

Evalueringspanelets rapport vedr. midtvejsevaluering af projektet: Nationale Vandressource Model

Udarbejdet af Steen Christensen, Lars Bengtsson; Alex Sonnenborg og Christian Ammitsøe
Sonnerupgård, 19. maj 1999.

Indledning

GEUS igangsatte i jan 1996 et projekt om udvikling og etablering af en landsdækkende vandressourcemodel, den såkaldte Danmarksmodel (DK-modellen).

Nærværende evalueringsrapport er udarbejdet den 19. maj 1999 og bygger på:

- Projektkontrakt mellem Miljø- og Energiministeriet og GEUS af 22. dec 1995.
- National vandressource model, Midtvejsrapport, GEUS 1999/20, maj 1999.
- Fremlæggelse af status for de enkelte projekter på evalueringsseminaret den 17.–19. maj 1999.
- Publicerede projektrapper, publikationer, populær artikler m.m knyttet til projektet.

Evalueringspanelets sammensætning:

Civ. ing. Christian Ammitsøe, Miljøstyrelsen.

Prof. Lars Bengtsson, Lunds Universitet

Lektor Steen Christensen, Århus Universitet.

Grundvandschef Alex Sonnenborg, Storstrøms Amt.

Baggrund og projektkontrakt

Projektets overordnede formål er at udvikle og etablere en landsdækkende vandressource model som grundlag for at bestemme Danmarks samlede tilgængelige drikkevandsressource, herunder dennes tidsmæssige variation og regionale fordeling samt vurdere den mulige fremtidige udvikling.

Mere specifikt er der i projektkontrakten formuleret 4 hovedmål for projektet:

- 1 at forstå processer og parametre som styrer grundvandsdannelsen, herunder udvikling af værktøjer til generering af inputdata til vandressourcemodellen på basis af satellitdata samt udvikling af forbedrede beregningsrutiner til kvantificering af den arealdistribuerede nedsivning til grundvandet.
- 2 at opbygge en national vandressourcemodel bestående af en 3-dimensional, dynamisk grundvandsmodel for Danmark. Dette giver mulighed for vurdering af ressourcens nuværende og fremtidige størrelse og fordeling samt mulighed for integrering af ressourceovervågning i vandmiljøplanens overvågningsprogram med henblik på en samlet vurdering af ferskvandsressourcens mængde, kvalitet og beskyttelse.
- 3 at reorganisere og effektivisere det nationale ressource-overvågningsnet for grundvand, herunder opbygning og implementering af systemer for dataopsamling og lagring, transmission og bearbejdning under anvendelse af tidssvarende teknologi.
- 4 at videreudvikle det til grundliggende modelsystem med rutiner og moduler, som er nødvendige i forbindelse med de særlige skalaforhold, krav til kvalitetsdokumentation, krav til opdatering og udveksling af modeldata samt nuværende og fremtidige behov i forbindelse med modellering af kvantitet, kvalitet og beskyttelse.

Evalueringemetode

De 4 formulerede hovedmål har udgjort rammen for evalueringen. Indenfor det enkelte mål er projektet /delprojekterne vurderet i forhold til mål, forløb, anvendelse, formidling samt det fortsatte forløb.

Herudover forholder evalueringen sig til projektets videnskabelige aktivitet og publicering samt til forankringen af projektet.

Opbygning af national vandressourcemodel.

Formålet med opbygning af den Nationale vandressourcemodel (DK-modellen) er at forbedre muligheden for vurdering af ressourcens nuværende og fremtidige størrelse og fordeling samt mulighed for integration af ressourceovervågning i Vandmiljøplanens overvågningsprogram med henblik på en samlet vurdering af ferskvandsressourcens mængde, kvalitet og beskyttelse.

Det er panelets vurdering, at den model, der er under opstilling, vil kunne opfylde formålet for så vidt angår grundvandsressourcens mængde. Den vil kunne medvirke til at vurdere grundvandsressourcens beskyttelse, men ikke være tilstrækkelig, da grundvandets beskyttelse også afhænger af faktorer som ikke indgår i modellen (eksempelvis kemiske forhold og sprækketransport). Vurdering af grundvandsressourcens kvalitet vha. DK-modellen vil kun kunne foretages indirekte, da modellen ikke indeholder stoftransport- og kemi-moduler mv.

