

# Kapitel 9 – SAMMENFATNING AF BEHOV FOR VIDEN, OVERVÅGNING OG DATAADGANG

Hans Jørgen Henriksen og Jens Christian Refsgaard, GEUS

<b>Kapitel 9 – Sammenfatning af behov for viden, overvågning og dataadgang</b>	<b>1</b>
9.1 Vidensbehov .....	2
9.2 Overvågningsbehov.....	4
9.2.1 Vandbalanceproblemer .....	4
9.2.2 Nye krav fra Vandrammedirektivet .....	5
9.2.3 Behov for bedre integration af modellering og monitorering .....	6
9.3 Behov for dataadgang .....	7

## 9.1 Vidensbehov

Vandrådet vurderede i 1992 den udnyttelige vandressource til i alt 1,8 mia. m<sup>3</sup>/år. Med den Nationale vandressourcemodel har vi opgjort den tilsvarende ressource, til i alt 1,0 mia. m<sup>3</sup>/år. Da Vandrådet opgjorte ressourcen var problemet med miljøfremmede stoffer (bl.a. pesticider) endnu ikke erkendt. Vandrådet indregnede heller ikke variationer i klimaet i tallet fra 1992.

Grundvandsovervågningen og overvågningen af vandløb viser, at det øvre grundvand og små og store vandløb mange steder er forurenet med nitrat og pesticider over grænseværdien (20-30 %, fund af pesticider i ca. hver anden boring i det øvre grundvand). I første omgang udgør denne situation en alvorlig trussel mod drikkevandet, men dernæst påvirker forureningen vandkvaliteten i vandløb, vådområder, søer og havet mange år frem. Det er et åbent spørgsmål, om eller hvor hurtigt denne forurening vil brede sig mod dybere dele af grundvandet. Et af de største og mest centrale vidensbehov, er spørgsmålet om, hvorvidt stoffer i det øvre grundvand med tiden vil udbredes mod større dybde. Hvis det er tilfældet, kan den udnyttelige vandressource, som i dag udgør ca. 1 mia. m<sup>3</sup>/år, blive yderligere reduceret. Hvis omvendt grundvandsbeskyttelsen kommer til at virke, specielt i OSD områder, kan ressourcen igen stabiliseres, til gavn for både drikkevandet og vandkvaliteten i overfladevandet.

Det væsentligste vidensbehov hænger derfor sammen med at kunne sige noget mere kvalificeret om hvordan forureningsudbredelsen vil udvikle sig i de kommende år. Vil situationen yderligere forværres, eller er den stabil? Hvad sker der mellem det øvre grundvand og det dybere grundvand? Vi ved at grundvandet i den omtalte dybde på ca. 50 meter under terræn er gammelt, men hvor gammelt er det? Der er behov for metoder til datering af grundvand, som er mere end 50 år gammelt (mellem ca. 50 år og op til et par hundrede år).

En central hypotese bag opgørelsen hænger sammen med at intensiv vandindvinding påvirker vandkvaliteten. Jo mere vand der hentes op, desto dårligere bliver det resterende vand. Det er vurderet at ca. 35 % af den "naturlige grundvandsdannelse" til det dybe, endnu uforurenede grundvand (i ca. 50 meters dybde) udgør en grænse for hvor meget vand der kan udnyttes. Denne andel er vurderet på baggrund af data fra Sjælland. Der er behov for at få undersøgt og afprøvet denne hypotese, herunder at relatere den til kendskabet til forureningssituationen i de resterende dele af landet.

En anden central hypotese bag opgørelsen hænger sammen med hvilken påvirkning vi kan acceptere af vandføringen i vådområder, vandløb og søer. Der er benyttet påvirkningsgrader på max. 5, 10, 15, 25 og 50 % jf. vandløbsmålsætninger. Der er behov for at få vurderet hvorvidt disse påvirkningsfaktorer er repræsentative for påvirkningen af de økologiske forhold i vandløbene. Der foreligger ikke en afprøvning af habitatmodeller i Danmark i dag, som vil kunne præcisere disse forhold yderligere, men der er et stort behov for at kigge nærmere på disse forhold.

