

Den nationale grundvandskortlægning i Danmark

Faglige resultater fra GEUS 2010

Susie Mielby (red.)



Den nationale grundvands- kortlægning i Danmark

Faglige resultater fra GEUS 2010

Susie Mielby (red.)

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR DANMARK OG GRØNLAND
KLIMA-OG ENERGIMINISTERIET



**Den nationale grundvandskortlægning i Danmark
Faglige resultater fra GEUS 2010**

Redigeret af: Susie Mielby

Med bidrag fra: Claus Ditlefsen, Birgitte Hansen, Flemming Jørgensen, Margrethe Kristensen, Anne Mette Nielsen, Stig. A. S. Pedersen, Verner H. Søndergaard, Brian L. Sørensen, Lærke Thorling og Thomas Vangkilde-Pedersen

Forsidefoto: Bryozobanker ved Stevns af Morten Bjergager.
Øvrige fotos fra kalkforekomster i Danmark.

Særudgivelse

Omslag: Henrik Klinge

Repro: GEUS

Oplag: 200

Juni 2011

Trykt udgave: ISBN 978-87-7871-314-8

www:: ISBN 978-87-7871-315-5

Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010 kan hentes på nettet:
www.geus.dk

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS
Øster Voldgade 10
DK-1350 København K
Telefon: 38 14 20 00
E-post: geus@geus.dk

Projekt udført i samarbejde med Naturstyrelsen, Miljøministeriet

FORORD

Med Folketingets vedtagelse af tillæg til Vandforsyningsloven i 1998 blev det besluttet, at der over en årrække skulle foretages en kortlægning af grundvandet i Områder med Særlige Drikkevandsinteresser og vandværkernes indvindingsoplande uden for disse med henblik på fremtidig beskyttelse af drikkevandsressourcen i Danmark.

Kortlægningen blev i 2003 indbygget i Miljømålsloven og blev indtil 2006 udført af de nu nedlagte amter. I forbindelse med kommunalreformen overgik opgaven fra 2007 til By- og Landskabsstyrelsens miljøcentre med GEUS som fagdatacenter for det faglige grundlag for, hvordan opgaven udføres. Pr. 1. januar 2011 er miljøcentrene blevet en del af Naturstyrelsens enheder ved By- og Landskabsstyrelsens fusion med Skov- og Naturstyrelsen.

GEUS' Afdeling for Grundvands- og Kvartærgeologisk Kortlægning (GRUK) har til opgave at bistå med udviklingsprojekter, faglig koordinering og udarbejdelse af vejledninger, således at kortlægningen så vidt muligt bliver udført mere ensartet hvor der er tale om sammenlignelige problemstillinger. Arbejdet udføres i samarbejde med Naturstyrelsens grundvandsenheder.

I konkrete projekter deltager GEUS øvrige afdelinger. Det drejer sig om Geologisk datacenter samt afdelingerne Geokemi, Hydrologi og Geofysik.

Som en del af GEUS resultatkontrakt for år 2011 er anført, at der skal etableres en årsrapport med Den nationale grundvandskortlægnings resultater for 2010.

Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010 tager udgangspunkt i GEUS' rolle som fagdatacenter for grundvand og indeholder de udførte faglige aktiviteter, hvis strategiske grundlag er fastlagt af styregruppen for grundvandskortlægningen.

Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010 sigter på at informere om GEUS faglige opgaver i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning og opgavernes betydning for grundvandskortlægningen.

Omtalte rapporter og vejledninger kan findes på www.grundvandskortlaegning.dk.
Resultater af Naturstyrelsens kortlægning kan findes på www.nst.dk.



*Danien slamkalk ved Dalbyover.
Foto: Peter Roll Jakobsen.*

Indholdsfortegnelse

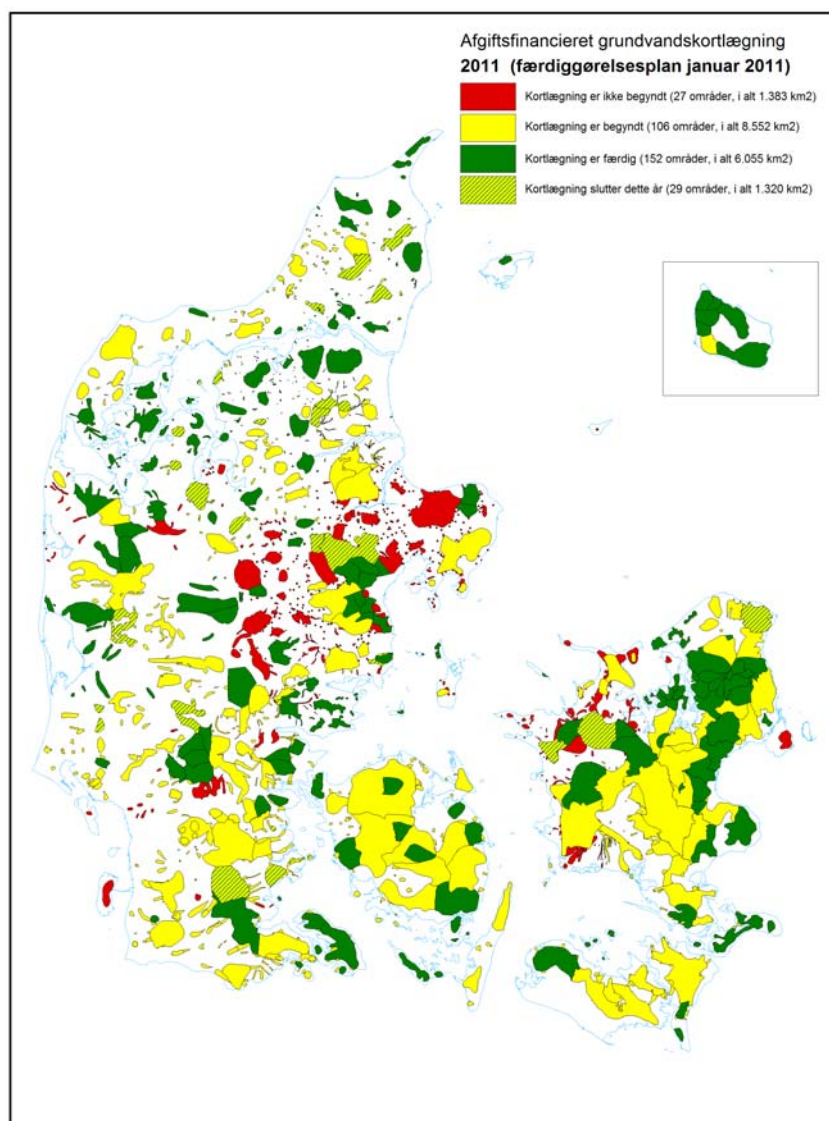
FORORD	5
Indholdsfortegnelse	7
1. Kortlægningsarbejdet i 2010	9
2. GEUS' bistand i styregruppe, projektsekretariat og kompetencenet	12
3. Udvikling af metoder	15
3.1 Hydrogeofysisk metodeudvikling	15
3.1.1 Geofysiksamarbejdet	16
3.1.2 Øvrige geofysik-aktiviteter	17
3.1 Geologisk kortlægning og modellering i 3D	19
3.3.1 Begravede dale	19
3.3.2 3D-modellering af den miocæne lagserie	20
3.3.3 GeoScene3D	21
3.2 Kortlægning og beskyttelse af grundvandet	22
3.3.1 Udpegning af indvindingsoplande	22
3.3.2 GIS og grundvandskortlægning, specifikke projekter	24
4. Andre kortlægningsprojekter	27
4.1 Geologisk/hydrologisk modellering ved Egebjerg	27
4.2 Geologisk og hydrologisk model ved Ølgod-Skovlund	29
4.3 SMV Hyacints	29
4.4 KOMPLEKS	29
4.5 Sårbarhedskortlægning i Himmerland	30
4.6 Jordartskarteringen i Danmark	30
5. Data og databaser - udvikling og indhold	33
5.1 Jupiter-databasen	33
5.2 GERDA-databasen	34
5.3 Rapport-databasen	38
5.4 Modeldatabasen	40
5.5 GIS og grundvandskortlægning	42
6. Dataarbejde for Naturstyrelsens enheder	44
6.3.1 Fortsat dataredning fra amterne	44
6.3.2 Dataredning fra grundvandskortlægningen	45
6.3.3 Bistand til miljøcentrenes igangværende arbejde med jordprøver	46

7.	Vejledninger, standarder og formidling	47
7.1	Geo-vejledninger og vejledninger.....	47
7.3.1	Opfølgning på Geo-vejledning om kemisk kortlægning.....	47
7.3.2	Opfølgning på Geo-vejledning om sårbarhed	47
7.3.3	Geo-vejledning om god praksis i hydrologisk modellering	48
7.3.4	Geo-vejledning i kortlægning af kalkmagasiner.....	48
7.2	Koordinerende aktiviteter og formidling	49
7.3.1	Temamøder.....	49
7.3.2	Deltagelse i ATV	49
7.3.3	Deltagelse i DGF.....	50
7.3.4	Jupiter følgegruppen	50
8.	Perspektiver i forhold til andre anvendelser	51
9.	Referencer	53
Bilag.	Oversigt over publikationer	55
	Udarbejdede vejledninger.....	55
	Udarbejdede særudgivelser / rapporter	56
	Artikler i 2010.....	58

1. Kortlægningsarbejdet i 2010

Kortlægningen af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande for vandværker uden for OSD er en detaljeret kortlægning af grundvandsressourcen med henblik på en præcis beskyttelse af grundvandet mod fremtidig forurening og afhjælpning af følger af tidligere forureninger.

Naturstyrelsens kortlægning af grundvandsressourcen i Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande uden for disse løber frem til og med 2015. Grundvandskortlægningen er planlagt at skulle dække 40% af Danmarks areal i 2015, og med udgangen af 2010 er 6055 km² færdigkortlagt og der påbegyndt kortlægning i 9872 km² (se figur 1.1).



Figur 1.1. Oversigtskort over Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande uden for disse med status for kortlægning ultimo 2010 (Udarbejdet af Projektsekretariatet, januar 2011).

Naturstyrelsen varetager formandskabet for Styregruppen for Grundvandskortlægningen, som GEUS er medlem af. Naturstyrelsen har oprettet et projektsekretariat med deltagelse af GEUS som støtte for styregruppen.

GEUS bidrager som fagdatacenter til kortlægningsopgaven med at udvikle redskaber og fagligt grundlag med henblik på at kortlægningen sker på en ensartet måde i hele landet.

GEUS' bidrag har i 2010 været koncentreret om

- At bidrage til arbejdet med projektorganisationen
- At udvikle og fastholde standarder for kortlægning og data.
- At drive kompetence-netværk for Naturstyrelsen og kursusarbejde rettet mod Naturstyrelsens grundvandsenheders medarbejdere og deres rådgivere.
- At kvalitetssikre, opdatere og drive de databaser, Naturstyrelsen anvender i kortlægningen, og som kan anvendes af kommuner, regioner og andre brugere.
- At sikre implementering af nye metoder i kortlægningen.
- At sikre at opstilling af geologiske og hydrogeologiske modeller sker i henhold til fælles retningslinjer, herunder med reference til DK-modellen.

Arbejdet med nye retningslinjer for og vejledninger i gennemførelse, tolkning, bearbejdning og arkivering af geofysiske målinger er udarbejdet sammen med Aarhus Universitet og i samarbejde med Naturstyrelsen og konsulentfirmaer.

GEUS har endelig en nøglefunktion som fagdatacenter i den fælles offentlige dataløsning, der udgør Danmarks Miljøportal, således at der skabes adgang til indberettede kortlægningsresultater.

GEUS bidrag med konkrete opgaver og resultater i 2010 er kort skitseret i omstående tabel. Aktiviteterne er uddybet i de følgende afsnit af Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010.

Samtlige vejledninger og rapporter samt artikler fra 2010 er listet i det vedhæftede bilag.

Væsentlige elementer i GEUS opgaver og aktiviteter i 2010

- Deltagelse i styregruppe og projektsekretariat for Den nationale grundvandskortlægning
- Deltagelse i og drift af kompetencenet for geofysisk, geologisk, hydrologisk og kemisk kortlægning
- Udarbejdelse af årsrapport med faglige resultater af grundvandskortlægningen 2010
- Igangsat arbejde med opsamling af GIS-data samt kontrol af, om alle kortlægningens data er indberettet til Jupiter-, Rapport- og Modeldata-basen
- Påbegyndt arbejdet med etablering af værktøj til digital beregning af indtagenes beliggenhed i indtagsmodeller, der muliggør kobling af oplysninger om grundvandsforekomst / grundvands-magasiner, grundvandskemi og boringsudbygning
- Bidraget til etablering af værktøjer til automatiseret dataudtræk fra Jupiter (WFS/WMS) til produktion af korttemaer til brug for Trin 1-kortlægninger
- Igangsat projekt til opsamling af korttema med grundvandsmagasiner
- 3D geologisk model for Miocænet er opstillet og rapporteret
- Vejledning for geofysiske målinger i borer (logging) er rapporteret
- Vejledning for dynamiske og stationære oplandsberegninger udført med tre semi-syntetiske modeller er rapporteret
- Vejledning for usikkerheder på indvindings- og grundvandsdannende oplande er rapporteret
- Geo-Vejledning for god praksis i hydrologisk modellering er rapporteret
- Arbejdet med Geo-Vejledning om kortlægning af kalkmagasiner er videreført
- Hjemmesiden www.grundvandskortlaegning.dk er videreudviklet til informationsudveksling
- Omfattende vedligehold og videreudvikling af databaser.

2. GEUS' bistand i styregruppe, projektsekretariat og kompetencenet

For at sikre at GEUS' kompetencer og viden omkring grundvandskortlægning bringes i spil i forhold til Naturstyrelsens videnbehov og projektstyring, har GRUK bidraget aktivt i styregruppen, projektsekretariatet og i de faglige netværk.

Opgaverne har været af såvel faglig som administrativ art.

Faglige opgaver i Den nationale grundvandskortlægning

De faglige opgaver omfatter

- Rådgivning i forbindelse med udarbejdelse af arbejdsprogrammer og ved deltagelse i styregruppen og projektsekretariat.
- Deltagelse i kompetencenet med sparring, rådgivning og formidling.
- Rådgivning om udviklingsprojekter omkring oplæg, projektledelse, udførelse og formidling af resultater.
- Sikring af kortlægningens ensartethed ved udarbejdelse af grundlaget for administration samt bidrag til baggrundsmaterialet for Naturstyrelsens EU-udbud.
- Koordinering i forbindelse med opsamling af kortlægningsdata.
- GIS-koordinering i forbindelse med indsamling af kortlægningens korttemaer
- Planlægning og afholdelse af temadage.
- Rådgivning generelt.
- Vedligeholdelse af hjemmeside (GEUS, 2010a) med information om vejledninger, metoder, mv.

Administrative opgaver i den nationale grundvandskortlægning

De administrative opgaver omfatter

- Arbejdsprogrammer til styregruppe og projektsekretariat.
- Drift af udviklingsprojekter (vejledning om oplæg, kontrakter, midtvejsstatus, opfølgning og formidling).
- Drift af kompetencenet (planlægning, rådgivning om opgaver og opgavekoordinering).
- Deltagelse i projektsekretariatets koordinering af den samlede kortlægning.
- Formidling af kortlægningsresultater.

I 2010 har Naturstyrelsen målrettet arbejdet med en plan for færdiggørelsen af Den nationale grundvandskortlægning til og med år 2015, hvor kortlægningen slutter. GRUK har haft en betydelig indsats i forbindelse hermed.

Dels er der arbejdet med udvikling af tekniske metoder, som sikrer at den stigende mængde data bliver anvendt, dels med kortlægning af flaskehalsproblemer og endelig med opsamling af kortlægningens data og resultater til brug for eftertiden.

Arbejdet med den sidste, dataopsamling og resultater, blev besluttet af Styregruppen for Grundvandskortlægning i 2009 og er beskrevet i afsnit 6. De to øvrige er omtalt nedenfor:

- **Udredning – Geofysik og geologiske modeller ("geo-geo")**

Udredningsarbejdet blev besluttet og igangsat af Styregruppen for Grundvandskortlægning. Formålet var at få belyst den potentielle risiko for forsinkelse og fordyrelse af igangværende og kommende kortlægningsprojekter inden for den landsdækkende grundvandskortlægning som en mulig følge af stærkt stigende datamængder (især geofysiske), og mulighederne for at udarbejde geologiske modeller med langt højere detaljeringsgrad end da kortlægningen blev påbegyndt.

Deltagere i projektet har været miljøcentrene (nu Naturstyrelsen) og GEUS. Projektet blev gennemført i foråret 2010, og under projektforløbet blev der afholdt flere møder og udarbejdet et antal notater samt foretaget en spørgeskemaundersøgelse. Følgende fem parallelle "indsatsområder" blev identificeret:

1. Balanceret projekt – den rette fordeling af aktiviteter
2. Koordineret planlægning af aktiviteter
3. Hurtigere geofysisk tolkning
4. Softwareudvikling af GeoScene3D
5. Geologisk modellering i GeoScene3D – "fra vejledning til virkelighed"

På baggrund af ovennævnte udredninger blev det besluttet at opfølgning på ovennævnte projektresultater skulle foregå i regi af KIHK.

- **Koordinationsgruppen for Initiativer til Hurtigere Kortlægning ("KIHK")**

KIHK-gruppen refererer til Styregruppen for Grundvandskortlægning. Medlemmer af arbejdsgruppen er repræsentanter for miljøcentrene (nu Naturstyrelsen) og GEUS.

Arbejdsgruppens primære opgaver er løbende at koordinere de 5 initiativer baseret på ovennævnte indsatsområder, løbende at koordinere mellem initiativerne samt at orientere og rådgive Styregruppen for Grundvandskortlægningen. Arbejdet blev iværksat i løbet af efteråret 2010 og er fortsat ind i 2011.

Foruden deltagelse i de afholdte møder har GEUS været særligt involveret i to af KIHK-initiativerne (projekter).

Det ene vedrører koordineret planlægning af aktiviteter omfattende kortlægningsaktiviteterne geofysik, boringer, kemi-kortlægninger samt rumlig geologisk modellering, hydrostratigrafisk modellering og grundvandsmodellering baseret blandt andet på oplysninger fra en omfattende spørgeskemaundersøgelse.

Det andet vedrører projekt om optimering af arbejdsgang med geologiske modeller, hvor der i projektgruppen arbejdes på 2 notater: Et omkring hvordan miniudbuddene og kommunikationen med rådgiver gøres bedre, samt et om optimering og tekniske løsninger i forbindelse med selve arbejdet med geologisk modeller. Der har været afholdt opstartsmøde for følgegruppen samt 2 møder i projektgruppen.



*Skrivekridt ved Sigerslev.
Foto: Peter Roll Jakobsen*

3. Udvikling af metoder

I dette afsnit er omtalt de igangværende faglige forsknings- og udviklingsprojekter, som GEUS har medvirket til i 2010.