Lokale forhold omkring saltvandstrussel mod det ferske grundvand vil i forlængelse af det nuværende projekt kunne vurderes med den densitetsstrømningsmodel (HST3D), der integreres i MIKE-SHE.

DK-modellen er baseret på MIKE-SHE's grundvands- og overfladevandsmoduler, mens der er benyttet en simplere, operationel model for rodzonen. En model for strømning i umættet zone er indtil videre udeladt. Det er panelets vurdering, at man bør analysere konsekvensen af disse valg (simpel rodzonemodel og ingen umættet zone-model) for den simulerede vandbalance og grundvandsdannelse. Dette er ikke mindst vigtigt for den del af modellen, der dækker Jylland, hvor der optræder en tyk umættet zone og hvor markvanding er væsentlig. Det bør også analyseres, hvordan markvanding og reinfiltration kan repræsenteres i modellen på en fyldestgørende måde.

De valgte kalibreringsprincipper for modellen vurderes som fornuftige, når modellen skal anvendes til vurdering af grundvandsressourcen's størrelse og fordeling og af grundvandets betydning for minimumsvandføringen i vandløb. Dog bør inversion (invers modellering) afprøves og anvendes i forbindelse med modellen for Jylland.

De valgte metoder for opstilling af geologisk model for Fyn/Sjælland henholdsvis for Jylland synes fornuftige. Dog anbefales det, at man sammenligner konsekvensen af at vælge det ene henholdsvis det andet koncept for geologisk modelopstilling. Det er ikke sandsynliggjort, at DK-modellen i dens nuværende form kan danne grundlag for detaljerede simuleringer på regional og lokal skala. Det har dog heller ikke været formålet.

Det er en svaghed, at man kun i meget begrænset omfang har benyttet viden fra tidligere grundvandsundersøgelser, og at man ikke har sammenlignet DK-modellens resultater med tilsvarende resultater fra tidligere modelstudier på regional skala (f.eks. Suså, Tude å og Odense å modellerne).

Ved at kombinere DK-modellen med MIKE-SHE's partikelflytningsmodul vurderes, at modellen kan benyttes til at undersøge opholdstider for grundvand i de forskellige magasiner. Det vil være yderst relevant som planlagt, at sammenholde disse resultater med aldersdateringer på grundvand. Det er ikke muligt for panelet at vurdere, hvor langt dette arbejde er nået. Panelet anbefaler desuden, at der arbejdes med at synliggøre, hvor modellen vurderes som sikker henholdsvis, hvor den vurderes som usikker, og at man fortsætter arbejdet omkring skalaproblemer.

Det skal fremhæves, at arbejdet med opstilling af DK-modellen er ca. 1 år forsinket og derfor først forventes afsluttet med udgangen af år 2000. Det skal også fremhæves, at Midtvejsrapporten nævner et behov for tilførsel af yderligere ressourcer til projektet. Evalueringspanelet mener, at det er afgørende, at de nødvendige ressourcer fremskaffes, så DK-modellen som planlagt kommer til at dække *hele* landet, med det hidtidige ambitionsniveau. Panelet finder desuden, at det er af afgørende betydning for DK-modellens fremtidige succes, at der fremskaffes de fornødne ressourcer til modellens vedligeholdelse. Dette gælder især set i lyset af den betydelige mængde ny geologisk information, der vil blive tilvejebragt i de kommende år som følge af zonerings/den nye vandforsyningslov.

Som tidligere nævnt er det panelets opfattelse, at modellen vil kunne opfylde sit hovedformål. Da modellen er en storskala-model, bør den anvendes som sådan. Hvis modellen stilles til rådighed for andre brugere end GEUS, bør GEUS også stille et dokument til rådighed, der beskriver modellens muligheder og begrænsninger. Panelet mener det vil være naturligt, at interessenter og GEUS i fællesskab definerer scenarier (f.eks. klimascenarier), som skal gennemregnes med DK-modellen, men at selve modelkørslen foretages af GEUS. Herved undgås risikoen for at modellen anvendes ud over dens begrænsninger. GEUS bør desuden benytte modellen som et værktøj til planlægning af overvågningen af grundvandsressourcens størrelse, samt som et værktøj til udpegning af deloplande, hvor yderligere undersøgelse bør iværksættes og mere detaljerede modeller opstilles.

