

Dokumentation af informationer om modeller – sikring af fremtidig genanvendelse

Projekt udført for By- og Landskabsstyrelsen

Lisbeth Flindt Jørgensen, Peter Sandersen, Jette Sørensen,
Lars Troldborg, Claus Ditlefsen, Anker Lajer Højberg,
Rasmus Rønde Møller & Claus Holst Iversen

Dokumentation af informationer om modeller – sikring af fremtidig genanvendelse

Projekt udført for By- og Landskabsstyrelsen

Lisbeth Flindt Jørgensen, Peter Sandersen, Jette Sørensen,
Lars Troldborg, Claus Ditlefsen, Anker Lajer Højberg,
Rasmus Rønde Møller & Claus Holst Iversen

Dokumentation af informationer om modeller - sikring af fremtidig genanvendelse

Lisbeth Flindt Jørgensen, Peter Sandersen, Jette Sørensen, Lars Troldborg, Claus Ditlefsen, Anker Lajer Højberg, Rasmus Rønde Møller og Claus H. Iversen

Arbejdet bag denne rapport er udført af en arbejdsgruppe bestående af Jette Sørensen, Rambøll, Peter Sandersen, Grontmij Carl Bro, Jan Kürstein, NIRAS (tidligere MC Roskilde, udtrådt maj 2009 grundet jobskifte), Hanne Birch Madsen, Rambøll, (tidligere MC Aalborg, udtrådt februar 2009 grundet jobskifte) samt Anker Lajer Højberg, Lars Troldborg, Claus Ditlefsen, Rasmus Rønde Møller, Claus H. Iversen og Lisbeth Flindt Jørgensen, alle GEUS

Arbejdsgruppen har haft til formål at udarbejde specifikationer og anbefalinger, der skal sikre, at fremtidige geologiske og hydrologiske modeller på bedst mulig vis kan genanvendes, opdateres eller indbygges i allerede eksisterende modeller. Arbejdsgruppen er nedsat af Styregruppen for Grundvandskortlægning.

Rapporten har været i høring i miljøcentrenes ERFA gruppe for hydrologisk modellering i sommeren 2009. Desuden er der indhentet kommentarer fra hovedforfatterne bag Geovejledning nr. 3 "Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering". Rapporten er tilpasset de indhentede bemærkninger.

GEUS, november 2009

INDHOLD

Indledning	4
Udarbejdelse af geologiske modeller før og nu	6
Definitioner	9
Databladet	10
Anbefalinger i forbindelse med genanvendelse af geologiske modeller	13
Opstart af opgave	13
Gennemgang af eksisterende geologiske modeller.....	14
Vurdering af model	14
Anbefalinger til videre arbejde med modellen	14
Vidensdeling	15
Kvalitetssikring.....	16
Aktuelle projekter mht. kvalitetssikring.....	16
Versionering	17
Modeldatabasen	19
Procedure.....	19
Udbygning af PC-model format.....	19
Referencer	20
Bilag 1: Datablad	21
Bilag 2: Vejledning til databladet	23
Bilag 3: Checkliste: Vurdering/gennemgang af eksisterende model	27

Indledning

Arbejdet bag denne rapport har sigtet mod at udvikle et datablad til teknisk dokumentation af modeller, der lagres i den nationale model-database. Databladet skal sikre dokumentation og lagring af udførte tolkninger samt de informationer, der bringes til veje ved opstilling af modeller, så de er let tilgængelige for fremtidig brug. Databladet fokuserer primært på den tekniske del af dokumentationen, som består af beskrivelser af specifikke emner samt filer, der skal beskrives og lagres. Udover databladet er der udarbejdet en checkliste, der kan anvendes til en vurdering eller gennemgang af eksisterende modeller, og dermed danne basis for en diskussion mellem rådgiver og kunde ved opstart af en ny opgave, hvor den eksisterende model skal anvendes. Endelig opridses sidst i rapporten forskellige emner som f.eks. mulige samarbejdsformer, anbefalinger omkring konsensus-skabelse blandt de involverede aktører, kvalitetssikringsprocedurer, versionering af modeller etc.

Når man har udarbejdet en geologisk model, er det vigtigt at sikre, at modellen efterfølgende kan anvendes af andre. Modellen skal derfor være veldokumenteret, så andre er i stand til at se hvilke metoder, data og tolkningsprocedurer, der er benyttet. En vejledning i opstilling og dokumentation af geologiske modeller findes i /1; Geo-Vejledning 3/. Der skønnes imidlertid at være et behov for en struktureret oversigt over, hvilke informationer, der bør gemmes og hvordan, så de er let tilgængelige næste gang, der arbejdes videre med modellen. Dette er formålet med databladet.

Databladet er tænkt som et kort resume, der dels giver et hurtigt overblik over den geologiske model, og dels refererer til uddybende beskrivelser og forklaringer i selve modelrapporten. Derudover giver databladet en oversigt over hvilke data og elementer, der er anvendt til tolkninger og vurderinger. Endelig sikrer databladet, at informationer gemmes på en hensigtsmæssig måde, så det er let at skaffe sig et overblik og eksempelvis genskabe interpolerede flader.

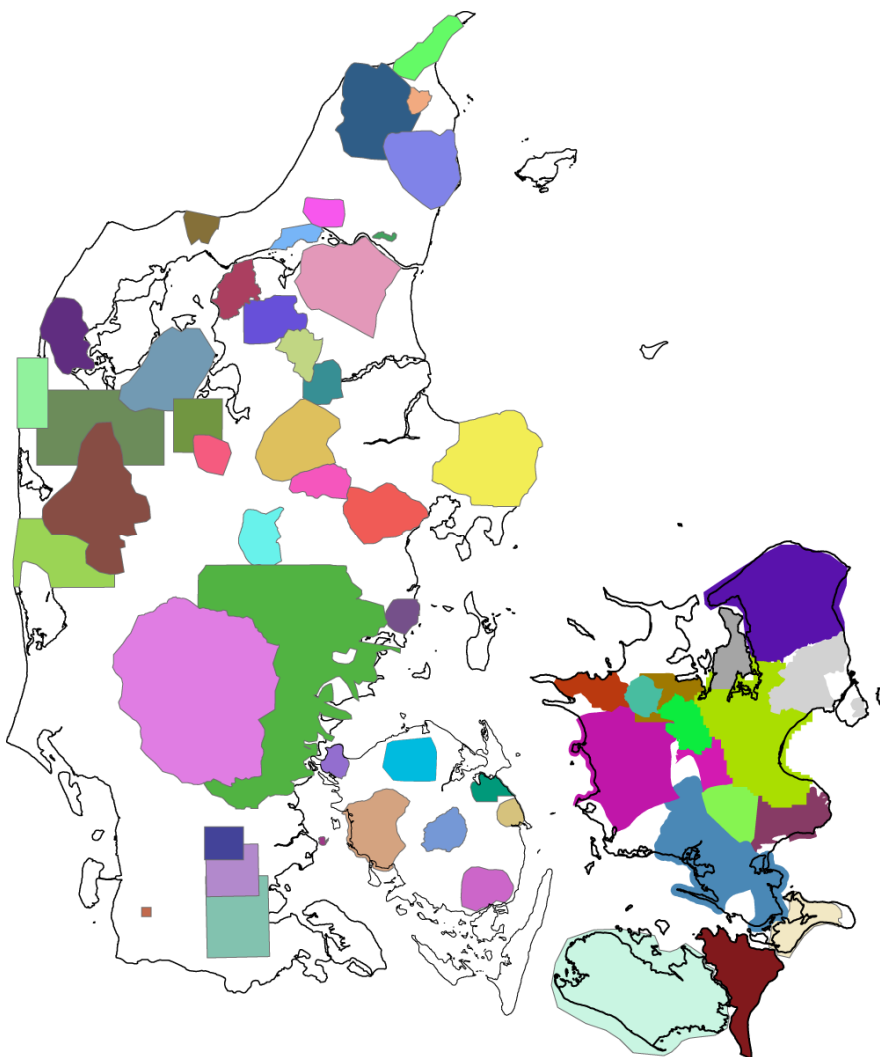
De fleste geologiske modelleringsværktøjer kan eksportere og indlæse data fra Modeldatabasen i det såkaldte PC-model format. Alle datatyper lagres p.t. ikke automatisk i Modeldatabasen, og derfor giver denne rapport anvisninger for, hvilke supplerende informationer og filer, der skal gemmes og hvordan dette skal ske. Rapporten giver derved forslag til videreudvikling af Modeldatabasen, og disse vil så vidt muligt blive indbygget i arbejdsprogrammet for udvikling af databasen i 2009.