Projekterne inden for metodeudvikling er underopdelt i følgende 3 kategorier:

- Hydrogeofysik
- Geologisk kortlægning og modellering i 3D samt
- Kortlægning og beskyttelse af grundvandet.

Ved de igangsatte projekter er der fokuseret på Den nationale grundvandskortlægning. I styregruppen er der dog samtidig skelet til behov og anvendelighed i forhold til Naturstyrelsens øvrige opgaver med overvågning, vandramme mv.

3.1 Hydrogeofysisk metodeudvikling

Geofysik har spillet og spiller fortsat en stor rolle som centralt kortlægningsredskab i den nationale grundvandskortlægning. Der udføres hvert år geofysiske målinger over store arealer inden for OSD og i randområderne. Disse målinger skal processeres, tolkes og sluttelig arkiveres i den nationale geofysiske database GERDA med henblik på efterfølgende at blive anvendt i det videre kortlægningsforløb.

De geofysiske data repræsenterer store værdier økonomisk set, og de er samtidig et centralt element – ofte uundværlige - i kortlægningen af alle de OSD, hvor en sparsom borningsdækning gør den detaljerede kortlægning af grundvandet og dets sårbarhed til en nærmest umulig opgave uden geofysikken.

De fladedækkende geofysiske data har stor betydning ved placering af seismiske linjeprofiler, nye undersøgelsesboringer og efterfølgende geologisk og hydrogeologisk tolkning af det samlede datamateriale. Derfor er det af største vigtighed, at såvel indsamlingen af geofysiske data i felten som den efterfølgende processering, tolkning og arkivering foregår efter fælles retningslinjer og vejledninger af højeste faglige standard.

Fortsat optimering af metoder og måleudstyr forudsætter opfølgning med processeringsmæssige og tolkningsmæssige metodeudviklinger samt tilhørende software og databaser. Dette afføder igen behov for ajourføring af tekniske vejledninger og opdatering af viden og faglig ekspertise hos såvel rådgivere som opdragsgivere.

I 2010 er der specielt arbejdet med optimering inden for en række centrale målemetoder såsom TEM/SkyTEM, seismik og MRS. Hertil kommer udvikling af geostatistiske værktøjer til geologisk modellering og sårbarhedskortlægning samt udvidelser og opgraderinger i GERDA-databasen.

3.1.1 Geofysiksamarbejdet

Geofysiksamarbejdet (Geofysiksamarbejdet, 2010) har helt siden Den nationale grundvandskortlægnings iværksættelse været af afgørende betydning som garant for, at de geofysiske data indsamles, tolkes og arkiveres efter detaljerede og ensartede standarder af høj faglig kvalitet. Dette gælder først og fremmest de fladedækkende geofysiske metoder i form af elektromagnetiske målemetoder, primært TEM og SkyTEM plus de elektriske målemetoder PACES og MEP, men gennem de seneste mange år også logging.

Geofysiksamarbejdet har ligeledes sikret en videreformidling af nyeste viden til såvel samarbejdets parter som til de medarbejdere hos rådgivende firmaer, der udfører en stor del af det geofysiske arbejde, og hvis faglige kvalifikationer derfor er afgørende for de resultater, der kommer ud af den geofysiske kortlægning.

Geofysiksamarbejdet er formaliseret i en samarbejdsaftale mellem Miljøministeriet/Naturstyrelsen og Aarhus Universitet/Geologisk Institut. Formålet med samarbejdet er at sikre et tilstrækkeligt og ensartet fagligt niveau af den geofysiske del af den nationale grundvandskortlægning. De to aftalepartnere bidrager ligeligt til budgettet. GEUS deltager som faglig sparringspartner og i egenskab af fagdatacenter og ejer af den nationale geofysikdatabase. Den nuværende samarbejdsaftale er gældende for perioden 2010 og 2011. En ny aftale for 2012 – 2013 er indgået, og der foreligger endvidere en hensigtserklæring vedrørende aftale for de to resterende år frem imod 2015, hvor kortlægningen afsluttes.

Aktivitet

I 2010 har der i Geofysiksamarbejdets regi været en meget omfattende aktivitet

- *Møder/kurser*: 3 møder i styregruppen, flere faglige temamøder/følgegruppemøder samt en række kurser.
- *Integreret tolkning af geologiske og geofysiske data*: omfatter udvikling, implementering og afprøvning af koncepter til integreret tolkning
- *Dokumentation og kvalitetssikring af geofysiske data*: omfatter procedurer for indsamling, processering og tolkning af data
- *Udvikling og vedligeholdelse af geofysiske tolkningsprogrammer*: Dette emneområde er det mest omfattende i Geofysiksamarbejdet. Det omfatter udvikling og videreudvikling af processerings-, tolknings- og præsentationsprogrammer på både forsknings- og produktionsmæssigt niveau. Disse programmer er basis for tolkning af alle SkyTEM, MEP og PACES-data i Danmark. Specielt har udvidelsen af GERDA-databasen med alternative modeller krævet en meget omfattende omprogrammering af Aarhus Workbenchen.
- *Indsamling af viden om geofysiske metoder og tolkning internationalt*: skal sikre at anvendelsen af geofysiske metoder i den danske kortlægning lever op til en kvalitetsmæssig standard, der kan tåle evaluering foretaget af eksterne/udenlandske fagfolk.

De ovenfor omtalte hovedaktiviteter er afrapporteret i årsrapport 2010 fra Geofysiksamarbejdet (Geofysiksamarbejdet, 2010).

I 2010 er der udarbejdet flere rapporter, herunder vedrørende SkyTEM-testflyvning ved Struer, udvidelse af det nationale teststed ved Lyngby og Himmerlandsprojektet.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

De mange aktiviteter er afgørende for det løbende arbejde, som i stor stil udføres for Naturstyrelsen af konsulentfirmaer. Vejledninger opdateres, tolkningssoftware optimeres, og kurser og møder holder medarbejdere hos Naturstyrelsen og rådgivere opdaterede.

3.1.2 Øvrige geofysik-aktiviteter

Af andre anvendte geofysiske metoder uden for Geofysiksamarbejdets regi er seismik, logging og MRS. Her er standarder, vejledninger og indberetningsværktøjer pt. under udarbejdelse og løbende udbygning af projektgrupper med fagkyndige personer fra rådgivere, Naturstyrelsen, Aarhus Universitet og GEUS.

MRS-metoden

MRS-projektet blev påbegyndt i efteråret 2009 og ventes afsluttet i 2011. Metoden udvikles stadig såvel nationalt som internationalt, og projektet har derfor til formål også at fungere som samarbejdspartner i forhold til denne udvikling. Projektleder er Mette Ryom Nielsen fra Rambøll med projektdeltagere i øvrigt fra Naturstyrelsen Århus og GEUS.

Projektets vigtigste leverancer er implementering og verificering af MRS-metoden, erfaringsopsamling, udarbejdelse af vejledning og kravspecifikationer samt beskrivelse og implementering af den nødvendige tabelstruktur i GERDA-databasen med tilhørende indberetningssoftware. Der har i løbet af 2010 været afholdt en temadag om MRS-metoden i regi af projektet.

I løbet af 2010 er der brugt meget energi på at implementere en struktur i GERDA der kan holde de indsamlede MRS data. Strukturen er kompleks, og skal være generel og fremtids-sikret.

Seismik

I 2009 iværksatte styregruppen for grundvandskortlægning et projekt, hvis formål er at optimere anvendelsen af den seismiske metode inden for grundvandskortlægningen i Danmark. Projektet ledes af Egon Nørmark, Aarhus universitet. Det ventes afsluttet i 2011.

Formålet med projektet er dels optimering af datakvaliteten af indsamlede data og dels udvikling af dataanalysemetoder til forbedring af tolkningsmulighederne. Optimering af datakvaliteten fokuserer på test af forskellige kildeparametre (sweep-parametre) og forsøg med forskellige modtagertyper og undersøgelse af deres akustiske kobling til jorden. Desuden analyseres indflydelsen fra de overfladenære lag og relevante støjklender som trafik- og vejrstøj i forbindelse med dataindsamlingen. Med hensyn til dataanalysemetoder fokuserer projektet på modellering af refleksionsseismiske data med henblik på at simulere refleksionsseismiske profiler. Der er lagt vægt på sammenligning mellem modeller og simulerede stackede data med henblik på at forstå den seismiske metodes formåen og begrænsnin-

ger, herunder modellering af indflydelsen fra forskellige overflader og karakterisering af refleksionsmønstre.

I løbet af 2010 er der arbejdet med både støjundersøgelser og simulering af refleksionsseismiske profiler og projektets første leverancer er afleveret primo 2011 og omfatter abstracts og artikler om henholdsvis vind og regn støj og undertrykkelse af trafikstøj på refleksionsseismiske data samt simulering af refleksionsseismiske profiler.

I efteråret 2010 blev der i forbindelse med projektet afholdt en temadag for Naturstyrelsen, rådgivere og GEUS om seismik. Halvdelen af programmet bestod af præsentation af projektresultater og den anden halvdel af en række indlæg omkring erfaringer med den seismiske metode, samtolkning med andre metoder, test af nye refleksionsseismiske metoder og sammenhængen mellem den overfladenære geologi og dybe tektoniske strukturer.

Arbejdet i 2011 kommer til at fokusere på optimering af datakvalitet i forbindelse med vibroseismiske data med analyse af den seismiske kilde (sweep-parametre), geofontyper samt indflydelse af koblingen til jorden.

Logging

GEUS har i 2010 i samarbejde med Naturstyrelsen færdiggjort en Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogging i forbindelse med den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning (Vangkilde-Petersen, T., 2010). Formålet med kravspecifikationen er at skabe klare retningslinjer for udførelse af borehulslogging. For flere af målemetoderne er der procedurer og forhold i forbindelse med indsamlingen af data (kørsel af sonderne), som har betydning for kvaliteten og validiteten af målingerne. Kravspecifikationen beskriver sådanne forhold og angiver retningslinjer for udførelsen af målingerne og skal dermed bane vejen for, at data optages på en måde, så der sikres brugbare, troværdige og sammenlignelige data.

Målgruppen for brug af kravspecifikationen er dels medarbejdere i Naturstyrelsen, som skal bestille udførelse af borehulslogging, og dels medarbejdere i rådgivningsfirmaer, som udfører logging samt medarbejdere begge steder, som i forbindelse med grundvandskortlægningen efterfølgende arbejder med loggingdata.

Kravspecifikationen kan fra primo 2011 downloades fra siden Logging under Kravspecifikationer, Geofysik samt på www.grundvandskortlaegning.dk.

Test af og verificering af VTEM i Danmark

VTEM er en helikopterbåren geofysisk kortlægningsmetode i lighed med SkyTEM. VTEM benyttes normalt til kortlægning i mineindustrien, men har været anvendt til enkelte grundvandskortlægninger, blandt andet i Afrika.

I 2009 blev der iværksat et projekt, hvis formål er at vurdere, om VTEM kan være et brugbart alternativ til SkyTEM. Projektleder er Jens Demant Bernth fra Miljøcenter Ringkøbing. I forlængelse af dette projekt blev der i efteråret 2010 afholdt en temadag hvor resultaterne fra projektet blev præsenteret. Geofysiksamarbejdet har afrapporteret den del af projektet,

der vedrører SkyTEM-målinger og resultater. Den del der vedrører VTEM er endnu ikke afrapporteret, men dette ventes at ske i 2011.

Videreudvikling af SSV

SSV-konceptet blev oprindeligt udviklet til brug i sårbarhedskortlægningen, hvor det finder den kumulerede lertykkelse fra overfladen og ned ved at integrere information fra boringer og den fladedækkende geofysik.

Efterhånden som de geofysiske metoder danner grundlaget for den geologiske og hydrogeologiske modellering, er der et stigende behov for værktøjer, der kan understøtte de geologiske modellører med objektive oversættelser af geofysikken.

I 2010 blev der derfor igangsat en videreudvikling af SSV-konceptet (Geofysiksamarbejdet, 2009) i regi af Geofysiksamarbejdet og GEUS. Den bagvedliggende kode skal opdateres, så den henvender sig mere direkte til den geologiske modellering og de problemstillinger, man oplever der. Det drejer sig blandt andet om beregning i koteintervaller og beregning imellem vilkårlige grids. Desuden skal brugerfladen til Aarhus Workbench sideløbende opdateres for at kunne understøtte de nye funktionaliteter. Arbejdet afsluttes i første halvdel af 2011.

3.1 Geologisk kortlægning og modellering i 3D

Den geologiske kortlægning og modellering omfatter aktiviteterne fra de første geologiske vurderinger starter med tolkningen i det enkelte boringspunkt, og til den slutter med etableringen af den hydrostratigrafiske tolkningsmodel, som ligger til grund for den hydrologiske modellering.

Bidragene i 2010 omfatter fortsættelse af den landsdækkende kortlægning af begravede dale, færdiggørelsen af metodeudvikling i forbindelse med kortlægningen af de miocæne aflejringer i Jylland samt videreudvikling af modelleringsværktøjet, Geoscene3D.

3.3.1 Begravede dale

Begravede dale er et vigtigt element i den danske undergrund. Dalene styrer grundvandstrømme, indeholder grundvandsmagasiner og kan perforere beskyttende lerlag. Derfor er kendskab til deres natur og dannelse vigtig, og det er vigtigt at kende deres udbredelse og forekomst (Jørgensen, F. & Sandersen, P. 2009).

Aktivitet

GEUS udfører løbende en kortlægning af dalene på baggrund af nyudførte geofysiske undersøgelser. Der udføres desuden en beskrivelse af karakteristiske træk ved dalene, dalenes dannelse samt af dalenes betydning for grundvandskortlægningen. Der er i 2010 kortlagt begravede dale i dele af Jylland.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Dalene er vigtige for vandforsyningen i mange områder af landet. Mange steder findes betydningsfulde grundvandsmagasiner i dalene, og de udgør derfor den primære kilde til drikkevand. I andre områder af landet gennemskærer dalene beskyttende lerlag og udgør derved sårbare zoner. Kortet over de begravede dale kan blandt andet benyttes ved vandressourceplanlægning, planlægning af geologiske undersøgelser og ved opstilling af geologiske modeller.

3.3.2 3D-modellering af den miocæne lagserie

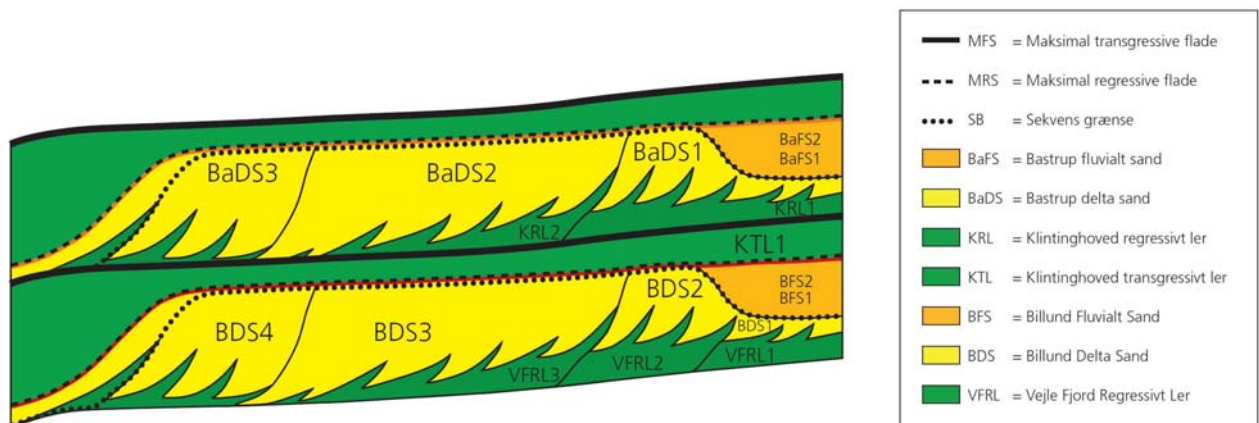
GEUS har opstillet en rumlig geologisk model for den miocæne lagserie i Vestjylland. Det er formålet at skabe en tolkningsmæssig ramme for de lokale modeller i Den nationale grundvandskortlægning. Projektet startede i september 2008 og blev afsluttet i september 2010.

Aktivitet

Der er fokuseret på at modellere de 3 niveauer med gode sandede formationer: Billund, Bastrup og Odderup, samt de mellemliggende mere lerede formationer: Vejle Fjord, Klintinghoved og Arnum (Kristensen et al., 2010).

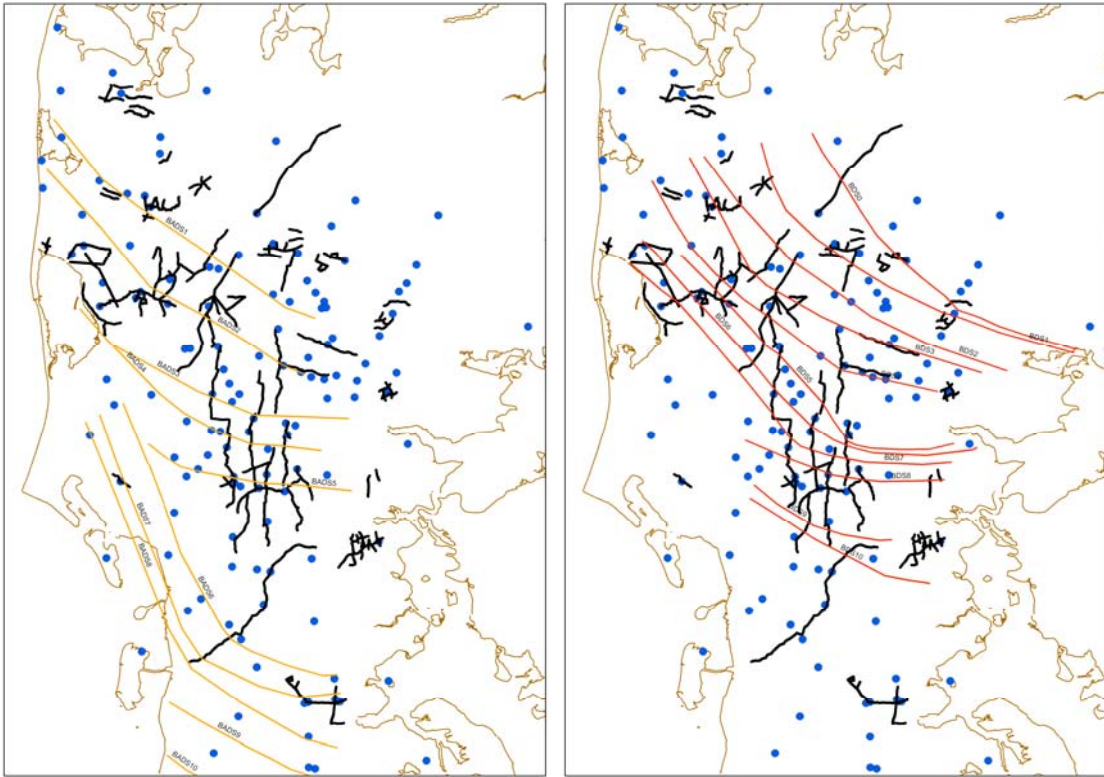
Nøgleboringer i 3D-tolkningen af den miocæne lagserie er boringer fra stratigrafiske korrelations-paneler opstillet i forbindelse med den nye lithostratigrafi. Disse er blevet suppleret med boringer fra korrelations-paneler i tidligere rapporter fra kortlægningen af miocæne grundvandsmagasiner. Der er således i alt anvendt omkring 150 nøgleboringer samt ca. 1200 kilometer højopløselig seismik, som er tolket med baggrund i den opstillede lithostratigrafi.

