

Kapitel 4 – Sammenfatning af behov for viden, overvågning og dataadgang

Hans Jørgen Henriksen og Jens Christian Refsgaard, GEUS

Kapitel 4 – Sammenfatning af behov for viden, overvågning og dataadgang	1
4.1 Kapitel sammenfatning	2
4.2 Vidensbehov i forbindelse med landsdækkende ressourceopgørelse	3
4.3 Vidensbehov i forbindelse med overvågning	6
4.3.1 Vandbalanceproblemer	6
4.3.2 Nye krav fra Vandrammedirektivet	7
4.3.3 Behov for bedre integration af modellering og monitoring	8
4.4 Behov for dataadgang	10

I nærværende kapitel beskrives behov for viden, overvågning og dataadgang vedr. ferskvandskredsløbet og den udnyttelige vandressource.

Ferskvandskredsløbet kan anskues på forskellige skalaer, som griber ind i hinanden. Man kan betragte og analysere kredsløb og grundvandsdannelse på national skala, vandområdedistrikt skala (VOD skala), område med særlige drikkevandsinteresser (OSD skala), vandværksopland eller på markniveau. Nærværende afsnit og følgende kapitler fokuserer på de to første niveauer, og behandler kun OSD skalaen i relation til hvorledes et overblik på den større skala vil kunne berige analysen på OSD skala.

Der er behov for at få de forskellige skalaer til at hænge sammen fordi problemløsningen på de forskellige skalaer skal være konsistente. Desuden har modeller på lille skala brug for randbetingelser, som er konsistente med modeller på stor skala. Visse processer og parameterværdier er meget skalaafhængige og kan give tilsyneladende forskellige resultater, hvis de analyseres på forskellige skalaer f.eks. stoftransport og opholdstid. For at kunne sige noget kvalificeret om vandkredsløbet, ressourcens størrelse og behov for grundvandsbeskyttelse, er det nødvendigt, at tingene hænger sammen, både de inddata der anvendes og de resultater der kommer ud af modelsimuleringerne. Der er derfor behov for at kunne sammenligne resultater på forskellig skala f.eks. grundvandsdannelse og vandbalancer f.eks. i NOVANA sammenhæng. Behov for overvågning og dataadgang (til DK-model) er skitseret i kapitlet.

Med hensyn overvågning og krav til datagrundlag (f.eks. klima, afstrømning osv.) er der ligeledes fokuseret på de to første skalaer. Der er derfor ikke givet nogen fyldestgørende anbefaling til det datagrundlag, der er brug for f.eks. på OSD eller endnu mindre skala.

Analyser til brug for Vandrammedirektivet af f.eks. stoftransport på VOD skala, eller stoftransport på OSD skala, behandles ikke udførligt, men kun sporadisk, f.eks. vedr. nitratmodellering på større skala.

4.1 Kapitel sammenfatning

Der er et væsentligt behov for ny viden om vandbalancens enkelte elementer samt deres sammenhæng, således at der kan laves mere nøjagtige vandbalanceopgørelser.

En mere kvalificeret vurdering af hvordan forureningsudbredelsen vil udvikle sig i de kommende år er nødvendig. Udviklingen af vandkvalitet både i de enkelte kredsløbselementer, f.eks. rodzonen, umættet zone, øvre og dybere grundvand, dræn, vandløb og søer, men også i overgangszonerne mellem disse, er vigtige vidensbehov. Vil situationen i det dybere grundvand yderligere forværres, eller er den stabil?. Hvad sker der mellem det øvre grundvand og det dybere grundvand?

Intensiv vandindvinding gør grundvandet mere sårbart, både i forhold til forurening fra terræn, men også i forhold til frigivelse af stoffer fra undergrunden. Det er vurderet at en kritisk udnyttelsesgrad ligger omkring ca. 35 % i forhold til den dybe grundvandsdannelse. Disse forudsætninger som er vigtige for hvor stor en udnyttelig ressource vi råder over, bør testes nærmere for Fyn og Jylland, ligesom at undersøgelser på mindre skala (f.eks kortlægning og zonerings af OSD områder) vil kunne bidrage til bedre belysning af forholdene.

