.

På GEUS står der nu - som et af de få steder i Europa - et laboratorium, hvor de i dag meget krævende analyser forhåbentlig inden længe vil kunne foretages nemt, hurtigt og effektivt.

Der er tale om ganske små mængder CFC i de analyser, vi foretager en tusindedel til en milliondel af det, man måler for ved pesticidanalyser. Men det, der gør vort arbejde kompliceret, er først og fremmest, at vandprøven ikke må komme i kontakt med atmosfæren. Sker det, vil vi ikke kunne se, om prøvens CFC-indhold stammer fra grundvandet eller fra luften i laboratoriet. Derfor har vi udviklet en særlig teknik, hvor grundvandsprøven er ind-

kapslet i en glasampul, som vi åbner under konstant tilførsel af helt rent kvælstof. Herefter blæser vi CFC-gasserne ud af vandet og over i en "kuldefælde", hvorefter de analyseres i en gaskromatograf, siger Troels Laier.

Laboratoriet har et nært samarbejde med andre forskningsmiljøer i såvel Europa som USA.



Man har beregnet CFC-indholdet i atmosfæren tilbage til 1930'erne, og på baggrund af kurver for henholdsvis CFC-11 og CFC-12 er Geokemisk Afdeling på GEUS i stand til at bestemme grundvandets alder med en nøjagtighed på plus/minus to år. Figuren viser indholdet af CFC-11 og CFC-12 i atmosfæren, samt tritium indholdet i nedbør. Målingerne er fra Nordamerika.

Tritium og kulstof 14

Indtil for ganske nylig har forskere verden over primært anvendt et andet sporstof til grundvandsdatering - nemlig den tunge radioaktive brintisotop tritium. Tritium blev sendt ud i atmosfæren i forbindelse med den kolde krigs prøvesprængninger af atombomber, og indholdet af tritium i nedbøren er kortlagt over tid på samme måde som for CFC-gassernes vedkommende.



Fra jordoverfladen siver vandet ned i jorden med sit indhold af opløste stoffer. Billedet er fra Læseø.

Imidlertid består tritiumkurven af mange toppe, hvilket vil sige, at et bestemt tritiumindhold i vandet måske kan henvise til fire eller fem indbyrdes forskellige tidspunkter. Dermed øges usikkerheden betydeligt, og vandets alder sløres. Desuden er der ikke sket nævneværdige udslip af tritium i atmosfæren siden 1970'erne, og selv om det naturligvis er en lykke for menneskeheden, har det gjort det vanskeligt for forskerne at tritium-datere meget ungt vand.

Når det drejer sig om meget gammelt vand, kan man beregne dets alder på baggrund af den kendte kulstof 14-metode. Grundvandet i de dybe reservoirer er ofte mere end 2000 år gammelt, og det indeholder hverken CFC eller tritium. GEUS har derfor indledt et samarbejde med AMS-Laboratoriet ved Århus Universitet om datering af det meget gamle vand. Det er forholdsvis enkelt at måle kulstof-14 indholdet, men til gengæld er det nødven-

digt at korrigere for forskellige, ofte komplicerede kemiske reaktioner.

Nye kunder

CFC-dateringen er alt taget i betragtning den mest anvendelige analysemetode til grundvand, der er mellem 0 og 50 år gammelt, og den alder har langt størstedelen af det vand, vi henter op. Det er samtidig det vand, der kan være forurenset med pesticider, og Troels Laier forudser derfor en travl periode, når pesticidovervågningsprogrammet inden længe bliver udvidet med en række nye analyser.

Pesticidanalyserne er dyre, så hvis et vandværk kan få oplysninger om grundvandets alder, vil der være mange penge at spare ved en bedre planlægning af analyserne.

Forskellige pesticider har nemlig været anvendt til forskellige tider. Vi tror derfor, at vi også i fremtiden vil modtage en lang række analyseopgaver fra eksterne kunder -

både private og offentlige, slutter Troels Laier.