I hele modelområdet er tolket gennemgående, digitale overordnede flader i den miocæne lagserie. Mellem de overordnede flader er tolket en række underordnede enheder, der hver især har en begrænset udbredelse, se figur 3.1. Der er arbejdet med ca. 75 flader og lithologiske enheder i den rumlige geologiske model for miocænet.



Figur 3.1. Principskitse for opbygningen af lithologiske enheder.

De grundvandførende sedimenter (især i Billund og Bastrup Formationerne) er aflejret under gradvise kystudbygninger fra nordøst mod sydvest, hvilket har bevirket, at formationerne kan underinddeles i ca. 10 adskilte generationer af delta-lober. Se figur 3.2.



Figur 3.2. Maksimal udbredelsen af de enkelte delta-lober fra Bastrup (figur til venstre) og Billund (figur til højre). De sorte streger viser seismik-linier og de blå punkter viser nøgleboringer.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Modellen over de lithostratigrafiske enheder i den miocæne lagserie kan hjælpe med at udpege mulige nye vandindvindingsområder og forudsige de geologiske lag på nye borelokaliteter. Modellen kan også udgøre fundamentet i fremtidige hydrostratigrafiske modeller for området.

Modellen og rapporten kan hentes fra henholdsvis "Modeldatabasen" og "Rapportdatabasen".

3.3.3 GeoScene3D

GeoScene3D er et computerprogram til visualisering og modellering af geologi. Programmet udvikles af I-GIS. Med programmet kan boredata, geofysiske data, vandkemiske data, hydrauliske data, terræn og geologiske lag visualiseres på kort, i profiler og i tredimensionelle views. Endvidere er der indbyggede funktioner til både 2D og 3D interpolation. Senest er der udviklet funktioner til editering og modellering af geologi.

Aktivitet

I 2009 blev programmet udvidet til at rumme en editor til geologisk modellering. Heri er der blandt andet udviklet faciliteter til punkttolkning, horisontaltolkning og tolkning direkte i 3D-miljøet. Endvidere er der udviklet avancerede faciliteter til voxel-modellering og øvrig håndtering af 3D-grids. GRUK har bidraget til at af teste og videreudvikle disse funktionaliteter i 2010 i blandt andet Egebjerg-projektet, se afsnit 4.1. Dette har medført væsentlige forbedringer med hensyn til effektiv anvendelse af de forskellige funktionaliteter, ligesom det har bidraget til videreudviklingen af programmet. Der har i dette forløb været et tæt samarbejde med I-GIS.

Der er tillige sket en videreudvikling af voxel-modulet i regi af projektet SMV Hyacints (se afsnit 4.3).

Udviklingen er desuden sket i forlængelse af "Geo-vejledning 3, Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering", således at de retningslinjer, der er angivet heri, nu bedre understøttes af GeoScene3D.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

GeoScene3D er gennem samarbejdet blevet løftet op til et mere funktionelt og brugervenligt niveau. Aftestningen har betydet rydning af bugs i testperioden, hvilket har øget effektiviteten og minimeret forekomsten af bugs på det praktiske brugerniveau.

3.2 Kortlægning og beskyttelse af grundvandet

Grundvandskortlægning og -beskyttelse fokuserer især på grundvandsmagasinerne, vandkemi og vandbalance, og mulighederne for samfundsskabte effekter, det være sig uønskede og utilsigtede skadelige påvirkninger.

Arealanvendelsen og tiden spiller en meget vigtig rolle inden for dette fagområde, idet der i høj grad er fokus på vandets strømning og ændringer i grundvandets tilstand: f.eks. vandkvalitet eller vandbalance. Dette skal ses i relation til de tidligere omtalte udviklingsmetoder, der er meget fokuseret på at fastlægge det geologiske dannelsesmiljø og den hydrostratigrafiske model, der via den geofysiske og geologiske kortlægning definerer den ramme, som vandet bevæger sig i og ændrer sig i.

Aktiviteterne i 2010 har omfattet arbejde med den forbedrede viden om afgrænsning af indvindingsoplande. Endelig er der sket metodeudvikling med henblik på effektivisering og homogenisering af dataudtræk i forbindelse med udarbejdelse af kortlægningens GIS-temaer.

3.3.1 Udpegning af indvindingsoplande

I forbindelse med geo-vejledningen, *Indvindings- og grundvandsdannende oplande* (Iversen, C. m.fl., 2008) er der arbejdet med to projekter i 2010. Dels et projekt om *Dynamiske og stationære oplandsberegninger udført med tre semi-syntetiske modeller*, dels et om

Usikkerheder på indvindings- og grundvandsdannende oplande. Resultaterne af projekterne skal være med til at nuancere konsekvensen af oplandenes afgrænsning ved valg af metode og geologi.

Stationære og dynamiske modeller

Formålet med projektet har været at teste, i hvor høj grad dynamikken har betydning for oplandes størrelse og udformning for forskellige geologiske miljøer, der kan findes i Danmark.

Arbejdet er foregået i samarbejde mellem GRUK, Afdeling for Hydrologi, GEUS og Aarhus Universitet.

Aktivitet

Rapporten om de stationære og dynamiske modeller (Iversen, C.H., 2010) er i 2010 blevet tilføjet nogle mindre rettelser. Rettelserne er foretaget, da der blev fundet nogle regnefejl i resultatafsnittet, og disse har haft indvirkning på diskussionsafsnittet og til dels konklusionsafsnittet. Rettelserne er tilføjet efter en høringsrunde hos kompetencenetværket og intern KS i arbejdsgruppen.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Rapportens resultater kan efter godkendelse i grundvandsstyregruppen primo 2011 anvendes i arbejdet med grundvandskortlægningen.

Usikkerheder på oplande

Formålet med dette projekt er klart at beskrive fremgangsmåder og metoder, det kan anbefales at anvende i forbindelse med usikkerhedsbetragtninger på indvindingsoplande. Det er særligt vigtigt at få belyst, hvilke delkomponenter i en typisk kalibreret grundvandsmodel, som er følsomme i forhold til beregning af indvindingsoplande. Endelig er formålet også klart at få belyst, om der bør være forskelle i usikkerhedsbetragtninger i forbindelse med udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande på tværs af landet som følge af forskel relateret til blandt andet magasinforhold, klima, indvindingsforhold og datagrundlag.

Arbejdet er foregået i samarbejde mellem GRUK, Afdeling for Hydrologi, GEUS og Aarhus Universitet.

Aktivitet

Stort set hele arbejdet med rapporten (Henriksen, H.J., 2010) er udført i 2010.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Rapportens resultater kan efter godkendelse i grundvandsstyregruppen primo 2011 anvendes i arbejdet med grundvandskortlægningen.

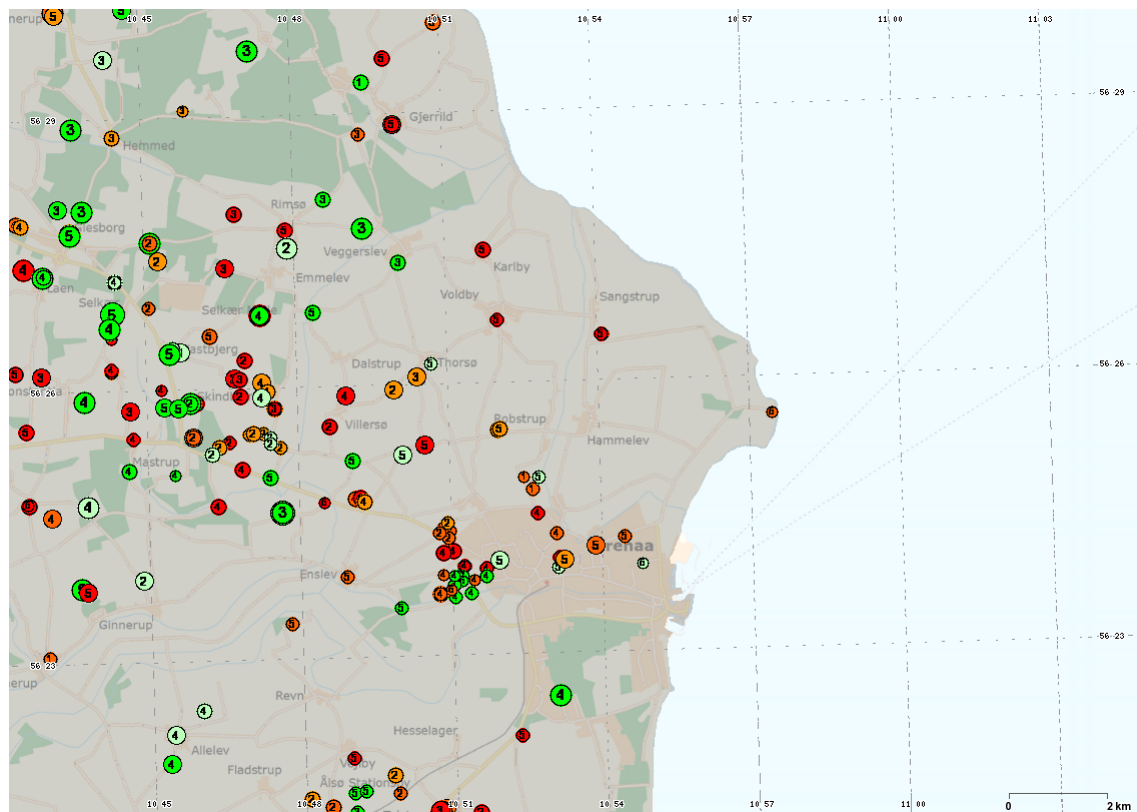
3.3.2 GIS og grundvandskortlægning, specifikke projekter

En stor del af grundvandskortlægningen indebærer anvendelse af eksisterende kort (f.eks. fra geologiske kort) og udtræk af eksisterende databaser. GEUS har i 2010 medvirket i 2 projekter, der skal forbedre adgangen til boringsinformation i Jupiter-databasen:

GIS temaer med Jupiter data

Et led i grundvandskortlægningen er produktion af et stort antal tematiske kort. Denne kortproduktion er hidtil udført med mange manuelle operationer, hvilket har betydet, at der er et stort tidsforbrug til såvel dataudtræk, -bearbejdning og kortproduktion såvel som et behov for efterfølgende kvalitetssikring.

I 2009 er der igangsat et projekt med web-tjenester til direkte dynamiske udtræk af 24 nærmere specificerede temaer fra Jupiter-databasen <http://Geuskort.geus.dk/McPortal> (se eksempel på figur 3.3). Projektet udføres i samarbejde med miljøcentrene Roskilde og Ringkøbing. GEUS dataafdeling står for systemudviklingen og GRUK for kvalitetssikring.



Figur 3.3 Eksempel på direkte udtræk af nitratindholdet i borer, hvor grønne symboler viser lavt indhold og røde viser indhold over grænseværdi for drikkevand.

Aktivitet

Projektet blev afsluttet i 2010 og efterfølgende udvidet med en ekstraopgave på 25 timer. Der er ydet en del mere funktionalitet end oprindeligt beskrevet. Naturstyrelsens GIS-arbejdsgruppe (se afsnit 5.5) har udført et tilsvarende arbejde med at gøre WFS tjenester mere brugervenlige og GEUS dataafdeling har sørget for yderligere funktionalitet.

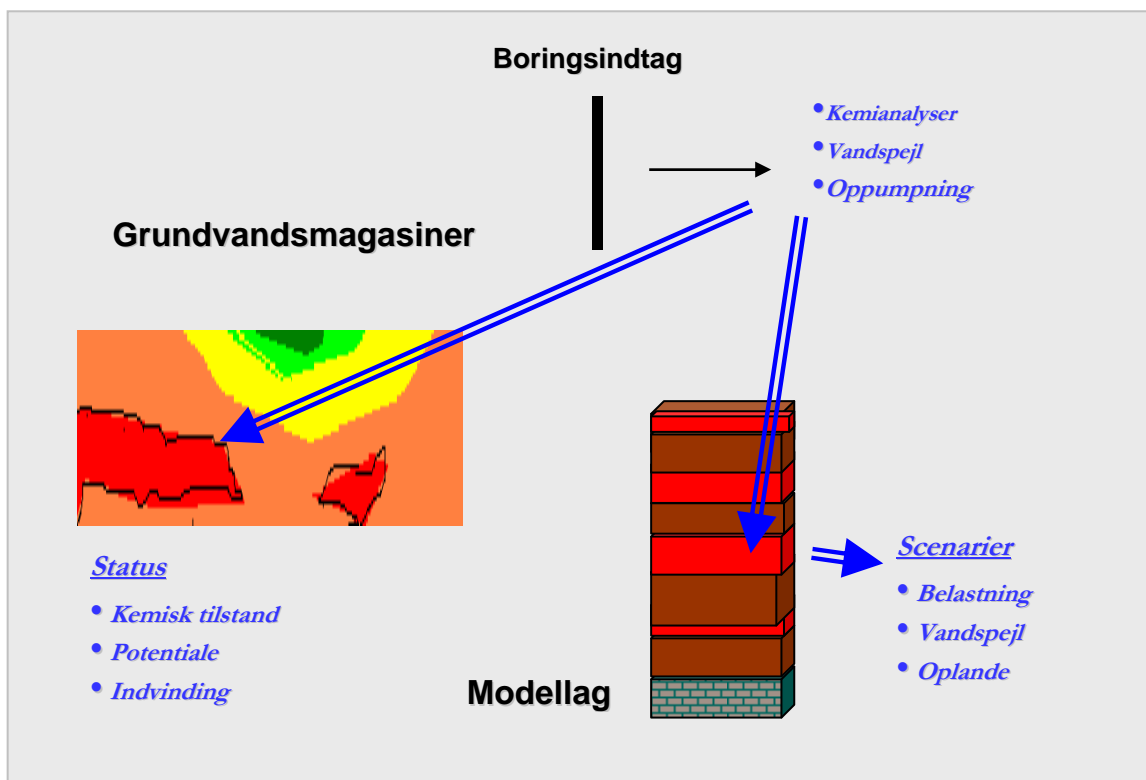
Der har været et omfattende informationsarbejde med henblik på at udbrede viden om temaerne. Dette har indbefattet rådgivere kvalificeret til at byde på Trin 1, samtlige grundvandskortlæggere i Naturstyrelsen, Jupiter-brugergruppen, Naturstyrelsens fagdatanetværk og Styregruppen for Grundvandskortlægning.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Mere ensartet kortlægning (dataudtræk og kortproduktion) i forbindelse med udarbejdelsen af temakortene er nu muliggjort, ligesom der vil spares megen tid ved processen. Faciliteterne bruges allerede nu til andre projekter. I 2011 er der igangsat en fortsættelse af projektet med henblik på at skabe mulighed for udtræk af flere temaer.

Tabel til kobling af indtag med magasiner, DK-model og grundvandsforekomster

I 2008-2009 er der i nøgletabelsprojektet i samarbejde med miljøcentrene Roskilde og Nykøbing udført et pilotstudie (Mielby, S. m.fl., 2009c) med henblik på at kunne koble information fra boringernes indtag i Jupiter-databasen med oplysning om lag i DK-modellen og grundvandsforekomsterne, se figur 3.4.



Figur 3.4. Princippet bag indtagsmodellen er, at boringernes indtag i Jupiter-databasen kobles sammen med modeller og grundvandsmagasiner, således at informationen i Jupiter-databasen direkte kan anvendes i sammenhæng med informationen fra grundvandsmagasiner og modeller.

Aktivitet

I 2010 er der igangsat videreudvikling med henblik på etablering af edb-værktøj, der muliggør on-line beregning og håndtering af en tabel, der sammenkæder boringsindtag i Jupiter-databasen med modellag i Model-databasen. Programmet er udviklet efter dialog-møder

med Naturstyrelsens enheder og DK-modelgruppen. I 2011 refterer der en afestning af programmet, forinden der etableres en landsdækkende tabel ud fra DK-modellen. Endelig skal der laves dokumentation og en brugervejledning med henblik på vedligehold af tabellen.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

I stedet for manuel beregning vil værktøjet kunne effektivisere beregningen af indtagenes placering i modellag, grundvandsmagasiner og grundvandsforekomster, og dermed udtræk af kemi-analyser, pejlinger og oppumpninger.

Det er hensigten, at nøgletabellen på sigt kan benyttes til geokemisk kortlægning, potentialekortlægning, modellering, vandplanarbejde, overvågning, indberetning til EU mv inden for nærmere specificerede hydrodynamiske enheder.



*Bryozobanker ved frost.
Foto: Peter Roll Jakobsen*

4. Andre kortlægningsprojekter

GEUS har i 2010 medvirket i 5 kortlægningsprojekter, som bidrager til metodeudvikling og erfaring, og som foretages i samarbejde med Naturstyrelsens grundvandsenheder. De 5 projekter har hvert sit formål:

- udvikling af hydrogeofysisk kortlægning,
- geologisk/hydrologisk modellering og
- sårbarhedskortlægning.

Hertil har GRUK arbejdet med Jordartskarteringen i Danmark.

4.1 Geologisk/hydrologisk modellering ved Egebjerg

GEUS opstiller en klimahydrologisk grundvandsmodel i Egebjerg-området nordøst for Horsens for Naturstyrelsen. Formålet med modellen er at opnå en detaljeret beskrivelse af en meget kompleks geologi med mange begravede dale, og foruden at få modelleret nuværende indvindingsforhold til kildepladser i området, skal klimaændringers betydning for blandt andet grundvandsstanden i området modelleres.

Aktivitet

Arbejdet med den del af projektet, der omfatter den geologiske model er afsluttet i 2010 (Møller, R.R & Jørgensen, F., 2011). Den geologiske model er opstillet som en voxel-model, og for at dette har kunnet realiseres, er der blevet gennemført et udviklingsarbejde indeholdende blandt andet metodeudvikling og udvikling af specifikke moduler i GeoScene3D. Voxelmodel-metoden er dels valgt på grund af den geologiske kompleksitet, men også med et sigte på at afprøve voxel-metodens potentiale for effektivisering af modelprocessen. På sigt er det forventningen at voxel-modeller vil kunne fungere som en mere effektiv og fleksibel måde at opstille geologiske modeller på.

