

Den nationale grundvands- kortlægning i Danmark

Status 2007

Susie Mielby og Rasmus Rønde Møller



Den nationale grundvandskortlægning i Danmark - status pr. 2007



Den nationale grundvandskortlægning i Danmark - status pr. 2007

Særudgivelse

GIS- og databehandling: Rasmus Rønde Møller og Susie Mielby
Layout: Bente Fyrstenberg Nedergaard
Forsidefoto: Randmorænelandskab ved Hald Sø / Margrethe Kristensen
Omslag: Henrik Klinge
Repro: GEUS
Oplag: 50

Juli 2008

Trykt udgave ISBN: 978-87-7871-216-5

WWW: ISBN: 978-87-7871-223-3

Rapporten kan hentes på nettet: www.geus.dk

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS
Øster Voldgade 10
DK-1350 København K
Telefon: 38142000
E-post: geus@geus.dk

Udarbejdet i samarbejde med By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet.

Indholdsfortegnelse

Formål	4
Baggrund	5
1. Kortlægningens status og fremdrift	6
Kortlægningens status	6
Kortlægningens aktuelle fremdrift	8
Ændringer i fremdriften	10
2. Afgrænsning af kortlægningsområdet	11
Udpegningen af OSD	11
Udpegning af vandværkernes indvindingsoplande	13
Løbende justeringer	14
3. De naturgivne forhold	15
Geologiske forhold	15
Kortlægningsstrategi	16
Andre forhold af betydning for kortlægningen	20
Grundvandets kvalitet og problemområder	24
4. Kortlægningens elementer	28
Zoneringsvejledningens rammer	28
Fokusering på problemområder	28
Forskelle i kortlægningen	29
Kortlægningens trin	29
Kortlægningens fremdrift og omkostninger	31
Dataarbejde	42
Løbende justeringer	44
5. Kortlægningens ydre omstændigheder	45
Den overordnede kortlægningsstrategi	45
Projektorganisering	46
Tidsplan og prioritering af kortlægning	47
ERFA-samarbejdet	48
Videnopsamling og -deling	48
Datavask	49
6. Sammenfatning af erfaringer og resultater	51
Unik udvikling af metoder	51
Betydelig viden om kortlægning af grundvandet i Danmark	52
Behov for systematiseringer	53
7. Kortlægningen og det efterfølgende dataarbejde	55
Plangrundlaget og dataene fra grundvandskortlægningen	55
Dataansvar og videndeling	56
Efterslæb fra amternes grundvandskortlægning	57
Referencer	58

Formål

Rapporten har til formål at give et overblik over amternes grundvandskortlægning med Miljøministeriets overtagelse af opgaven ved udgangen af år 2006.

Rapporten indeholder

- En status for kortlægningens fremdrift, som den er opgjort pr 1. maj 2007
- En beskrivelse af de områder, hvor der er særlige grundvandsinteresser, og som skal kortlægges
- Et overblik over de naturgivne forhold, der har haft betydning for grundvandets indvinding, beskyttelse, dannelse og vandkvalitet med eksempler fra kortlægningen i amterne
- En beskrivelse af metoder, der har været anvendt i kortlægningen
- En beskrivelse af strategier for kortlægningen
- Afslutningsvis fremhæves og beskrives udvalgte erfaringer, som er opnået i årene siden kortlægningens start i 1998.

Rapporten koncentrerer sig om problemer og forskelligheder i forbindelse med kortlægningen.

Rapporten beskriver endelig de væsentligste af de initiativer, der er iværksat af Styregruppen for Grundvandskortlægning siden starten af 2007.

For mere detaljeret information om iværksatte aktiviteter skal henvises til hjemmesiden www.grundvandskortlaegning.dk, som blandt andet også indeholder Afdeling for Grundvandskortlægnings arbejdsprogram for 2007 og 2008 (GEUS 2008).

Baggrund

Amterne har siden begyndelsen af 1980-erne gennemført planlægning af grundvandsressourcerne ud fra eksisterende hydrogeologiske kortlægninger og databaser. Kortlægningen har været brugt i amternes planlægning og administration efter regionplanerne.

Med vedtagelsen af Vandforsyningsloven i 1998 (L56 1997-98) og Gebyrloven i 1999 (L115 1999) er amterne, over en 10-årig periode, blevet pålagt opgaven med kortlægning af grundvandsressourcen med henblik på at udarbejde indsatsplaner til grundvandsbeskyttelse.

De fleste amter er først reelt kommet i gang med kortlægningen et godt stykke hen i 1999, fordi der skulle ansættes personale, og fordi opgaven skulle forberedes i amterne.

I 2000 udgiver Miljøstyrelsen Zoneringsvejledningen (Miljøstyrelsen 2000), som indeholder vejledninger til detailkortlægningen, men ingen krav om koordinering på landsplan. Det var ikke muligt på daværende tidspunkt at beskrive detaljerede elementer i opgaven, og derfor er kortlægningsopgaven til dels blevet løst på forskellig vis i de tidligere amter.

Med kommunalreformen i 2007 er kortlægningsopgaven overdraget til de nyetablerede miljøcentre, og arbejdet med indsatsplaner er overdraget til kommunerne. Der udtrykkes samtidig et politisk ønske om at få en større ensartethed, således at miljøkravene til berørte borgere, for eksempel landmændene, bliver mere ens på landsplan.

Styregruppen for Grundvandskortlægning, der består af medlemmer ved By- og Landskabsstyrelsen, miljøcentrene og GEUS, får til opgave at koordinere den nationale grundvandskortlægning.

GEUS' Afdeling for Grundvandskortlægning bliver etableret i forbindelse med kommunalreformen med det formål at bistå med faglig koordinering og rådgivning, således at kortlægningen så vidt muligt udføres mere ens, hvor der er sammenlignelige problemstillinger.

By- og Landskabsstyrelsen iværksætter i foråret 2007 et arbejde med etablering af et sammenhængende administrationsgrundlag for miljøcentrene. I den sammenhæng er der defineret ensartede termer for grundvandskortlægningen, som anvendes i denne rapport.

GEUS har parallelt hermed i foråret 2007 systematisk gennemgået kortlægningspraksis i amterne for at skabe et overblik og samle de bedste erfaringer for en koordinering og deling af viden.

Gennemgangen af amternes arbejde har bidraget væsentligt til overblikket over grundvandskortlægningens forskellige problemstillinger. Gennemgangen af kortlægningen er gengivet med det formål i denne rapport.

1. Kortlægningens status og fremdrift

Grundvandskortlægningen har frem til 2007 været udført på forskellig vis af de tidligere amter.

For at kunne etablere en samlet status over kortlægningens reelle fremdrift, har der manglet

- Overblik over hvilke arealer, der var medtaget i kortlægningen
- Specifikation af kortlægningsmetoden og måden at gribe kortlægningen an på
- Specifikation af de enkelte elementer i kortlægningen
- En definition af, hvornår en kortlægning var erklæret færdig.

Styregruppen for Grundvandskortlægning har i foråret 2007 iværksat et udredningsarbejde med det formål at etablere en ensartet opgørelse over kortlægningens fremdrift. Resultatet af opgørelsen skal dels bruges til fordeling af pengene til miljøcentrene og dels til at give overblik over hvilke områder, der er kortlagt, og hvilke der mangler kortlægning.

Principperne for og resultaterne af opgørelsen er beskrevet i notatet "Status for gebyrkortlægningen" (GEUS 2007), og skal kort gennemgås i dette afsnit.

Kortlægningens status

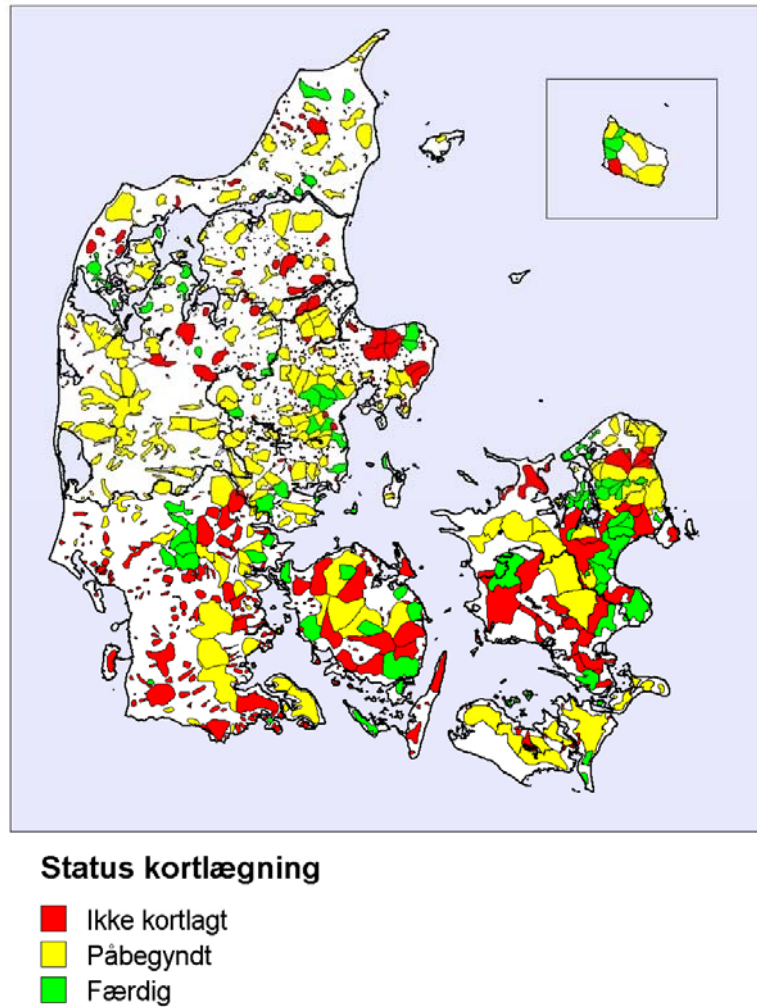
Kortlægningens status er inden for hvert indsatsområde delt op i følgende 3 hovedkategorier:

- Færdig
- Påbegyndt
- Ikke kortlagt

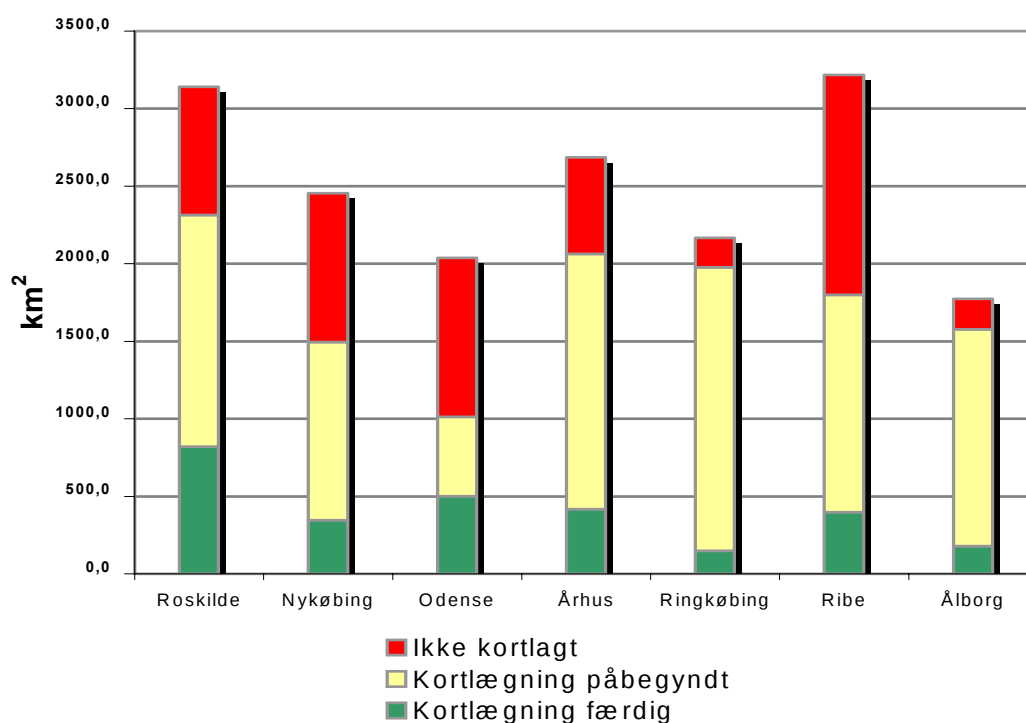
Til brug for miljøcentrenes administration af den nationale grundvandskortlægning har Styregruppen for Grundvandskortlægning defineret en kortlægning som værende færdig, når miljøcentrenes redegørelse er fremsendt og modtaget af kommunerne. Kortlægningsopgaven anses dog først som helt afleveret og færdig, når relevante data og områdefrænsninger er blevet indberettet til relevante datasikringsmiljøer i henhold til gældende dataansvarsaftale.

Der er nogle tilfælde, hvor de hidtil afsluttede kortlægninger ikke er "helt" færdige og således har mangler i afleveringen, der gør, at kommunen som overtager indsatsplanlægningen ikke kan komme videre med indsatsplanlægningen. I det enkelte tilfælde er det skønnet, hvor stor en indsats, der mangler at blive udført, for at kortlægningen kan erklæres "helt færdig". Skønnet er opgjort pr 1. maj 2007 og foretaget af det enkelte miljøcenter i henhold til den fælles definition for kortlægningen.

På vedlagte kort, figur 1.1, fremgår en status for kortlægningen. Af figur 1.2 ses fordelingen inden for hvert miljøcenter.



Figur 1. 1: Status for ikke-kortlagte, påbegyndte og færdige kortlagte områder pr. 1. maj 2007



Figur 1. 2: Fordelingen af ikke-kortlagte, påbegyndte og færdige kortlagte områder inden for de enkelte miljøcentre pr. 1. maj 2007

Kortlægningens aktuelle fremdrift

Da amterne, som følge af forskellige naturgivne og demografiske forhold har grebet opgaven forskelligt an, har der været behov for at beregne kortlægningens fremdrift til en sammenlignelig talstørrelse, der kan bruges til at etablere et overblik på landsplan.

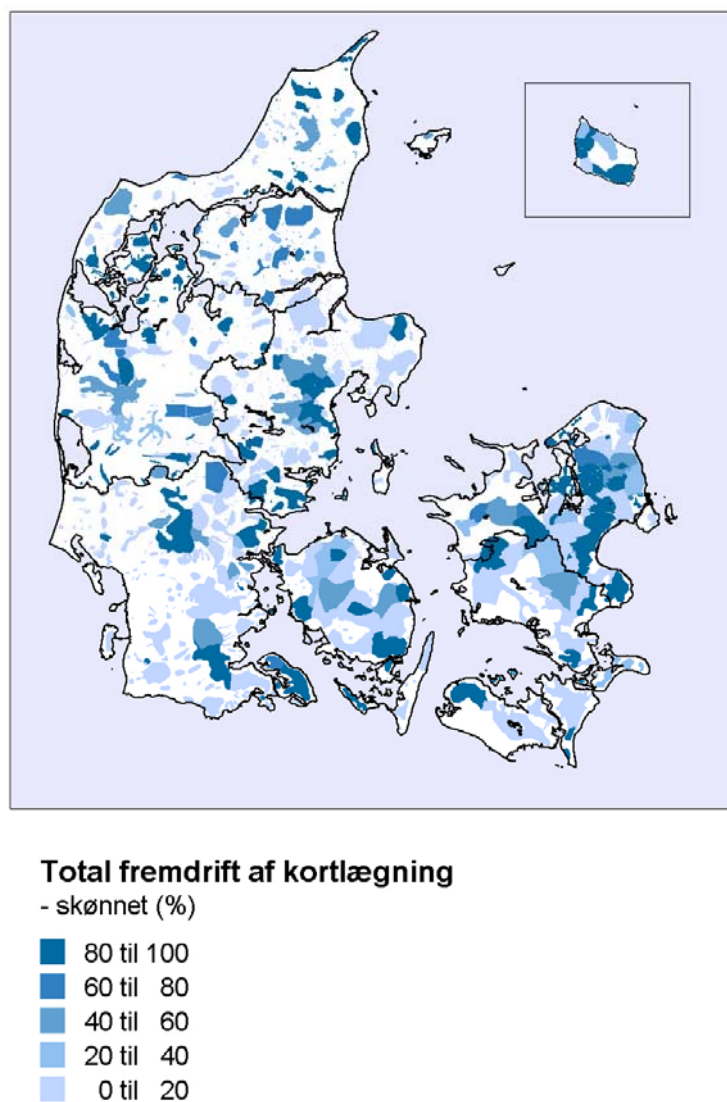
Fordelingen af omkostninger/km² for kortlægningsområderne er ikke ens hos miljøcentrene, og der kan endda være store geografiske forskelle indenfor et miljøcenter. Miljøcenter Roskilde kan for eksempel have forskellige omkostninger for land/by, og Bornholm, hvor problemstillingen kan være helt forskellig fra resten af miljøcenteret.

Erfaringen har vist, at omkostningerne til kortlægning i de enkelte områder er afhængig af de geologiske forhold, mængden af eksisterende data i det enkelte miljøcenter mv., som først fremgår, når kortlægningen er i gang.

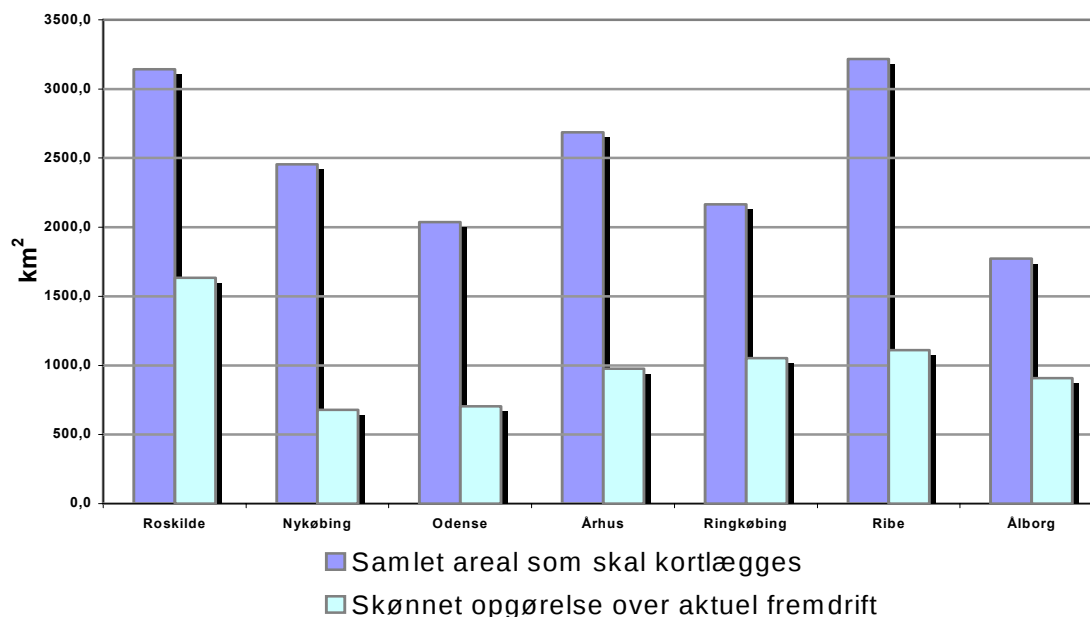
Ved opgørelsen sommer 2007 var det ikke været muligt for miljøcentrene at komme med et skøn over de resterende omkostninger for de enkelte indsatsområder. Miljøcentrene har i stedet **skønnet omkostningen for de enkelte trin** i kortlægningen efter en overordnet økonomisk procentvis fordeling af gebyret.