Indholdet i denne rapport bygger dels på GEUS' erfaringer med opdatering af den geologiske model bag den nationale vandressource model, DK-modellen, og dels på de deltagende rådgiveres erfaring med opstilling af geologiske modeller for bl.a. amter og miljøcentre. Sidst-

nævnte erfaring er særlig vigtig, da det hovedsagelig vil være private rådgivningsfirmaer, der opstiller modeller i forbindelse den Nationale Grundvandskortlægning og dermed leverer det meste input til Model-databasen.

Udarbejdelse af geologiske modeller før og nu

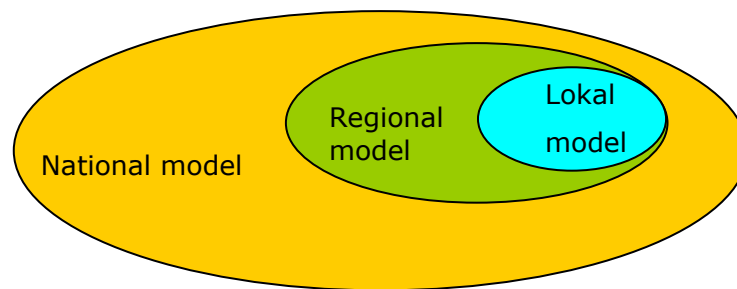
I Danmark er der en lang tradition for anvendelse af digitale modeller, herunder geologiske modeller. De tidligere amter fik opstillet en lang række modeller, og figur 1 viser en oversigt over hvilke af disse, der er gennemgået forbindelse med opdateringen af DK-modellen. Derudover er der mange steder opstillet lokale, og mere detaljerede modeller, se figur 2, typisk enten for vandforsyninger eller for amternes depotafdelinger. Endelig er DK-modellen (www.vandmodel.dk) opstillet til ressourcebetragtninger på nationalt og regionalt niveau.



Figur 1: Områder med modeller udført af amterne frem til 2007. Kun modeller, der helt eller delvist er anvendt til at opdatere DK-modellen, er vist.

For tiden pågår der et intensivt arbejde med den nationale grundvandkortlægning. I flere områder, hvor der allerede er opstillet geologiske modeller, udføres kortlægningen med en eller flere ældre modeller som baggrundsinformation. Andre steder skal de eksisterende geologiske modeller opdateres med ny viden indsamlet i form af geofysiske undersøgelser, nye borer mv.

Erfaringerne har vist, at en senere genanvendelse af geologiske modeller og de tilgrundliggende data og informationer typisk ikke blevet tænkt ind under modelarbejdet. Derfor har der sjældent været fokus på en stringent og tilstrækkelig lagring og dokumentation af den udførte databehandling, tolkninger, metoder og procedurer. Ikke sjældent opgives det derfor helt at anvende en eksisterende model i nye projekter, da det er for vanskeligt at gennemskue, hvad der ligger til grund for den resulterende tolkning, hvilke data og rutiner der er brugt, hvad usikkerheden er, hvordan denne varierer geografisk og horisontalt osv.



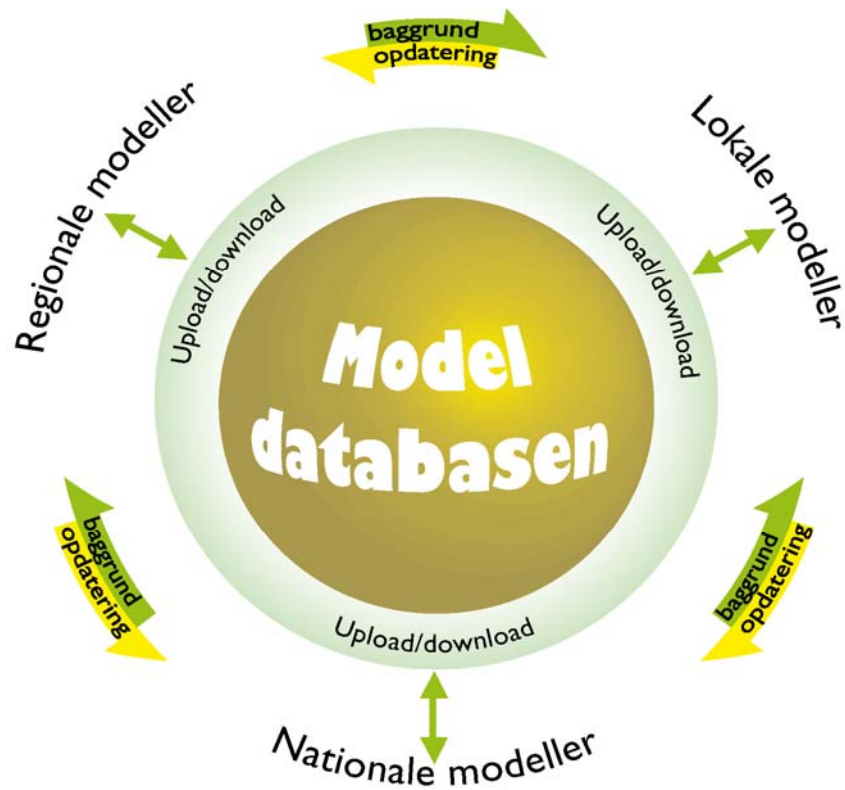
Figur 2: Tre modelniveauer

Problemerne med genanvendelse af geologiske modeller blev i særdeleshed erkendt under den igangværende opdatering af den geologiske model i DK-modellen. Her er der blevet brugt mange ressourcer på en opdatering af den eksisterende model, baseret på detailmodeller opstillet af de tidligere amter (se figur 1). En krævende proces i opdateringen var således at tilvejebringe de grundlæggende data, forstå hvorledes disse var indsamlet, den efterfølgende databehandling/tolkning samt datastruktur og formater. Med opdateringen af DK-modellen er der således opnået erfaring mht. hvorledes tolkningsinformationer bedst lagres, struktureres og dokumenteres for at kunne indgå som baggrund for fremtidig anvendelse og/eller gentolkning af en geologisk model.

En væsentlig del af problematikken forventes løst efterhånden som modeller udarbejdes efter principperne i Geovejledning nr. 3 "Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering", hvori der gives anbefalinger til udarbejdelse og dokumentation af geologiske modeller. Såfremt denne vejledning følges i modelopstillingsopgaver, bør en stor del af den dokumentation, der hidtil har manglet, blive udarbejdet. Desuden vil den obligatoriske indberetning til Modeldatabasen af modeller, udført som en del af Grundvandskortlægningen, også være en del af nøglen til at sikre, at opnået viden ikke glemmes eller går tabt. Endelig skal databladet i denne rapport sikre den sidste dokumentation.

Som vist på figur 3 betragtes Modeldatabasen som central, da den fremover skal fungere som fælles modelbank. Lokale og regionale

geologiske modeller uploades løbende til Modeldatabasen i takt med at disse udarbejdes. Eksisterende modeller downloades til opdatering, sammenkobling, reference m.v. Til opdatering af DK-modellen skal der kunne hentes geologiske modeller fra Modeldatabasen, hvorefter en opdateret version af DK-modellen kan uploades til databasen.