Analysen af hvilken påvirkningsgrad (%-vis reduktion af vandføring) der er acceptabel under forskellige målsætningskategorier (f.eks. høj og lempet) er baseret på vejledende krav til recipientpåvirkninger fra en vejledning i vandforsyningsplanlægning fra 1979. Der er et stort behov for fastsættelse af kravværdier for påvirkning af middel- og minimumsvandføring med udgangspunkt i økologiske parametre, f.eks. fra habitatmodeller. I den forbindelse er der nogen særlige spørgsmål vedrørende brug af referencesituation i urbane områder, f.eks. København. Er det rimeligt her at tage udgangspunkt i en situation uden oppumpning, når nu vandløbene forlængst er blevet tørlagte?

Bedre vurdering af klimaforholds betydning, specielt i områder hvor indikatorer udviser stor afhængighed af nettonedbørens størrelse (f.eks. Nordsjælland, Vestjylland) er vigtige, herunder nærmere analyse af markvandingens konsekvenser. En kobling af avancerede regionale klimamodeller med avancerede hydrologiske modeller kan være en mulighed. En anden mulighed kunne være at vurdere klimaforholdene nærmere i perioden 1800-1900. I denne periode forekom flere år med meget lille vinternedbør, som formentlig udgør en kritisk 200-års hændelse. En sådan forskning vil kunne give viden om de mest brugbare referencesituationer.

Ressourceudnyttelsen i Danmark er skæv. En række områder er i dag - med forudsætning i de fastlagte vandløbsmålsætninger (recipientmålsætninger) - stærkt overudnyttede som følge af vandindvinding f.eks. omkring København. Det ekstra vand, der er brug for må hentes i stor afstand. Det rejser et behov for samarbejde mellem myndigheder, vandværker og interessenter på tværs af vandområde-distrikter. Der er kan peges på et behov for en national koordinering af vandindvinding på tværs af vandområdedistrikter.

På overvågningsområdet er der tre væsentlige problemområder:

- Problemer med vandbalancen, vandbalancen går ikke op, hvordan sikres konsistens?
- Vandrammedirektivet stiller nye krav om monitorering af vandkredsløbet
- Modellering og monitorering skal integreres, hvordan gøres det?

Fejl i opgørelserne af vandbalancen, medfører betydelige problemer for vurdering af vandbalance, grundvandsdannelse og dermed også nitratudvaskning.

Med hensyn til Vandrammedirektivet bliver vi nødt til at nytænke hele overvågningsforløbet, så det kommer til at hænge bedre sammen set i en vandkredsløbssammenhæng og så det fokuserer lidt mere på større oplande (VOD). Overvågning af vandbalance og grundvandsdannelse bør ske ved en kombineret anvendelse af monitorering og modellering. Men hvordan sikrer vi at dette sker ud fra en ensartet og sammenlignelig metodik? En måde kan være ved at fastholde DK-modellen som en referenceramme og tilvejebringe dataadgang og sikre driften af modellen under NOVANA.

Forskellige løsninger på udtræksproblemet kan tænkes, lige fra ad hoc udtræk, over internetbaseret GIS database til modeldatabase hos GEUS. Sidstnævnte baseret på samme model som der anvendes i forbindelse med geofysikdatabasen GERDA.

4.2 Vidensbehov i forbindelse med landsdækkende ressourceregulering

Vandrådet vurderede i 1992 den udnyttelige vandressource til i alt 1,8 mia. m³/år. Med den nationale vandressourcemodel har vi opgjort den tilsvarende ressource til i alt 1,0 mia. m³/år. Da Vandrådet opgjorte ressourcen var problemet med miljøfremmede stoffer (bl.a. pesticider) endnu ikke erkendt. Vandrådet indregnede i 1992 heller ikke variationer i klimaet.

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. m³/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. Forstået således at meget intensiv pumpning i et område kan afsænke grundvandspejlet med frivigelse af nikkel eller medfører en accelereret nedsivning fra de øvre jordlag, med forøget risiko for forurening med nitrat og pesticider. 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 tilstrækkelig afprøvning af habitatmodeller i Danmark i dag, som vil kunne præcisere disse forhold yderligere.