Panelet mener, at GEUS på tilfredsstillende vis har formidlet information om baggrunden for DK-modellen til mulige interessenter. Dette er sket gennem møder, artikler og web-side. Det synes dog som om, at f.eks. amtsgeologer ikke i tilstrækkeligt omfang har deltaget i arbejdet med opstillingen af modellen. Dette bør sikres i den resterende del af forløbet. Det bør også sikres, at når modellen i fremtiden benyttes, så formidles de væsentlige resultater til politikere og befolkning. Dette kan ske gennem presse, nyhedsbrev, web-side osv. Det bør overvejes at udbygge hjemmesiden med links til opstillede grundvandsmodeller i Danmark.

Pejlestationsnet.

Evalueringspanelet vurderer, at reorganiseringen af pejlestationsnettet samt opstillingen af databasen for medianminimumsskøn opfylder særdeles nyttige formål. Det bemærkes, at databasen over medianminimumsskøn allerede har haft faktisk anvendelse i modelkalibreringen for Fyn og Sjælland. Reorganiseringen af pejlestationsnettet er undervejs og er endnu ikke gennemført i fuldt omfang. Den hidtidige modelopstilling har derfor ikke kunne støttes systematisk af data herfra.

GEUS` intentioner om et nyhedsbrev/ www vedrørende peyledata anbefales som en god ide med et udadrettet sigte. Det anbefales at overveje, hvorvidt nyhedsbrevet / www også kan rumme data / links til informationer om nedbør, afstrømning m.m

Det anbefales, at GEUS varetager en samordning mellem det kommende reorganiserede nationale pejlestationsnet og de amtslige pejlenet. Herudover bør også pejlinger fra vandforsyninger og rådgivere opsamles i JUPITER databasen.

Videreudvikling af modelsystem

Projektet har haft til mål at udvikle en række forskellige moduler og systemer i MIKE SHE som anført nedenfor, jf. projektkontrakt og statusrapport. For hvert af de angivne moduler er angivet status.

1. Udvikling af et tre-dimensionalt geologisk tolkningsmodul til model parametrisering, GeoEditor, der skal sikre en kobling mellem GEUS' borearkiv og MIKE SHE. GeoEditor er færdigudviklet og foreligger i en releaseversion, men er endnu ikke kommercielt tilgængelig.
2. Modul til kobling med andre eksisterende databaser med informationer om klima, vandindvinding, jordtyper, topografi, arealanvendelse, vandløb, vådområder m.v. Der er udviklet en såkaldt UZ-editor som er et redigeringsværktøj til brug for modelopsætning i den umættede zone. UZ-editor foreligger i en foreløbig udgave. GIS-værktøj til behandling af potentiale og oppumpningsdata er under udvikling.
3. Modul til transformation af parameterverdier mellem forskellige skalaer med henblik på at forbedre beskrivelsen af forholdet mellem punktobservationer og arealfordelte parameterverdier. Som delelement indgår at forbedre beskrivelsen af vekselvirkningen mellem overfladevand og grundvand i ånære områder. Arbejdet er på et indledende stade og egentligt programmeringsarbejde er endnu ikke iværksat.
4. Modul for beregning af densitetsbetingede strømningsforhold bl.a. med henblik på at kunne beregne salt/ferskvandsbalance. Der er truffet principbeslutning om anvendelse af modellen HST3D.
5. Relevante geokemiske moduler. Der er ikke iværksat arbejde vedrørende dette.

Endvidere er der udviklet eller videreudviklet ad-hoc moduler finansieret via projektet, herunder:

6. Integreret stationær løsningsrutine. Den stationære løser er færdigudviklet, men der mangler (en formentlig mindre) redigering på baggrund af GEUS' erfaringer med løseren.
7. Vandbalancemodul. Modulet er færdigudviklet og under afprøvning hos GEUS.

8. Partikelbanemodul. Der er foretaget en videreudvikling af det eksisterende partikelbanemodul. Modulet er færdigudviklet og under afprøvning hos GEUS.

Modulerne 1-4 er finansieret af Erhvervsfremmestyrelsen og DHI (samt i mere begrænset omfang GEUS). Modulerne 6-8 er finansieret via projektet.