Herefter har miljøcenteret **skønnet opgavens fremdrift** for hvert enkelt opgavetrin. Fremdriften af opgaven er opgjort som procent i forhold til den forventede samlede økonomi i opgaven. Det vil sige, både i forhold til de midler, der skal anvendes til drift (rådgiveromkostninger og materialer), og i forhold til det antal løntimer, der skal anvendes i miljøcenteret til den pågældende opgave.

Resultatet af opgørelsen af den aktuelle fremdrift inden for hvert miljøcenter kan ses på figur 1.3 og 1.4.



Figur 1. 3: Skønnet fremdrift for kortlægningsområderne pr. 1. maj 2007



Figur 1. 4: Fordeling af den aktuelle fremdrift for miljøcentrene pr. 1. maj 2007

Det fremgår af opgørelsen, at der i alt skal kortlægges 17.476 km². Amterne har pr 1. maj 2007 færdig kortlagt et areal svarende til 7.066 km², hvilket svarer til ca. 40% af kortlægningsarealet. Andelen af det samlede færdigt kortlagte areal inden for de forskellige miljøcentre varierer fra 38 til 52%.

Til sammenligning betyder disse tal, at der på landsplan skal kortlægges ca. 40% af Danmark og ca. 17% er færdigkortlagt pr 1. maj 2007.

Ændringer i fremdriften

Alt andet lige forventes det naturligvis, at det areal, der mangler kortlægning falder, efterhånden som kortlægningen skrider fremad. Behov for mere detaljerede kortlægninger, for eksempel nye indvindinger/kildepladser eller ændrede forudsætninger kan imidlertid få den konsekvens, at kortlægningen kommer til at få et andet tidsforløb, end oprindeligt anslået.

I forbindelse med opgørelsen af den aktuelle fremdrift skal bemærkes, at ny viden i kortlægningen kan betyde, at kortlægningen af et område må revurderes, og det kan igen medføre, at kortlægningen må udvides i forhold til det oprindeligt planlagte.

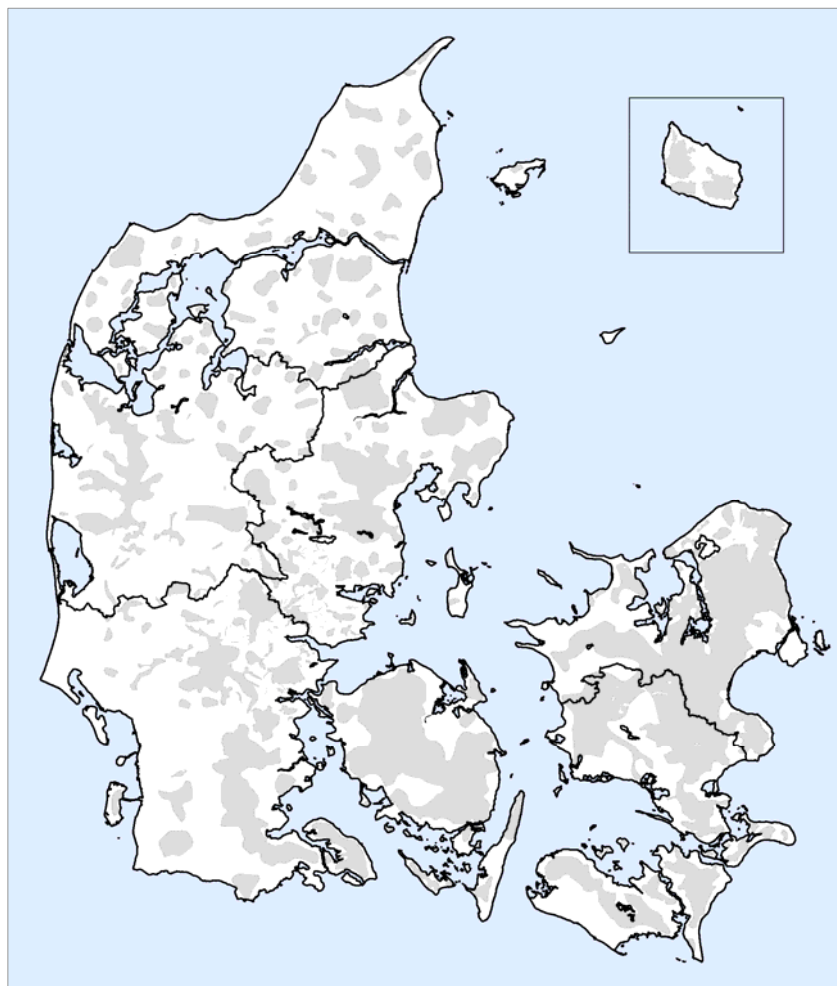
Effektivisering af kortlægningsprocessen kan på den anden side også fremskynde processen.

2. Afgrænsning af kortlægningsområdet

Gebyrloven foreskriver, at kortlægningen skal foretages inden for Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) og i vandværkernes indvindingsoplande uden for disse.

Udpegningen af OSD

Den oprindelige udpegning af OSD blev foretaget af amterne efter særlige retningslinier i forbindelse med Regionplanlægningen i 1997 (Miljøstyrelsen 1995). Formålet var at sikre befolkningens behov for tilstrækkeligt drikkevand af god kvalitet. Udpegningen er justeret i forbindelse med de efterfølgende regionplaner (Miljø- og Energiministeriet 1998), og de resulterende udpegede OSD er vist på figur 2.1.



Figur 2. 1: Områder med Særlige Drikkevandsinteresser, OSD år 2005

Af figur 2.1 fremgår, at afgrænsningen af Områder med Særlige Drikkevandsinteresser (OSD) varierer i størrelse og mængde mellem de tidligere amter. Denne variation er i langt de fleste tilfælde begrundet i forskelle i befolkningstæthed (indvindingsbehov), erhverv (mængden af vandkrævende industri), naturgivne forhold (mulighed for indvinding, vandkvalitet og beskyttelse) og arealanvendelse (flade- og punktkilder). I nogle tilfælde har regionale politiske prioriteringer også gjort sig gældende.

De væsentligste variationer og deres årsag skal kort kommenteres:

Befolkningstæthed og indvindingsbehov

Befolkningstætheden er størst på Sjælland, Fyn og Østjylland, og her findes derfor også det største indvindingsbehov til drikkevand. I Vestjylland findes det største behov for markvanding.

Det afspejler sig på figur 2.1 ved, at indvindingsbehovet til drikkevand er størst i nærheden af de store byer, hvor der specielt har vist sig behov for udpegning af store OSD.

Naturgivne forholds betydning for OSD

OSD på figur 2.1 har også en større udbredelse mod øst end mod vest, fordi de naturgivne forhold er af stor betydning for muligheden for at indvinde drikkevand, og for hvordan drikkevandsressourcen er beskyttet.

Nedbøren, der falder pr. arealenhed er mindst mod øst, hvor fordampningen er størst. Derfor er der en mindre mængde vand til overs for grundvandsdannelse i Østdanmark end i Vestdanmark.

De sandede jorder muliggør stor grundvandsdannelse, men bevirker også, at grundvandet er dårligere beskyttet. For de lerede jorder gælder tilsvarende, at leret yder større beskyttelse af grundvandet, men på grund af den mindre grundvandsdannelse medfører leret, at indvindingsoplandene bliver større.

De topografiske forhold indebærer, at grundvandet strømmer fra det højeste punkt i terrænet og ud mod havet, og således at vandværkernes indvindingsoplande - og dermed OSD - strækker sig op mod grundvandskellene.

Salt og andre naturligt forekommende stoffer i grundvandet samt få indvindingsmuligheder indebærer, at der er områder, hvor der ikke er mulighed for at indvinde vand og således ikke udpeges OSD. Indvindingsbehovet og få indvindingsmuligheder i de omkringliggende områder kan betyde, at der er et stærkt behov for at beskytte de knappe ressourcer mod overudnyttelse, eller at indvindingsområdet helt afskrives til drikkevandsformål.

Forureningsforhold

I enkelte tilfælde – typisk under byer – er det vurderet, at der er så mange forureningskilder, at det ud fra en betragtning af ressourcen ikke kan betale sig at rydde op efter eksiste-

rende forurening (punktkilder) og er afskrevet af amtet (Miljø- og Energiministeriet 1998). Denne løsning er kun valgt, hvis grundvandsstrømningen tillader det.