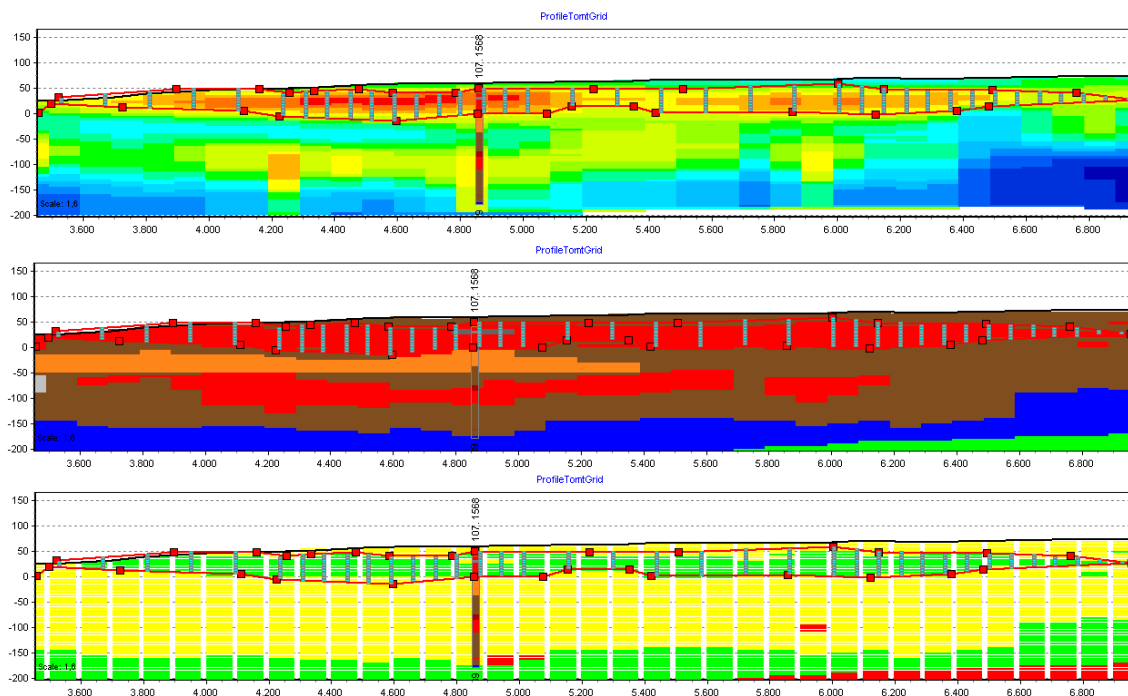
I projektforløbet er en række andre modelleringsmetoder i øvrigt blevet udviklet og afprøvet. Blandt andet er SSV-metoden forsøgt anvendt som et led i den geologiske modellering.

Den geologiske model er inkorporeret i den hydrologiske model, og foreløbige resultater herfra viser de komplekse geologiske forholds betydning for grundvandsstrømningen. Hele projektet vil blive færdiggjort i løbet af foråret 2011.

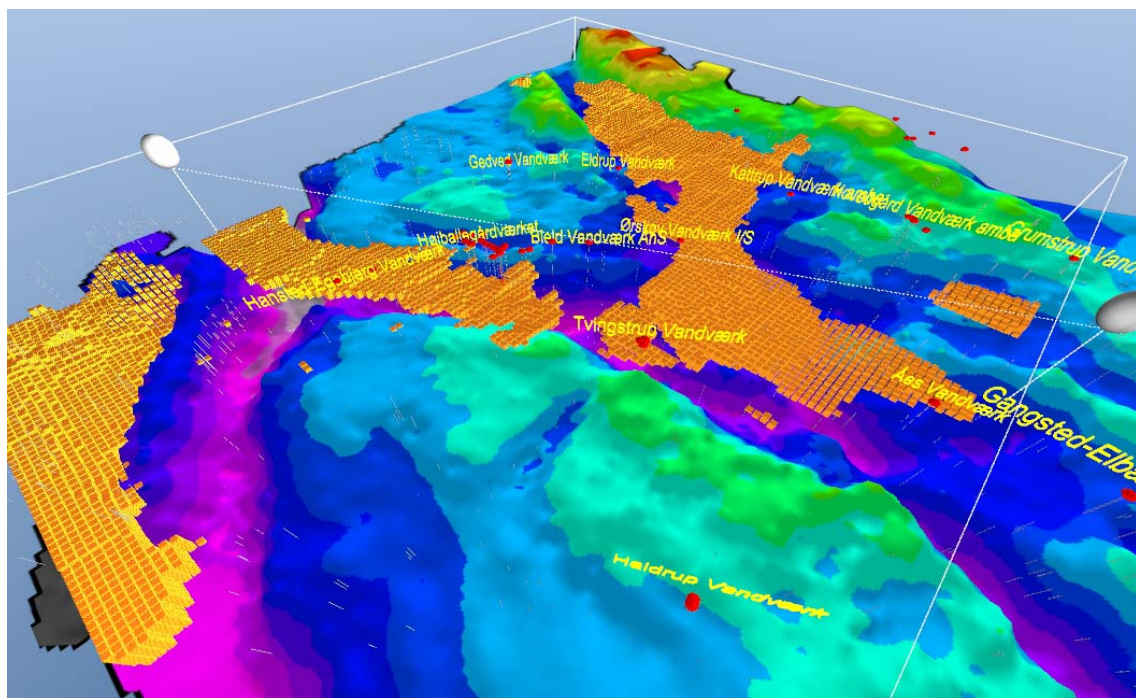
Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

En grundig afprøvelse af GeoScene3D har medført udryddelse af bugs på de helt nyudviklede funktionaliteter, det har medført udvikling af nye funktionaliteter, og det har bidraget til optimering af programmets performance. Der er udviklet nye koncepter for hvorledes geologisk modellering udføres effektivt og optimalt – blandt andet anvendelse af 3D-grids, usikkerhed og grid-modellering (se figur 4.1 og 4.2). Ikke mindst videreudviklingen af voxel-modulet og dertil hørende tolkningsmetoder, hvori opstillingen af en lithologisk model ind-

går, vil være et værdifuldt bidrag til modelopstilling i områder med fladedækkende/rumlige geofysiske data og kompleks geologi.



4.1 Profil gennem den geologiske model. Øverst ses resistivitets-grid, midterst ses det lithologiske voxel-grid og nederst ses usikkerhederne på voxel-griddet.



Figur 4.2 3D view i den geologiske model. Voxler for tolket smeltevandsløber er vist med orange bokse.

4.2 Geologisk og hydrologisk model ved Ølgod-Skovlund

GEUS gennemfører i samarbejde med Naturstyrelsen et projekt, hvori der opstilles en geologisk og hydrologisk model for området omkring Ølgod og Skovlund. I projektet tages geostatistiske metoder i brug for derved at afsøge muligheden for at øge effektiviteten ved hastigheden ved geologisk/hydrologisk modellering. SSV-konceptet videreudvikles til at kunne benyttes ved opstilling af geologiske voxel-modeller på baggrund af TEM-data og boredata. Herefter justeres den resulterende model manuelt, således at øvrig information fra andre data, subjektive tolkninger og geologisk forståelse indarbejdes.

Aktivitet

GEUS har i 2010 påbegyndt projektet, og den første udvikling af SSV-modulet er gennemført. I 2011 vil SSV-modulet blive færdigudviklet til geologisk voxel-modellering, og både den geologiske model og den hydrologiske model vil blive opstillet.

4.3 SMV Hyacints

GEUS samarbejder med I-GIS om udvikling af koncepter for digital geologisk modellering. Projektet er finansieret af Forsknings- og Innovationsstyrelsen. Der fokuseres blandt andet på at udvikle værktøjer i GeoScene3D til voxel-modellering, som skal effektivisere modelleringprocessen, ligesom der etableres et link mellem GeoScene3D og FEFLOW.

Aktivitet og væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Blandt andet i regi af opstillingen af Egebjerg-modellen har GEUS i samarbejde med I-GIS fået udviklet værktøjer til voxel-modellering. De første resultater af projektet er således allerede i anvendelse.

4.4 KOMPLEKS

KOMPLEKS er et samarbejde mellem GEUS, Aarhus Universitet (Geocenter Danmark) og Naturstyrelsen. Projektets mål er at udvikle koncepter til kortlægning og modellering af områder med kompleks geologi, samt at vurdere disses indflydelse på grundvandets strømningsforhold. Projektet skal undersøge modellernes skalaafhængighed samt behov for datadækning og datatype set i forhold til det ønskede output. Til formålet er der indsamlet en stor mængde tætliggende seismiske data, SkyTEM-data, MEP-data og georadar-data. Desuden er der udført en dyb undersøgelsesboring. Der skal laves såvel geologiske modeller som grundvandsmodeller af forskellig detaljeringsgrad

Aktivitet og væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Der er gennemført processering og tolkning af data, og arbejdet med at opstille modeller er i gang. Data viser som ventet en meget forstyrret lagserie. Modelarbejdet vil i den kommende tid give svar på behovet for datadækning og detaljeringsgrad.

4.5 Sårbarhedskortlægning i Himmerland

Miljøcenter Aalborg har i slutningen af 2008 fået fløjet 2150 linje-km SkyTEM i den østlige del af Himmerland. Målingerne er foretaget med en målekonfiguration, der giver det bedst mulige grundlag for at vurdere, hvorvidt det vil være muligt at anvende SkyTEM til sårbarhedskortlægning i et omfang, så de luftbårne målinger evt. kan erstatte de traditionelt anvendte geoelektriske metoder netop i sårbarhedskortlægningen.

Formålet med dette projekt er derfor at evaluere den målekonfiguration, som SkyTEM er fløjet med, set i forhold til en sårbarhedskortlægning. Det vil sige, at det skal være muligt at få brugbare måledata, der viser lag tættere på overfladen til tidligere tider, end det før har været muligt.

Aktivitet

I 2010 er der udarbejdet en bias-korrektionsfaktor til SkyTEM dataene, så målingernes tidlige tider kan anvendes til tolkningen af de overfladenære modstande og dermed indgå som en del af sårbarhedskortlægningen.

Der er desuden afholdt arbejds møder samt et møde med de rådgivere der skal opstille geologiske modeller for det SkyTEM kortlagte område. På sidstnævnte møde er alle data gennemgået med henblik på at rådgiverne kan anvende disse i modellerne.

Selve projektet forventes af rapporteret i løbet af de første måneder i 2011.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Resultaterne viser at effekten af at inddrage de meget tidlige gate tider i SkyTEM-tolkningerne med det nyudviklede bias-korrektionskoncept er en forbedring af den overfladenære opløsning i SkyTEM-resultatet. Specielt bliver overfladenære højmodstandslag bedre kortlagt med bias-korrektionkonceptet og en overestimering af lavmodstandslag der kan være grundvandsbeskyttende undgås dermed.

4.6 Jordartskarteringen i Danmark

Karteringsaktiviteter

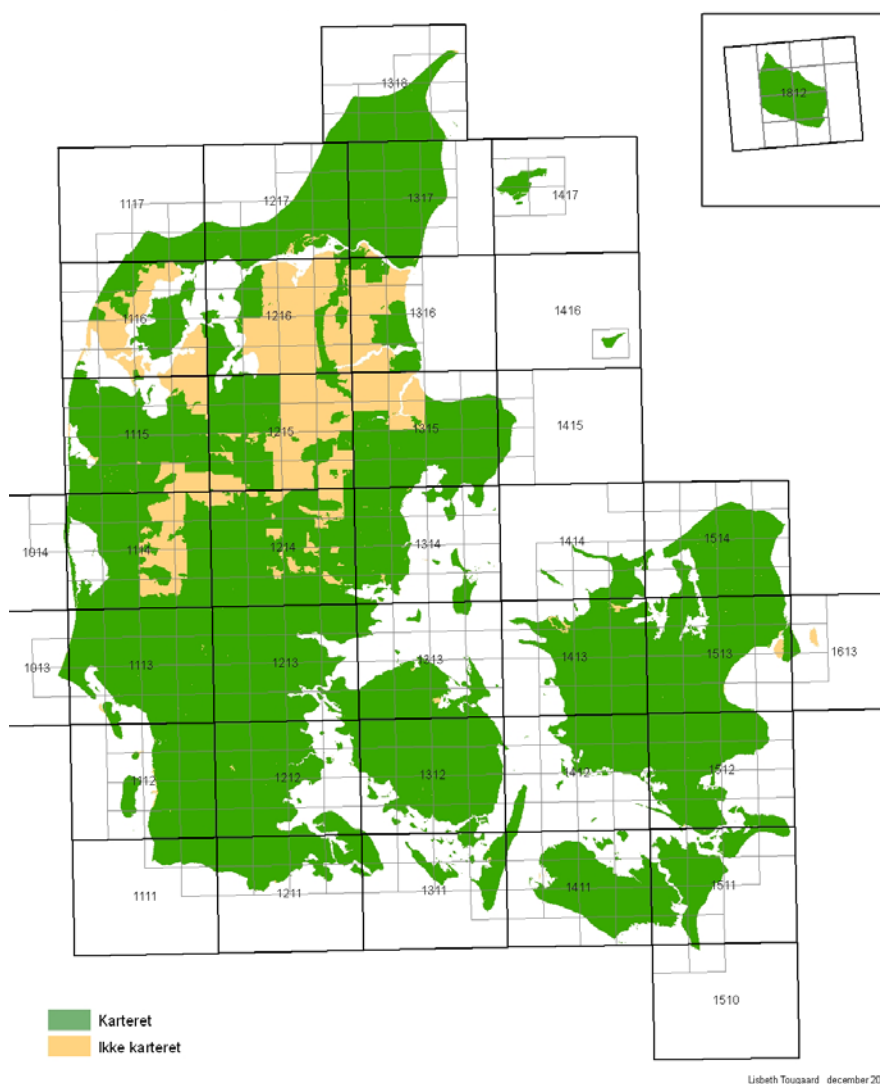
Den geologiske kortlægning af Danmarks overflade var i året 2010 koncentreret om to hovedaktiviteter, nemlig færdiggørelsen af kortlægningen på Lolland og den fortsatte kartering af Mariager Fjord kortbladet. Desuden er kortlægningen af Rømø færdiggjort, og der har foregået kortlægning af Saltholm samt dele af Lille Vildmose i de fredede områder såvel inden for Mariager Fjord kortet som uden for i de nordlige grænseområder. Endelig er de resterende pletter på kortbladet Hadsten blevet testet, og færdiggørelsen af dette kortblad er nært forestående.

Kortlægningen af Lolland blev tilendebragt ved karteringen af kortbladene nord og syd for Nakskov, 1411 III og 1411 IV. Med færdigkarteringen af Lolland kan man betragte hele det østlige Danmark som systematisk geologisk karteret.

Kortlægningen af kortbladet Mariager Fjord har strakt sig over to feltsæsoner. I foråret blev de resterende dele af kortbladet Skelund, 1316 III NØ, færdigkortlagt. En stor del af dette område omfatter Lille Vildmose, hvor hensynet til fredning og jagt satte nogle begrænsninger for opholdet inden for naturparken. Men de særlige omstændigheder ved at kortlægge inden for naturparken medførte, at kortlægningen blev udstrakt til at omfatte en betydelig del af naturparken nord for Skelund kortbladets grænse. Desuden blev store dele af Terndrup kortbladet, 1316 III NV, karteret, således at omkring halvdelen af dette kortblad nu er dækket.

I efterårssæsonen var karteringen koncentreret omkring færdiggørelsen af Havndal kortbladet, 1316 III SØ, og ved afslutning af efterårets karteringssæson kan Havndalbladet stort set betragtes som færdigkortlagt.

Det samlede område med jordartskartering ved udgangen af 2010 er vist på figur 4.3.



Figur 4.3. Det samlede område med jordartskartering. Bemærk færdiggørelsen af Lolland og Rømø, samt at halvdelen af Mariager Fjord kortbladet nu er dækket.

Kortbladsredaktion:

I det forløbne år har redaktionen af kortblade og færdiggørelse af kort til trykning været koncentreret omkring kortbladet Nykøbing Falster og Rømø. Arealtilpasningen af de geologiske polygoner er afsluttet, men der er opstået en del problemer omkring tilvejebringelsen af topografisk/geodætisk grundlag, da KMS ikke automatisk kan levere dette baggrundsmateriale. Endvidere har der været brugt en del ressourcer på at udarbejde et prækvartært kort, som skal korreleres med nabokortbladenes undergrundsforhold. Nykøbing Falster kortbladet er ved årets slutning så langt i sin færdiggørelse, at det kan sendes til kortbladsredaktøren og referees i januar 2011. Det samme gælder for Rømø kortbladet, 1412 SV, der ved årets slutning ligger i et færdigt layout, der vil være klar til trykning, så snart referee-proceduren er gennemført.



*Grønsandskalk ved Gemmas Allé,
Tårnby.
Foto: Peter Roll Jakobsen*

5. Data og databaser - udvikling og indhold

GEUS' nationale databaser er centrale for Den nationale grundvandskortlægning, fordi alle rådgivere henter de relevante informationer her, når f.eks. geologiske modeller skal opstilles, eller geologiske og hydrogeologiske udredninger for et område skal foretages.

Det er samtidig vigtigt, at de kortlægningsdata, der indsamles i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning, indberettes i de nationale databaser, så de kan bevares for eftertiden og for andre. Derfor pågår der et løbende arbejde med vedligehold af databaserne og tjekke de data, der indlægges.

Jupiter-databasen og GERDA-databasen, som anvendes til dels boringer, analyser og pejlinger og dels geofysiske data har fungeret over en længere årrække, mens rapportdatabasen og modeldatabasen først er blevet udviklet i de senere år. Alle databaser hostes og drives af GEUS, der også forestår videreudviklingen.

Der er i 2010 arbejdet med at gøre GEUS' databaser mere anvendelige for indlæsning, lagring og udtræk i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning. Dette er især sket ved udbygning af den geofysiske database GERDA, med færdiggørelse af modeldatabasen og rapportdatabasen samt med optimerede indberetningsfaciliteter.

GEUS har desuden medvirket til opsamling og anvendeliggørelse af GIS-data i kortlægningen.

5.1 Jupiter-databasen

Jupiter indeholder ikke felter, der på en systematisk måde kan bruges til at registrere, om en boring er udført i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning. Derfor kan der ikke gives nøjagtige tal for, hvilke boringer og hvilke data i Jupiter, der er finansieret som en del af grundvandskortlægningen.

I forbindelse med sidste års rapport lavede GEUS en oversigt over de undersøgelsesboringer, der blev udført i perioden 1999-2010. Opgørelsen ajourføres ikke i år. I stedet er der etableret en liste, som viser, hvor mange boringer hvert af Naturstyrelsens grundvandsenheder har rekvireret og som er udført i 2010. Den viser, at der er stor forskel på, hvor mange boringer enhederne har rekvireret. I alt er der indberettet 75 boringer. Tallene fremgår af figur 5.1.