For begge hypoteser er det vigtigt at inddrage modellering på mindre skala til yderligere at underbygge holdbarheden af antagelserne på den overordnede skala (DK-model). Modeller som opstilles for OSD områder vil kunne bidrage væsentligt til at belyse om der er forskelle mellem DK-model skala (VOD) og en mere detaljeret skala.

En væsentlig begrænsning i den udnyttelige vandressource udgøres af følgevirkningerne af markvanding. Dette er specielt et stort problem for de lette jorde i Jylland. Der er med DK-modellen foretaget en første vurdering af disse forhold, men sammenhængen mellem klima, oppumpet vandmængde til markvanding og påvirkning af minimumsvandføring er relativt groft beskrevet. Der er behov for flere simuleringer af disse forhold, under hensyn til klimavariationer. Det er (på den sikre side) antaget at markvandingen i en kritisk situation vil ske i et omfang svarende til tilladelserne, men der er behov for at få belyst hvor store de faktuelle oppumpninger for en tør situation kunne være.

Der er et stort behov for at belyse sammenhænge mellem ferskvandskredsløb og naturtilstand. NOVANA programmet kan evt. bidrage hertil, men der er behov for at udbygge analyserne med økologiske/biologiske modeller for det akvatiske miljø. Hvad betyder det, at der er en grundvandsudstrømning til en vandløbsstrækning for fx laksefisk, gydepladser osv. I stedet for en udsivning? (som kunne være et resultat af meget intensiv vandindvinding).

På en række områder er der behov for mere kvalitetssikring af modellering. Det vurderes at de igangværende EU forskningsprojekter (HarmoniQuA og HarmoniRiB) vil kunne bidrage til en sådan mere tidssvarende kvalitetssikring, dels i form af interaktive retningslinier, dels i form af input til usikkerhedsvurderinger, som er vigtige. Der er foretaget en grov vurdering af usikkerheden på opgørelsen, med +/- 20 % på tallene for udnyttelig ressource for de 11 DK-model deloplandet og +/- 40 % for de 50 DK-model underområder (incl. OSD underområder). Det er vigtigt, i fremtiden at kunne kvantificere denne usikkerhed mere præcist. Hvad betyder geologi, parametre og input?

Der er behov for at videreudvikle DK-model med Daisy og nitratomsætningsprocesser i grundvand og vådområder. Det bør undersøges om 20x20 (evt. 10x10 km grid) kan give et bedre valideringstest resultat, i forhold til 40x40 km grid som er anvendt. Samtidig bør nye anbefalinger fra DJF-GEUS-DMI-DMU notatet efterprøves, og testes.

Der er et stort behov for videnopbygning omkring at kunne sætte tal på hydraulisk lednings-evne ud fra en nærmere tolkning af geologien (faciesmodellering/parameterisering). Det er lykkedes at validere DK-modellen, så RMS værdier opfylder kravene, med den zonerings af parameterværdier der er anvendt. Metodik herfor har været meget gennemskuelig i opsætningen af DK-model, men i visse områder er der tegn på at der med fordel vil kunne foretages en forbedret kalibrering og validering. Et eksempel herpå er de fastlagte parametre for de miocene glimmersilt/lerlag i Jylland. En nærmere undersøgelse tyder på, at der kan være en betydelig forskel på sådanne lags hydrauliske egenskaber, afhængigt af om de er af oligocæn eller miocæn herkomst.

Der er væsentlige problemer med at opnå et godt valideringsresultat for de to nordligste modeller i Østjylland (NJO og JOE), som primært skyldes de geologiske forhold i Himmer

land. I dette område er der stor usikkerhed på om moræneleren er sandet eller leret. Desuden spiller kalken i dette rolle en vigtig faktor for de hydrauliske forhold. I takt med mere viden om kalken, både på Sjælland (igangværende projekter) og i Nordjylland, vil det efterhånden blive muligt at repræsentere disse forhold mere realistisk, bl.a. betydningen af mergellag i kalken, som har stor betydning for beliggenhed af fersk-/saltvandsgrænsen.