Regionale politiske forhold

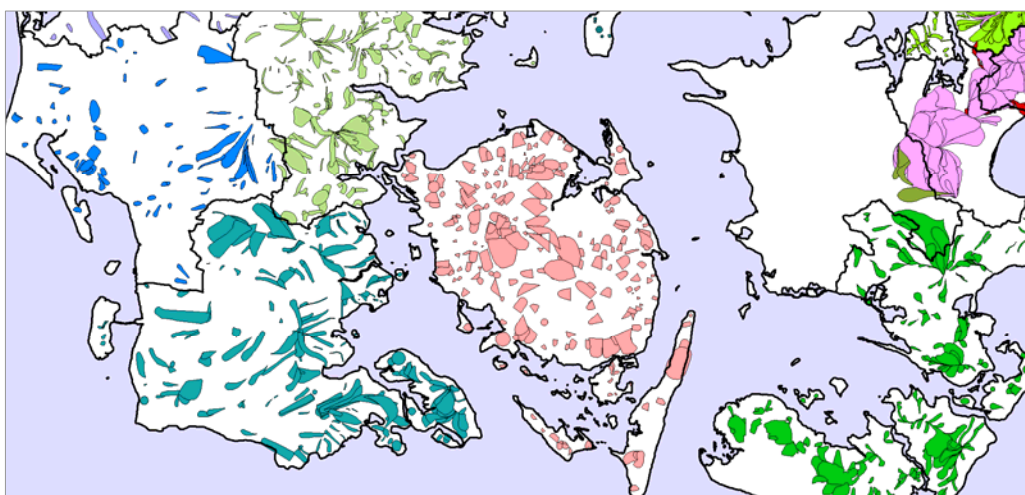
Udpegningen af OSD har haft politisk bevågenhed, fordi udpegningen har konsekvenser for arealanvendelsen. Der har således været forskelle i amternes udpegning af OSD, hvilket har resulteret i forskelle i udpegningen på landsplan.

Udpegning af vandværkernes indvindingsoplande

Størrelse og form af oplandet til vandværkernes indvindingsboringer afhænger af indvindernes størrelse, dæklagene, grundvandsdannelsen, magasinforholdene, indvindingsdybden og grundvandets strømningsforhold. Udpegningen af indvindingsoplandene kræver stor nøjagtighed og præcis brug af alle oplysninger, og opgaven er derfor fagligt ressourcekrævende.

De tidligere amter har udpeget vandværkernes indvindingsoplande på forskellig vis, da der ikke har eksisteret en præcis fortolkning af, hvad et indvindingsopland omfatter. De fleste amter har benyttet sig af beregninger fra strømningsmodeller, og nogle har anvendt de simple analytiske beregningsmetoder, som er anvist i Miljøstyrelsens vejledning om samme (Miljøstyrelsen 1995). Der skelnes mellem, om der er brugt rene "beregningsresultater" eller "sikre" oplande, hvor oplandet er bredere, fordi der er indregnet usikkerhed.

Det betyder, at afgrænsningen af oplandene varierer meget fra amt til amt, se figur 2.2. I Vestsjællands Amt foreligger der ikke et samlet oplandstema.



Figur 2. 2: Eksempel på variationen i indvindingsoplandene inden for amterne

Da OSD er baseret på aktuelle og langsigtede indvindingsbehov, har usikkerheden på vandværkernes indvindingsoplande også indflydelse på afgrænsningen af OSD.

I 2007 har styregruppen for grundvandskortlægning nedsat en arbejdsgruppe til udarbejdelse af en vejledning i beregning og afgrænsning af indvindingsoplande og grundvandsdannende oplande til brug for grundvandskortlægningens udpegning af særligt følsomme indvindingsområder.

Løbende justeringer

En stor del af amterne har justeret OSD med mindre udvidelser og indskrænkninger i takt med opnåede kortlægningsresultater og viden. Resultaterne af denne proces er kommet til udtryk i forbindelse med udarbejdelsen af regionplanerne i 2001 og 2005.

Ændringer af vandværkernes indvindingsoplande pågår løbende i takt med ændringer i vandværkernes indvindingstilladelser.

3. De naturgivne forhold

Med Zoneringsvejledningen (Miljøstyrelsen 2000) forudsættes det, at grundvandskortlægningen har fokus på kortlægning af indvindingsmuligheder, ressourcens størrelse, kvalitet og den naturlige beskyttelse af grundvandet.

De naturgivne forhold – geologien, kemien og vandets kredsløb – spiller afgørende ind på hvilken kortlægningsstrategi, der skal benyttes. Der kan således forekomme store regionale variationer inden for det enkelte amt. Kortlægningsaktiviteterne har tydeligt bekræftet, at problemstillingerne er karakteristisk forskellige fra den ene del af landet til den anden, samt at der også lokalt kan være store forskelle.

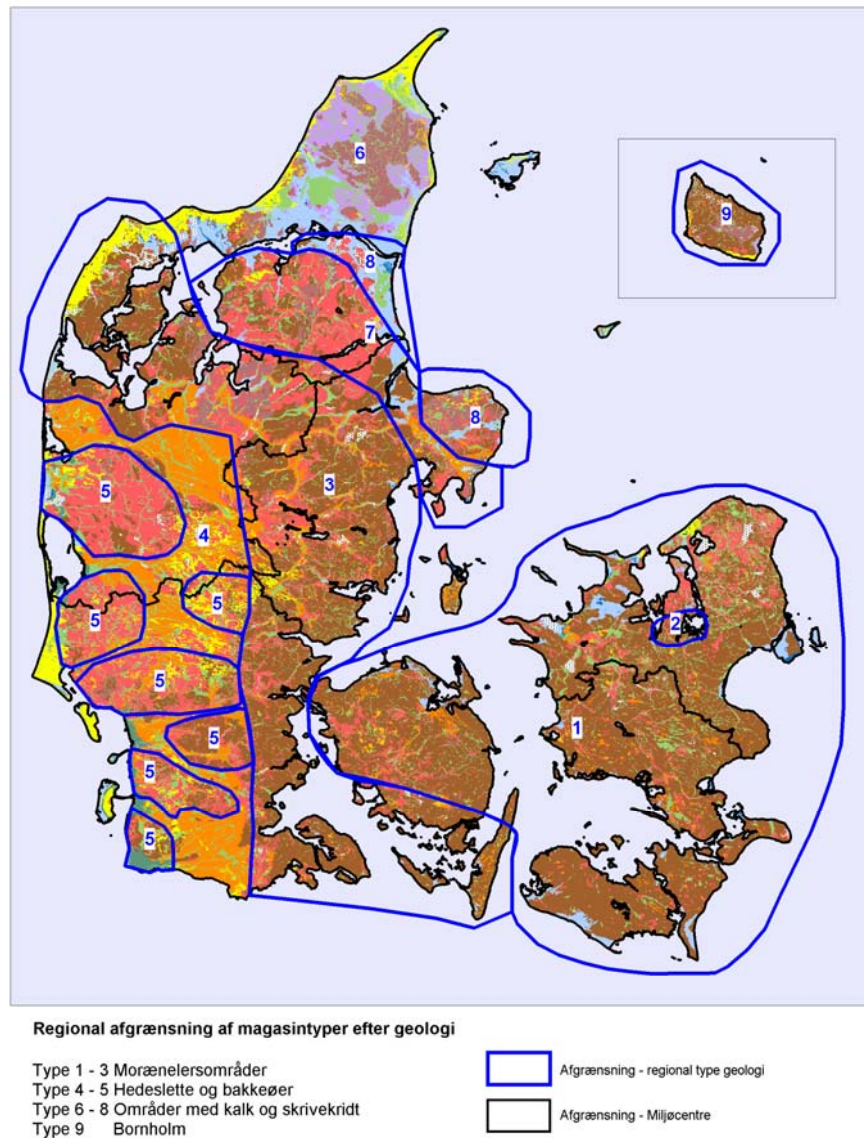
Geologiske forhold

De geologiske forhold, som er afgørende for grundvandets oprindelse og naturgivne beskyttelse, er meget forskellige på landsplan.

Figur 3.1 viser til eksempel forskellige typer af grundvandsmagasiner og de dertil hørende landskaber.

Der indvindes grundvand fra såvel kvartære som prækvartære aflejringer.

Under de kvartære aflejringer findes forskellige prækvartære aflejringer, hvorfra der også kan indvindes grundvand. På Sjælland, Lolland, Falster, Djursland, Aalborg og Fyn indvindes fra prækvartære kalksedimenter, og på Bornholm indvindes blandt andet fra sprækker i grundfjeldet. I Vestjylland indvindes der ofte grundvand fra dybtliggende miocæne sedimenter.



Figur 3. 1: Typer af grundvandsmagasiner. Efter Zoneringsvejledningen (Miljøstyrelsen 2000)

Kortlægningsstrategi

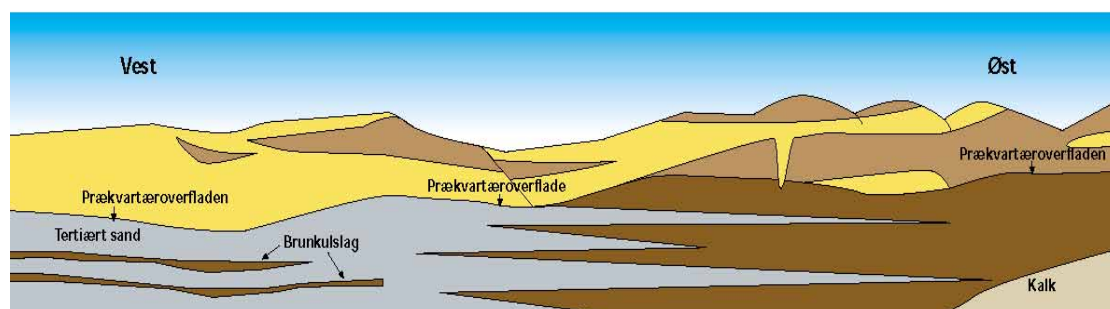
Overordnet har forskellen i geologi vist sig ved, at amter øst for hovedopholdslinien, og hvor kalken ligger dybt, har baseret kortlægningsstrategien på at lokalisere, hvor grundvandsmagasinerne er beliggende, og hvor der overhovedet er indvindingsmuligheder.

I amter, hvor der er udbredt sand eller kalkmagasiner har kortlægningsstrategien generelt været baseret på at finde de beskyttende lerlag og vandkvalitet, idet der som regel er vand nok.