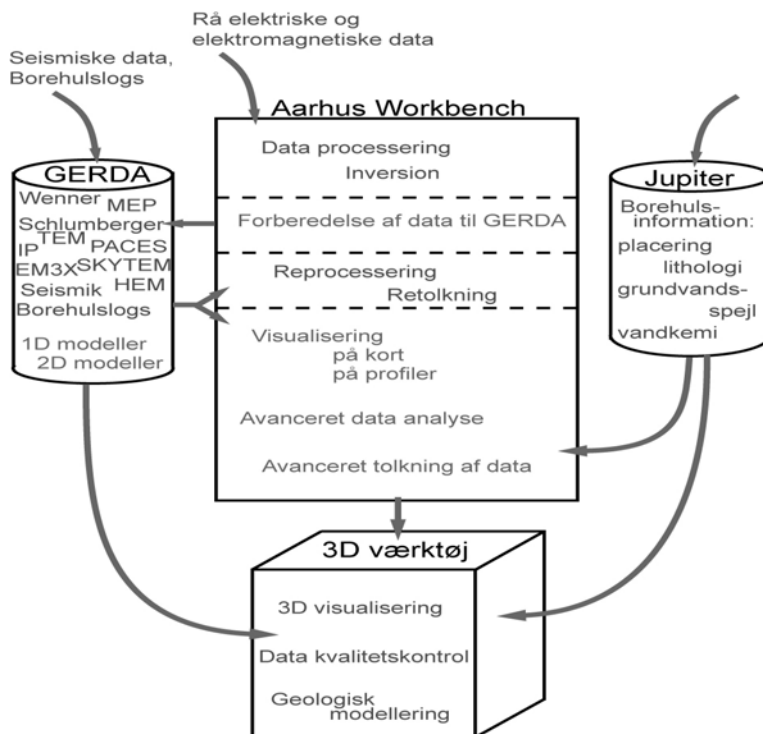
Miljøcenter	År	Antal
Miljøcenter Odense	2010	26
Miljøcenter Ribe	2010	22
Miljøcenter Ringkøbing	2010	12
Miljøcenter Roskilde	2010	2
Miljøcenter Aalborg	2010	1
Miljøcenter Aarhus	2010	12
I alt		75

Figur 5.1. Opgørelse over antallet af borer, som de enkelte grundvandsenheder i Naturstyrelsen har rekvireret og fået udført i 2010. Sammen med borerne er der indberettet en lang række følgedata såsom lagbeskrivelser, pejlinger og grundvandskemi.

5.2 GERDA-databasen

GERDA-databasen er en meget omfattende og kompleks database, som hele tiden er under videreudvikling for at kunne tage mod nye eller udvidede datatyper, når der forekommer nyt på geofysik-området, som det f.eks. er sket og fortsat sker med SkyTEM-metoden.

I figur 5.2 illustreres GERDA-databasens rolle i det integrerede datahåndteringssystem, der benyttes af både Naturstyrelsens grundvandsenheder og rådgivere hele vejen fra dataindsamling til opstillingen af geologiske og hydrostratigrafiske modeller.



Figur 5.2. Skitse af et integreret datahåndteringssystem: Aarhus Workbench, GERDA og Jupiter databaserne samt et 3D visualiseringsværktøj, som Geoscene3D.

Aktivitet

I 2010 er der gennemført en omfattende trimning og dataoprydning i databasen, som nu i udtræk fylder et to-cifret antal Gigabytes.

I 2010 er der endvidere som led i driften af databasen også foretaget en udvidelse således at det er muligt at indrapportere flere forskellige tolkningsresultater for samme projekt til databasen. Dette har været en meget omfattende opgave, som har krævet grundlæggende omstruktureringer.

Også i 2010 har yderligere to projekter medført konkret behov for nyudvikling i databasen, nemlig MRS-projektet og Seismik-indberetningsprojektet. De to projekter blev påbegyndt i 2009 men var for omfattende til at blive færdiggjort i 2010. Begge ventes afsluttet i foråret 2011.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

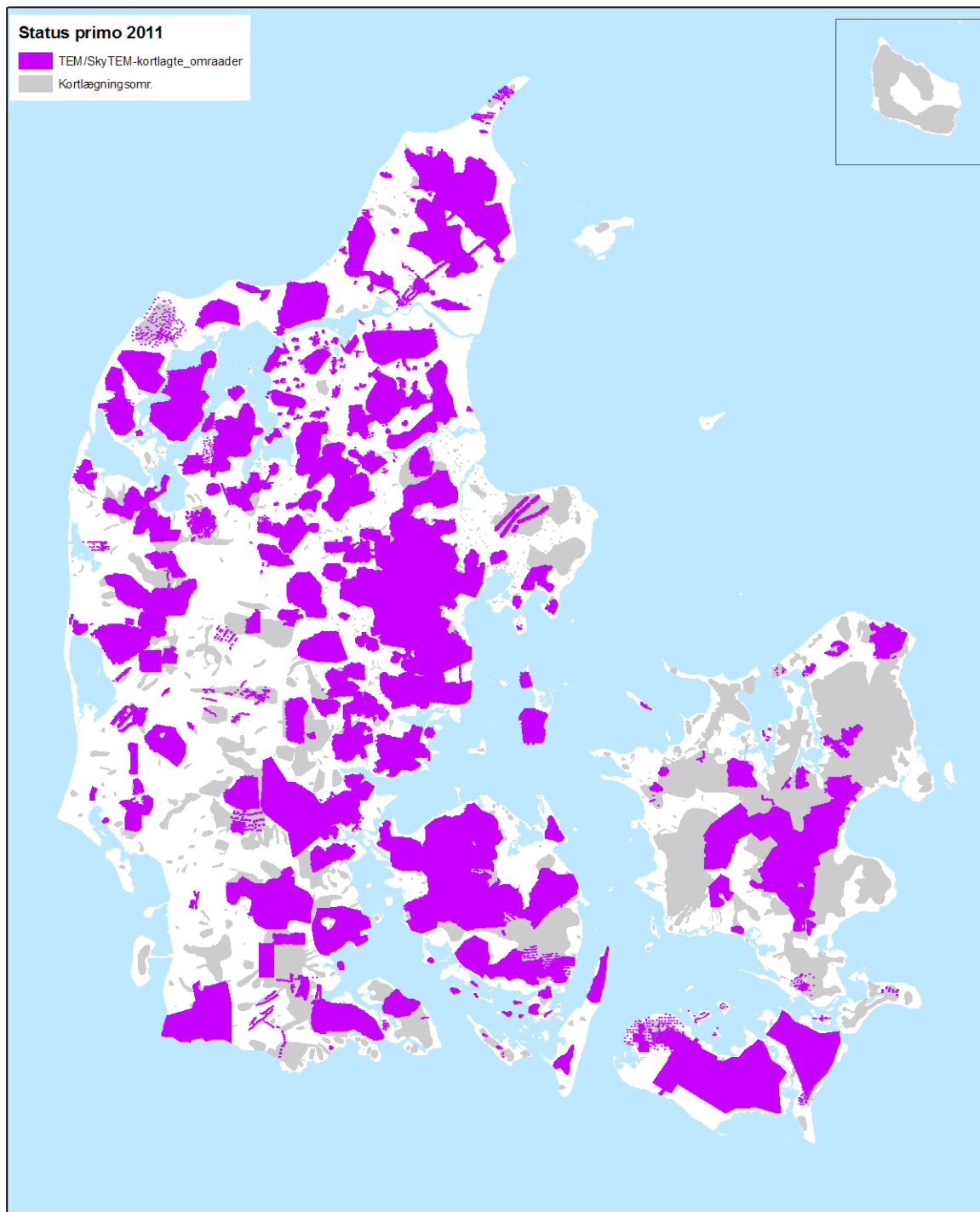
Ved udgangen af 2010 er store dele af OSD dækket af geofysiske målinger. Som det fremgår af oversigtsfigurerne 5.3 og 5.4 på de følgende sider udgør SkyTEM og TEM de mest udbredte metoder, men også de elektriske metoder dækker betydelige arealer.

Seismik spiller en væsentlig rolle som linjebaseret metode, der supplerer de fladedækkende metoder med detaljerede strukturelle informationer om grundvandsmagasinerne og deres omgivelser. Størstedelen af de viste seismik-linjer er endnu ikke lagt i GERDA, men det forventes gennemført, når det optimerede indberetningsmodul for seismik er klar i foråret 2011.

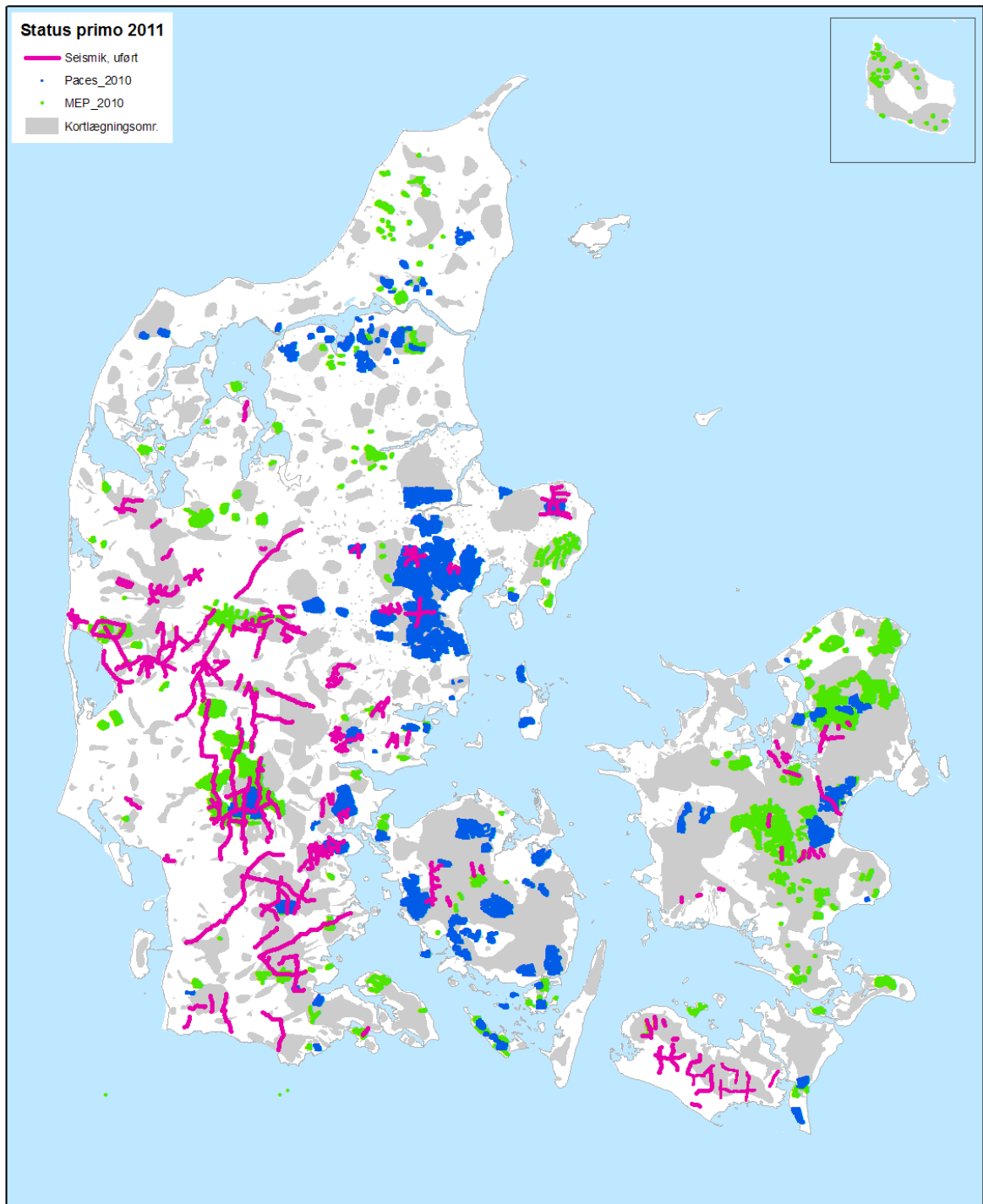
Fra SkyTEM-metoden var færdigudviklet i første udgave og klar til brug i 2003 og frem til nu, er der udført et stort antal kortlægninger med denne metode, og yderligere et par tusinde km² ventes kortlagt de kommende år frem til og med 2013. De jordbaserede metoder tager længere tid at udføre i felten, men vil også i beskedent omfang blive anvendt de nærmeste år. Herefter må indsamlingen af geofysiske data stort set forventes afsluttet.

En del geofysiske målinger er udført, men som nævnt endnu ikke indrapporteret, blandt andet fordi der går en vis tid fra data er målt i felten til de er tolkede og indlagt i databasen. Først når afrapporteringen er godkendt af kunden, bliver måledata og tolkningsresultater lagt ind. I forbindelse med f.eks. SkyTEM-målinger, hvor der ofte flyves flere og meget store arealer ad gangen, kan der gå helt op til 2 år, fra selve målingerne er udført, til data og modeller ligger i GERDA-databasen.

GERDA-databasen og geofysikafrapporteringen må betegnes som en ubetinget succes, da det er lykkedes at få stort set al geofysik, udført i forbindelse med grundvandskortlægningen, indberettet elektronisk til databasen siden starten i 1999.



Figur 5.3. Oversigtskort over alle områder kortlagt med TEM eller SkyTEM set i forhold til grundvandskortlægningsområderne (OSD og indvindingsoplande uden for disse).



Figur 5.4. Oversigtskort over alle områder kortlagt med MEP, PACES og/eller Seismik set i forhold til grundvandskortlægningsområderne (OSD og indvindingsoplande uden for disse).

Databasen indeholder både de indsamlede data med tilhørende måleparametre og de tolkede modeller. Enighed mellem amterne/miljøcentrene/Naturstyrelsens kortlægningsenheder om kontraktligt formulerede krav i forbindelse med enhver geofysisk kortlægning har hele vejen igennem været forudsætningen for, at data fra hele landet konsekvent er blevet indrapporteret.

5.3 Rapport-databasen

Rapport-databasen har til formål at sikre lagring af hydrogeologiske rapporter på en ensartet måde, således at rapporterne løbende kan genbruges. Derved er databasen et vigtigt led i lagringen af rapporter fra den igangværende grundvandskortlægning.

Rapport-databasen blev oprindeligt etableret i et samarbejde mellem de tidligere amter og GEUS som et led i dataredningen i forbindelse med amternes nedlæggelse. Det blev anbefalet, at amternes hydrogeologiske rapporter blev overført til GEUS og tilgængeliggjort via GEUS' hjemmeside.

Der er stor forskel på den måde, de tidligere amter har indberettet rapporterne. Der er ligeledes en klar sammenhæng mellem indberetningen af rapporter og henholdsvis starten af grundvandskortlægningen i 1998/1999 og kommunalreformen i 2006/2007, hvor kortlægningen har været brudt op. Mange amter valgte at afslutte deres kortlægninger og afrapportere ved udgangen af 2006, og miljøcentrene har dermed igangsat nye kortlægninger, som først afrapporteres senere.

Der er planlagt drift, brugersupport og vedligehold af databasen frem til og med 2015.

Aktivitet

I 2010 har aktiviteten fra GEUS' side været drift og brugersupport i henhold til aftalen mellem Naturstyrelsen og GEUS. Der er oprettet 27 nye brugere i 2010 – hvoraf cirka halvdelen er fra private rådgivningsfirmaer.

Databasen findes på <http://www.geus.dk/rapportdatabase>.

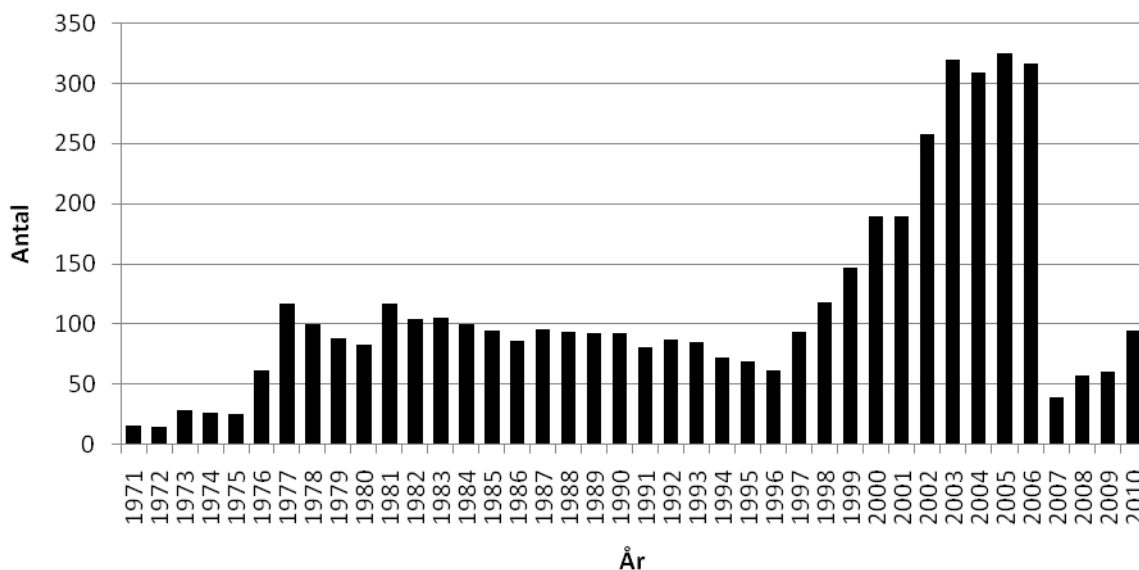
Der er udarbejdet to vejledninger i brug af databasen: "Tutorial 1: Sådan kommer du i gang" og "Tutorial 2: Indlæsning af nye rapporter". Tutorial 1 er tænkt anvendt af brugere, som kun skal søge og downloade rapporter, mens Tutorial 2 er tiltænkt Naturstyrelsen og rådgivere, som skal indlæse nye rapporter. De to vejledninger kan findes på www.grundvandskortlaegning.dk under "Indberetning til Databaser".

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Databasen indeholder nu godt 4700 (mod 3700 i 2010) rapporter, hvoraf godt 3800 (mod 2300 i 2010) er geo-refererede. Der er således indlæst et pænt antal rapporter i det forløbne år, og de mange indrapporterede rapporter øger behovet for bedre søgefaciliteter.

Figur 5.6 herunder viser antallet af rapporter i rapportdatabasen fordelt på udgivelsesår for perioden 1971-2010.

Antal rapporter fordelt på udgivelsesår



Figur 5.6 Antal indberettede rapporter i rapportdatabasen fordelt efter udgivelsesår.

Det konstateres, at det efterslæb med indberetning af rapporter, som fandtes (formentlig fordi Rapportdatabasen kun har eksisteret i sin nuværende form siden sommeren 2009) er mindsket betydeligt. Det er ikke muligt ud fra databasen, at fastslå om der stadig findes et efterslæb.

