

20 spørgsmål til professoren

- fokus på grundvandsgeologi

I dette nummer bringer vi de første spørgsmål og svar i artiklerækken "20 spørgsmål til professoren" med temaet grundvandsgeologi. Vi opfordrer fortsat læserne til at stille spørgsmål, som de sidder og brænder inde med om oliegeologi, råstof- og malmgeologi samt jord- og vandforurening. For heller ikke her har vi nået de "20 spørgsmål til professoren".

1. Hvor meget grundvand pumper vi op, og hvad bruger vi det til?

JCR: Vi pumper næsten 1 milliard m³ grundvand op om året. Vandforbruget til husholdninger og industri, som forsynes af vandværkerne, udgør ca. 500 mio. m³/år. Dette forbrug er faldet markant gennem de sidste 15 år. På et enkelt område er vandforbruget dog ikke faldet, nemlig landbruget. Landbruget har især behov for vanding på de lette jorde i Vestjylland. I nogle amter er indvindingen til vanding meget større end indvindingen til drikkevand. Vandbehovet i landbruget svinger meget fra det ene år til det andet. Det ligger som regel mellem 250 og 500 mio. m³/år.

2. Vil vi danskere også om 10 år sætte lighedstegn imellem rent grundvand og rent drikkevand, som vi gør i dag, for hvilke grundvandsmæssige behov eksisterer der egentlig?

JCR: Ja, jeg er sikker på, at drikkevandet også fremover vil komme fra grundvand. Jeg er også sikker på, at vi fortsat vil gøre os store anstrengelser for at sikre, at grundlaget herfor er rent grundvand, som ud over traditionel vandbehandling som iltning ikke har behov for egentlig vandrensning.

3. Skal vi til at acceptere, at vi må rense vandet yderligere før brug?

JCR: Ikke som hovedregel. Men det vil være nødvendigt nogle steder i en overgangsfase, indtil effekterne af grundvandsbeskyttelsesforanstaltningerne slår helt igennem. De steder, hvor det kan være nødvendigt, er områder, hvor det eksisterende grundvand er forurenet, og hvor der ikke er nogle oplagte alternative indvindingsområder. Det er f.eks. tilfældet nogle steder i Københavnsområdet, hvor nye kildepladser

Jens Christian Refsgaard

Civilingeniør fra DTU i 1976. Ansat på DTU 1976-1984 som forsker og underviser indenfor hydrologi og vandressourcer. Herefter ansat på DHI Vand & Miljø som chefhydrolog med ansvar for rådgivnings- og forskningsopgaver og senere som forskningschef. Tiltrådt som forskningsprofessor i grundvandshydrologi på GEUS i 2000. Formand for Dansk Vandressource Komite 1994-2000. For tiden formand for Dansk Vandressource Komites Forskernetværk.



dels ligger meget langt væk og dels vil få en meget negativ virkning på de resterende sjællandske vådområder. Overgangsfasen, hvor det kan være nødvendigt at foretage rensning af grundvandet, vil være af samme størrelsesorden som alderen af det grundvand, vi drikker i dag, dvs. typisk 10-100 år.

4. Det danske samfund bruger i dag mange kræfter på at sikre drikkevandsressourcen i de særligt udvalgte indsatsområder. Men hvad med fremtidens vandkvalitet udenfor disse begrænsede indsatsområder?

JCR: Det er rigtigt, at vi i disse år koncentrerer næsten al indsats på at beskytte grundvandskvaliteten i de områder, som er klassificerede som "områder med særlige drikkevandsinteresser", som pt. udgør ca. 1/3 af landet. Men indsatsen i de øvrige områder vil blive opprioriteret, når vi rigtigt skal til at arbejde efter retningslinierne i det netop vedtagne EU-Vandrammedirektiv. Heri fokuseres der netop på, at grundvand og overfladevand skal ses og forvaltes i sammenhæng. Det vil bl.a. sige, at kvalitetskriterierne for overfladevand kan benyttes til at stille krav til grundvandskvaliteten, fordi alt grundvand før eller senere ender som overfladevand. Eksempelvis vil det givetvis betyde, at højt nitratindhold, som i dag de facto tillades uden for områderne med særlige drikkevandsinteresser, fremover ikke vil kunne tillades i samme omfang, fordi det bidrager til eutrofieringsproblemer i vandløb, søer, fjorde og kystområder.