Der er simuleret en begrænset udstrømning til havet for Øerne (typisk ca. 10 mm/år), mens udstrømningen til havet i Jylland i visse områder er betydeligt større (typisk ca. 30-100 mm/år). Modelteknisk tages der ikke hensyn til en evt. densitetsgrænse ved kysten, og udstrømningen til havet kan derfor i princippet være overvurderet. Der er et stort behov for at få verificeret om dette kunne være tilfældet, specielt i de oplande som har stor udstrømning fra dybere lag mod modelranden / havet.

Der er forskel på tolkning af geologi (kassemodel < > lagmodel) mellem Jylland og Fyn. Ligeledes er der forskel på håndtering af vandløb (MIKE 11 <> MIKE SHE). Det anbefales at teste betydningen af disse metodiske forskelle for Fyn.

## **9.2 Overvågningsbehov**

På overvågningsområdet er der tre væsentlige problemområder, som knytter sig til overvågning af ferskvandskredsløbet:

1. Vandbalanceproblemer
2. Nye krav fra Vandrammedirektivet
3. Behov for bedre integration af modellering og monitoring

### **9.2.1 Vandbalanceproblemer**

Vi har erkendt, at der begås fejl ved opgørelser af vandbalancer, samt at det medfører betydelige problemer for vurdering af vandbalance, grundvandsdannelse og dermed også af fx nitratudvaskning.

I NOVA 2003 sker der en overvågning af de enkelte elementer i vandbalancen (GRUMO, LOOP mv.). Disse delprogrammer er imidlertid kun i begrænset omfang integrerede; GRUMO fokuserer på det dybe grundvand, der ofte er for gammelt til at registrere ændringer i forrningsbelastningen på overfladen; i LOOP oplandene er grundvandsforholdene generelt dårligt beskrevet.

Udenfor NOVA 2003 sker der desuden en indsamling af data om ferskvandskredsløbet af DMI, DJF og DMU (klima- og afstrømningsdata). Disse data indgår som input og til kalibrering og validering af modeller. Kvaliteten af disse data er derfor væsentlige såfremt der skal opstilles pålidelige og troværdige modeller for ferskvandskredsløbet.

Det anbefales at DK-modellen på kortere sigt (1-2 år) benyttes på overordnet skala til en test af om de nye anbefalinger vedr. nedbørskorrektion og fordampning (Makkink og afgrø

dekoefficienter) er fornuftige, eller om der er særlige tidslige eller geografiske variationer, som ikke bliver honoreret af de nye anbefalinger på overordnet skala.

Der er konstateret visse problemer omkring såvel tidslig som regional variation af fx nedbørskorrektion (fx Thy). Det anbefales derfor at teste, om brug af data fra 20 x 20 km klimagrid yderligere kan forøge troværdigheden af beregningerne på overordnet skala (DK-model).

Der er behov for at foretage en sammenstilling af resultater fra modellering på mindre skala (OSD-områder) med vandbalance resultater fra DK-model, med henblik på en nærmere vurdering af usikkerheder på vandbalanceskøn (nettonedbør, grundvandsdannelse og afstrømning, herunder påvirkninger som følge af vandindvinding og klima). Der er behov for en vejledning i integreret modellering, som indeholder klare anbefalinger til brug af klimadata til modeller som opstilles på forskellig skala (mark-, opland-, OSD-, VOD/DK-model skala). Anbefalingen bør omfatte en vurdering af om hvad der er mest optimalt: data fra 10x10 km klimagrid eller data fra de enkelte nedbørs- og klimastationer (som så efterfølgende interpoleres fx vha. Thiesen polygoner).

Det vurderes at det nuværende vandføringsmålestationsnet giver et tilstrækkeligt grundlag for modellering på overordnet skala. I visse områder er der et rimeligt grundlag også på OSD-skala. Det vurderes, at der på ingen måde er et grundlag for at reducere antallet af afstrømningsmålestationer yderligere, såfremt modellering på OSD- eller finere skala skal kunne lykkes. Data fra vandføringsmålestationer er centrale og vigtige for kalibrering og validering af hydrologiske modeller som beskriver ferskvandskredsløbet. På OSD- eller finere skala er vandføringsdata et nødvendigt supplement til grundvandstrykniveauer, hvis modelforudsigelser af strømningsveje skal have så stor troværdighed at de kan anvendes som grundlag for indsatsplaner. Da strømningsvejene ofte er meget afgørende for grundvandsforurening, er der behov for at overveje hvordan andre flowdata på mindre skala kan understøtte modelleringen (f.eks. måling af drænafstrømning, grundvandsdannelse, baseflow osv.).