For begge hypoteser er det vigtigt at inddrage modellering på mindre skala til yderligere at detaljere og eftervise de anvendte metoder. 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 (OSD). Omvendt vil DK-model kunne bidrage med randbetingelser, parametre osv. baseret på viden fra andre områder.

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 fra bl.a. øvre magasiner 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, kunne være i en tør situation.

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 f.eks. laksefisk, gydepladser osv. i stedet for eksempelvis en udsivning fra vandløb mod grundvand? (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 $\pm 20\%$ på tallene for udnyttelig ressource for de 11 DK-model deloplandet og $\pm 40\%$ for de 50 DK-model underområder (incl. OSD underområder). Det er vigtigt i fremtiden at kunne kvantificere denne usikkerhed mere præcist. Hvad betyder f.eks. 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 ledningsevne ud fra en nærmere tolkning af geologien (faciesmodellering/parameterisering). Det er lykkedes at validere DK-modellen, så nøjagtighedskriterierne opfylder kravene, med den zonerings af parameterverdier 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 miocæne 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 Himmerland. I dette område er der stor usikkerhed på om moræneleren er sandet eller leret. Desuden udgør kalken i dette område en vigtig faktor for hydrauliske forhold og vandkredsløb. 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. Betydning af fejlagtige inputdata for simulering af udstrømning til havet bør indgå i en sådan vurdering.

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 for at nå frem til anbefalinger af fordele og ulemper af disse metoder for modellering af vandkredsløbet og stoftransport af nitrat på stor skala. Det kan i den forbindelse anbefales også at teste betydning af interpolation af nedbørsdata ud fra målestationer ved forskellige metoder sammenlignet med f.eks. gridnedbør fra f.eks. 10x10 km grid.

Der forventes udpeget et antal VOD områder som skal stå for det administrative arbejde med EU's Vandrammedirektiv. Det er vigtigt at problemerne med den udnyttelige vandres-

source og de røde tal for en række østdanske områder, f.eks. omkring København, løses, så reserverne sikres bl.a. ved en neddrogning af udnyttelsen, så vandkvaliteten stabiliseres i de mest intensivt udnyttede områder. Det vil kræve at der skaffe ressourcer fra områder udenfor Sjælland (formentlig på tværs af Storebælt). Samme problemstilling forekommer mellem Vest- og Østjylland om end i lidt mindre målestok. Det forudsætter at der samarbejdes på tværs af vandområdedistrikter, formentlig med en eller anden form for national styring. Der er en række vidensbehov relateret til problemstillingen med etablering af et sådant "langdistance" vandforsynings/fordelings system og beredskab.

4.3 Vidensbehov i forbindelse med overvågning

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 monitorering

4.3.1 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 f.eks. nitratudvaskning. Brugen af både anvendte nedbørskorrekationer og reference (potentielt) fordampning bør kontrolleres.

I NOVA 2003 sker der en overvågning af de enkelte elementer i vandbalancen (GRUMO, overfladevand mv.). Disse delprogrammer er imidlertid kun til en vis grad integrerede. Vandværksboringer og en del af boringerne i GRUMO fokuserer især på det dybe grundvand, der ofte er for gammelt til at registrere ændringer i forureningsbelastningen på overfladen de sidste 15 år. I GRUMO og LOOP søges der med NOVANA en højere grad af fokusering på det unge grundvand, for at sikre viden om effekterne af de sidste 15 års handlingsplaner til at nedbringe grundvandsforureningen.

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. Der indsamles også mange data af amterne uden for NOVA 2003 programmet, f.eks. i forbindelse med den regionale overvågning, bl.a. vandføringsdata fra faste stationer og indvindingsdata fra f.eks. markvandinger. 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 afgrødekoefficienter) 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 f.eks. nedbørskorrektion (f.eks. Thy). Det anbefales derfor at teste, om brug af data fra 10x10 eller 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 f.eks. vha. Thiesen polygoner).