Figur 3: Flow mellem modeldatabasen og modeller opstillet på forskellige skalaer

Definitioner

Betegnelsen geologiske modeller omfatter i princippet alle modeller, som giver en geologisk beskrivelse af et område (Geo-vejledning nr. 3). Modellerne kan være i form af:

- **en geologisk forståelsesmodel**, der bygger på eksisterende beskrivelser og tolkninger og som beskriver/opridser områdets overordnede geologi,
- **en rumlig geologisk model**, der er baseret på den geologiske forståelsesmodel samt en detaljeret og integreret geologisk tolkning af alle tilgængelige data; primært boredata og geofysiske data. I den rumlige geologiske model tolkes forløbet af de geologiske lag/lagflader i modelområdet,
- **en hydrostratigrafisk model**, der er baseret på tolkningerne i den rumlige geologiske model. Den inddeler lagserien i hydrostratigrafiske enheder på baggrund af jordlagenes hydrauliske egenskaber og formodede sammenhænge. Den hydrostratigrafiske model er altid digital og er tolket i hele modelrummet. Modellen udgør grundlaget for grundvandsmodelleringen.

I databladet (bilag 1) og den tilhørende vejledning (bilag 2) er der skelnet mellem disse 3 begreber, men hvor intet andet er nævnt, anvendes betegnelsen "geologiske modeller" i denne rapport som en samlebetegnelse for den geologiske forståelsesmodel, den rumlige geologiske model og den hydrostratigrafiske model, og "geologisk modellering" for arbejdsprocessen i forbindelse hermed. I modsætning hertil anvendes betegnelsen "hydrologiske modeller" om numeriske grundvandsmodeller eller grundvands/overfladevandsmodeller opstillet i eksempelvis MODFLOW eller MIKE SHE.

Databladet

Geovejledning nr. 3 "Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering", har fokus på behovet for datalagring samt dokumentation i forbindelse med geologisk modellering, og giver en overordnet beskrivelse af, hvordan dette bør udføres. For den praktiske genanvendelse af filer og informationer er der imidlertid behov for en sammenfatning, der beskriver modellens vigtigste karakteristika klart og præcist, samt giver en oversigt over datastruktur og formater.

Databladet (bilag 1) med tilhørende forklaring (bilag 2) er søgt opstillet på en sådan måde, at det

- dels giver et hurtigt overblik over en vilkårlig geologisk model,
- dels sikrer, at dokumentation af bl.a. tolkning og interpolation gennemføres, så det er nemt at samle op for en anden model-lør.

Fremover specificerer miljøcentrene i deres udbud i forbindelse med opgaver i grundvandskortlægningen, at databladet udfyldes som en del af opgaven. Af overbliksmæssige hensyn anbefaler arbejdsgruppen også, at databladet udfyldes uanset opgavestiller og uanset upload til Modeldatabasen eller ej, se nedenfor.

Under udarbejdelsen af databladet har der været mange overvejelser, bl.a. om brug af software til modelopstilling. I grundvandskortlægningen vil der fra Miljøcentrenes side fremover være krav om, at geologiske modeller opstilles i GeoScene 3D, men modeller udarbejdet i andre sammenhænge kan være genereret i anden software. I databladet er der derfor taget højde for brugen af andre modelværktøjer, idet der skal gives en grundig oversigt over filnavne, rutiner, overvejelser mv. Databladet skal udfyldes uafhængigt af anvendt software.

Andre overvejelser har koncentreret sig om "klargøring" af geologiske modeller til opdatering af DK-modellen. Dette er primært aktuelt for opgaver under grundvandskortlægningen, hvor Miljøcentrene har interesse i at få nye geologiske modeller indarbejdet i DK-modellen til videre brug i deres administration. Men også geologiske modeller opstillet i forbindelse med regionernes forureningsundersøgelser, geologiske modeller opstillet for vandforsyninger med henblik på ressourceturdering og andre typer af geologiske modeller kan bidrage til opdatering af DK-modellen. Skal en sådan opdatering ske effektivt, vil det være fordelagtigt at benytte databladet, uanset modellen uploades til Modeldatabasen (der p.t. primært er rettet mod modeller udarbejdet i forbindelse med grundvandskortlægningsopgaver) eller ej.

Databladet er inddelt i en række overskrifter:

- **Modelinfo:** Her gives kort en række grundlæggende oplysninger om modelnavn, formål, type, opbygning osv. Her skitseres (via principskitse) også, hvilke enheder og flader, den geologiske model består af

- **Modelgrundlag:** Her angives hvilke data, der ligger til grund for modellen, såsom boringer og geofysik
- **Gemte tolkningsdata:** For en bedst mulig genanvendelse af geologiske modeller, er det vigtigt, at grundlaget for tolkninger er dokumenteret og gemt på overskuelig vis. Under dette punkt beskrives tolkningselementer (primært fladetolkningspunkter og hjælpepunkter mv., men der er også plads til at dokumentere både linie- og fladeelementer anvendt i forbindelse med tolkningen) og hvordan disse knytter sig til de forskellige enheder og flader jf. principskitsen. Dokumentation af evt. pixelmodel angføres under dette punkt. Desuden gives der en oversigt over, hvilke GIS-temaer etc. der er anvendt til at afgrænse eksempelvis særlige strukturer som begravede dale etc. GIS-temaer kan også være benyttet i forbindelse med f.eks. usikkerhedsbetragtninger.
- **Digital 3D-model/flader:** Den egentlige 3D model er først tilvejebragt, når der er udført interpolation af tolknings- og støt-tepunkter, samt opretning af fladerne, så der ikke forekommer krydsende flader. Under dette punkt beskrives, hvordan interpolationer er udført. Bl.a. anføres anvendt software og version, og det sikres, at interpolations-settings eller en logfil for interpolationen gemmes. Eventuel efterbehandling af interpolerede flader dokumenteres også, eksempelvis opretning. Det anføres ligeledes, om der er udført manipulation af griddede flader, hvor flader trækkes løs af tolkningsdata for at få et bestemt forløb efter visuel bedømmelse. Udføres en sådan manipulation, kan fladen kun genskabes, hvis de resulterende flader gemmes som punkttemaer, hvilket derfor anbefales, jf. punktet ovenfor.
- **Sammenligning med regional eller national model:** Arbejdsgruppen anbefaler, at den geologiske model holdes op mod en større model, enten en regional model for området eller DK-modellen. Der kan dog være situationer, hvor en sammenligning ikke giver mening, eksempelvis en sammenligning mellem en geologisk lokal model og pixel modellen i DK-modellen. Det angives, hvilke modeltyper der er sammenlignet, eksempelvis en lokal hydrostratigrafisk model med en regional hydrostratigrafisk model, og der laves en oversigt over, hvordan lag og flader korrelerer med hinanden. Endelig opridses eventuelt forslag til indarbejdelse af den lokale geologiske model i den regional/nationale model.
- **Modeller, der ikke uploades til Modeldatabasen:** Der kan forekomme modeller, der ikke er opstillet i forbindelse med grundvandskortlægningen eller ældre modeller, som ikke uploades til Modeldatabasen, men udveksles direkte mellem aktører. Sker dette, anbefaler arbejdsgruppen, at databladet udfyldes så vidt muligt, og at der til sidst i databladet angives en filstruktur,

der gør det muligt at gennemskue, hvad der er gemt hvor, og hvordan de forskellige filer relaterer til modellens flader.

Databladet lagres i Modeldatabasen.

Anbefalinger i forbindelse med genanvendelse af geologiske modeller

For den bedst mulige genanvendelse af geologiske modeller er lagring og dokumentation en forudsætning. Men dette er ikke nødvendigvis tilstrækkeligt for at sikre en succesfuld udnyttelse af den viden, der er oparbejdet under opsætning af en model. Baseret på projektgruppens erfaringer er der derfor yderligere opstillet en række anbefalinger, og disse anbefalinger vedrører opstarten af en modelleringsopgave, vidensdeling, kvalitetssikring og versionering.

Opstart af opgave

Når der skal opstilles geologiske modeller, er det vigtigt både for kunde og rådgiver at gøre sig klart, hvilken type opgave der er tale om. Skal der opstilles en helt ny model i et "jomfrueligt" område, eller skal en eksisterende model opdateres? Og hvad indebærer opdateringen – er der tale om at tilføje nye data og justere lidt i de eksisterende tolkninger, eller skal der foretages gennemgribende ændringer i den eksisterende model? Eller er der måske tale om en sammenkobling af et antal eksisterende geologiske modeller indenfor et større område?