"Når jeg om morgenen drikker et glas vand skyller jeg mit væv med en væske som går helt tilbage til urhavet og har vandret gennem utallige eksistensformer, været floder og skyer og silende regn, bredt sig som morgendis over Bajkal, steget til vejrs med udåndingen fra milliarder af levende væsener og cirkuleret i en eller anden atomreaktors kølesystem".

Rolf Edberg,

fhv. svensk riksdagsmedlem og FN-delegeret.

Pesticidfund har ændret vores geologiske forestillingsverden

Med en strategisk motiveret omlægning har GEUS rustet sig til at arbejde med pesticidproblemerne.

Omkostningen har især været mindre forskning i næringssalte.

En væsentlig del af GEUS' fremtidige indsats på vandområdet vil være knyttet til forskning i pesticider.

Siden de første fund af pesticider i dansk grundvand blev gjort i 1989, har GEUS undergået en omlægning med det formål at ruste institutionen til de nye faglige udfordringer.

Størstedelen af midlerne til omlægningen har GEUS fundet inden for egne budgetter. Altså på bekostning af andre aktiviteter, som hidtil har været prioriteret højere, end de er i dag.

Beslutningen om at ændre kurs blev truffet af GEUS' ledelse ud fra to motiver.

For det første var fundene af pesticider stærkt foruroligende. Efter betydelige investeringer i udskiftning af feltudstyr, gentagelse af analyser m.v. blev det fastslået, at resultaterne fra 1989 ikke var målefejl, og at de heller ikke kunne skyldes tilfældige

punktforureninger, men sandsynligvis repræsenterede en langt mere udbredt forurening over en stor overflade.

For det andet vurderede GEUS' ledelse, at en del af den nødvendige kompetence var til stede i huset. De pågældende medarbejdere ville endvidere have mulighed for at hellige sig området, hvis de blev løst fra andre opgaver.

På grundvandsområdet havde GEUS, som dengang hed Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU), ikke hidtil haft forskning som primæropgave. Man udførte især data-søgninger og kortlægning af hensyn til vandplanlægningen.

I forbindelse med vandmiljøplanen i slutningen af 1980'erne fik GEUS en del konsulentopgaver, der rettede sig mod forekomster af næringssalte i grundvandet, først og fremmest nitrat. Også fra Miljøstyrelsens NPo-program fik man penge til området.

Da NPo-programmet nærmede sig afslutningen og pesticidproblemerne samtidig

trængte sig mere og mere på besluttede ledelsen at omlægge aktiviteterne og satte kraftigt på udbygning af forskningskapaciteten, således at man kunne give sig i kast med de udfordringer, der er knyttet til udviklingen af hydrogeologiske modeller og undersøgelser af miljøfremmede stoffers - herunder pesticiders - opførsel på deres vej fra rodzonen til grundvandet.

Til gengæld måtte man prioritere andre aktiviteter ned. Det gik ud over forskningen i grundvandets nitrat-, fosfat- og tungmetallindhold.

Omlægningen fra fokus på grundvandets indhold af næringssalte til indhold af miljøgifte måtte uundgåeligt have personalemæssige konsekvenser for at frigøre midler til de nødvendige nyansættelser. Også den hidtidige struktur for kompetencer og laboratorier måtte ændres.

Udviklingen har vist, at omlægningen var berettiget. Men virkningen har naturligvis også været, at GEUS' indsats i dag er begrænset på områder, som fortsat er vigtige - eksempelvis afhjælpning af grundvandets nitratbelastning. 



Siden de første fund af pesticider i dansk grundvand blev gjort i 1989, har GEUS undergået en omlægning. Dels fordi fundene i sig selv var foruroligende, dels fordi institutionen havde kvalificerede medarbejdere, som dengang ikke havde mulighed for at hellige sig forskningen, fordi de var bundet til andre opgaver.

GEUS og pesticiderne

Artiklerne i dette temanummer bygger i vid udstrækning på projekter, som medarbejdere fra institutionen udfører eller deltager i. Her en systematisk oversigt:

Nye analysemetoder

Udvikling og afprøvning af nye metoder til bestemmelse af pesticiders forekomst og nedbrydning i grundvand.