5. Hvilke metoder er i dag de bedst egnede til at kortlægge grundvandsressourcen?

JCR: En kombination af traditionelt geologisk feltarbejde, geofysiske målinger og numerisk modellering.

6. Modellering af grundvandsstrømning og -magasiner er udviklet eksplosivt de seneste få år. Vil vi se den samme udvikling med bedre, hurtigere programmer og flere arbejdspladser også i fremtiden?

JCR: Det, der er sket på modelleringssområdet inden for de sidste fem år, er først og fremmest, at efterspørgslen efter modelleringsydelse og dermed anvendelsen af modeller er vokset eksplosivt. Dvs. at modellering har ændret sig fra at være en ren specialistydelelse, som relativt få organisationer beskæftigede sig med til en mere "almindelig" aktivitet, som alle rådgivende firmaer med respekt for sig selv mener at skulle kunne beherske. Resultatet heraf har ganske rigtigt været en hurtig vækst med mange nye arbejdspladser til modellering. Jeg er sikker på, at der i de kommende år bliver brug for endnu flere gode grundvandsfolk til modelleringsopgaver, selvom væksten forhåbentlig ikke bliver så stor som i de foregående år.

I takt med, at modellering er blevet "hvermands eje", og fordi væksten har været så voldsom, er den kritiske masse af modellører og modelleringserfaring blevet for lille i nogle af organisationerne. I de kommende år vil softwareprogrammerne selvfølgelig blive bedre, men jeg

tror og håber, at den største udvikling, vi vil se i de næste år, er en øget fokus på kvaliteten, dvs. en øget fokus på hvordan man udnytter de muligheder, der ligger i modellerne uden ukritisk "salg" af modelresultaterne som den rene sandhed. Det kræver mere erfaring, som naturligt vil komme i mange modelleringsgrupper i løbet af de kommende år.

7. Nu hvor den såkaldte gebyrkortlægning er startet, er der så brug for en tvungen indsamling af alle modellerne og dataene, på samme måde som GEUS i dag indsamler alle data fra boreriger?

JCR: Det er allerede besluttet, at de geofysiske data, som indsamles i forbindelse med gebyrkortlægningen, skal organiseres og gemmes i en database på GEUS. Det drejer sig primært om rådata, og de lagres i en ny database ved navn GERDA, som supplerer den geologiske database JUPITER, hvor alle boreringsoplysningerne er gemt. Jeg tror ikke, der er brug for en indsamling og central lagring af numeriske modeller og data, men det vil derimod være en god ide at lagre de hydrogeologiske tolkningsmodeller, der er et mellemresultat mellem geologiske rådata og numeriske modeller, men som også har stor selvstændig betydning som vores opfattelse af, hvordan geologien er skruet sammen i konkrete områder.

På et Temamøde om geologiske editorer, som Dansk Vandressource Komite afholdt på GEUS i juni, blev det således diskuteret, hvorledes vi kan sikre, at den vidensstilvækst, der ligger i en tolket hydrogeologisk model sammenlignet med geologiske rådata, kan gemmes og genbruges af andre på senere tidspunkter. Konklusionen på mødet blev, at der starter et udvalgsarbejde med deltagelse af GEUS, Miljøstyrelsen, amter og rådgivende firmaer i løbet af efteråret med henblik på at finde ud af, hvorvidt vi skal have en central lagring af hydrogeologiske tolkningsmodeller.

8. Hvad er det største samlede grundvandsmagasin, som findes i Danmark?

JCR: Det kommer vist an på, hvad man



Forureningsfare. (Foto: Steen Laursen)

mener med "størst". Hvis man mener omfang i km³, er det formentlig Ribe-formationen, som måske også strækker sig langt uden for landets grænser. Hvis man derimod tænker på, hvilket magasin, der har den største grundvandsdannelse i km³/år, skal vi snarere lede tættere på terrænoverfladen. Jeg ved ikke præcist, hvilket magasin, der har den største grundvandsdannelse, men det vil formentlig være en af hedslettemagasinerne i det vestlige Jylland.