Står man overfor at skulle opdatere en geologisk model eller sammenkoble flere individuelle modeller til en samlet overordnet model, er det vigtigt at opnå et overblik over, hvordan modellen/modellerne er opstillet, deres styrker og svagheder. Databladet (bilag 1 og 2) er udfærdiget, så det indeholder konkrete fakta om nye geologiske modeller. Som supplement hertil er der i bilag 3 udarbejdet et checkskema, som kan anvendes i forbindelse med forskellige opgaver, hvor ældre geologiske modeller skal genanvendes. Skemaet skaber overblik over basisinformationer og giver mulighed for en subjektiv vurdering af de eksisterende modeller. Skemaet er tænkt som en checkliste, der kan danne et grundlag for overvejelser og for diskussioner mellem kunde og rådgiver om opgavens omfang.

Skemaet lægger op til, at der ved en vurdering af en (eller flere) eksisterende geologiske modeller tages stilling til følgende:

- Lever modellen op til anbefalingerne i Geo-vejledning nr. 3?
- Er modellen i overensstemmelse med den nyeste geologiske opfattelse af området?
- Lever modellen op til de krav, der stilles i forbindelse med fremtidig anvendelse af modellen.

Vurderingen kan munde ud i en række anbefalinger til det videre arbejde med modellen, som beskrevet nedenfor.

Gennemgang af eksisterende geologiske modeller

Gennemgangen af en eksisterende geologisk model bør ske systematisk, og dertil anbefales skemaet i bilag 3. Heri angives grundlæggende oplysninger om modellen, således at et hurtigt overblik over modellens type og detaljeringsgrad kan opnås. Skemaet er opbygget med baggrund i Geo-Vejledning nr. 3 og er inddelt i:

1. Geologisk forståelsesmodel
2. Rumlig geologisk model
3. Hydrostratigrafisk model
4. Medfølgende digitale filer

Gennemgangen af modellen er på de fleste punkter objektiv, men i forbindelse med f.eks. vurderinger af omfanget af dataanvendelse og usikkerhed er en vis subjektivitet nødvendig.

Vurdering af model

Med baggrund i skemaet kan modellen vurderes i forhold til f.eks.:

- Lever modellen op til anbefalingerne i Geo-vejledning nr. 3?
 - Er modellen 3-delt i geologisk forståelsesmodel, rumlig geologisk model og hydrostratigrafisk model?
 - Svarer modellens detaljeringsgrad til det oprindelige formål?
 - Er modellen veldokumenteret?
 - Er der udført kvalitetssikring og usikkerhedsvurderinger?
 - Er alle nødvendige filer afleveret og tilgængelige?
- Er modellen i overensstemmelse med den nyeste geologiske opfattelse af området eller er retolkning nødvendig?
 - Opløses lagserien i området tilstrækkeligt med det valgte antal lag?
 - Er de foretagne korrelationer af lagene troværdige og underbygget af data?
 - Er der siden modelopstillingen tilkommet data, som markant ændrer/kan ændre opfattelsen af de geologiske forhold?
- Lever modellen op til de nye krav, der stilles i forbindelse med den nye anvendelse af modellen?
 - Har modellen en tilstrækkelig detaljeringsgrad (vertikalt og horisontalt) til det nye formål?
 - Er usikkerheden på modellen acceptabel?
 - Kan der umiddelbart arbejdes videre med modellen?

Anbefalinger til videre arbejde med den eksisterende model

På baggrund af skemaet udarbejdes et sæt anbefalinger omkring hvilket omfang en opdatering i givet fald skal have, for at den kan bruges i den nye sammenhæng. Det er vigtigt, at der ses nøje på,

hvilken sammenhæng den geologiske model fremover skal anvendes i og hvilket budget, der er til rådighed for opgaven. En opdatering af en geologisk model kan være en mindre opgave, hvis modellen er ny, detaljeret, veldokumenteret og kvalitetssikret, mens det kan være en stor opgave, hvis der er tale om en grov og udokumenteret geologisk model. I sidstnævnte tilfælde kan opdateringsarbejdet være så omfattende, at der reelt vil være tale om opstilling af en helt ny geologisk model.

Arbejdet med gennemgang af den eksisterende model omfatter blandt andet også en vurdering af, hvorvidt nyindsamlede data vil kræve en justering eller en retolkning af den geologiske model, formålet med modellen taget i betragtning. Dette kræver allerede på dette tidspunkt en indsigt i modellens geologi og den geologi, de nye data viser. Dette er væsentligt for at afgøre, hvorvidt den eksisterende models lag er tilstrækkelige til at rumme de geologiske oplysninger i de nye data, eller om der skal ændres i modellagene og korrelationerne.

Ved opstillingen af anbefalinger til opdateringsarbejdet er det vigtigt – så nøjagtigt som muligt – at estimere det forventede tidsforbrug på det anbefalede opdateringsarbejde. Selv ganske små ændringer i f.eks. modellens lag kan medføre, at der skal udarbejdes en række nye fladekort, tykkelseskort og profiler, og derfor vil udgifterne til sådanne små ændringer reelt kunne være store. Det er derfor væsentligt at forholde sig overordnet til de enkelte dele af det foreslåede arbejde, således at der ikke bruges uforholdsmæssigt store ressourcer på at justere eller retolke mindre dele af modellen; dele, som måske ikke reelt vil få særlig stor betydning for det videre arbejde.

Der udarbejdes en liste eller et notat, som angiver omfanget af den anbefalede opdatering af modellen. Det er vigtigt, at såvel den geologiske forståelsesmodel, den rumlige geologiske model og den hydrostratigrafiske model gennemgås hver for sig.

Vidensdeling

Selv ved en meget detaljeret lagring og dokumentation ligger modelbyggeren inde med relevant viden om det pågældende område, som kun kan formidles via direkte kontakt. Det anbefales derfor at dele denne viden gennem møder mellem tidligere og nye modelbyggere i samme område.

Ofte opstilles den geologiske model af én personkreds, mens den hydrologiske numeriske model opsættes, valideres og kalibreres af en anden. Det anbefales, at disse personer involverer hinanden gennem hele processen for at derigennem at dele viden og opnå den bedste modelopsætning.

Endelig er det vigtigt at holde tæt kontakt med kunden gennem hele forløbet for løbende at sikre, at forventninger og resultater hænger

sammen, da der undervejs i projektet kan opstå situationer eller opnås viden, der gør at kursen skal omlægges.

Kvalitetssikring

Anvendelse af eksisterende modeller stiller lige så høje krav til kvalitetssikring som opstilling af en ny model. Med hensyn til det endelige produkt, eksempelvis en opdateret model eller en sammenkobling af flere modeller, vil kvalitetssikringen i stor udstrækning indeholde de samme elementer som opstilling af ny model /1/. Anvendelse af en eksisterende model vil dog typisk indeholde nogle ekstra punkter. Ved opstart af en opgave skal der indledningsvist ske en vurdering af de eksisterende modeller, som beskrevet i kapitlet ovenfor. En sådan vurdering kan have forskellig karakter, varierende fra en overordnet gennemgang og vurdering af tilstrækkeligheden af de tilgrundliggende data anvendt under modellering, til en gennemgribende modelaudit, hvor modellen gennemgås og vurderes minutiøst. Hvor omfattende kvalitetssikringen af de eksisterende modeller skal være, vil typisk afhænge af omfanget af genanvendelsen: er det f.eks. hensigten at genanvende hele eller dele af modellen direkte, eller skal en eksisterende model kun indgå som støtte for en tolkning.