Et tema blandt flere er, at det ville have indlysende praktiske og økonomiske fordele, hvis man kunne finde en metode, der kan screene en vandprøve for et bredt udsnit af kemiske stoffer - hvor et 0-resultat så ville give en god sikkerhed for, at vandet var rent.

I 1995 præsenterede et tysk forskerhold en teknik, som skulle give positivt resultat, hvis blot mindst et enkelt af i alt 265 pesticider var til stede i en prøve. GEUS' forskere har brugt metoden i et samarbejde med de tyske forskere, men er ikke tilfredse med sikkerheden i metoden. Derfor arbejder projektet nu med andre metoder.

Mest lovende virker såkaldt immun-kemiske metoder, som baserer sig på antistoffer produceret ved immunisering af mus. Da pesticidmolekylerne er for små til i sig selv at fremkalde en immunologisk reaktion, er det nødvendigt at bruge større molekyler (proteiner) som bærere. Dette arbejde udføres på Statens Seruminstitut.

På GEUS arbejder man desuden med metoder til datering af grundvand. Nyere grundvand kan dateres ud fra indholdet af CFC.

Den daglige styring af hele projektet med nye analysemetoder varetages af GEUS' Geokemisk afdeling.

Kontaktperson:

Statsgeolog Erik Thomsen.
Direkte telefon 38 14 23 23.
E-post et@geus.dk

Godkendelse af pesticider

Det er Miljøstyrelsen, som står for at godkende pesticider, der ønskes brugt i Danmark. GEUS rådgiver Miljøstyrelsen på grundvandsområdet i forbindelse med styrelsens arbejde med at godkende eller forbyde bekæmpelsesmidler. GEUS arbejde og rådgivning retter sig primært mod det geologiske og hydrologiske grundlag for vurderingen af, om bestemte sprøjtemidler kan trænge ned til grundvandet.

Kontaktperson:

Statsgeolog Erik Thomsen.
Direkte telefon 38 14 23 23.
E-post et@geus.dk

Miljø og grundvand

Under Det strategiske Miljøforskningsprogram arbejder Grundvandsgruppen med studier af en lang række forhold og processer med tilknytning til emnet "Pesticider og Grundvand".

GEUS er sekretariat for gruppen, der også har deltagere fra Danmarks Tekniske Universitet, Danmarks Jordbrugs-Forskning, Københavns Universitet, Den Kongelige Veterinær og Landbohøjskole, Danmarks Miljøundersøgelser, VKI-Institut for Vandmiljø og Dansk Hydraulisk Institut.

Grundvandsgruppen har samarbejdet med forskere fra bl.a. Canada, USA, Sverige, Tyskland, Schweiz og Israel.

Grundvandsgruppen interesserer sig for pesticiders trussel mod grundvandet ud fra en lang række vinkler. Blandt andet ud fra de lokale geologiske forholds betydning. På GEUS findes et mikrobiologisk laboratorium, der blandt andet beskæftiger sig med bakteriel nedbrydning af pesticider.

Kontaktpersoner:

Seniorforsker Jens Aamand
Direkte telefon 38 14 23 26.
E-post jaa@geus.dk

Overblik over pesticidfund

Der gøres løbende fund af pesticider i Danmark og udlandet. Tidlige oplysninger om fundene - gerne i den såkaldte grå litteratur, som eksempelvis kan være foreløbige rapporter - kan hjælpe med at tilrettelægge igangværende undersøgelser.

Oplysninger om andres fund kan i hel-digste fald overflødig gøre dyre undersøgelser, og i andre tilfælde kan de hjælpe med at fokusere de projekter, man selv har i støbeskeen.

GEUS står for en løbende ajourføring for fund af pesticider i Danmark og udlandet. Ajourføringen gennemføres under en særbevilling fra Miljø- og Energi-ministeriets departement.

Projektet løber foreløbigt frem til 1998 og forlænges muligvis.

Kontaktperson:

Seniorgeolog Walter Brusch.
Direkte telefon 38 14 23 27.
E-post wb@geus.dk

Model for grundvandet

Opstilling af en national vandressource model.