Det er vigtigt, at der snarest tages stilling til og udarbejdes anbefalinger for, hvordan stationsnettet for hydrologiske data skal suppleres og opstilles, for at der i fremtiden kan blive adgang til hydrologiske data, der kan opfylde kravene til datakvalitet til modeller i forskellig skala.

Det vurderes at det nuværende vandføringsmålestationsnet giver et tilstrækkeligt grundlag for modellering på overordnet skala f.eks. VOD. 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 drænastrømning, grundvandsdannelse, baseflow osv.).

4.3.2 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 stofkredsløbet bør overvåges ved at der indsamles feltdata fra repræsentative oplande/områder. Dette skal naturligt baseres på fort-

sættelse af mange af de eksisterende aktiviteter i f.eks. LOOP og GRUMO. Det vil endvidere være naturligt at inddrage VAP-markeringerne til overvågning af pesticidudvaskning.

- Der skal foretages modellering på LOOP og GRUMO skala. Hovedformålet hermed er at kvalitetssikre data, at lære mere kvantitativt om processerne og at få information til løbende revision af monitoringsprogrammet (f.eks. hvilke borer / stationer der kan undværes og hvor der er behov for ekstra borer 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, f.eks. fra vandløbsstationerne (afstrømning og stofflux) og vandværksboringer (trykniveau og stofkoncentration). Uoverensstemmelse mellem resultaterne på VOD/DK skala vil give værdifulde informationer om videnskuller, herunder behov for yderligere felldata

Undersøgelser af forskelle i vandkvalitet i drænvand, grundvand og vandløbsafstrømning kunne være en måde at styrke en integreret forståelse af vandkredsløbet.

4.3.3 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 eventuel efterfølgende modellering af stofbalancer på VOD eller finere skala.

Monitoringen med henblik på vandbalance bør indeholde følgende elementer:

- *Klima*: Det eksisterende DMI/DJF net (inklusive de eksisterende planer for opdatering af instrumenter mv.) til måling af stråling, temperatur, luftfugtighed og vindhastighed er velegnet og formentlig tilstrækkelig på lands- og VOD skala, i de fleste tilfælde.
- *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 (f.eks. 1,5 m master i landbrugsafgrøder)
 - TDR målinger af jordfugtighed
 - Lokale klimavariabler: 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 f.eks. fordeles med 5 stationer på landbrugsområder (skiftende afgrøder fra år til år), 2 stationer i skov og 1 station i vådområder

de. 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 CO₂ med høje master (20-50 m.). Masterne opstilles så flere af fordampningsstationerne med 1,5 m maste ligger inden for "vindoplandet" til de store master.
- 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 skala 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 rene vandbalancestudier.

Modelleringen af vandbalance bør indeholde følgende elementer:

- Modellering af vandbalance på markskala, koncentreret omkring fordampningsstationerne. Formålet hermed er at bestemme parameterverdier 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 vandstrømmingerne 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 parameterverdier (f.eks. fordampningsberegninger og nedbørskorrektioner) 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.

4.4 Behov for dataadgang

Den nationale vandressourcemodel giver mulighed for udtræk af forskellige data der vil kunne indgå i undersøgelser på mindre skala (f.eks. 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 f.eks. topografiske oplands-skel mv.)
- Overordnet bud på vandbalancen (nettonedbør, afstrømning mv. for oplande > 50 km²)
- 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 f.eks. amternes modellering på mindre skala (OSD mv.), og hvordan de kan indgå f.eks. 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 f.eks. i forbindelse med NOVANA, Vandrammedirektivet mv. Denne sidstnævnte diskussion 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 f.eks. 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 f.eks. 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 bemanding 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. Modeldatabase 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 (f.eks. 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 (f.eks. et lag) skal der kunne vises en grafisk repræsentation af det pågældende tema.

Modeldatabase 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. Database kan på sigt udvides til også at kunne lagre statistiske så vel som tidsafhængige data (f.eks. variationerne i potentialeforhold over en årrække).

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

Modeldatabase tænkes finansieret på samme måde som Gerda, det vil sige at amterne betaler et årligt gebyr for at benytte sig af modeldatabase. GEUS står for udvikling og drift af database.