I Danmark anvendes hydrologisk modellering i stor udstrækning som støtte i vandressourceplanlægningen. Med den nuværende myndighedsopdeling er der adskillige aktører indenfor vandressourceplanlægningen, som individuelt vil have interesse i opstilling af hydrologiske modeller til belysning af forskellige problemstillinger på forskellige skala. Historisk set har dette i flere tilfælde resulteret i overlappende modeller opstillet i forskellig skala. I tilfælde hvor der har været uoverensstemmelse mellem de opstillede hydrologiske eller geologiske modeller, er der brugt mange ressourcer på at udrede og vurdere forskellene i de opstillede modeller, herunder rimeligheden i de antagelser og forsimplinger, der er foretaget under opstillingen, og betydningen heraf på modelresultaterne. Der er derfor et betydelig rationale i at sammentolke de opstillede modeller, og dermed opnå enighed mellem de pågældende aktører om grundlaget for tolkningerne indeholdt i en model, så der anvendes samme grundlag og koncept for vandressourceforvaltningen på forskellig skala. I denne forbindelse vil der være behov for, at der opnås konsensus mellem de involverede parter, både mht. kvaliteten af de enkelte modeller samt det færdige resultat af sammentolkningen. Dette stiller ekstra høje krav til kvalitetssikringen både mht. omfang samt dokumentation.

Aktuelle projekter mht. kvalitetssikring

Flere nationale og internationale projekter har fokuseret på kvalitetssikring af modellering. Geovejledning 3 /1/ indeholder eksempelvis anbefalinger omkring kvalitetssikring af tolkninger udført under geologisk modellering.

Med hensyn til hydrologisk modellering, er der senest gennemført et dansk projekt (NOVANAQuA) /2/ under den tværfaglige pulje i overvågningsprogrammet NOVANA. I projektet blev kvalitetssikringsværktøjet MoST (udviklet i EU projektet HarmoniQuA, /3,4/) afprøvet på danske modelleringsopgaver. Én af anbefalingerne fra projektet var, at anvendelse af uvildige eksterne reviewere er et af de stærkeste redskaber i forbindelse med en kvalitetssikring, en metode der ligeledes er anbefalet i /1/. En reviewer's primære opgave er at foretage en kritisk gennemgang af det udførte arbejde, herunder antagelser og simplificeringer, og pointere eventuelle svagheder eller mulige alternativer, der bør overvejes.

Formålet med tilknytning af en uvildig ekstern reviewer er at opnå en faglig sparring med en ekstern person, der ikke deltager i modelopstillingen eller har andel i den opgave, modellen skal anvendes i. Tilknytning af en uvildig reviewer vil specielt være fordelagtig, hvor flere parter efterfølgende skal anvende produktet. Eksempelvis ved opstilling af en lokal/regional geologisk model, der forventes at danne grundlag for en opdatering af DK-modellen.

Udover en review proces bør en kvalitetssikring ved opdatering af en eksisterende model omfatte en teknisk gennemgang af opdateringen. Kvalitetssikringen skal sikre, at opdateringen tilgodeser tolkningerne udført i lokal/regionalmodellen, og at der er en fornuftig overgang mellem de sammentolkede modeller.

Versionering

Ved en løbende opdatering af en model vil denne til stadighed udvikles på basis af ny viden, og eventuelt ved anvendelse af nye koncepter til beskrivelse af de fysiske processer. Ved anvendelse af modellen i vandressourceforvaltningen er det derfor vigtigt, at der indføres en stringent versionering af modellen, så det til stadighed kan dokumenteres, hvilken modelversion en given beslutning er baseret på. Versionering er ligeledes vigtig, hvor modellen anvendes af forskellige aktører, så det sikres, at alle aktører anvender samme udgave af modellen.

Den nationale grundvandskortlægning vil forventeligt føre til opstilling af talrige geologiske modeller. Disse modeller vil danne basis for fremtidige opdateringer af den geologiske forståelse i de kortlagte områder. Bliver en geologisk model opdateret på basis af nye studier, vil den indeholde nye og ofte mere detaljerede informationer. Det er derfor meningsfuldt at anvende den opdaterede geologiske model til løsning af praktiske problemstillinger umiddelbart efter opdateringen. Skal modellen derimod anvendes til hydrologisk modellering, er det nødvendigt at foretage en genkalibrering og -validering af modellen først. Der vil derfor potentielt kunne opstå en situation, hvor der eksisterer flere modeller for et givent område, afhængig af, om der ale-

ne er sket en geologisk opdatering, eller der også er foretaget en opdatering af den hydrologiske model.

Ovenstående problemstilling være specielt relevant i forbindelse med den fremtidige opdatering af DK-modellen. Hvorledes denne opdatering skal udføres, er endnu ikke afklaret. Det vil dog næppe være realistisk at gennemføre en årlig opdatering, omfattende såvel den geologiske del af DK-modellen samt en genkalibrering af den hydrologiske del. For DK-modellen vil det derfor være nødvendigt at indføre en versionering, der skelner mellem en opdatering af den geologiske og af den hydrologiske model, der endvidere er kalibreret og valideret. Når der foreligger en konkret plan for den fremtidige opdatering af DK-modellen, bør der opstilles faste retningslinjer for versionering blandt alle relevante aktører.

Modeldatabasen

Modeldatabasen blev oprindeligt etableret i et samarbejde mellem de tidligere amter og GEUS. Databasen har til formål at sikre lagring af geologiske modeller på en ensartet måde, således at modeller eller dele af modeller løbende kan genbruges og udbygges i takt med, at nye data indsamles. Derved er databasen et vigtigt led i lagringen af modeller fra den igangværende Grundvandskortlægning. I 2008 er der foretaget en tilpasning af, hvordan flader, punkter og lag lagres, så lagring af modeltyper er i overensstemmelse med vejledningen i opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering /1/.

Procedure

Indlæsning og udlæsning af modeller foregår via et fast defineret udvekslingsformat - en database kaldet en PC-model - og det sker via Modeldatabasens hjemmeside <http://www.geus.dk/modeldb/>. En nærmere beskrivelse af udvekslingsformatet findes på hjemmesiden.

Når arbejdet med en model er fuldført, skal der således genereres en PC-model til indlæsning. Udbredte modelleringsværktøjer som GeoScene 3D og MikeGeomodel har indbygget funktioner til at danne PC-modeller. GEUS har endvidere udviklet hjælpeværktøjer, der kan benyttes til at danne en PC-model for løsrevne modeldata.

Udbygning af PC-model format

Alle modeller skal således uploades til modeldatabasen i PC-model formatet. PC-model formatet har været under løbende udvikling i takt med, at nye behov for lagring af data og formater er opstået. I denne forbindelse har nærværende projekt identificeret nogle behov for lagring af data og informationer, der ikke tilgodeses af det nuværende PC-model format. Disse behov omfatter:

- Lagring af databladet beskrevet i nærværende rapport
- Lagring af supplerende GIS-filer benyttet ved modelarbejdet
- Link til rapportdatabasen, hvor den dokumenterende rapport skal lagres.

Disse ønsker forventes imødekommet i løbet af 2009.