Udover at opstille en model, som tilstræbes at være klar i år 2000, skal det vurderes, om det nuværende net af pejlstationer skal lægges om. Desuden skal modellen videreudvikles.

GEUS står for arbejdet, som involverer forskere fra Dansk Hydraulisk Institut og Danmarks Miljøundersøgelser.

Se artiklen side 2 for nærmere omtale.

Kontaktperson:

Statsgeolog Bjarne Madsen.
Direkte telefon 38 14 27 77.
E-post bm@geus.dk

Nye indgreb mod brugen af pesticider

I forbindelse med vedtagelse af finansloven for 1998, har regeringen indgået en "Aftale om forstærket indsats for beskyttelse af grundvandet mod pesticider".

Aftalen indebærer, at regeringen i begyndelsen af 1998 vil fremlægge lovfor-slag, der bl.a. vil indeholde bestemmelser, der giver mulighed for at forbyde eller begrænse anvendelsen af pesticider og mængden af kvælstofudbringning i områder, hvor grundvandet er særligt sårbart, når der ikke kan indgås en frivillig aftale. Endvidere indgår bl.a. en forhøjelse af bekæmpelsesmiddellafgiften for at nedsætte forbru-



Billedet er fra Visby sydvest for Løgumkloster

get, en styrkelse af den eksisterende godkendelsesordning, en principiel udfasning af det offentlige pesticidanvendelse over

5 år samt et forbud mod pesticidanvendelse i private haver og på udyrkede arealer.

Aftalen har sin baggrund i, at forurening af grundvandet med rester af sprøjtemidler, såkaldte pesticider, har vist sig at være et langt værre problem end man troede for bare 5-6 år siden. Der er et stort behov for ny viden om problemets karakter og størrelse. På GEUS har man i de seneste år forsket og arbejdet på at frembringe ny viden på området. I dette temanummer kan man læse om baggrunden for pesticidproblematikken samt om en

række nye forskningsresultater, som har betydning både for forståelsen og løsning af forureningsproblemerne.



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), er en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet.

Institutionens hovedformål er at udføre videnskabelige og praktiske undersøgelser på miljø- og energiområdet samt at foretage geologisk kortlægning af Danmark, Grønland og Færøerne.

GEUS udfører tillige rekvirerede opgaver på forretningsmæssige vilkår.

Interesseret kan bestille et gratis abonnement på **GEOLOGI - NYT FRA GEUS** Bladet udkommer 4 gange om året.

Henvendelser bedes rettet til: Knud Binzer på GEUS.

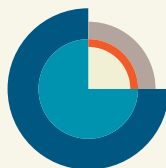
GEUS giver i øvrigt gerne yderligere oplysninger om de behandlede emner eller andre emner af geologisk karakter.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse. Nærværende temanummer af udarbejdet på grundlag af artikler skrevet af journalist Morten Andersen i samarbejde med de nævnte kontaktpersoner.

GEOLOGI - NYT FRA GEUS er redigeret af geolog Knud Binzer (ansvarshavende) i samarbejde med en redaktionsgruppe på institutionen.

Skriv, ring eller post:
GEUS

Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse
Thoravej 8, 2400 København NV.
Tlf.: 38 14 20 00
Fax.: 38 14 20 50
E-post: geus@geus.dk
Hjemmeside: www.geus.dk



GEUS

GEUS publikationer:

Alle GEUS' udgivelser kan købes hos Geografforlaget.

Henvendelse kan ske enten på tlf.: 64 44 16 83 eller telefaks: 64 44 16 97.

GEOLOGI - NYT FRA GEUS kan købes som klassesæt (25 stk.) for 300 kr.



Adressen er:
GEOGRAFFORLAGET 5464 Brenderup

ISSN 1396-2353

Produktion:
Henrik Klinge Pedersen, GEUS Grafisk

Tryk: From & Co.

Forsidebillede: Peter Moors

Illustrationer: Henrik Klinge Pedersen, Peter Moors m.fl.