De moduler, der har været anvendt - eller som evalueringspanelet vurderer vil blive anvendt - i forbindelse med DK-modellen, er ad hoc modulerne (6-8). Det er panelets vurdering, at modul 6 og 7 er nødvendige ved opstilling og validering af en model på regional/national skala. Partikelbanemodulet er nødvendigt ved vurdering af grundvandets aldersfordeling. Modulet kan endvidere have andre anvendelsesmuligheder for modeller på mindre skala.

GeoEditor har været afprøvet med succes på et delområde i DK-modellen. GeoEditoren har dog ikke kapacitet til at håndtere de meget store datamængder, der er tilgængelige for større regionale eller nationale områder. Det er panelets vurdering, at GeoEditoren vil være et meget nyttigt redskab i forbindelse med opstilling af mere lokale modeller.

Det kan konstateres, at der ved opstilling af DK-modellen har været anvendt en simpel rodzonemodul. Set isoleret i forhold til DK-modellen har udviklingen af UZ-editoren derfor ikke været nødvendig. UZ-editoren vurderes dog at være et nyttigt redskab ved opstilling af mere lokale modeller for den umættede zone. Den primære begrænsning for anvendelsen af UZ-editoren vurderes at være, om der foreligger et tilstrækkeligt datagrundlag.

Tidspunktet for DHI's færdiggørelse af ad-hoc moduler, GeoEditoren og UZ-editoren har ikke været tilpasset arbejdet med DK-modellen. Således foreligger disse moduler først efter, at ca. halvdelen af DK-modellen er opstillet.

Det kommende salt/ferskvands modul vurderes at kunne blive et godt redskab til modellering på lokal skala, men vil formentlig ikke være anvendeligt ved modellering på stor skala.

Udviklingen af skaleringsmodul vil antagelig ikke kunne afsluttes inden for projektets tidsramme, da formålet er uklart og videnopbygning mangler.

Der foreligger ikke nogen nærmere begrundelse for, hvorfor det er valgt ikke at iværksætte arbejdet med de geokemiske moduler.

Panelet kan anbefale, at MIKE SHE på sigt videreudvikles med henblik på at kunne håndtere en varierende grid-størrelse, således at der kan opnås en fokusering af beregningsnettet.

Forståelse af grundvandsdannelsen

Vandressourcemodelarbejdet skal lede frem til en forståelse af grundvandsdannelsen; særskilt peger man i det oprindelige formål på, at man skal klarlægge hvilke processer og parametre, der styrer grundvandsdannelsen, og at man skal finde metoder til ved hjælp af satellitdata, at bestemme hvor grundvandsdannelsen primært sker. Man skal desuden forstå og kvantificere grundvandsdannelsens fordeling til forskellige grundvandsmagasiner og under forskellige arealanvendelser.

Denne mere grundlæggende del af DK-model projektet er først igangsat sent i projektføreløbet. Et PhD studie, som skal udføre forskning vedr. parametre, der styrer grundvandsdannelsen, er først igangsat fornyligt pr. 1. maj 1999.

Forsinkelsen beror til dels på usikkerhed om hvorvidt satellitdata delen af projektet skulle igangsættes. Det virker nu som om, at disse planer nedtones/afskrives.

Hidtil har man i projektet gennemført en hel del modelkørsler, som har resulteret i en bestemmelse af grundvandsdannelsens regionale fordeling mellem forskellige grundvandsmagasiner. Der er således opnået ny viden om grundvandsdannelsens fordeling, men der er ikke opnået en ny videnskabelig erkendelse. Der findes imidlertid et potentiale indenfor projektet for at opnå dette. Det er derfor vigtigt, at der afsættes ressourcer, så PhD studiet kan gennemføres og afsluttes.

Man har også gennemført partikelbanesimuleringer i en del modelkørsler og fået en opfattelse af transport og opholdstider i grundvandet. Uden en sammenligning af modelresultater med kvantificerbare observationer i forskellige magasiner, dybder til grundvandet, og variationer i klimaforhold, kan disse aktiviteter betragtes som en demonstration af

modellens kapacitet. Aldersdatering i kombination med modelkørsler er først/skal først foretages nu. Denne aktivitet bør kunne give bedre viden om processer og parametre, der styrer grundvandsdannelsen.

Der er påbegyndt aktiviteter, som har ligget udover de fra starten opstillede mål. Til disse aktiviteter hører udveksling mellem grundvand og vandløb og betydningen af glacialtektonisk variabilitet. Disse aktiviteter tilfører ny viden.