## 9.2.2 Nye krav fra Vandrammedirektivet

Det nye Vandrammedirektiv stiller krav om at overvågningen skal ske på oplandsbasis med skyldig hensyntagen til vandområdedistrikter (VOD) samt, ikke mindst, at grundvands- og overfladevandsressourcerne skal vurderes og forvaltes samlet. Vi kan således sige, at vi for at lave en faglig optimal gennemførelse af Vandrammedirektivet bliver nødt til at nytænke hele overvågningsforløbet, så det dels kommer til at hænge bedre sammen set i en vandkredsløbssammenhæng og dels fokuserer lidt mere på større oplande (VOD).

Overvågningen bør baseres på følgende tre hovedprincipper:

- Alle de vigtigste elementer i vand- og storkredsløbet bør overvåges ved at der indsamles feltdata fra repræsentative oplande/områder. Dette vil naturligt baseres på fortsættelse af mange af de eksisterende aktiviteter i fx LOOP og GRUMO. Det vil endvidere være naturligt at inddrage VAP-markerne til overvågning af pesticidudvaskning.

- Der skal foretages modellering på LOOP og GRUMO skala. Hovedformålet hermed er at kvalitetssikre data, at lære mere kvantitative om processerne og at få information til løbende revision af monitoringsprogrammet (fx hvilke boringer / stationer der kan undværes og hvor der er behov for ekstra boringer i stedet)
- Information fra den lokale skala, repræsenteret ved feltlokaliteterne LOOP, GRUMO mv. skal integreres til en oversigt over vand- og stofbalancer på VOD og national skala. Dette skal ske ved at udnytte informationen fra den lokale skala i modeller som kører på VOD/DK skala. VOD/DK modellerne skal sammenlignes med data på denne skala, fx fra vandløbsstationerne (afstrømning og stofflux) og vandværksboringer (trykniveau og stofkoncentration). Uoverensstemmelse mellem resultaterne på VOD/DK skala vil give værdifulde informationer om videnshuller, herunder behov for yderligere feltdata

### 9.2.3 Behov for bedre integration af modellering og monitoring

Overvågning af vandbalance og grundvandsdannelse bør ske ved en kombineret anvendelse af monitoring og modellering. Modelleringen og vandbalancerne vil være grundlaget for en efterfølgende modellering af stofbalancer på såvel lokal som VOD skalaer (NOVANA bidrager ikke til sidstnævnte jf. høringsversionen).

Monitoringen med henblik på vandbalance bør indeholde følgende elementer:

- *Klima*: Det eksisterende DMI/DJF net (inklusive det eksisterende planer for opdatering af instrumenter mv.) til måling af stråling, temperatur, luftfugtighed og vindhastighed er velegnet og formentlig tilstrækkelig.
- *Nedbør*: Det nuværende DMI net er velegnet. Der er dog behov for at få etableret nogle stationer med forsøgsopstillinger som kan benyttes til at generere et uafhængigt datasæt til testning af nedbørskorrektionsfaktorerne. Denne forsøgsopstilling skal kunne observere både fast og flydende nedbør.
- *Fordampning*: Referencefordampning (potentielt fordampning) skal beregnes ud fra data fra klimastationerne. For at kunne etablere parameterværdier til at beregne referencefordampning fra forskellige overflader (vegetationstyper) er der dog behov for at etablere et antal fordampningsstationer. En fordampningsstation bør måle følgende variable:
  - Fluxmålinger af vanddamp over vegetationen (fx 1,5 m master i landbrugsafgrøder)
  - TDR målinger af jordfugtighed
  - Lokale klimavariabeler: nettostråling, temperatur, luftfugtighed, vindhastighed
  - Nedbør (forsøgsopstilling til nedbørskorrektion kan placeres her)
  - Grundvandstand
  - Drænastrømning

Der bør etableres ca. 16 stationer fordelt på to oplande i henholdsvis Vest- og Østdanmark. De ca. 8 stationer i hvert opland kunne fx fordeles med 5 stationer på landbrugsområder (skiftende afgrøder fra år til år), 2 stationer i skov og 1 station i vådområde. Fordampningsstationerne bør så vidt muligt placeres i tilknytning til eksisterende LOOP, VAP eller GRUMO områder.