9. Validering af computer-baserede grundvandsmodeller – hvordan skal det foregå, og er vi gode nok?

JCR: Først og fremmest må vi konstatere, at vi langt fra er gode nok på dette felt. Det sker alt for ofte, at modelløren bruger alle dataene til at kalibrere modelparametrene og herefter konstaterer, at modellen giver et godt fit mod felldataene og derfor kan anses for at være brugbare til hvad som helst. Det er selvfølgelig helt galt! Dernæst er det vigtigt at gøre sig klart, at der er en voldsom terminologiforvirring omkring begrebet modelvalidering. Det er vigtigt at skelne mellem test og dokumentation af

generel gyldighed af modekoder (f.eks. computerprogrammet MODFLOW) og test og dokumentation af gyldighed for en stedspecifik model (f.eks. en model for Fyn). Det første kalder jeg verifikation af kode, og den andet benævner jeg modelvalidering.

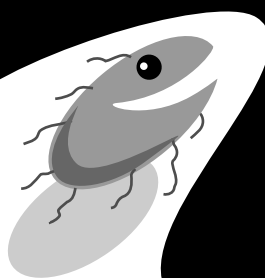
Med validering af en grundvandsmodel forstår jeg således at dokumentere, at en given model for et konkret område med det valgte datainput og de fastsatte parameter-værdier giver simuleringresultater indenfor en forud defineret nøjagtighedsgrænse. Et fundamentalt krav i en sådan valideringstest er, at de felldata, modellen skal dokumentere sin nøjagtighed på, ikke må være de samme som de felldata, der benyttes i en forudgående kalibrering af modelparametre. For de nærmere detaljer vil jeg henvise til litteraturen, herunder håndbogen i grundvandsmodellering, som kan findes på: www.vandmodel.dk/staabi_2000.htm

10. Er grundvandsmagasinerne placeret i nærheden af de tætbefolkede områder, hvor vi har brug dem?

JCR: Ja, der er stort set grundvandsmagasiner, som fra naturens side er glimrende,

VI HAR JORD I HOVEDET ..!

- og plads til mere



Bioteknisk Jordrens SOILREM er Danmarks landsdækkende jordrensere, når det gælder olie- og kemikaliefurening – med anlæg i Kalundborg, Esbjerg, Aalborg og på Ærø, Samsø og Bornholm.

Kontakt os på tlf. 59 50 46 68.



Bioteknisk Jordrens
SOILREM
- jordens bedste valg

over hele landet. Med undtagelse af København synes jeg heller ikke, at vandforsyningerne generelt skal bevæge sig langt væk hjemmefra for at finde gode kildepladser. I Københavnsområdet er der glimrende naturlige kalkmagasiner, men problemet er dels, at grundvandsdannelsen ikke er stor nok til at imødekomme efterspørgslen, og dels at en del af kildepladserne efterhånden er forurenede.

11. Hvor bevæger metodeudviklingen sig hen – mere geofysik i felten eller bedre computermodellering?

JCR: Jeg er sikker på, at det største spring fremad vil ske den dag, vi formår at kombinere de to. Der er sket en hel del nyt, både på geofysik og på modellering, men endnu har ingen rigtigt interesseret sig for at kombinere de to metoder.

12. Eksisterer der den fornødne teknologi, eller er det nødvendigt først at udvikle nye metoder, for at vi kan lave videnskabeligt forsvarlige indsatsplaner?

JCR: Jeg tror ikke, jeg fornærmer nogen ved at påstå, at ingen i dag har det gyldne overblik over, hvordan man bedst muligt udarbejder indsatsplaner. Vi har endnu ikke set den første indsatsplan, hverken på papiret eller gennemført i virkeligheden. Derfor er det vanskeligt at sige, om der mangler teknologi, men vi kan i hvert fald sige, at det haster med at få lavet de første par indsatsplaner og få dem vurderet, så der kan laves en god og konkret vejledning om, hvordan man skal udarbejde indsatsplaner. I forbindelse med vurderingen af de første par indsatsplaner vil det så formentlig vise sig, at vi har brug for noget metodeudvikling. Et af de områder, hvor jeg tror vi får behov for nye metoder, er inden for usikkerhedsvurderinger. Jeg mener, vi har brug for systematisk at knytte usikkerhedsvurderinger både til de grundlæggende felldata og til modelberegninger. Uden en angivelse af usikkerheder på beslutningsgrundlaget har vi ikke nogen rationel basis til at vurdere, hvornår datagrundlaget og/eller modelarbejdet er godt nok.

13. Er der den fornødne erfaringsudveksling imellem fagdisciplinerne, – f.eks. hvad kunne man lære af biologer, geografer, eller andre som arbejder med naturen?