Videnskabelig aktivitet og publicering

Man skal indenfor projektet med den Nationale vandressourcemodel opbygge ny viden vedrørende grundvandsdannelsen. Projektets modelopstilling for forskellige områder kan pege på nye faglige problemstillinger, som findes interessante og spændende i forskningsøjemed. Forskningsresultaterne kan anvendes i DK-modellen eller i forbindelse med mere avancerede MIKE SHE modeller (detailmodeller fx i forbindelse med zoner).

Det vurderes, at der er behov for mere målrettet international publicering. Hidtil har publiceringen i internationale tidsskrifter i forbindelse med DK-modellen været begrænset, idet der kun foreligger en enkelt publikation. Der er produceret mange konferenceartikler, men disse er af mere generel karakter og giver i hovedtræk information om DK-model projektet. Generelt må det nævnes, at det ikke er enkelt at gå fra rapporter til videnskabelig publicering, specielt ikke vedr. projektarbejdet, som her omfatter en relativ generel modelopstilling/tillempling af en hydrologisk grundvandsmodel. For undersøgelser af ny grundlæggende karakter kræves oftest studier af enkelte processer og inddragelse af feltmålinger.

Man er gået i gang med mere detaljerede studier, som omfatter udveksling mellem grundvand og vandløb, glacialtektonisk variabilitet samt, selvom dette endnu er i en indledende fase, forskning vedrørende transportveje (partikelbaner), vandets alder (opholdstider i grundvandet) og skalering. De styrende grundvandsdannende parametre og processer bør være centrale forskningsområder i PdD-studiet. Det er på høje tid, at dette er igangsat nu.

Projektets forankring

I projektkontrakten udgør Sektorforskningsudvalget projektets styregruppe. Herudover er nedsat en faglig følgegruppe med repræsentanter fra ministeriets styrelser. Det fremgår af GEUS Midtvejsrapport, at styregruppen ikke har spillet nogen aktiv rolle i projektførelsen. Følgegruppen har holdt 5 møder. I 1996 søgte GEUS at få amterne med i følgegruppen, men de udviste dengang ingen væsentlig interesse.

Siden 1997 har der været tilknyttet arbejdsgrupper med amter og vandforsyninger for Sjællandsmodellen og Jyllandsmodellen. GEUS anfører i Midtvejsrapporten, at arbejdsgrupperne har vist sig at bidrage konstruktivt til opstilling af DK modellen.

Det undrer evalueringspanelet, at der til projektet er knyttet en styregruppe, der ikke har spillet en aktiv rolle i forbindelse med projektets fremdrift og gennemførelse, og som påtager sig ansvar ved projektjusteringer. Det anbefales, at projektets styregruppe fremover spiller en mere aktiv rolle.

Evalueringspanelet bemærker, at amterne nu er knyttet aktivt og konstruktivt til projektet i arbejdsgrupperne. Det bemærkes også, at amternes interesse for DK-modellen er væsentligt forøget siden 1996. Det anbefales fortsat at fokusere på samarbejdet med amterne, som er en væsentlig brugerkreds for DK-modellen.

Konklusioner

GEUS har ambitiøst satset på at udvikle en National vandressourcemodel. Selvom man er et år forsinket i forhold til den oprindelige tidsplan, ser det ud til, at der vil kunne opstilles en landsdækkende model. De opstillede formål er rimelige og ser ud til at blive opfyldt. Dog er den videnskabelige del vedr. grundvandsdannelsesprocesserne ind til videre svag. Det nu igangsatte PhD studium kan rette op herpå. Et nationalt projekt som dette forudsætter, at man har amterne med sig. Det burde være muligt, at man aktivt involverer amterne specielt ved den fremtidige formulering af scenarier. Det er vigtigt for DK-modellens fremtid, at de nødvendige ressourcer til vedligeholdelse og løbende ajourføring sikres. DK-modellen med sit forenkede rodzonemodul synes at fungere godt ved beskrivelsen af grundvandsressourcerne for Fyn

og Sjælland, men det anbefales, at denne rodzonedel testes mere særskilt med tanke på anvendelsen for Jylland. Der er behov for en videnskabelig opstramning indenfor projektet, specielt med henblik på publicering i internationale tidsskrifter. Informationsaktiviteten rettet mod brugere og offentligheden har været god.