Referencer

1. Jørgensen, F., Kristensen, M., Højberg, A.L., Klint, K.E.S., Hansen, C., Jordt, B.E., Richardt, N. og Sandersen, P., 2008. Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering. Geovejledning nr. 3. De nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland. Ministeriet for Klima og Energi. Juli 2008.
2. Højberg, A.L. og Refsgaard, J.C., 2009. Quality Assurance in Water Resources Modelling. NOVANAQuA. GEUS rapport 2009/16.
3. Refsgaard, J.C., Henriksen, H.J., Harrar, B., Scholten, H. & Kassahun, A. 2005. Quality assurance in model based water management – review of existing practice and outline of new approaches. Environmental Modelling and Software 20, 1201-1215
4. Scholten, H., Kassahun, A., Refsgaard, J.C., Kargas, T., Gavardinas, C. & Beulens, A.J.M., 2007. A methodology to support multidisciplinary model-based water management. Environmental Modelling and Software 22, 743-759

DATABLAD

1.0 Modelinfo

1.1 **Stamdata** Modelnavn: _____ Modeldb id: _____

Udført af: _____ Modelejer: _____

1.2 **Formål:** Grundvandskortlægning Vandressourceundersøgelse Råstokortlægning

Geoteknisk undersøgelse Andet: _____

Geologisk oversigt Grundvandsmodellering Sårbarhedsvurderinger Andet: _____

Kort resume: _____

1.3 Modeltype

Geologisk forståelsesmodel Analog Digital Software: _____ Vers. _____

Geologisk model Analog Digital Software: _____ Vers. _____

Hydrostratigrafisk model Analog Digital Software: _____ Vers. _____

1.4 **Koordinater** UTM-system: _____ Datum: _____

1.5 **Modelafgrænsning** X1 _____ Y1 _____ Eller polygon: (filnavn) _____

X2 _____ Y2 _____

Dybde: _____

1.6 **Principskitse vedhæftet:** (filnavn) _____ Henv. til rapport/kap. _____

2.0 Modelgrundlag

2.1 **Boringer** Jupiterudtræk Dato: _____ Antal boringer: _____

Anden datakilde: _____

2.2 **Geofysik** Gerda-udtræk Dato: _____

Anden datakilde: _____

Type: TEM PACES DC Logs Andet: _____

MEP PACEP Wenner Seismik _____

2.3 **Øvrige data?** _____

2.4 **Ældre modeller?** _____

3.0 Gemte tolkningsdata

3.1 **Punkter:** Er alle punkter stemplet med formål, så de kan skelnes? Ja ANBEFALES!

Flader (jf. principskitse)	Punkttype	Attribute	Formål	Navn

Bemærkninger:

3.2 **Linier:** Er der anvendt støttende linier angives dette:

Flader (jf. principskitse)	Linietype	Attribute	Formål	Navn

Bemærkninger:

3.3 **Flader:** Er der tolket i flader:

Flader (jf. principskitse)	Formål	Områdeafgrænsning	Navn

Bemærkninger:

3.4 Pixeltolkninger

Henvielse til modelrapport: _____

Pixel enheder	Størrelse (X, Y, Z)	Origo	Antal kategorier	Volumenafgrænsning	Navn

Bemærkninger:

3.5 GIS temaer

Beskrivelse	Polygonnavn/filnavn	Evt. relation til lag	Hervisn. til modelrapport

Bemærkninger

4.0 Digital 3D model / flader

4.1 Maskinel flade interpolation

Software _____ Vers. _____

Flader (jf. principskitse)	Interp. settings/logfil	Områdeafgrænsning	Navn/filnavn

4.2 Sømløs manipulation af fladerne efter maskinel interpolation? Nej Ja

Hvis Ja, SKAL der gemmes en version af fladerne, FØR de interpoleres sømløst: (filnavn) _____

4.3 Efterbehandling af flader

Software _____ Vers. _____

Fladenavn (jf. principskitse)	Efterbehandling / opretning	Afgrænsningsfil	Settings/logfil	Prioritering	Evt. filnavn

4.4 Bemærkninger _____

5.0 Sammenligning med regional eller national (DK-model) model (udfyldes jf. minimudbud)

5.1 Sammenstilling af modellag

Modellens

Geologisk forståelsesmodel Rumlig geologisk model Hydrostratigrafisk model

sammenlignes med regional/national models

Rumlig geologisk model Hydrostratigrafiske model Andet _____

For hver sammenligning udfyldes nedenstående skema (5.2)

5.2 Relation mellem flader:

Flade(navn) i denne model svarer til	Flade(navn) i regional/national model

5.3 Forslag til justering af regional/national model på baggrund af aktuel model:

6.0 Modeller, der ikke uploades

Filstruktur angives

SLUT

BILAG 2

Vejledning til databladet (bilag 1)

1.0 Modelinfo	
Oversigt over basisinformationer om modellen. BEMÆRK: Er der opstillet både en rumlig geologisk model samt en hydrostratigrafisk model, bør der som udgangspunkt udfyldes et dataark for hver af disse. I nogle tilfælde, hvor tolkningsdata fra den rumlige geologiske model udgør grundlaget for opstillingen af den hydrostratigrafiske model, vil det kunne være tilstrækkeligt med ét samlet dataark. Her skal det dog holdes for øje, at det væsentlige er at få dokumenteret de tolkninger, der ligger til grund for den digitale model, der udfylder hele modelrummet, geologisk eller hydrostratigrafisk.	
1.1 Stamdata	
Modelnavn	Modellens trivialnavn (f.eks. Tølløse-modellen).
Modeldb_id	Modellens ID-nummer i modeldatabasen.
Udført af	Navn på rådgiver (Firma og person).
Modelejer	Den person eller institution der har ejendomsretten til modellen.
1.2 Formål	
Angivelse af formål for modelopstillingen. Det angives først et overordnet formål og derefter et underordnet formål, om muligt. Sidst beskrives kort med ord hvad der har været hovedformålet med opgaven, og væsentlige resultater og udfordringer anføres.	
1.3 Modeltype Jf. Geovejl. nr. 3 kap. 2.2 – 2.4	
Den oploadede model kan bestå af én eller flere af de geologiske modeltyper defineret i /1/. For hver type angives om modellen foreligger analog (indscannet papirformat) eller er opstillet digitalt. I tilfælde af digital model angives det anvendte software (eksempelvis GeoScene 3D, Geoeditor, Geobase, Mike Geomodel etc.) samt version.	
Geologisk forståelsesmodel	Udfyldes hvis modellen er en geologisk forståelsesmodel som defineret i /1/.
Rumlig geologisk model	Udfyldes hvis modellen er en rumlig geologisk model som defineret i /1/.
Hydrostratigrafisk model	Udfyldes hvis modellen er en hydrostratigrafisk model som defineret i /1/.
1.4 Koordinater	
UTM-system (System 34 eller UTM/ETRS89) samt datum (DNN eller DVR90) angives.	
1.5 Modelafgrænsning	
Modellens arealmæssige afgrænsning, enten angivet som rektangel indenfor UTMx og YTM _y , eller angivet ved (shape)polygon, filnavn angives. Desuden beskrives modellens dybdeafgrænsning kort i ord, eksempelvis om der kun er fokuseret på kvartæret.	
1.6 Principskitse	
Principskitse over de geologiske enheder i området, gerne klippet direkte fra modelrapporten. Alle enheder navngives så det er muligt at relatere de digitale produkter i modeldatabasen (såsom lagnavne, top og bund) til de korrekte en-	

	heder. Der gives en henvisning til modelrapport ved rapportnavn og kapitel/sidetæl.
2.0 Modelgrundlag	
Oversigt over data og informationer anvendt til at opbygge modellen.	
2.1 Boringer	
Jupiterudtræk	Er der lavet udtræk udtræk fra Jupiterdatabasen angives dato for dette og hvor mange boringer, der var i udtrækket.
Anden datakilde	Der kan være tale om en lokal/privat (vandværks-) database; denne angives.
2.2 Geofysik	
Gerda-udtræk	Er der lavet et udtræk fra Gerda-databasen, angives dato for dette.
Anden datakilde	Evt. anden geofysik data kilde angives
Type	Her afkrydses hvilken type geofysik, der er anvendt til tolkningen.
2.3 Øvrige data?	Her angives, hvis der er anvendt andre typer data. En reference til data bør også angives.
2.4 Ældre modeller?	Her angives, om der er anvendt tidligere udarbejdede modeller i eller i nærheden af området. Der angives relevante referencer til disse modeller, evt. modeldb_id, hvis modellen findes i Modeldatabasen.
3.0 Gemte tolkningsdata	
Informationer, der sikrer genanvendelse af modellen og dens tolkninger. Af oversigtlige hensyn udfyldes skemaet <u>også selvom</u> informationerne kan udtrækkes fra modeldatabasen	
3.1 Punkter Jf. Geovejledning nr. 3 kap 3.25	Der anvendes typisk en række forskellige punkter under tolkningen. Det angives derfor, om punkterne gruppevis er stemplet, så de kan skelnes, hvilket er nødvendigt for en optimal genanvendelse af modellen. Derefter angives på med fladetilknytning (flader jf. principskitsen) hvilke slags punkter (snappede, frie, støttende, minimums, maximums, negativ etc.), der er anvendt samt evt. attribut og til hvilket formål (eksempelvis styring af fladeforløb i begravet dal, fladeforløb mellem profillinier etc.). Der angives et filnavn/arbejdsnavn, så punktsværmen kan identificeres. Der er til sidst mulighed for at tilknytte bemærkninger.
3.2 Linier	Er der anvendt støttelinier i tolkningen, angives dette og linierne beskrives med tilknytning på fladeniveau (flader jf. principskitsen), hvilke slags linier (snappede, frie, støttende, minimums, maximums, negativ etc.), der er anvendt samt evt. attribut, og til hvilket formål (eksempelvis styring af fladeforløb i begravet dal, langs forkastning, linier indsat for at gengive geofysiktolkninger, linier indsat for at angive bunden af en dal med usikker kote etc.). Der angives et filnavn/arbejdsnavn, så linieelementet kan identificeres. Der er til sidst mulighed for at tilknytte bemærkninger.
3.3 Flader	Udfyldes kun hvis der er anvendt ikke-interpolerede flader i tolkningen – dvs. gridmodellerede flader, hvor disse formes