Fordampningsstationerne bør drives af DJF, eventuelt i samarbejde med lokale partnere, i det omfang det logistisk er hensigtsmæssigt.

I de to oplande, hvor fordampningsstationerne placeres bør der endvidere etableres følgende måleprogram:

- Eddy mast målinger. Målinger af flux af vanddamp og CO<sub>2</sub> med nogle høje master (20-50 m.). Masterne opstilles så flere af fordampningsstationerne med 1,5 m maste ligger inden for "vindoplandet" til de store maste
- Brug af satellitbilleder til bestemmelse af grønt bladareal og andre variable af betydning for fordampning.
- *Vandløbsafstrømning*: Det nuværende stationsnet er velegnet og tilstrækkelig på overordnet skala. Der er behov for at teste relevant fluxmåling på mindre skala (dræn-, afstrømning-, grundvandsdannelse mv.)
- *Grundvandstrykniveauer*: Det nationale program der frem til i dag er blevet drevet af GEUS bør inddrages som en del af NOVAVA og fremover drives af amterne.

For så vidt angår det næste trin i modellering, nemlig modellering af partikelbaner og stofbalancer, som kan være væsentlige ved udarbejdelse af indsatsplaner, vil databehovet være større. Datakravene øges, dels fordi partikelbaner og stoftransport i sig selv er mere kompliceret end vandbalance, og dels fordi den relevante skal er meget mindre, Udover krav til vandkvalitetsdata og aldersdateringer (en beskrivelse heraf ligger uden for nærværende rapports rammer) vil behovet for især grundvandstrykniveauer og vandløbsafstrømninger være noget større end angivet ovenfor for rent vandbalancestudier.

Modelleringen af vandbalance bør indeholde følgende elementer:

- Modellering af vandbalance på markskala, koncentreret omkring fordampningsstationerne. Formålet hermed er at bestemme parameterværdier til beregning af referencefordampning på det nationale net af klimastationer
- Modellering af vandbalance på lokale oplande (LOOP, VAP, GRUMO). På disse små oplande kan vandbalancen sjældent bestemmes med sikkerhed fordi vandstrømningerne over randen ofte vil være for stor og usikkert bestemt. Men en modellering tjener dog det vigtige formål at kvalitetssikre dataene og at undersøge forskellene i de forskellige oplandes opførsel. For at efterprøve randbetingelser yderligere anbefales det at inddrage resultater fra DK-modellen i denne analyse.
- Modellering af vandbalance på VOD skala. Til dette formål kan GEUS's DK-model med fordel benyttes. På denne skala vil de parameterværdier (fx fordampningsberegninger og nedbørskorrekationer) som er bestemt på lokal skala blive ekstrapoleret og det vil være muligt at vurdere hvorvidt de resulterer i en vandbalance der stemmer. Det anbefales at afsætte ressourcer til implementering af forbedret rodzonemodell og nye anbefalinger (jf. konsensusnotatet) i DK-modellen.

### 9.3 Behov for dataadgang

Den nationale vandressourcemodel giver mulighed for udtræk af forskellige data der vil kunne indgå i undersøgelser på mindre skala (fx OSD og oplande til vandværker), bl.a.

- Geologisk model (lag, linser, jordtyper mv.)
- Hydrauliske parametre (ledningsevne, magasintal mv.)
- Ydre randbetingelser (strømning i grundvandet på tværs af fx topografiske oplandsskel mv.)
- Overordnet bud på vandbalancen (nettonedbør, afstrømning mv. for oplande > 50 km<sup>2</sup>)

- Grundvandsdannelsen til øvre og dybere magasiner (1x1 km grid i forskellig dybde)
- Grundvandspejl og afsænkning af trykniveau ved vandindvinding
- Påvirkning af afstrømningsforhold som følge af klima og vandindvinding

Spørgsmålet er derfor hvordan disse data kan indgå og udgøre en brugbar referenceramme for fx amternes modellering på mindre skala (OSD mv.), og hvordan de kan indgå fx i forbindelse med Vandrammedirektiv og NOVANA.