JCR: Nej, det er der vist aldrig. Det er grundlæggende svært, fordi vi gennem vores uddannelser er opdraget med forskellige begrebsapparater og vidt forskellige anskuelsevinkler. Det vil være meget nyttigt og nødvendigt at geologer, geografer, biologer, agronomer og ingeniører kommer til at samarbejde bedre og udnytte hinandens styrker bedre.

14. I hvilken retning kan man forvente at arbejdsopgaverne bevæger sig i fremtiden – mere feltarbejde eller mere computermodellering?

JCR: Begge dele. Men der er et stort behov for at bygge bro mellem feltarbejdet og modelleringsarbejdet, jf. de forrige spørgsmål. I dag bliver feltarbejde og modellering alt for ofte betragtet som alternative metoder, som man kan vælge imellem, når man skal have svar på et bestemt spørgsmål.

15. Hvor er de nuværende computermodeller mest sårbare?

JCR: Den største fare ved modellerne er så ganske afgjort uerfarne brugere.

16. Hvor godt kender vi egentlig grundvandsdannelsen set på en oplandskala?

JCR: Grundvandsdannelsen er jo blot et enkelt led i det hydrologiske kredsløb, og vi kan ikke måle grundvandsdannelsen direkte. Vi kan derfor kun vurdere nøjagtigheden af vores skøn indirekte. På oplandskala har vi den fordel, at vi ofte har målinger af såvel inputtet (nedbør og andre klimavariabler) som outputtet (vandføringsmålinger) af landfasen af det hydrologiske kredsløb. Samtidig har vi ofte målinger af nogle af oplandets tilstandsvariable (grundvandetets trykniveau, jordfugtighed mv.). Hvis vi på baggrund af målt input kan beregne et output, der passer godt med de tilsvarende feltmålinger, kan vi også have en vis tiltro til mellemresultaterne såsom grundvandsdannelse. Derfor burde vi på oplandskala have rimelige muligheder for at få godt styr på grundvandsdannelsen. Det er det, vi på GEUS arbejder med i forbindelse med vores hydrologiske model for hele landet (DK-modellen), og vi vil i 2002 udsende en rapport med vores bedste bud på grundvandsdannelserne i hele landet.

Erfaringerne med sammenligninger af grundvandsdannelser, som forskellige firmaer har beregnet med forskellige modeller for det samme område, antyder dog, at der i praksis kan være endog meget store forskelle i skønnene på grundvandsdannelse. Et af problemerne er, at der ikke har været megen fokus på vandbalancen i de sidste par årtier. DMI har netop opjusteret korrektionsfaktorerne for nedbør, så alle de målte nedbørsværdier nu angiveligt skal korrigeres med i gennemsnit ca. +20 %. Hvis vi blot benytter en højere nedbør, end vi gjorde for et par år siden, og ikke samtidig korrigerer vores fordampningstal/teorier, så kan enhver se, at det ender i en højere grundvandsdannelse – på papiret i hvert fald. Så alt i alt må vi nok desværre sige, at vi ikke med rette kan postulere, at vi har fuldt styr på grundvandsdannelsen, ikke engang på oplandsbasis. ■

Bøger . .

NYHED

Djurslands Geologi

Af Stig A. Schack Pedersen og Kaj Strand Petersen

Omfattende og velskrevet bog om Djurslands geologiske historie. Med bilag: Stort geologisk kort, 1:50.000. Fuldt farveillustreret med fotos, detaljkort og instruktive tegninger. Indbundet. 225 kr.

Serien Geologisk Set

Håndbøgerne beskriver lokaliteter af national geologisk interesse. Har fyldige afsnit med landsdelens almene geologi.

BORNHOLM

208 sider. 200 kr.

Det mellemste Jylland

272 sider. 275 kr.

Det nordlige Jylland

208 sider. 200 kr.

Fra det nordlige Sokkelund

(- det er faktisk titlen !)

Af Ole Berthelsen.

Noget om geologi, teglværker, grusgravning og tørveskæring i Københavns nordlige omegn. En flot og interessant bog med mange kort og fotos.

72 sider. Indbundet. 180 kr.

LÆSØ

– om øen der rokker og hopper

Af Jens Morten Hansen, GEUS
Fagligt spændende og meget flot illustreret bog om Læsø
56 sider, fast bind. 168 kr.

Priserne er incl. moms, excl. fragt.

Ring eller skriv til:



GEOGRAFFORLAGET
5464 Brenderup · 63 44 16 83

. . fra GEOGRAFFORLAGET