Jf. Geovejl. nr. 3 kap. 3.29	<p>direkte i tolkningsmiljøet.</p> <p>Det angives, hvilke flader, der er genereret på denne måde, jf. principskitsen. Formål, eksempelvis bund af lag, som der ikke findes data for eller forløb af begravet dal etc. Det angives, om hele fladen eller kun dele af den er skabt på denne måde, angives med polygonfil og henvisning til GIS-temaer (pkt. 3.5). Der angives et filnavn/arbejdsnavn, så fladeelementet kan identificeres.</p> <p>Der er til sidst mulighed for at tilknytte bemærkninger.</p>
3.4 Pixeltolkninger Jf. Geovejl. nr. 3 kap. 3.16	<p>Er modellen en pixelmodel, henvises til beskrivelse af denne i modelrapporten.</p> <p>Pixelenheder (eks. geologi, hydraulik eller evt. en anden parameter) anføres. Pixelstørrelser (rumlige udbredelse), origo (midtpunkt eller hjørnepunkt af pixel; top, bund eller side i tilfælde af fladepixler), antal kategorier (eksempelvis fire forskellige geologier), volumenafgrænsning (gælder udbredelsen hele pixelens udbredelse eller kun dele, f.eks. afgrænset af polygon, henvisning til GIS-temaer pkt. 3.5). Der angives et filnavn/arbejdsnavn, så pixelfilen kan identificeres.</p>
3.5 GIS data	<p>Her beskrives, hvis der er brugt GIS til at afgrænse forskellige strukturer indenfor området.</p> <p>Der kan være tale om afgrænsning af fokusområde (der ikke nødvendigvis er det samme som modelafgrænsning) for modellen; angives typisk ved en polygonfil. Er der forskellige fokusområder for de enkelte lag angives dette. Der henvises til beskrivelse i modelrapport.</p> <p>Der kan også have været behov for at afgrænse områder med særlige strukturer, det kan være områder med kompliceret geologi, eksempelvis pga. kraftig tektonik, begravede dale etc. eller områder med andre særlige udfordringer som brunt vand etc. For disse angives type, hvilke lag de relaterer til, filnavn samt reference til beskrivelse i modelrapport.</p> <p>Er der foretaget usikkerhedsbetragtninger, angives disse områdevis samt hvordan de relaterer til lag, filnavn og henvisning til hvor i modelrapporten, usikkerhedsbetragtningerne er nærmere beskrevet.</p>
4.0 Digital 3D model / flader	
Dokumentation af interpolationsrutiner samt efterbehandling mv.	
4.1 Maskinel fladeinterpolation Jf. Geovejl. nr. 3 kap. 3.20 og 3.38	<p>Anvendt software og version angives.</p> <p>For hver flade (jf. principskitsen) angives interpolationssettings eller logfil, områdefafgrænsning (f.eks. angivelse af polygonfil, henvisning til GIS-temaer, pkt. 3.5). Er fladerne ikke efterbehandlede, angives i sidste kolonne et (fil)navn, så fladeelementerne kan identificeres.</p>
4.2 Sømløs manipulation Jf. Geovejl. nr. 3 kap. 3.29	<p>I bl.a. tolkningsprogrammet GeoScene 3D er det muligt at udføre såkaldt sømløs manipulation, dvs. at trække flader fri af punkter eller linier. En sådan fladegenerering er umulig at genskabe i en senere genanvendelse af modellen. Der bør derfor gemmes en version af fladerne, før der evt. udføres en sådan manipulation af flader.</p> <p>Efterfølgende udfyldes pkt. 4.3 med angivelse af at der er</p>

	sket sømløs manipulation af fladerne i feltet "Efterbehandling/opretning".
4.3 Efterbehandling af flader Jf. Geovejl. nr. 3 kap 2.4.4	<p>Udfyldes kun, hvis der er sket en efterbehandling af flader efter interpolation (typisk for at sikre at flader ikke skærer hinanden).</p> <p>Den anvendte software samt version angives.</p> <p>Fladenavn jf. principskitse angives med bemærkning om hvilken form for efterbehandling eller opretning der er udført.</p> <p>Hvis der er brugt områdeafgrænsninger i opretningen, angives disse områder (f.eks. ved polygonfil, henvisning til GIS-temaer, pkt. 3.5) – eks. afgrænsning af linser indenfor et lag.</p> <p>Efterbehandlings/opretningssettings, -scripts eller -logfil angives.</p> <p>Det angives, hvordan fladerne er prioriteret i forhold til hinanden under opretning, eksempelvis topografi som første prioritering.</p> <p>Endelig kan der angives et (fil)navn for de(n) efterbehandlede fil/data, så det er muligt at genfinde disse.</p>
4.4 Bemærkninger	Her kan knyttes nødvendige bemærkninger til interpolationen og opretning/efterbehandling.
5.0 Sammenligning med regional eller national (DK-model) model	
<p>Udfyldes i henhold til miniudbud (grundvandskortlægningsopgaver). Det vil fremgå af miniudbud, om den aktuelle model skal relateres til eksempelvis DK-modellen. Denne opgave er en forberedelse til opdatering af regional eller national model med aktuelle modelresultater.</p> <p>Som udgangspunkt skal der ikke drages sammenligning til DK-model i områder, hvor denne kun består af pixler (dele af Jylland).</p>	
5.1 Sammenligning af modellag	Det angives, hvilke modeltyper, der er sammenlignet, f.eks. en lokal geologisk model med en regional/national geologisk model. Det vil sjældent give mening at sammenligne en hydrostratigrafisk model med en rumlig geologisk model.
5.2 Relation mellem flader	Her angives hvilke flader (jf. principskitsen) i den aktuelle model, der svarer til hvilke flader i regional/national model.
5.3 Forslag til justering	Forslag til indarbejdelse af aktuel model i regional/national model (typisk kun til DK-model).
6.0 Modeller, der ikke uploades	
<p>Der kan forekomme ældre modeller eller modeller, der er udarbejdet i forbindelse med andet end grundvandskortlægning, og som ikke er uploadet til model-databasen, men udveksles direkte mellem aktører. I sådanne tilfælde hvor data altså ikke udveksles via modeldatabasen, udfyldes pkt. 1-5 så vidt muligt.</p> <p>Under punkt 6 angives/vedhæftes en oversigt over filstruktur, så det er muligt at overskue og genfinde modeldata.</p>	