I det følgende gengives eksempler på forskellige typiske geologiske situationer og deres betydning for grundvandsindvindingen.

Hedeslette og moræneaflejringer

I det tidligere Vejle Amt, se figur 3.2, indvindes vand fra sandede miocæne aflejringer mod vest (type 5, hedeslette) og fra sandmagasiner i moræneler mod øst (type 3, morænelers-områder). Mod vest er der således fokus på beskyttelse og vandkvalitet, og mod øst er der desuden fokus på kortlægning af det enkelte grundvandsmagasin.

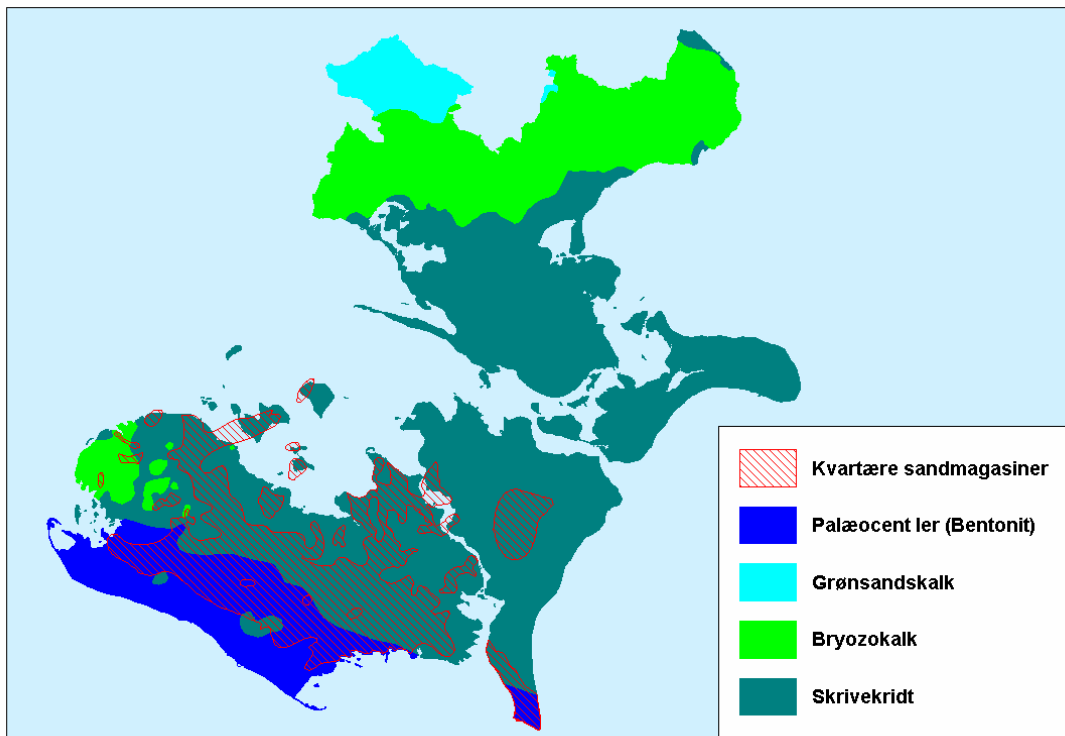


Figur 3. 2: Eksempler på grundvandsmagasiner i hedeslette- og morænelandskab (Vejle Amt 2002 a). De brune farver angiver lerede aflejringer og de gule og grå er forskellige sandede aflejringer

Kalkmagasiner og andre prækvartære magasiner

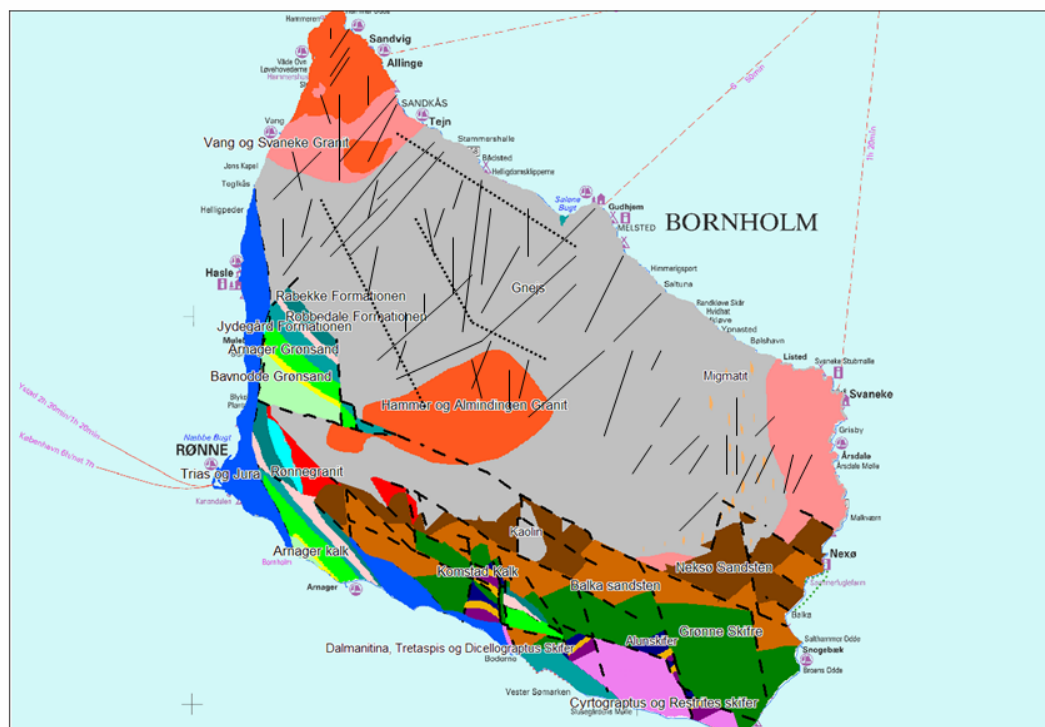
I store dele af Sjælland, på Fyn, Djursland og Falster og i Nordjylland indvindes der fra prækvartære kalkaflejringer, se figur 3.3. I disse områder har der været fokus på kortlægning af beskyttende lerdække og vandkvalitet.

I kalkmagasinerne er der ofte dybereliggende saltvand, og her er der ofte fokuseret på at undersøge, om der er et passende lerdække som på én gang kan forhindre nedsivende nitrat og samtidig sikre en tilstrækkelig nedsivning af fersk vand (grundvandsdannelse), således at der ikke trækkes salt vand op nedefra, når der indvindes vand fra grundvandsmagasinerne.



Figur 3. 3: Eksempler på forskellige grundvandsmagasiner i et område, der generelt er dækket af moræneler. Kilde: Miljøcenter Nykøbing

På Bornholm indvindes der blandt andet fra sprækkedale i grundfjeldet, fra prækvartære kvartssandsaflejringer og fra kvartært smeltevandssand jf. figur 3.4.

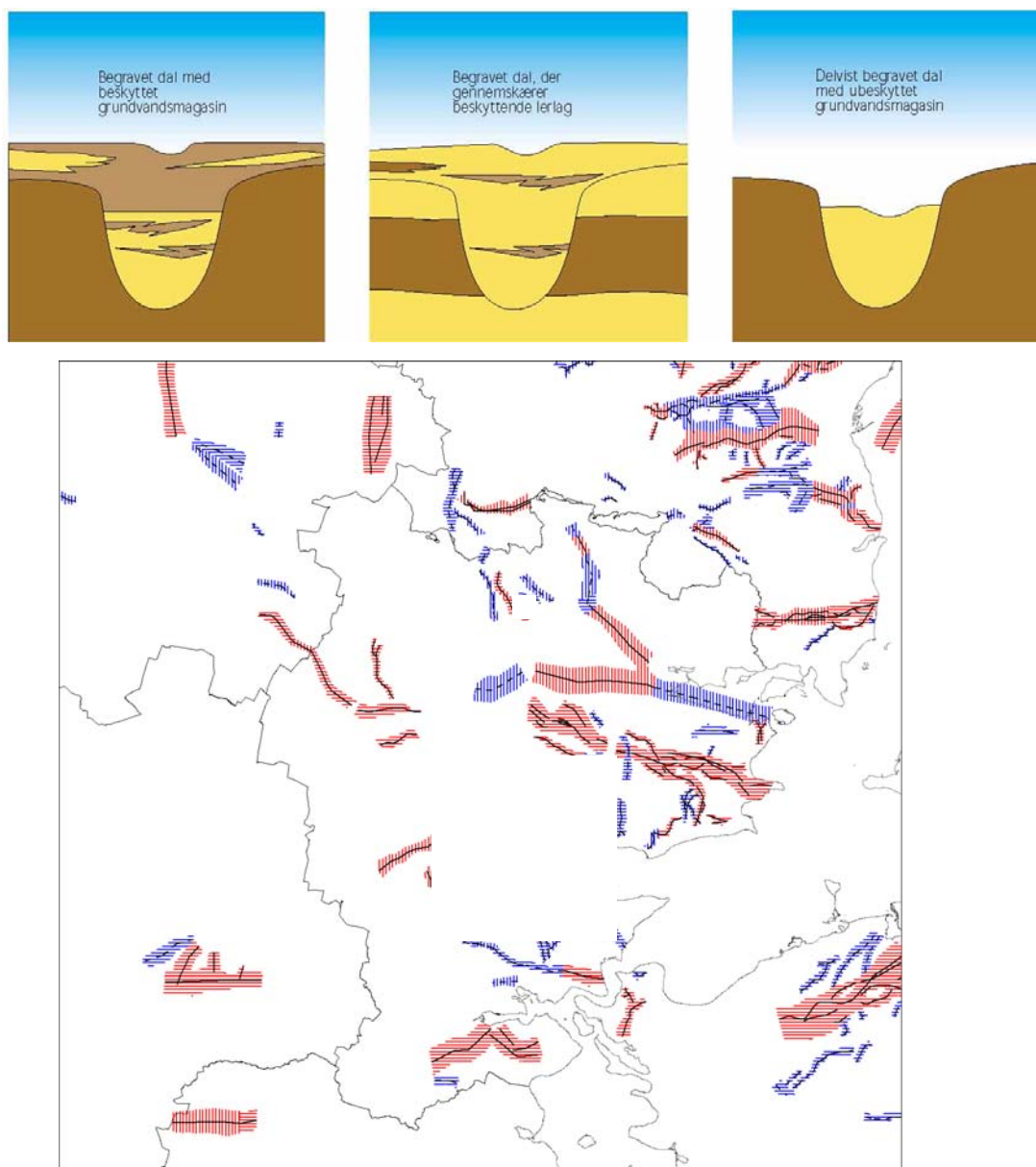


Figur 3. 4: Bornholmsk grundfjeld med sprækkedale. Kilde: Bornholms regionskommune

Efterfølgende geologiske hændelser

Andre geologiske hændelser har også haft betydning for indvindingsmulighederne. I Storstrøms Amt ses for eksempel at forkastninger og saltdiapirer i undergrunden, og den efterfølgende istids bevægelser har stor betydning for magasinernes udbredelse.