Der er imidlertid i figur 5.7 vist en oversigt over hvilke informationer, der registreres i Rapportdatabasen i forbindelse med indlæsningen af rapporter. År 2007 dækker de rapporter, der blev indlæst i forbindelse med Kommunalreformen. I år 2008 eksisterede rapportdatabasen ikke i sin nuværende form, og der blev derfor ikke indlæst rapporter.

Oversigten dækker perioden 2007-2010 og viser de vigtigste felter med information om rapporten, og i hvor høj grad de bliver udfyldt eller ej. Det ses, at det kun er omkring halvdelen af de relevante felter, der udfyldes. Kun felterne rapporttype og titel udfyldes altid, mens væsentlige felter som kommune-nr, rekvirent og rådgiver registreres alt for sjældent.

Manglende registrering af oplysningerne er med til at gøre det vanskeligere at finde relevante rapporter igen senere. GEUS anbefaler, at så mange oplysninger som muligt registreres i forbindelse med indlæsningen af rapporter. I det omfang det er muligt, bør oplysningerne for de allerede indlæste rapporter derfor suppleres.

I de kommende år er det vigtigt fortsat at have fokus på indrapportering, og at driften af databasen fortsætter. En opdatering af rapportdatabasen med tilhørende hjemmeside overvejes med henblik på at forbedre udsøgningsfaciliteterne.

FELTNAVN	2007		2008		2009		2010	
	Udfyldt	Ikke udfyldt	Udfyldt	Ikke udfyldt	Udfyldt	Ikke udfyldt	Udfyldt	Ikke udfyldt
Geokodet	1469	663	0	0	1423	144	341	32
Formålkode	1486	646	0	0	1476	91	124	249
Kommune-nr	24	2108	0	0	1515	52	113	260
Kontaktperson	1099	1033	0	0	1535	32	85	288
Rekvirent	502	1630	0	0	60	1507	130	243
Rådgiver	1249	883	0	0	1504	63	146	227
Stednavn	258	1874	0	0	24	1543	113	260
Antal sider	597	1535	0	0	380	1187	153	220
Forfattere	643	1489	0	0	10	1557	288	85
Rapporttype	2132		0	0	1567		373	
Titel	2132		0	0	1567		373	
Udgivelsesdato	2091	41	0	0	1532	35	366	7
korttitel	590	1542	0	0	32	1535	38	335
undertitel1	341	1791	0	0	158	1409	125	248
undertitel2	46		0	0	18	1549	13	360
Procent udfyldt i gns	45,8%	54,2%	0,0%	0,0%	54,5%	45,5%	49,7%	50,3%
Antal rapporter	2132		0		1567		373	

Figur 5.7 Oversigt over antal rapporter, som de forskellige oplysninger er udfyldt for. Oversigten viser information om rapporter fordelt efter indlæsnings-år (ikke udgivelsesår).

5.4 Modeldatabasen

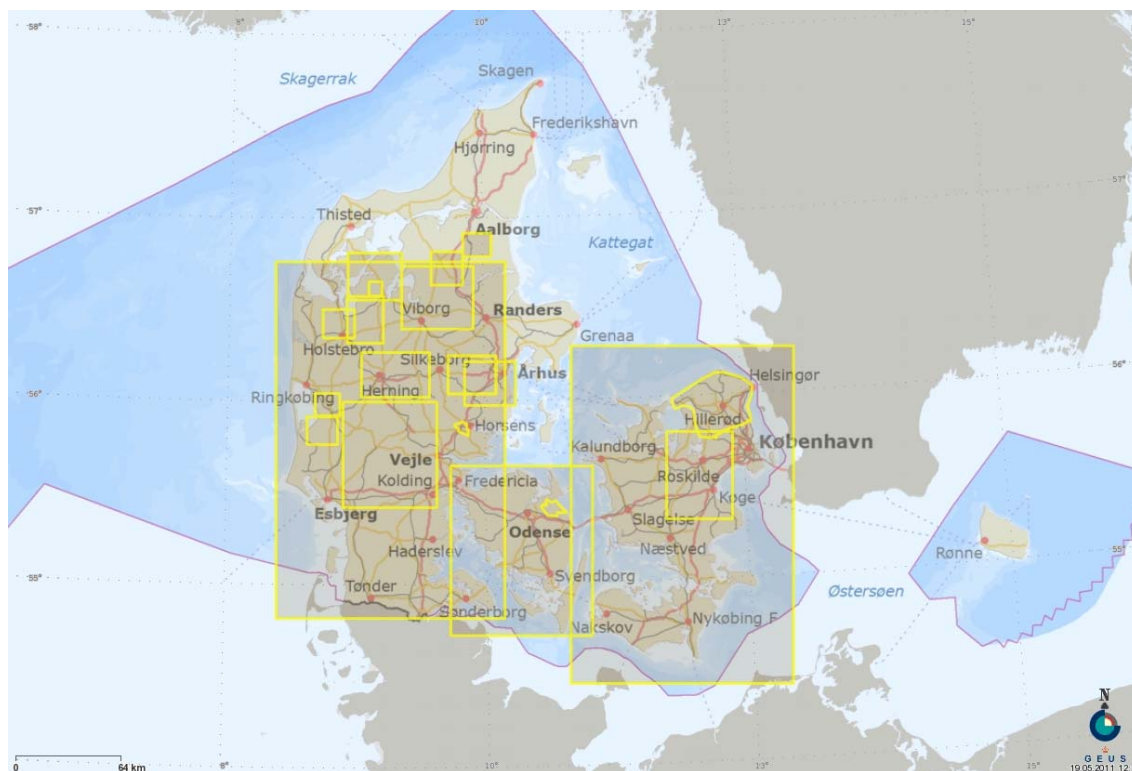
Model-databasen har til formål at sikre lagring af geologiske modeller på en ensartet måde, således at modeller eller dele af modeller løbende kan genbruges og udbygges, i takt med at nye data indsamles. Derved er databasen et vigtigt led i lagringen af data fra den igangværende grundvandskortlægning.

Databasen findes på <http://www.geus.dk/modeldb/>

Aktiviteter

I løbet af 2010 er set et stigende antal indlæsninger af modeller. Det hænger efter alt at dømme sammen med at en række nye modeller er færdiggjort med programmet GeoScene3D samt at eksportfaciliteterne herfra er blevet tilpasset modeldatabasen efter input fra GRUK.

Primo 2011 var der indlæst 24 modeller mod 7 modeller året før, se figur 5.8.



Figur 5.8 Oversigt over indlæste hydrostratigrafiske modeller i modeldatabasen.

Medarbejdere fra GRUK har i samarbejde med databasegruppen løbende vejledt i brugen af modeldatabasen. Endvidere har GRUK været sekretariat for og planlagt møder i følgegruppen til modeldatabasen. Der er i september 2010 desuden afholdt kursus i praktisk brug af databasen. Kurset var velbesøgt idet blandt andet samtlige rådgivere, der er prækvalificeret til at lave geologiske modeller til den nationale grundvandskortlægning, var repræsenteret.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Der er fortsat behov for en indsats for at få såvel modeller fra grundvandskortlægningen som DK-modellen ind i modeldatabasen. Af hensyn til genbrug og anvendelse af indtagsmodeller er det vigtigt, at der indrapporteres referencer til DK-modellens lag og indrapportering af modellernes gyldighedsområder (se afsnit 3.3.2)

I løbet af 2010 er geologisk modellering med anvendelse af 3D-voxler blevet mere udbredt, og der vil i 2011 derfor blive behov at kunne indlæse sådanne modeller i databasen. Det vil kræve yderligere udvikling og opgradering, hvis Modeldatabasen skal kunne indlæse voxelmodeller.

5.5 GIS og grundvandskortlægning

Arbejde med GIS-produkter fokuserer på de produkter, som er vurderet relevante at producere i forbindelse med kortlægningen, jf. Administrationsgrundlagets afsnit 3 og til Trin1 (BLST, 2009).

Styregruppen for grundvandskortlægning har i september 2009 vedtaget et arbejde med opsamling af den nationale grundvandskortlægnings GIS-data inden for OSD samt oplande til vandværker uden for disse. Der blev nedsat en GIS-arbejdsgruppe med deltagelse af GRUK, Miljøcenter Roskilde og KMS/Miljøcenter Aalborg, med henblik på koordinering af opsamlingen af data.

Foreløbig koncentrerer arbejdet om følgende 3 hovedkategorier:

1. Temakort fra Jupiter
2. Arealudpegninger (jf. dataansvarsaftalen)
3. Hydrogeologiske temaer.

Kategori 1 - Temakort fra Jupiter-databasen arbejder med tilgængeliggørelse af forskellige korttemaer med udtræk fra Jupiter-databasen, som udføres hovedsagelig i år 2010 og 2011. Produkterne søges gjort tilgængelige for alle via web-tjenester.

Kategori 2 - Arealudpegninger jf. Dataansvarsaftalen (Miljøportalen, 2011) omfatter datasæt vedrørende Generelle indsatsområder, OSD/OD, Nitratfølsomme indvindingsområder, Indsatsområder med hensyn til specifikke stoffer (i dag nitrat) samt Indvindingsoplande (ansvaret for opdateringen af indvindingsoplande uden for kortlægningsområderne ligger ved kommunerne). OSD/OD samt Nitratfølsomme indvindingsområder findes p.t. på Miljøportalen, og de øvrige forventes på sigt at kunne lagres/præsenteres samme sted. Miljøportalen har faciliteter til online ajourføring af data, og det forventes at Miljøcentrene i løbet af 2010 vil benytte denne adgang.

Opsamlingen af **Kategori 3 - Hydrogeologiske data** skal indledes med en planlægning af dataopsamling, som baseres på aftaler med de enkelte miljøcentre om fremskaffelse af data fra kortlægningens start og frem til kortlægningen slutter i år 2015.

Samlingen af de hydrogeologiske temaer tager sit udgangspunkt i kortlægningens data, men skeler samtidig til behovet i forbindelse med forvaltningen af basisanalyse, vandplaner, kontrol og overvågning, og efterfølgende mulighed for vedligehold og opdatering. Det, at kortlægningen er startet for flere år siden i de tidligere amter og fuldføres af en anden instans, By- og Landskabsstyrelsen/Naturstyrelsen, gør, at der skal tages stilling til den nødvendige "homogenisering" af data (Mielby, S & Møller, R. R, 2008).

Samlingen af de hydrogeologiske data skal endvidere tage sit udgangspunkt i de udarbejdede programmer, databaser og vejledninger, og de første elementer vil være grundvandsmagasinernes udbredelse og beliggenhed i forhold til boringsindtag og modellag, herunder anvendelse af modeldatabasen og Geoscene3D.

Projektplanlægningen for de 3 kategorier vil løbende blive omsat til forslag til handlingsplaner, som successivt besluttes af styregruppen for Den nationale grundvandskortlægning.

Aktivitet

I 2010 blev det første edb-værktøj færdigt (Trin 1 WMS/WFS temaer) og vel modtaget, og det næste (indtagstabellen) er i fuld gang med at blive udviklet, jf. afsnit 3.3.2.

På Miljøportalen er der i 2010 etableret 2 nye arealanvendelsestemaer med seneste viden om henholdsvis Drikkevandsinteresser (OSD/OD) og Nitratfølsomme indvindingsområder. Der er afholdt kursus i indberetning af data til Danmarks Arealinformation, men indberetningen er stadig ikke fuldt implementeret.

Et væsentligt led i Arealudpegningerne er at vedligeholde et aktuelt tema med kortlægningsområder, der inkluderer tidsplanen for kortlægningen udførelse, og som opdateres og vedligeholdes af Projektsekretariatet. GIS-arbejdsgruppen har i 2010 truffet aftale om praksis for vedligehold af temaet for den geografiske udbredelse af kortlægningsområderne, som skal følge arbejdet i forbindelse med vandplanlægningen.

Der er igangsat arbejde med Tema med grundvandsmagasiner, hvor pilotfasen er påbegyndt. I 2010 er der udarbejdet udkast til datastruktur og rumlig afgrænsning af grundvandsmagasiner, som skal testes af og forelægges relevante kompetencenet i 2011.

Væsentlige resultater for grundvandskortlægningen

Når grundvandskortlægningen er slut med udgangen af år 2015, så er det vigtigt at der foreligger samlede resultater på kortform, som kan tilgås af myndighederne.

Et væsentligt element for fremdriften ved etablering af det samlede kortgrundlag er, at data er opsamlet og tilgængelige. Derfor er der iværksat en systematisk opsamling af resultaterne af kortlægningsprojekterne, se afsnit 6.3.2. Det første skridt er således taget med henblik på at sikre, at alle GIS-data bliver tilgængeliggjort.

6. Dataarbejde for Naturstyrelsens enheder

GRUK har i forskellige sammenhænge deltaget i dataarbejde for miljøcentre. Dette har primært været inden for følgende områder:

- Fortsat redning af data fra amternes databaser
- Dataredning fra grundvandskortlægningen
- Bistand til miljøcentrenes igangværende arbejde med jordprøver

6.3.1 Fortsat dataredning fra amterne

I forbindelse med kommunalreformen blev amternes boringsdatabaser overført til GEUS' Jupiterdatabase. Selv om amternes boringsdatabaser i princippet kun forelå på to databaseformater (GeoGIS2000 og GeoEnviron), har der i praksis været stor forskel på, hvordan amterne brugte deres databaser. Dette har medført, at miljøcentre i løbet af 2007 har måttet erkende, at der i den første automatiserede overførsel i høj grad manglede data, især inden for grundvandskemi og pejledata. Det har blandt andet vist sig ved, at forskelle i den måde pejlepunkter repræsenteres i henholdsvis Jupiter-databasen og i amternes databaser vanskeliggjorde overførsler af pejlinger fra nogle amter.

Aktivitet

GRUK deltager i Jupiters arbejdsgruppe, og har i forlængelse heraf blandt andet arbejdet med indlæsning af udvalgte, manglende data fra amternes grundvandsdatabaser.

På grund af disse forskelle har det i anden omgang været nødvendigt at gennemgå og udtrække manglende data fra de enkelte amtsdatabaser med individuelt tilpassede forespørgsler. Endvidere har det vist sig i nogle tilfælde ikke at være praktisk muligt at repræsentere pejlinger foretaget med skiftevis brug af forskellige pejlepunkter. I disse tilfælde har pejlingerne alene måttet overføres som målte vandspejlskoter uden reference til et pejlepunkt. Da ikke alle data har kunnet overføres til Jupiter, hverken direkte eller ved en entydig omformatering, har GEUS bibeholdt kopier af amternes databaser (ultimo 2006), og det vil i særlige tilfælde fortsat i de kommende år være muligt at finde frem til eventuelt manglende data i disse.

I 2009 blev anden runde af den systematiske dataredning fra amternes databaser færdiggjort. Da der i denne automatiserede inddatering ikke kunne tages højde for alle ting, kunne der muligvis blive behov for ekstra redning af specifikke datasæt.

I en række tilfælde har GRUK i 2010 efter henvendelse foretaget en specifik databehandling og indlæsning i Jupiter. Blandt disse dataredninger kan nævnes:

- A) Geologiske jordprøvebeskrivelser fra Århus Amt for en række borer hvor der ikke forelå bedre beskrivelser i Jupiter
- B) Rettelse af pejlereferencer fra et stort datasæt fra Ribe Amt
- C) Indlæsning af supplerende grundvandskemiske analyser fra Fyns Amt.

Endvidere har GRUK for Århus Kommune indlæst en stor mængde pejledata fra det tidligere Århus Kommunale Værker.

6.3.2 Databehandling fra grundvandskortlægningen

Hydrogeologiske GIS-data er ikke hidtil blevet opsamlet systematisk på landsplan. Da det endvidere har vist sig, at der - som følge af omstrukturering og manglende databaser - udestår indberetning af grundvandskortlægningens øvrige data, er der i 2010 opstartet en systematisk kontrol af, om alle data er indberettet.

Aktivitet

Det er aftalt, at eksisterende allerede afsluttede kortlægninger opsamles i løbet af 2011 og 2012, og at dataafrapporteringen fremover skal opsamles løbende i takt med færdiggørelsen. I 2010 har GRUKs opgaver for en stor dels vedkommende bestået af dialog med enhederne som forberedelse af opsamlingen af data fra de allerede afsluttede kortlægninger.

Til styring af dataopsamlingen er der udarbejdet et oversigtsskema for kortlægningsområderne (figur 6.1) med en tilhørende vejledning. Der er desuden udarbejdet en tilhørende mappestruktur, således at alle data, der ikke er arkiveret i de officielle databaser, bliver samlet ét sted efterhånden som dataopsamlingen skrider frem. Der vil senere blive taget stilling til evt. nødvendig homogenisering og indlæsning af tabeller mv.

Stamkort v. 2011.01.10											
Område		Underområde		Ansvarlig (init.)							Stamkortet bruges til at få oversigt over indberetning af de data, der indsamles i forbindelse med grundvandskortlægningen. Der bruges et stamkort pr. kortlægning. Alle hvide felter skal som udgangspunkt udfyldes.
Navn område		Ansvarlig m/nd		Start opsamling		Slut opsamling					
Tema	Data lagres normalt	Status kortlægnings-data? (J/afsluttet/ Tilkrævet udførelse)	Info om datafil (Fil / GIS / ID p.s. / Hydraul. Model)	Tilladt datatype	Info om rapport (Fil / ID / rapport / b)	Hvis Tidskrævende, så skån på (Timer)	Indsendt af (Standardiseret data-lagring / info / mc)	Godkendt af MC (ZZZZmmdd)	Kontakt MC (PRV/E)	Kommentar indhold og kvalitet (Udfyld her hvis ingen af de tilknyttede data)	
BORINGSDATA											
Boringer	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Lokaliseringdata	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Udv. jordprøvebeskrivelse	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Pejlinger	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Præpumpaløjer	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Vandsølvstyr	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Alkalisitet	Direkte i Jupyter	N		Punktdata							
Statistiske analyse	Fil lagret på MIM?	N		Punktdata							
GEOFYSIK											
	Direkte i GERDA	N		Punktdata							
HYDROGEOLOGI											
Mtadata beskrivelse	Fil lagret på MIM?	N		Pdf							
Kortlægnings udførelse	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner							
Magselinde	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner							
Magselinde Top/bund	GIS lagres på MIM?	N		Grid/Konturlinier							
Dæklagtykkelse, uspec	GIS lagres på MIM?	N		Grid/Konturlinier							
Dæklagtykkelse, magselinde	GIS lagres på MIM?	N		Grid/Konturlinier							
Potentialkort, uspec.	GIS lagres på MIM?	N		Grid/Konturlinier							
Potentialkort, magselinde	GIS lagres på MIM?	N		Grid/Konturlinier							
Pejle- og sætteløser	Lagret på MIM?	N		Punktdata							
Grundvandsstands omr.	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner							
Udstrækningsområder	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner/Grid/Konturlinier							
RAPPORTDB / MODELDB											
Geol model i Modeldatabase	Direkte i Modeldb	N		Grid							
Hydrostrat model i Modeldb	Direkte i Modeldb	N		Grid							
Hydrologisk model i Modeldatabase	Direkte i Modeldb	N		Zip-fil							
Rapport i Rapportdatabase	Direkte i Rapportdb	N		Pdf							
AREALUDPEGNINGER											
Indvædningsoplade, afgrænsning	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner/Grid							
Indvædningsoplade, grundv.dannende	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner/Grid							
Nitratafsløsnings indvædningsoplade	Direkte i DA1	N		Polygoner							
Indvædningsoplade mht nitrat	Direkte i DA1	N		Polygoner							
Pfud afsløsnings indvædningsoplade	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner							
Indvædningsoplade mht pesticider	GIS lagres på MIM?	N		Polygoner							
Drikkevandsområder	Direkte i DA1	N		Polygoner							
ØVRIGE DATA											
	Lagret på MIM?	N		Punkt/Polygon/Grid/Konturlinier/Pdf							

Figur 6.1 Eksempel på det stamkort, som oprettes og udfyldes for hvert af kortlægningsområderne.