BILAG 3

Checkliste - Vurdering/gennemgang af eksisterende geologisk model

1.0 Stamdata

1.1 Modelnavn:

1.2 Rapporttitel:

1.3 Udført af: Firma/institution: Modellører:

1.4 Rekvirent Firma/institution: Projektleder:

1.5 Model udført: Rapportdato: Projektperiode:

1.6 Checkliste udført af: Firma/institution: Navn: Dato:

2.0 Geologisk forståelsesmodel

2.1 Inddragelse af eksisterende materiale	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.2 Vurdering af eksisterende materiale	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.3 Beskrivelse af lagserie	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.4 Beskrivelse af geologisk dannelseshistorie	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.5 Landskabsanalyse	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.6 Litteraturliste	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.7 Usikkerhedsvurderinger	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
2.8 Afrapportering	<input type="checkbox"/>	Tekst	<input type="checkbox"/>	Tekstfigurer	<input type="checkbox"/>	Billag	<input type="checkbox"/>	
2.9 Kvalitetssikring	<input type="checkbox"/>	Udførlig	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ikke dokumenteret
2.10 Vurdering:								

3.0 Rumlig geologisk model

3.1 Modeltype

Analog	<input type="checkbox"/>	Profiler og/eller kort i papirform	<input type="checkbox"/>	Medfølgende tekstdokumentation	<input type="checkbox"/>	Kun tekst	<input type="checkbox"/>	Kun papirprofiler eller -kort
Digital	<input type="checkbox"/>	Profiler og/eller kort på digital form	<input type="checkbox"/>	Medfølgende tekstdokumentation	<input type="checkbox"/>	Digitale filer anvendelige	<input type="checkbox"/>	Digitale filer ikke anvendelige/finde ikke
	<input type="checkbox"/>	Lagmodel	<input type="checkbox"/>	Pixelmodel	<input type="checkbox"/>			

3.2 Anvendt software

	<input type="checkbox"/>	Geobase	<input type="checkbox"/>	MikeGeoModel	<input type="checkbox"/>	GeoScene 3D	<input type="checkbox"/>	
--	--------------------------	---------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------	--------------------------	--

3.3 Kvalitetssikring af data

	<input type="checkbox"/>	Foretaget af geo-modellør	<input type="checkbox"/>	Foretaget inden levering af data	<input type="checkbox"/>	Ikke foretaget	<input type="checkbox"/>	
--	--------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------------	--------------------------	----------------	--------------------------	--

3.4 Inddragelse af data

Boredata	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Andre geol. data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Geofysiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Geomorfologiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Hydrologiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Kemiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Andre data	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen

(*: jf. Geo-Vejledning 3)

3.5 Profilnet

Netværkstype	<input type="checkbox"/>	Regulært	<input type="checkbox"/>	Irregulært	<input type="checkbox"/>	Parallele profiler	<input type="checkbox"/>	Krydsende profiler
--------------	--------------------------	----------	--------------------------	------------	--------------------------	--------------------	--------------------------	--------------------

3.6 Landskabsanalyse

Profilafstande (gns)	<input type="checkbox"/>	< 250 m	<input type="checkbox"/>	mellem 250 og 500 m	<input type="checkbox"/>	mellem 500 og 1000 m	<input type="checkbox"/>	> 1000 m
	<input type="checkbox"/>	Indgår som del af rumlig geologisk model	<input type="checkbox"/>	Indgår ikke som del af rumlig geologisk model	<input type="checkbox"/>	Udarbejdet som del af forståelsesmodellen	<input type="checkbox"/>	Ikke udarbejdet

3.7 Usikkerhedsvurdering

Type	<input type="checkbox"/>	Kvalitativ	<input type="checkbox"/>	Kvantitativ	<input type="checkbox"/>	Kvalitativ og kvantitativ	<input type="checkbox"/>	Ikke udarbejdet
Omfang	<input type="checkbox"/>	Tilfredsstillende	<input type="checkbox"/>	Acceptabelt	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Mangelfuldt

3.8 Dokumentation og afrapportering	<input type="checkbox"/>	Tekst	<input type="checkbox"/>	Tekstfigurer	<input type="checkbox"/>	Logbøger	<input type="checkbox"/>	Notater
3.9 Kvalitetssikring af data	<input type="checkbox"/>	Profiler, udprintet	<input type="checkbox"/>	Flader, udprintet	<input type="checkbox"/>	GeoScene-projekt	<input type="checkbox"/>	
3.10 Kvalitetssikring af rapport	<input type="checkbox"/>	Foretaget af geo-modellør	<input type="checkbox"/>	Foretaget inden levering af data	<input type="checkbox"/>	Ikke foretaget	<input type="checkbox"/>	
3.11 Vurdering:	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen

4.0 Hydrostratigrafisk model

4.1 Modeltype								
Analog	<input type="checkbox"/>	Profiler og/eller kort i papirform	<input type="checkbox"/>	Medfølgende tekstdokumentation	<input type="checkbox"/>	Kun tekst	<input type="checkbox"/>	Kun papirprofiler eller -kort
Digital	<input type="checkbox"/>	Profiler og/eller kort på digital form	<input type="checkbox"/>	Medfølgende tekstdokumentation	<input type="checkbox"/>	Digitale filer anvendelige	<input type="checkbox"/>	Digitale filer ikke anvendelige/finde ikke
4.2 Kvalitetssikring af data	<input type="checkbox"/>	Lagmodel	<input type="checkbox"/>	Pixelmodel	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4.3 Anvendt software	<input type="checkbox"/>	Foretaget af geo-modellør	<input type="checkbox"/>	Foretaget inden levering af data	<input type="checkbox"/>	Ikke foretaget	<input type="checkbox"/>	
4.4 Inddragelse af data	<input type="checkbox"/>	Geeditor	<input type="checkbox"/>	Geobase	<input type="checkbox"/>	MikeGeoModel	<input type="checkbox"/>	GeoScene 3D
Boredata	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Andre geol. Data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Geofysiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Geomorfologiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Hydrologiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Kemiske data *	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
Andre data	<input type="checkbox"/>	God	<input type="checkbox"/>	Tilstrækkelig	<input type="checkbox"/>	Begrænset	<input type="checkbox"/>	Ingen
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model
								Fra rumlig geologisk model

(*: jf. Geo-Vejledning 3)

4.5 Laginddeling Svarende til DK-model Flere lag end DK-model Færre lag end DK-model

4.6 Profilnet Profiler svarer til rumlig geologisk model Profiler svarer ikke rumlig geologisk model Profiler svarer delvist rumlig geologisk model Er ikke opbygget på baggr. af profiler

Netværkstype Regulært Irregulært Parallele profiler Krydsende profiler

Profilafstande (gns) < 250 m mellem 250 og 500 m mellem 500 og 1000 m > 1000 m

4.7 Landskabsanalyse Udarbejdet som del af forståelsesmodellen Udarbejdet som del af rumlig geologisk model Indgår som del af hydrostratigrafisk model Ikke udarbejdet

4.8 Usikkerhedsvurdering

Type Kvalitativ Kvantitativ Kvalitativ og kvantitativ Ikke udarbejdet

Omfang Tilfredsstillende Acceptabelt Begrænset Mangelfuldt

4.9 Dokumentation og afrapportering Tekst Tekstfigurer Logbøger Notater

Profiler, udprintet Flader, udprintet GeoScene-projekt

4.10 Kvalitetssikring af data Foretaget af geo-modellør Foretaget inden levering af data Ikke foretaget

4.11 Kvalitetssikring af rapport God Tilstrækkelig Begrænset Ingen

4.12 Vurdering: _____

5.0 Medfølgende digitale filer

5.1 Rapport

Rapporttekst Filnavn (1): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (2): _____ Format: _____ Dato: _____

Bilag Alle bilag nævnt i rapporten er med Originalformat og PDF Kun PDF

Filnavn (1): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (2): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (3): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (4): _____ Format: _____ Dato: _____

Appendiks

Filnavn (1): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (2): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (1): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (2): _____ Format: _____ Dato: _____

5.2 Model

5.3 Profiler

Er inkluderet i bilag Separate filer Ingen profiler Format: _____

Filnavne: _____

5.3 Flader

Er inkluderet i bilag Separate filer Ingen flader Format: _____

Filnavn (1): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (2): _____ Format: _____ Dato: _____

Filnavn (3): _____ Format: _____ Dato: _____

5.4 Vurdering:

6.0 Samlede vurderinger

SLUT