Endelig har begravede dale, der optræder som udfyldning af gamle dalsystemer, vist sig at være af stor betydning for indvinding af grundvand i flere amter, for eksempel Vejle Amt, jf. figur 3.5, idet over 50% af vandforsyningen er skønnet indvundet herfra.



Figur 3. 5: Karakteristiske grundvandsmagasiner i begravet dal (Vejle Amt 2002 a). Eksempler på beliggenhed af begravede dale fra Vejle Amt. Rød farve angiver, at den begravede dal er veldokumenteret, blå farve angiver mindre dokumenteret (Jørgensen 2004)

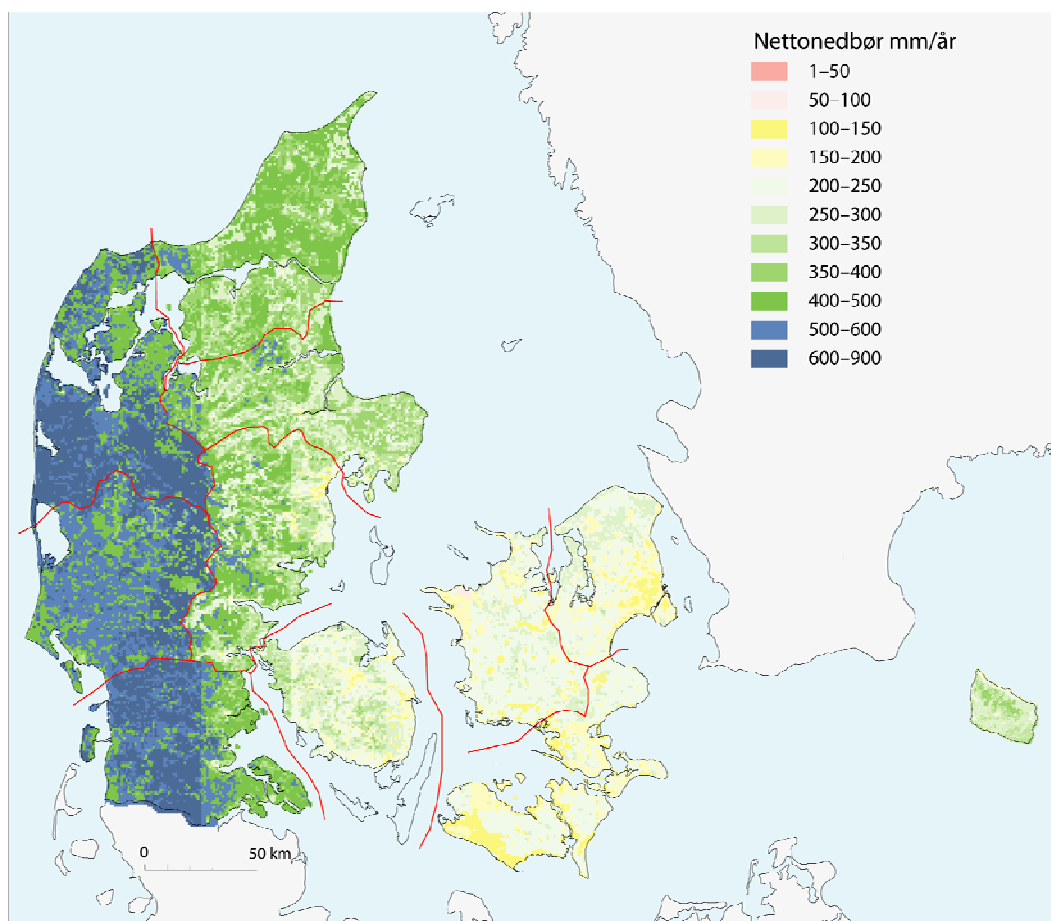
Andre forhold af betydning for kortlægningen

Ud over nedbørsmængden har teksturen og lerindholdet i de øvre jordlag over grundvandsmagasinerne, de geokemiske forhold samt strømningsforholdene stor betydning for den naturlige beskyttelse af magasinerne.

Grundvandets dannelse og ressourcens størrelse

Helt overordnet er det af betydning, hvor meget nedbør der falder, og hvor meget af nedbøren, der fordampes eller siver ned til grundvandet.

Nettonedbøren er den andel af nedbøren, som strømmer videre fra rodzonen. Nettonedbørens størrelse er afhængig af arealanvendelsen samt jordbundens ler- og humusindhold. Figur 3.6 viser nettonedbørsfordelingen i Danmark. Det ses, at nettonedbøren er markant størst vest for israndslinien, og at der dannes ca. dobbelt så meget nettonedbør/grundvand i Midtjylland som på Øerne.



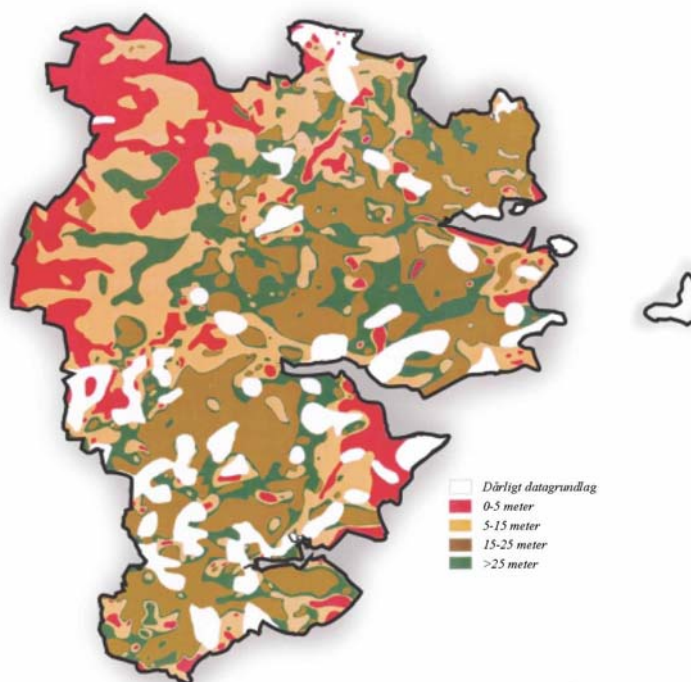
Figur 3. 6: Beregnet nettonedbør. På figurens ses med rødt DK-modellens grænser, efter (Henriksen 2003)

Ved planlægningen og dermed opgørelsen af den samlede vandressource har det betydning, hvor meget af grundvandet, der gennem den tørre del af året har kontakt til overfladevandet af hensyn til indvindingens mulige påvirkning af økosystemerne i vådområder og vandløb.

Beskyttende lerdække

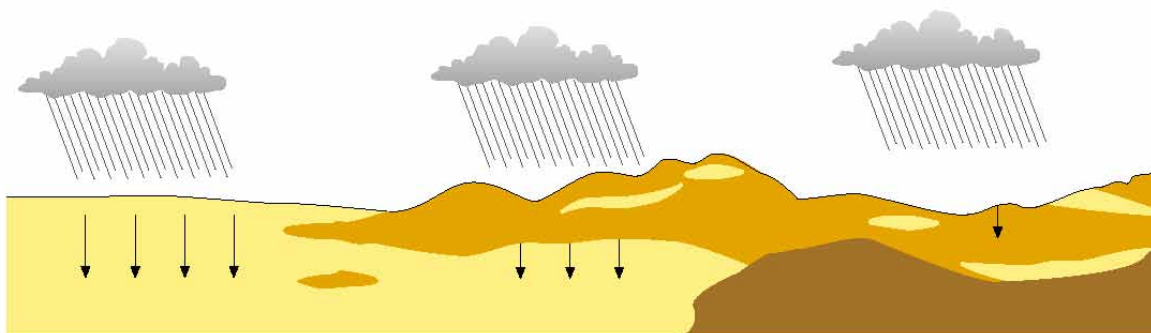
Tykkelsen af lerdæklaget over grundvandsmagasinerne varierer fra 0 meter til mere end 100 meter. Den samlede (horisontalt sammenhængende) lertykkelse over grundvandsmagasinerne er en indikator for hvor god en beskyttelse, der er af grundvandet i området. Hvis der er mere end 15 meter ler vil grundvandsmagasinet i de fleste tilfælde være rimeligt godt beskyttet mod forurening.