6.3.3 Bistand til miljøcentrenes igangværende arbejde med jordprøver

Ud over den datakontrol, der foretages i forbindelse med Jupiter (borearkivet), Rapportdatabasen, Modeldatabasen og Gerda, så bidrager GEUS med aktiviteter vedrørende inddatering af jordprøvebeskrivelser.

Inddatering af geologiske prøvebeskrivelser foretaget i felten

I de tilfælde hvor der ved Naturstyrelsens undersøgelsesboringer udføres geologisk prøvebeskrivelse i felten, og dette gøres efter Geo-Vejledning 1, er det aftalt at disse prøvebeskrivelser efter kvalitetssikring indlæses i Jupiter og danner grundlaget for den endelige prøvebeskrivelse, som GEUS foretager. Det er samtidig aftalt at der ikke behøver at indsendes prøver for hver meter, men blot repræsentative prøver i henhold til "Brøndborerbekendtgørelsen".

Aktivitet

GEUS har i 2010 udarbejdet IT-faciliteter til indberetning af data fra felten. Disse omfatter dels et eksternt indtastningsmodul, hvor man lokalt kan indtaste beskrivelserne udført efter Geo-vejledningen under anvendelse af de koder, der benyttes i Jupiter. Endvidere er der udarbejdet software til intern kvalitetssikring og endelig indlæsning i Jupiter. Systemet blev i sidste del af 2010 testet data leveret af flere eksterne rådgivere og er på et informationsmøde i februar 2011 præsenteret for de rådgivere og brøndborere, der er prækvalificeret til grundvandskortlægningen.

Beskrivelse og tolkning af boreprøver m.m.

Medarbejdere fra GRUK har i 2010 løbende – som en del af GEUS fagdatacenteropgave - deltaget i beskrivelse og tolkning af jordprøver i GEUS Boreprøvelaboratoriet i København. Endvidere er der i 2010 også etableret mulighed for også at foretage geologisk prøvebeskrivelser og inddatering i Århus.

Aktivitet

Arbejdet har i 2010 primært omfattet beskrivelse af prøver fra grundvandskortlægningen i dialog med medarbejdere med fra Naturstyrelsens lokale enheder. En del af dette arbejdet har omfattet kvalitetssikring af eksterne beskrivelser ud fra indsendte prøver. Dette er sket i løbende dialog med de lokale feltgeologer.

7. Vejledninger, standarder og formidling

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af det arbejde der har pågået i 2010 i forbindelse med udarbejdede vejledninger. Endelig beskrives de aktiviteter, som GEUS har haft med formidling af viden – ud over det arbejde, der udføres i forhold til Naturstyrelsens enheder og i Geofysiksamarbejdets regi.

7.1 Geo-vejledninger og vejledninger

I forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning har GEUS etableret en række særudgivelser, benævnt Geo-vejledninger, som specielt retter sig mod grundvandskortlægning. Ud over disse udgives, hvor der er tale om mindre vejledninger eller specifikke tilfælde, også særudgivelser eller mindre notater.

En komplet liste over vejledninger og publikationer kan ses i bilaget bagest i Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010.

For en komplet oversigt over vejledninger, anvisninger og anbefalinger udarbejdet i Geofysiksamarbejdets regi henvises til Geofysiksamarbejdets hjemmeside (Geofysiksamarbejdet, 2011).

7.3.1 Opfølgning på Geo-vejledning om kemisk kortlægning

I regi af kompetence-netværket for kemi er der afholdt kursus i Almen grundvandskemi udført af Alectia i november 2010 for medarbejdere i Naturstyrelsen. Der er i 2011 planlagt opfølgende kursus i kemisk kortlægning for medarbejdere i Naturstyrelsen, hvor fokus vil være på brug af Geo-vejledning 6 om kemisk grundvandskortlægning (Hansen, B. m.fl. 2009).

7.3.2 Opfølgning på Geo-vejledning om sårbarhed

Siden 2000 har Zonerings-vejledningen fra Miljøstyrelsen dannet grundlaget for udpegningerne og vurdering af nitratsårbarheden i forbindelse med den nationale grundvandskortlægning (MST,2000).

GEUS udarbejdede i 2008 i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen rapporten "Status for udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat, Amternes arbejde" (Hansen, B. m.fl., 2008). Rapporten identificerede et behov for forenkling, ensartning og afklaring af de anvendte begreber og fremgangsmåder på området, og derfor udarbejdede GEUS i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen efterfølgende Geo-vejledning 5 - Vurdering af grundvandsmagasiners nitratsårbarhed" (Hansen, B. m.fl., 2009). I vejledningen præciseres retningslinjerne fra Zonerings-vejledningen ved hjælp af en række anbefalinger.

Nitratsårbarhed og udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat har været genstand for diskussion både i kompetencenetværket for kemi og under flere indlæg senest på ATV vintermøde-mødet i marts 2011. Diskussionerne har drejet sig om, hvorvidt procedurerne for vurderingerne og udpegningerne bliver fortolket forskelligt.

7.3.3 Geo-vejledning om god praksis i hydrologisk modellering

Der er i 2010 udarbejdet en geo-vejledning i hydrologisk modellering til grundvandskortlægning i samarbejde mellem GEUS, miljøcentrene og rådgivere (Refsgaard, J.C. m.fl., 2010). Geo-vejledningen har til hensigt at sikre et tilstrækkeligt fagligt niveau i løsningen af grundvandsmodelleringen samt at resultaterne bliver baseret på et mere ensartet grundlag i de forskellige modelleringsprojekter, som det beskrives i Administrationsgrundlaget (BLST, 2009).

Projektet er gennemført med et opstartsmøde i januar 2010, hvor projektgruppen og følgegruppen har fastlagt geo-vejledningens struktur og indhold. I marts 2010 er der afholdt en workshop hvor to rådgivere og to miljøcentermedarbejdere har udført peer review, og rapportudkastet er diskuteret med det mål at gøre vejledningen operationel.

7.3.4 Geo-vejledning i kortlægning af kalkmagasiner

Kalkmagasinerne i Danmark har en oprindelse og dannelseshistorie som en mange millioner år gammel marin bjergart, der er cementeret i varierende grad og som har været udsat for tektoniske påvirkninger af forskellig art. Dermed adskiller kalken sig væsentligt fra f.eks. kvartære sandmagasiner og i forbindelse med kortlægning af kalkmagasiner skal man være særligt opmærksom på følgende specielle hovedproblemstillinger:

- De hydrogeologiske egenskaber i kalken adskiller sig typisk væsentligt fra de overliggende lag og der kan være markant forskellige hydrogeologiske egenskaber i de forskellige kalktyper
- I forbindelse med kalkmagasiner optræder ofte saltvandsproblemer relateret til residualt saltvand
- Strømningsforholdene i kalken er ofte sprækkedominerede og påvirkede af lagdeling og strukturer
- Der optræder en række naturligt forekommende problemstoffer i kalken som følge af dens oprindelse og sammensætning af mineraler

Da der ikke findes en samlet litteratur, som kan vejlede om kortlægning af kalkmagasinerne i Danmark, blev det efter en temadag om emnet i juni 2009 foreslået at GEUS skulle samle erfaringerne i form af udarbejdelse af en geo-vejledning. Projektet blev vedtaget primo 2010, hvorefter GEUS projektgruppen afholdt et opstartsmøde for at fastlægge geo-vejledningens struktur og indhold med henblik på at gøre den mest mulig operationel. I marts 2010 kommenterede følgegruppen projektbeskrivelse og udkast til disposition for

vejledningen, og herefter har GEUS gennemført skrivearbejdet i løbet af 2010. Primo 2011 er vejledningen sendt til kommentering hos følgegruppen.

Vejledningens formål er at give overblik over væsentlige elementer ved kortlægning af kalkmagasiner og gennem anbefalinger være med til at sikre en ensartet tilgang til kalkkortlægning i hele landet. Vejledningen skal dermed ses som et supplement, med særligt fokus på kalk, til de øvrige geo-vejledninger udarbejdet i forbindelse med den nationale grundvandskortlægning.

7.2 Koordinerende aktiviteter og formidling

For at sikre, at GEUS' kompetencer og viden omkring vand bringes i spil, og erfaringer udveksles i forhold til offentlige myndigheders og private virksomheders videnbehov inden for grundvandskortlægning, afholder GEUS temamøder og deltager aktivt i en række netværk.

7.3.1 Temamøder

I 2010 afholdt GEUS to temamøder med henblik på at forbedre udnyttelsen af data fra geofysikdatabasen GERDA i forbindelse med geologisk modellering. Deltagerkredsen på omkring 35 var på begge møder optimalt sammensat med både geofysikere og geologiske modellører og samtidig var der fin fremmøde fra de involverede konsulentfirmaer, Naturstyrelsens kontorer, Århus Universitet og GEUS.

Præsentationer og resume fra de to møder kan ses på Gerdadatabasens hjemmeside www.geus.dk/gerda under referat_20100423_geologisk_modellering og referat_20100923_geologisk_modellering

I regi af kompetencenetværket for kemi er der afholdt temamøde om sammentolkning i oktober 2010 hos GEUS i Århus med deltagere fra flere af Naturstyrelsens faggrupper i grundvandskortlægningen. Præsentationer og resume fra mødet kan ses på GEUS' grundvands-hjemmeside på www.grundvandskortlaegning.dk under //udviklingsamarbejde/kursus_temadage.

Blandt resultaterne fra mødet var tilkendegivelser af et behov for en kagebog eller tjekliste om sammentolkning af data i form af en eksempelsamling af forskellige vellykkede sammentolkninger under forskellige hydrogeologiske forhold. Ligeledes blev nævnt, at der er et behov for at inddrage kemien og hydrologien mere i grundvandskortlægningen i forhold til sammentolkning til de andre datatyper. Som opfølgning på temamødet vil der i 2011 blive gennemført et projekt om sammentolkning.

7.3.2 Deltagelse i ATV

GEUS sidder i bestyrelsen for ATV-fonden for Jord og Grundvands bestyrelse og deltager i planlægning og gennemførelse af utallige møder. Fra denne position har GEUS mulighed

for at integrere GEUS' ekspertise med de konkrete opgaver, der udføres på vandområdet bredt, fra specialistmøder om modellering i kalk, til brede møder om generel grundvandsbeskyttelse, og neden for nævnte møde om pejledata. Workshops på vintermødet og almindelige temamøder giver en god platform for formidling af resultater, inspiration og feedback for det arbejde, GRUK udfører på kortlægningen, med vejledninger og med overvågningen mv.

ATV vintermøde 2010

I marts 2010 deltog GEUS med adskillige indlæg på ATV vintermødet, hvor kortlægningens resultater og vejledninger blev præsenteret. Blandt andet var der en fagsession om "Den nationale grundvandskortlægning – status og adgang til kortlægningens resultater" og en hel workshop med kemisk kortlægning. Et andet spor i mødet var "Fra statslig kortlægning til kommunal beskyttelse", med fokus på anvendelse af kortlægningen i kommunerne. Et tredje spor i mødet var "Nyeste landvindinger i geofysikken. Erstatte de traditionelle metoder af SkyTEM", hvor der var fokus på implementering og fordele ved metodeudviklingen inden for geofysik i forhold til grundvandskortlægningen. På ATV-møderne er der deltagelse af såvel Naturstyrelsens grundvandsenheder, kommuner som rådgivere og analyselaboratorier.

Relevante ATV møder i 2010 for grundvandskortlægningen

- Vandindvinding i byer, kvalitets- og kvantitetsproblemer. 19. maj 2010.
- Datastrømme, dataansvarsaftalen kvalitetssikring og samarbejde, 30. november 2010.

Det sidste møde havde stor relevans for grundvandskortlægningen, idet grundvandskortlægningen genererer mange data og tillige har stor behov for anvendelse af data indsamlet af kommuner og regioner.

7.3.3 Deltagelse i DGF

Claus Ditlefsen er medlem af Dansk Geologisk Forenings bestyrelse og har i 2010 blandt andet været med til at planlægge flere fagmøder med indlæg om grundvandskortlægning.

7.3.4 Jupiter følgegruppen

Claus Ditlefsen har deltaget i arbejdsgruppen for Jupiter databasen.

8. Perspektiver i forhold til andre anvendelser

Selvom Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010 primært omhandler GEUS' bidrag til Den nationale grundvandskortlægning, er det også vigtigt, at resultaterne af grundvandskortlægningen kan anvendes i vandressourceforvaltningen og til andre opgaver efterfølgende.

GEUS ser følgende forhold som væsentlige i forhold til kortlægningen:

Overvågning og kortlægningen

Overvågningen og kortlægningen kører uafhængigt af hinanden, men specielt omkring inddragelse af borer, konkrete faglige resultater og projektet omkring nøgletabel er der store fælles interesser. Projektet om etablering af en indtagstabel (jf. afsnit 3.3.2) er således etableret, så det også kan anvendes til overvågningens opgaver.

I forbindelse med revisionen af overvågningsprogrammet skal stationsnettet revideres for at kunne tilfredsstille kravene i vandrammedirektivet og grundvandsdirektivet, og dermed dække behovene i forhold til vandplanarbejdet. Dette indebærer øget brug af modellering og anvendelse af modelresultater i forhold til optimering af pejlestationernes placering. Den nationale grundvandskortlægning kan bidrage med borer og geologisk information mv. til understøttelse af bedre modeller, der igen kan understøtte et optimeret design af stationsnet. Derudover kan et udvalg af borerne fra kortlægningen genbruges i den fremtidige overvågning.

DK-modelleringen er i dag bundet op i forhold til overvågningen. Det er i den sammenhæng vigtigt at få opsamlet grundvandskortlægningens resultater i forhold til opdatering af DK-modellen. Det er derfor ekstra vigtigt, at der følges op på indberetningen af geologiske modeller til af modeldatabasen. Dokumentation af modellerne er ligeledes vigtige for det videre arbejde med indlægning af kortlægningens resultater.

Vandplanerne og kortlægningen

Der arbejdes hen mod, at vandplanerne og kortlægningen kan integreres bedre. Dels kan de undersøgelsesboringer, der etableres i forbindelse med kortlægningen, indgå i vandplanarbejdet, og dels kan redskaberne til udarbejdelse af en national indtagstabel bidrage til, at der kan etableres en mere homogen og effektiv dataindsamling, analyse og opfølgning. Endelig kan bidraget til DK-modelleringen give forbedret modellering til planlægning.

Naturstyrelsens øvrige programområder og kortlægningen

I forhold til Sundt miljø - nu, i hverdagen og i fremtiden, 2009-2012 skal det bemærkes, at videnopbygning og standarderne i kortlægningen har stor indflydelse på følgende områder:

- Opbygning, anvendelse og formidling af viden om de sammenhænge, der har betydning for udnyttelsen og beskyttelsen af dansk grundvand og befolkningens drikkevandsforsyning.
- Etablering af en bedre forståelse af samspillet mellem grundvand og overfladevand.

- Forbedret viden om transport og omsætning af pesticider og andre miljøfremmede stoffer i vandkredsløbet.
- Metodeudvikling vedrørende trendanalyser inden for grundvandskvalitet, jfr. Vandrammedirektivet
- Udbygning af det metodiske grundlag for udpegning af nitratfølsomme arealer.
- Bistand til regionerne, kommunerne og vandforsyninger med grundvandskortlægning, grundvandsmodellering og rådgivning inden for forureningskortlægning

Indberetning til EU og kortlægningen

Etablering af en national indtagsmodel (en digital nøgletabel, der kobler oplysninger om grundvandsforekomster/-magasiner, grundvandskemi og boringsudbygning) vil forbedre muligheden for indberetning af data ud over overvågningsdata til EU.

De fællesoffentlige databaser og kortlægningen

GEUS' databaser Jupiter (for borings-, grundvands- og drikkevandsdata), GERDA (for landgeofysiske data) Rapportdatabasen (for afrapportering af undersøgelser) og Modeldatabasen (for geologiske modeller) bruges i høj grad af eksterne brugere blandt andet som en del af de fællesoffentlige løsninger under Danmarks Miljøportal.

Jupiter-databasen er den fællesoffentlige database for boringer, grundvand og drikkevand. Sagsbehandlere i blandt andet kommunerne arbejder online på databasen.

I forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning vil der i 2011 blive arbejdet videre med at anvendeliggøre GEUS' databaser for Naturstyrelsens enheder, blandt andet ved udvikling af en række web-tjenester til Jupiter-databasen, udvikling af en indtagstabel, udbygning af den geofysiske database GERDA og optimerede indberetnings- og udtræksfaciliteter. Det er klart, at disse aktiviteter også vil understøtte regioner og kommuners forvaltning på vandområdet.

Landsdækkende GIS-temaer og kortlægningen

I den nationale kortlægning tages der udgangspunkt i en opsamling af kortlægningens resultater, det vil sige primært korttemaer inden for OSD. Det er planlagt, at denne opsamling fortsætter frem til og med 2015.

Når projektet er færdigt, og kortlægningerne er samlet fra kortlægningsområderne, vil der ligge et betydeligt digitalt kortværk, der vil være tilgængeligt for alle.

For flere af kortlægningens temaer er der efter Den nationale grundvandskortlægnings færdiggørelse ikke taget stilling til vedligehold, kvalitetssikring og opdatering efter denne periode. Derfor er der behov for, i god tid inden kortlægningens afslutning, at der træffes aftaler herom.

I 2009 er EU's INSPIRE-direktiv implementeret i dansk lov, og det vil stille krav til GEUS om tilgængeliggørelse af geologiske data på nye former. Det er endnu uafklaret, hvilken indflydelse det vil få på kortlægningens GIS-produkter.

9. Referencer

Dette afsnit indeholder en oversigt over de vejledninger, artikler og rapporter, der er refereret til i Den nationale grundvandskortlægning - Faglige resultater fra GEUS 2010.

BLST, 2009.