Der er forskellige løsningsmodeller for hvordan adgang til DK-modellens data kan tilvejebringes, som også vedrører spørgsmålet om hvordan og i hvilket omfang DK-modellen evt. tænkes vedligeholdt og anvendt fx i forbindelse med NOVANA, Vandrammedirektivet mv.. Denne sidstnævnte diskussion og dog skal dog ikke berøres yderligere her, da den vil kræve en lidt nærmere drøftelse mellem interessenterne, hvis den skal have et reelt indhold. Tankerne i nærværende afsnit er alene baseret på tilvejebringelse af adgang til det datasæt der nu foreligger med den kalibrerede og validerede DK-model, bl.a. de mange simuleringsskørsler som vil kunne indgå som et første bud på modellering på mindre skala, eller vil kunne indgå i en sammenligning af DK-model med fx modeller der opstilles for OSD områder. Følgende løsninger er her mulige:

- GEUS leverer ad hoc udtræk fra DK-model i ArcView/Map Info på anmodning fra amter og andre interessenter
- Etablering af GIS temadatabase hvor amter og andre interessenter vil kunne hente udtræk af fx grundvandsdannelse over Internettet / eller fra DVD/CD ROM
- Oprettelse af egentlig modeldatabase hos GEUS, som indeholder DK-modellens geologi og modeldata (incl. simuleringer)

Den første løsning (ad hoc udtræk) er den som foreligger i dag. Ulempen ved denne løsning er at GEUS ikke har den tilstrækkelige bemanning til at kunne tilbyde en tilstrækkelig god service overfor kunderne. Udtræk finansieres efter forbrugt tid jf. GEUS's konsulent-satser, evt. rammeaftale af rekvirent.

Løsning nr. to har den fordel at så snart GIS datasættet er tilvejebragt på egnet platform, så kan kunderne selv gå ind og foretage udtræk, efter behov. Denne løsning bør under alle omstændigheder overvejes nærmere, uanset om man evt. vælger at gå videre og etablere en egentlig database, med flere faciliteter.

Etablering af løsning to vil kræve at udviklings- og driftsomkostning finansieres af brugerne.

Den tredje løsning indebærer at GEUS opretter en database til lagring af geologiske og numeriske grundvandsmodeller. Modeldatabasen bliver i såfald Web-baseret i stil med GERDA. Fra en kortbaseret hjemmeside skal det være muligt at se hvor der foreligger geologiske og numeriske modeller (fx OSD, DK-model mv.). En model vises som en polygon der afspejler modelområdet. Fra kortet skal der kunne vælges en eller flere modeller (ved klik / eller ved at trække en rektangel). Under kortet vises udvalgte informationer om den / de valgte modeller (f.eks. Modelnavn, ejer, tilblivelsesdato osv.).

Listen over modeller skal kunne åbnes således at man kan se stamoplysninger der findes om modellen og hvilke elementer modellen består af (hvor mange lag, top af lag, bund, geologi, hydrauliske ledningsevner osv.) Klikkes der på et enkelt tema (fx et lag) skal der kunne vises en grafisk repræsentation af det pågældende tema.

Modeldatabasen tænkes fra starten opbygget så den kan indeholde oplysninger om de geologiske temaer (incl. de af geologien afledte fysiske parametre), der skal til for at generere en numerisk model. Databasen kan på sigt udvides til også at kunne lagre statistiske så vel som tidsafhængige data (fx variationerne i potentialeforhold over en årrække).

Modeldatabasen og GeoStudio (WaterTech og DHI) udvikles til at bruge samme datamodel for geologiske modeller, således at modeller udviklet i GeoStudio kan uploades til modeldatabasen uden konvertering og således at modeller downloaded fra modeldatabasen kan bearbejdes videre med GeoStudio.

Modeldatabasen tænkes finansieret på samme måde som Gerda, det vil sige at Amterne betaler et årligt gebyr for at benytte sig af modeldatabasen. GEUS står for udvikling og drift af databasen.