I det tidligere Vejle Amt ses lerdæklagenes tykkelse at aftage mod VNV, hvorved sårbarheden, alt andet lige, stiger tilsvarende, jf. figur 3.7.



Figur 3. 7: Tykkelse af beskyttende lerdække over grundvandsmagasinerne i Vejle Amt (Vejle Amt 2002 b)

Der er store geografiske variationer i den mængde vand, der siver ned til grundvandet. En ringe samlet lertykkelse over grundvandsmagasinet og lille terrænhældning medvirker til en stor nedsivning, se nedenstående illustrative skitse (Vejle Amt 2002 a), hvor pilenes størrelse er en indikation på størrelsen af grundvandsdannelsen.



Figur 3. 8: Pilenes størrelse indikerer størrelsen af grundvandsdannelsen

Grundvandsstrømning

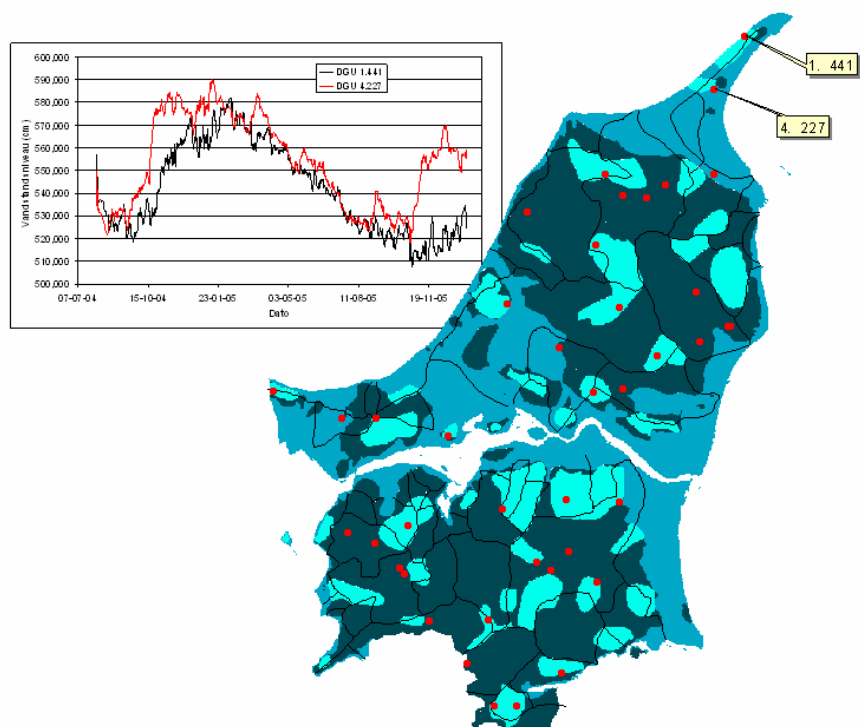
Grundvandets trykniveau er afgørende for hvilken vej grundvandet strømmer, og om der kan ske nedsivning af grundvand eller ej. Viden om potentialet og dermed strømmingen har således stor betydning for optegning af vandværkernes indvindingsoplande og for vurdering af, om der kan ske forurening til grundvandsforekomsterne.

I de fleste tilfælde er der i forbindelse med grundvandskortlægningen opstillet numeriske grundvandsmodeller og foretaget scenarieberegninger, og på baggrund heraf er der optegnet indvindingsoplande ud fra de modelberegnete potentialekort.

Der er stor forskel på den indsats, amterne har gjort med hensyn til etableringen af generelle potentialekort og overvågning af grundvandsstanden. Flere amter har etableret et såkaldt aktivt potentialekort. Blandt andet har Fyns Amt etableret et egentligt atlas, hvor potentialet i hvert af de betydende grundvandsmagasiner er beskrevet, og som indeholder anbefalinger for boringer til fremtidig opmåling af grundvandsstanden.

Flere amter, for eksempel Viborg, Nordjylland, Ribe og Københavns amter, har indsamlet data fra egentlige overvågningsnet, som eksempelvis figur 3.9.

Styregruppen for grundvandskortlægning har i 2007 nedsat en ERFA-gruppe for potentialekortlægning med det formål at udveksle erfaring og etablere retningslinier for landsdækkende potentialekort. ERFA-gruppen skal samarbejde med den nationale overvågningsgruppe om etablering af et overvågningsnet på regionalt og nationalt plan.

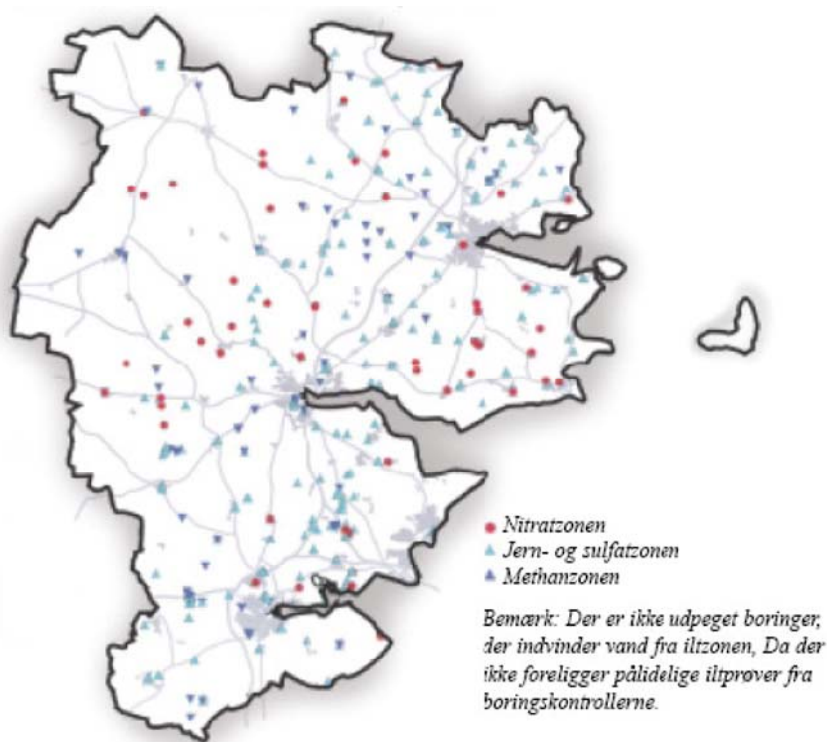


Figur 3. 9: Eksempel på regionalt pejlenet og tidsserier for udvalgte boringer. Kilde: Nordjyllands Amt

Grundvandstyper

Grundvandet kan være iltet eller reduceret. Iltningsgraden / reduktionsgraden viser noget om, hvordan sedimenternes redoxforhold er i det grundvandsmagasin, man måler på. Grundvandstypen er således en afgørende indikation for vandets sårbarhed (Miljøstyrelsen 2000).

De fleste amter har benyttet sig af kortlægning af grundvandstyperne, som det for eksempel ses på figur 3.10 fra Vejle Amt.



Figur 3. 10: Fordelingen af grundvandstyper i Vejle Amt, (Vejle Amt 2002 b)

Grundvandets kvalitet og problemområder

Grundvandets kvalitet varierer med de naturlige (geologiske) forhold, og selv om der er tilstrækkeligt med vand, er der flere steder naturlige begrænsninger for indvindingen af drikkevand af god kvalitet.

Der kan være stor forskel på, hvornår og hvor meget der skal til, for at et givet stof anses som problematisk. Oftest hænger opfattelsen af, om et stof udgør et problem sammen med vandbehovet og den samlede ressources kvalitet

I det følgende skal nævnes 3 væsentlige problemer for indvindingen af grundvand til drikkevandsformål. For alle 3 gælder det, at afgrænsningerne på kortene kun skal opfattes som overordnede udpegninger.

Problemområder med saltvand

Saltvand anses i de fleste amter for, i mere eller mindre grad, at være begrænsende for indvinding, se figur 3.11.

Områder med problemer med saltvand relaterer sig til kystnære arealer og aflejringer, der oprindeligt er sket i havmiljøer. I de områder, hvor der har været gammelt havvand, forekommer der ofte en række andre stoffer, som for eksempel høje koncentrationer af fluorid, der uanset tilstedeværelsen af salt, gør vandet uegnet til drikkevand.

I kalkområderne, som for eksempel på Østfyn, Sjælland, Lolland-Falster og i Nordjylland er der specielt fokus på kortlægningen af saltvand.



Problemområder med nitrat

Nitrat er mest relateret til indvindingsområder med ringe lerdække, se figur 3.12, det vil sige jorder, der er særligt følsomme overfor udvaskning. I disse områder er der som regel også ekstra behov for at undersøge eventuel forurening med pesticider.

Det betyder blandt andet, at nitratproblemer ofte er mere i centrum i et bælte tværs over Jylland, i området nordøst for Esbjerg samt på det sydlige Bornholm end for eksempel på Fyn, Sjælland, Lolland og Falster.

Det bemærkes, at der i overvågningsrapporten fra 1995 (GEUS 1995) er forskelle i måden, hvorpå problemområderne for nitrat er udpeget, selvom der tilsyneladende er sammenlignelige geologiske forhold. I visse amter er det udtryk for forskel i politik.



Figur 3. 12: Problemområder med nitrat (GEUS 1995) og (Fyns Amt 2005). Bemærk, at der er uensartet udpegning mellem amterne

Problemområder med brunt vand

Brunt vand findes mest i områder med organisk materiale i aflejringerne og ringe vandcirkulation i grundvandsmagasinet, se figur 3.13. Der er i de vestjyske amter ofte meget fokus på denne problemstilling.