Administrationsgrundlag for Miljøministeriets afgiftsfinansierede kortlægning.

<http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/5ECB26CC-9720-4EA2-B82E-B4BD5F07F913/90910/AdministrationsgrundlagEndelig010709.pdf>, 75 pp.

Geofysiksamarbejdet, 2009.

SSV-konceptet - baggrund, anvendelse og eksempler, 56 pp.

http://www.hgg.geo.au.dk/Rapporter/SSV_rapport.pdf

Geofysiksamarbejdet, 2010.

Geofysiksamarbejdets årsrapport, 2010.

http://www.hgg.geo.au.dk/archive/styregruppen/Aarsrapport_for_Geofysiksamarbejdet_2010_ver04EA.pdf, 15 pp.

Geofysiksamarbejdet, 2011.

Geofysiksamarbejdets hjemmeside. <http://geofysiksamarbejdet.au.dk/>

GEUS, 2010a.

Grundvandskortlægningens hjemmeside. www.grundvandskortlaegning.dk

Hansen, B., Iversen, C.H., Nielsen, A.M. & Søndergaard, V., 2008.

Status for udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder med hensyn til nitrat. Amternes arbejde. Særudgivelse fra GEUS, 47 pp.

Hansen, B., Iversen, C.H., Nielsen, A.M. & Søndergaard, V., 2009a.

Vurdering af grundvandsmagasiners nitratsårbarhed. Geo-vejledning 5, 38 pp.

Hansen, B., Mossin, L., Ramsay, L., Thorling, L, Ernsten, V., Jørgensen, J. & Kristensen, M., 2009b. Kemisk grundvandskortlægning.

Geo-vejledning 6, Særudgivelse fra GEUS, 112 pp.

Henriksen, H.J., Iversen, C.H. & Wernberg, T. 2010.

Usikkerheder på indvindings- og grundvandsdannende oplande. Delprojekt 3 om oplande

Iversen, C. H., Lauritsen, L. U., Nyholm, T. & Kürstein, J., 2008.

Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande (Del 1). Vejledning i oplandsberegninger i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning.

Geo-vejledning 2, Særudgivelse fra GEUS, 107 pp.

Iversen, C. H., Wernberg, T. & Nyholm, T., 2009.

Test af Analytiske Element modeller (AEM) sammenlignet med den numeriske metode til udpegning af indvindingsoplande.

Særudgivelse fra GEUS. 66 pp.

Iversen, C.H., Trolborg, T., Møller, R.R. 2010.

Dynamiske og stationære oplandsberegninger udført med tre semi-syntetiske modeller. Delprojekt 2 om oplande. Særudgivelse fra GEUS, 91 pp.

- Jørgensen, F. & Sandersen, P., 2009.
Kortlægning af begravede dale i Danmark, opdatering 2007-2009. Geological Survey of Denmark and Greenland - GEUS. Særudgivelse fra GEUS, 374 pp.
- Kristensen, M., Vangkilde-Pedersen, T. & Rasmussen, E.S. 2010.
Miocæn 3D - Den rumlige geologiske model.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/91, 47 pp.+ 48 Bilag
- Mielby, S. & Møller, R. R., 2008.
Den nationale grundvandskortlægning i Danmark. Status 2007.
Særudgivelse fra GEUS, 58 pp.
- Mielby, S., Mahrt, J., Wiene Jensen, C. 2009c
Kobling af boringernes indtag til DK-modellens lag og til grundvandsforekomster.
Særudgivelse fra GEUS, 54 pp.
- Miljøportalen, 2011.
Dataansvarsaftalen, <http://www.miljoportal.dk/Myndigheder/Dataansvarsaftalen/>
- Miljøstyrelsen, 2000.
Zonering, Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen.
Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 3, 2000. 153 pp.
<http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2000/87-7944-132-7/pdf/87-7944-133-5.pdf>
- Møller, R.R. & Jørgensen, F. 2011.
3D geologisk model for Egebjerg.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2011/37, 95 pp.
- Refsgaard, J.C., Trolborg, L., Henriksen, H.J., Højberg, A.L., Møller, R.R. & Nielsen, A.M. 2010.
God praksis i hydrologisk modellering.
Geo-Vejledning 7. Særudgivelse fra. GEUS, 56 s.
- Vangkilde-Pedersen, T. 2010.
Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogging i forbindelse med den afgiftsfinansierede grundvandskortlægning.
[<http://gk.geus.info/grundvandskortlaegning/kravspec/geofysik/logging.html>].
GEUS. København, 21pp.



*Dania kalkgrav ved Mariager Fjord. Foto:
Peter Roll Jakobsen.*

Bilag. Oversigt over publikationer

Dette bilag indeholder en oversigt over udarbejdede vejledninger og rapporter fra GRUK. Desuden er der en oversigt over udarbejdede artikler fra 2010.

Udarbejdede vejledninger

GEUS, 2009.

Indberetning til GEUS af ældre data under trin 1 af grundvandskortlægningen.

GEUS notat, 5 pp. http://gk.geus.info/xpdf/indberetning-af-gamle-data_sept09.pdf

Ditlefsen, C., Sørensen J., Pallesen, T. M., Pedersen, D., Nielsen, O. B., Christiansen, C., Hansen B. og Gravesen P., 2008.

Jordprøver fra grundvandsboringer. Vejledning i udtagning, beskrivelse og geologisk tolkning i felten.

Geo-vejledning 1, Særudgivelse fra GEUS, 135 pp.

Hansen, B., Iversen, C.H., Nielsen, A.M. & Søndergaard, V., 2009.

Vurdering af grundvandsmagasiners nitratsårbarhed.

Geo-vejledning 5, Særudgivelse fra GEUS, 38 pp.

Hansen, B., Mossin, L., Ramsay, L., Thorling, L, Ernsten, V., Jørgensen, J. & Kristensen, M., 2009b. Kemisk grundvandskortlægning.

Geo-vejledning 6, Særudgivelse fra GEUS, 112 pp.

Iversen, C. H., Lauritsen, L. U., Nyholm, T. & Kürstein, J., 2008.

Udpegning af indvindings- og grundvandsdannende oplande (Del 1). Vejledning i oplandsberegninger i forbindelse med Den nationale grundvandskortlægning.

Geo-vejledning 2, Særudgivelse fra GEUS, 107 pp.

Jørgensen, F., Kristensen, M., Højberg, A., L., Klint, K.E.S., Hansen, C., Jordt, B. E., Richardt, N. & Sandersen, P., 2008.

Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering.

Geo-vejledning 3, Særudgivelse fra GEUS, 177 pp.

Jørgensen, L. F., Sandersen, P., Sørensen, J., Troldborg, L., Ditlefsen, C., Højberg, A. H., Møller, R. R., & Iversen, C. H., 2009.

Dokumentation af informationer om modeller – sikring af fremtidig genanvendelse.

GEUS rapport 2009/87, 32 pp.

<http://www.geus.dk/geuspage-dk.htm?http://www.geus.dk/modeldb/>

Mielby, S., Ditlefsen, C. og Olesen, H., 2009.

Potentialekortlægning. Vejledning i udarbejdelse af potentialekort.

Geo-vejledning 4. Særudgivelse fra GEUS. 70 pp.

Refsgaard, J.C., Troldborg, L., Henriksen, H.J., Højberg, A.L., Møller, R.R. & Nielsen, A.M. 2010:

God praksis i hydrologisk modellering.

Geo-Vejledning 7. Særudgivelse fra. GEUS, 56 s.

Udarbejdede særudgivelser / rapporter

- Christiansen, A.V. & Søndergaard, V., 2009.
Generel verificering af luftbårne TEM-systemer.
General verification of airborne TEM-systems.
Notat (både dansk og engelsk version) fra GEUS, 6 pp
Geofysiksamarbejdet, 2009.
SSV-konceptet - baggrund, anvendelse og eksempler, 56 pp.
http://www.hgg.geo.au.dk/Rapporter/SSV_rapport.pdf
- Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M. 2010:
Low - and intermediate radioactive waste from Risø, Denmark. Location studies for potential disposal areas. Report no.2. Characterization of low permeable and fractured sediments and rocks in Denmark.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/123, 65 pp.
- Gravesen, P., Nilsson, B., Pedersen, S.A.S. & Binderup, M. 2010:
Low- and intermediate level radioactive waste from Risø, Denmark. Location studies for potential disposal areas. Report no. 1. Data, maps, models and methods used for selection of potential areas.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/122, 47 pp.
- Hansen, B., Iversen, C.H., Nielsen, A.M. & Søndergaard, V., 2008.
Status for udpegning af nitratfølsomme indvindingsområder og indsatsområder mht. nitrat. Amternes arbejde.
Særudgivelse fra GEUS, 47 pp.
- Henriksen, H.J., Iversen, C.H. & Wernberg, T. 2010:
Usikkerheder på indvindings- og grundvandsdannende oplande. Delprojekt 3 om oplande
- Iversen, C. H., Wernberg, T. & Nyholm, T., 2009.
Test af Analytiske Element modeller (AEM) sammenlignet med den numeriske metode til udpegning af indvindingsoplande.
Særudgivelse fra GEUS. 66 pp.
- Iversen, C.H., Trolborg, T., Møller, R.R. 2010.
Dynamiske og stationære oplandsberegninger udført med tre semi-syntetiske modeller. Delprojekt 2 om oplande. Særudgivelse fra GEUS, 91 pp.
- Jørgensen, F. & Sandersen 2009.
Kortlægning af begravede dale i Danmark, opdatering 2007-2009. Geological Survey of Denmark and Greenland - GEUS.
Særudgivelse fra GEUS, 374 pp.
- Kristensen, M., Vangkilde-Pedersen, T. & Rasmussen, E.S. 2010:
Miocæn 3D - Den rumlige geologiske model.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/91, 47 pp.+ 48 Bilag
- Kristiansen, S.M., Christensen, F.D. & Hansen, B., 2009.
Vurdering af danske grundvandsmagasiners sårbarhed overfor vejsalt.
Særudgivelse fra GEUS, 107 pp.

- Mielby, S. & Møller, R. R., 2008.
Den nationale grundvandskortlægning i Danmark. Status 2007.
Særudgivelse fra GEUS, 58 pp.
- Mielby, S., Mahrt, J., Wiene Jensen, C., 2009.
Kobling af boringernes indtag til DK-modellens lag og til grundvandsforekomster.
Særudgivelse fra GEUS, 54 pp.
- Mielby, S. (red.) 2010:
Den nationale grundvandskortlægning i Danmark. Faglige resultater 2009
Særudgivelse. GEUS. København, 57 s.
- Nilsson, B., Iversen, B.V., Nygaard, E., Klint, K.E.S., Greve, M.H., Jacobsen, O.S.,
Rosenberg, P., Gravesen, P., Jacobsen, P.R., van der Keur, P., Torp, S.B., Ernsten,
V. & Brüsck, W. 2010:
Særligt pesticidfølsomme lerområder: Datagrundlag og mulige veje mod zonerings
Særudgivelse. GEUS & DJF. København, 70 s. + 81 s. Bilag.
- Pedersen, S.A.S. , Sheldon, E., Friis, K. Lindgreen, H., Ditlevsen, C. & Nielsen, A.M. 2010:
Undersøgelse efter plastisk ler ved råstofgraveområdet i Ølst, Favrskov Kommune,
Region Midtjylland. Forekomsten af paleocæne og eocæne lerformationer på
Nyborggårds arealer matr. nr. 32a, Vissing, i den nordlige del af Ølst Bakker,
Midtjylland.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/70, 24 pp.
- Pedersen, S.A.S. & Gravesen, P. 2010:
Low - and intermediate radioactive waste from Risø, Denmark. Location studies for
potential disposal areas. Report No. 3. Geological setting and tectonic framework in
Denmark.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/124, 55 pp.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K., Piasecki, S., Kristensen, M. & Vangkilde-Pedersen, T.
2010:
Stratigrafisk ramme for 3D modellering af den miocæne lagserie i Danmark.
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2010/31, 158 pp.
- Thorling, L., Hansen, B., Langtofte, C., Brüsck, W., Møller, R.R., Iversen, C. & Lajer, A.H.
2010:
Grundvand, Status og udvikling 1989-2008. Særudgivelse fra GEUS, 101. 48 s
- Thorling, L., Hansen, B., Møller, R.R., Mielby, S., Langtofte, C., Brüsck, W. & Højberg, A.L.
2010:
Grundvandsovervågning Status og udvikling 1989 - 2009.
Særudgivelse, GEUS, 116 s. + 37 s. Bilag.
- Vangkilde-Pedersen, T. 2010:
Kravspecifikation for udførelse af geofysisk borehulslogging i forbindelse med den
afgiftsfinansierede grundvandskortlægning.
[<http://gk.geus.info/grundvandskortlaegning/kravspec/geofysik/logging.html>].
GEUS. København, 21pp.

Artikler i 2010

- Auken, E., Christiansen, A.V., Westergaard, J.A., Kirkegaard, C., Foged, N. & Viezzoli, A. 2009:
An integrated processing scheme for high-resolution airborne electromagnetic surveys, the SkyTEM system. *Exploration Geophysics* 40, 184-192.
- Ernstsen, V., Jakobsen, P.R. & Platen, F.v. 2010:
Et første landsdækkende redoxkort.
Vand & Jord 17 (4), 159-160.
- Gravesen, P., Ulbak, K. & Jakobsen, P.R. 2010:
Radon og radioaktivitet i danske bjergarter og sedimenter.
Geviden – Geologi og Geografi 4, 1-17.
- Hansen, B. 2010:
Kemisk grundvandskortlægning - GEO-VEJLEDNING 6.
Geologisk Nyt 2. Aarhus Universitet, s. 16.
- Hansen, B., Kristiansen, S.M. & Christensen, F.D. 2010:
Er vejsalt en trussel for grundvandet?
ATV-møde: Grundvandskvalitet. 19 maj, 2010. Odense.
ATV-Fonden for Jord og Grundvand & DTU. *ATV Jord og Grundvand*, ? s.
- Hansen, B., Thorling, L., Dalgaard, T. & Erlandsen, M. 2011:
Trend Reversal of Nitrate in Danish Groundwater - a Reflection of Agricultural Practices and Nitrogen Surpluses since 1950.
Environmental Science & Technology 45, 228-234.
- Jakobsen, P.R. 2010:
Geologisk kort over Danmark 1:50.000, Rømø. Geological Survey of Denmark and Greenland Map Series. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.
- Johannessen, P.N., Nielsen, L.H., Nielsen, L., Møller, I., Pejrup, M. & Andersen, T.J. 2010:
Architecture of an Upper Jurassic barrier island sandstone reservoirs, Danish Central Graben: implications of a Holocene-Recent analogue from the Wadden Sea. In: Vining, B.A. & Pickering, S.C. (eds): *Petroleum geology: from mature basins to new frontiers - Proceedings of the 7th petroleum geology conference*.
Petroleum Geology Conference Series 7 () Geological Society. London, 145-155.
- Jørgensen, F., Møller, R.R., Sandersen, P.B.E. & Nebel, L. 2010:
3-D geological modelling of the Egebjerg area, Denmark based on hydrogeophysical data. In: Bennike, O., Garde, A.A. & Watt, W.S. (eds):
Review of Survey activities 2009. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 20, 27-30.
- Jørgensen, F., Møller, R.R., Søndergaard, V.H., Nielsen, E., Foged, N. & Auken, E. 2010:
Perspektiver for anvendelsen af SkyTEM eksemplificeret med en storskala kortlægning af Lolland. ATV Vintermøde Jord- og Grundvandsforurening. 9-10 marts, 2010. Vingssted. ATV-Fonden for Jord og Grundvand & DTU. *ATV Jord og Grundvand*, 137-148.
- Kristensen, M., Vangkilde-Pedersen, T. & Rasmussen, E.S. 2010:
Miocæn 3D - en rumlig geologisk model.
Geologisk Nyt 5. Aarhus Universitet, 10-13.

- Mielby, S., Marth, J., Bagger, S. & Hansen, M. 2010:
GIS i grundvandskortlægningen. ATV-møde 8-9 marts, 2010. Vingsted, Vejle.
ATV-Fonden for Jord og Grundvand & DTU. Vintermøde om Jord- og grundvandsforurening, Bind I, 107-114.
- Nyboe, N.S., Jørgensen, F. & Sørensen, K.I. 2010:
Integrated inversion of TEM and seismic data facilitated by high penetration depths of a segmented receiver setup. *Near Surface Geophysics* 8, 467-473.
- Refsgaard, J.C., Højberg, A.L., Møller, I., Hansen, M. & Søndergaard, V. 2010:
Groundwater Modeling in Integrated Water Resources Management - Visions for 2020. *Ground Water* 48 (5), 633-648.
- Siemon, B., Auken, E. & Christiansen, A.V. 2009:
Laterally constrained inversion of helicopter-borne frequency-domain electromagnetic data. *Journal of Applied Geophysics* 67, 259-268.
- Siemon, B., Christiansen, A.V. & Auken, E. 2009:
A review of helicopter-borne electromagnetic methods for groundwater exploration. *Near Surface Geophysics* 7, 629-646.
- Thorling, L. & Hansen, B. & Magid, J. 2010:
Opløst organisk fosfor i grundvand?. *Vand & Jord* 17 (1), 4.
- Viezzoli, A., Munday, T., Auken, E. & Christiansen, A.V. 2010:
Accurate quasi 3D versus practical full 3D inversion of AEM data - the Bookpurnong case study. *Preview, ASEG* 12, 23-31.



*Sprækkeopmåling ved Sigerslev.
Foto: Peter Klaus Warn-Moors*



DEN NATIONALE GRUNDVANDSKORT- LÆGNING I DANMARK

Faglige resultater fra GEUS 2010

Den nationale grundvandskortlægning er indbygget i Miljømålsloven og udføres af Naturstyrelsen med GEUS som fagdatacenter for det faglige grundlag for, hvordan opgaven udføres.

Den nationale grundvandskortlægning er en detaljeret kortlægning af grundvandsressourcen med henblik på en præcis beskyttelse af grundvandet mod fremtidig forurening og afhjælpning af følger af tidligere forureninger. Kortlægningen omfatter Områder med Særlige Drikkevandsinteresser og indvindingsoplande for vandværker udenfor disse, og omfatter 40% af Danmark.

GEUS har til opgave at bistå med udviklingsprojekter, faglig koordinering og udarbejdelse af vejledninger, således at den nationale grundvandskortlægning så vidt muligt bliver udført mere ensartet, hvor der er tale om sammenlignelige problemstillinger. Arbejdet udføres i samarbejde med Naturstyrelsens grundvandsenheder.

Faglige resultater fra GEUS 2010 tager udgangspunkt i GEUS rolle som fagdatacenter for grundvand og indeholder de udførte faglige aktiviteter, hvis strategiske grundlag er fastlagt af styregruppen for grundvandskortlægningen.

Rapporten sigter på at informere om GEUS resultater/bidrag og deres betydning for grundvandskortlægningen i Danmark.