Figur 3. 13: Problemområder med brunt vand (GEUS 1995)

Følgenvirkninger ved indvinding

I forbindelse med kraftig indvinding på kildepladserne ses der i større eller mindre grad problemer som følge af de kemiske reaktioner, når der sker store lokale sænkninger af grundvandsspejlet i de boringsnære områder.

Mange steder ses der også et øget indhold af sulfat, som indikerer forceret omsætning af pyrit, og at nitrat kan blive et fremtidigt problem for vandforsyningen. I Københavns- og Roskildeområdet er der samtidig nikkelp problemer på grund af pyrit-oxidationen.

4. Kortlægningens elementer

Dette afsnit har til formål

- at skitsere Zoneringsvejledningens rammer og formål,
- at skitsere kortlægningens elementer og væsentlige metoder,
- at give en status på elementerne i kortlægningen og
- belyse nogle af de variationer, der er på landsplan.

Zoneringsvejledningens rammer

Zoneringsvejledningen (Miljøstyrelsen 2000) giver retningslinier for kortlægningen af drikkevandsressourcen og beskyttelsen af den. Vejledningen indeholder helt overordnet en definition af kortlægningen og beskriver i hovedtræk, hvilke områder der skal kortlægges, og hvordan følsomme områder skal udpeges og nitratsårbarheden skal vurderes for at beskytte grundvandsressourcen mod forurening.

Det er vigtigt at notere, at der med vedtagelsen af Gebyrloven i 1999 (L115 1999), som noget nyt, dels er tilføjet en egentlig hydrogeologisk kortlægning til arbejdet med plangrundlaget, og dels at denne kortlægning skal udføres helt ned til markskala på et stort areal.

Kortlægning helt ned til markskala betyder, at der skal kortlægges væsentligt mere detaljeret end det hidtil havde været praksis ved hydrogeologisk kortlægning.

Der indgår helt faste elementer i kortlægningen, som blandt andet omfatter dataindsamling, etablering af undersøgelsesboringer, geofysik, modeller osv. Et væsentligt element er således anvendelse af fladegeofysiske undersøgelser. Det er et nyt element, som på det tidspunkt ikke tidligere havde været sat i forbindelse med hydrogeologiske undersøgelser i Danmark, og som er en konsekvens af, at der ønskes en væsentlig bedre nøjagtighed i arbejdet end hidtil set.

Fokusering på problemområder

Kortlægningsstrategien har i alle amter været centreret om områdets problemstillinger.

Valget af kortlægningsmetoder og nøjagtighed afhænger i øvrigt af en vurdering af

- om vandressourcen er rigelig eller knap
- den geologiske variabilitet (antal lag der gennembøres)
- om der bores i forurenede eller ikke forurenede områder
- om området har dårlig eller god vandkvalitet

Det ligger implicit i Zoneringsvejledningen, at der skal sættes de højeste krav til prioritering, metoder og nøjagtighed i områder, hvor der er problemer med vandressourcen.

Forskelle i kortlægningen

Zoneringsvejledningen rummer som nævnt overordnede definitioner, men ikke eksakte anvisninger af kortlægningsmetoder og videnopsamling, og derfor ses forskelle i kortlægningen på landsplan.

Der ses store variationer i kortlægningsmetoderne som følge af, at

- Mængden af eksisterende viden varierer, idet der er stor forskel på fx boringstætheden og dybden af borerne på landsplan. Ligeledes har landets større vandforsyninger inden for deres virkeområder haft tradition for omfattende indsamling af data.
- Den store variation i geologien og de øvrige naturgivne forhold, som blev nævnt i foregående afsnit
- De politiske forhold har spillet ind på, hvordan kortlægningen er grebet an, idet der allerede ved størrelsen af det udpegede areal er forskelle. Også i opfattelsen af kravene til drikkevandskvaliteten er der forskel på det ønskelige niveau af nitrat i drikkevandet (naturligvis under grænseværdien).
- De mandskabsmæssige forhold (ansatte og rådgivere) har spillet ind på, hvordan kortlægningen er grebet an, idet der ikke er stillet krav til specifik uddannelsesmæssig baggrund.
- Erfaringer, som efterhånden er indhøstet på de pågældende områder kan gøre, at metoder fravælges og nye indføres.

Kortlægningens trin

By- og Landskabsstyrelsen har i foråret 2007 nedsat en arbejdsgruppe i forbindelse med udarbejdelsen af retningslinier for miljøcentrenes administration af den nationale grundvandskortlægning.

Arbejdsgruppen har defineret følgende trin for kortlægningen:

Trin 1

Analyse af eksisterende data

- Opsamling af viden om geologi, hydrologi, grundvandskemi, arealanvendelse og forureningskilder mv.

Udarbejdelse af opsamlingsrapport



Trin 2

Detailkortlægning/supplerende kortlægning

-Grundvandsressourcen

Udarbejdelse af dokumentationsrapport



Trin 3

Detailkortlægning

-arealanvendelse

-forureningskilder

Udarbejdelse af dokumentationsrapporter



Trin 4

Afgrænsning af sårbare områder

Udarbejdelse/opdatering af relevante kort



Trin 5

Anbefalinger til beskyttelsesbehov og overvågning

Udarbejdelse af samlet redegørelsesrapport

I forbindelse med opgørelsen af kortlægningens fremdrift på landsplan (som opgøres i kapitel 2) har miljøcentrene i sommeren 2007 skønnet fremdriften for ressourceforbruget til undersøgelser og drift for hvert trin i denne model. Hertil kommer, at der er skønnet en overordnet fordeling af omkostningerne til de forskellige elementer i grundvandskortlægningen for hvert område.

Den detaljerede kortlægning (trin 2) er tillige blevet underopdelt i følgende kortlægnings-elementer:

- Status for indmåling, pejling og vandanalyser
- Status for undersøgelsesboringer
- Status for geofysiske undersøgelser
- Status for geologisk modellering
- Status for hydrologisk modellering
- Status for vandkvalitet og geokemi

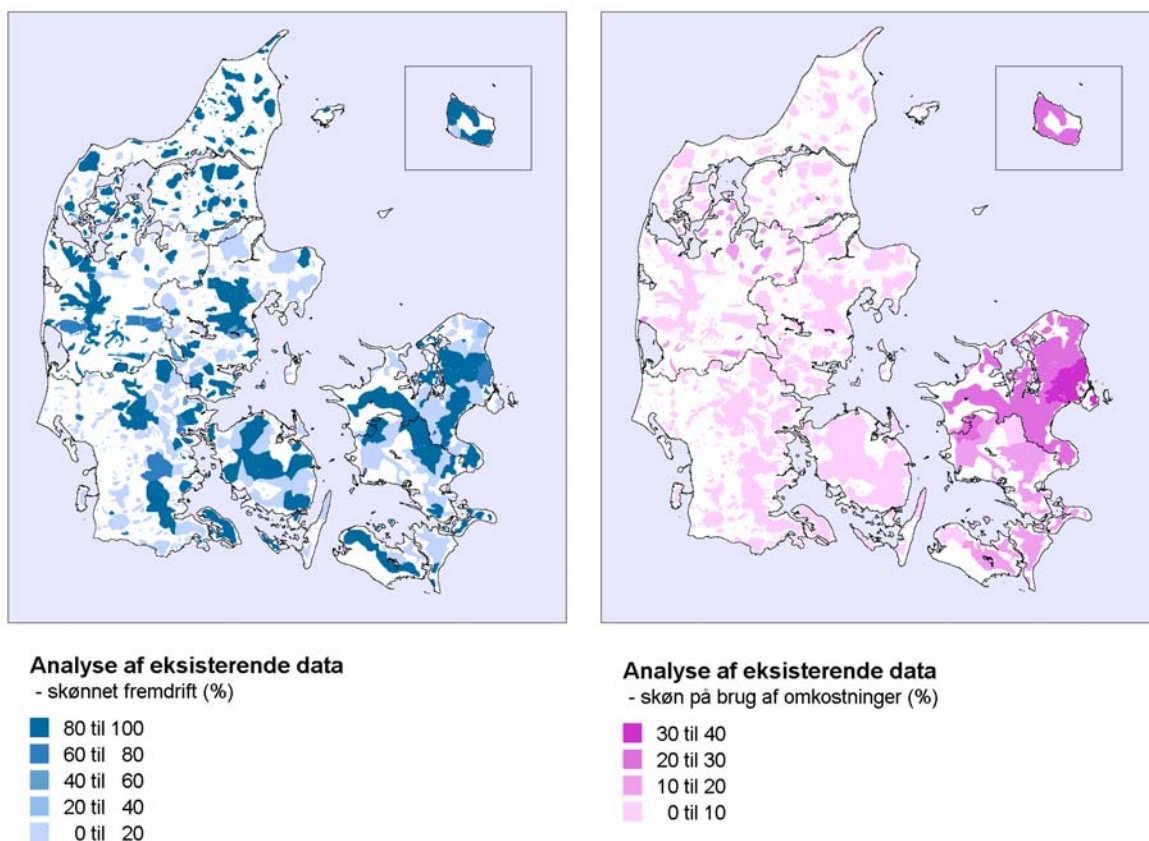
Kortlægningens fremdrift og omkostninger

I det følgende gennemgås status for kortlægningen samt forskelle af betydning for skønnet fremdrift og omkostninger for de enkelte områder.

Det skal indledningsvis anføres, at der er tale om overordnede opgørelser, idet miljøcentrene af historiske årsager ikke har defineret de forskellige trin helt ens.

Trin 1 – Analyse af eksisterende data

Figur 4.1 viser den skønnede fremdrift og ressourceforbruget til organisering af eksisterende viden med henblik på at etablere en baggrund for det videre arbejde for detailkortlægningen. Indhentning af oplysninger og viden om eksisterende vandværkers indvinding ligger også i dette trin.



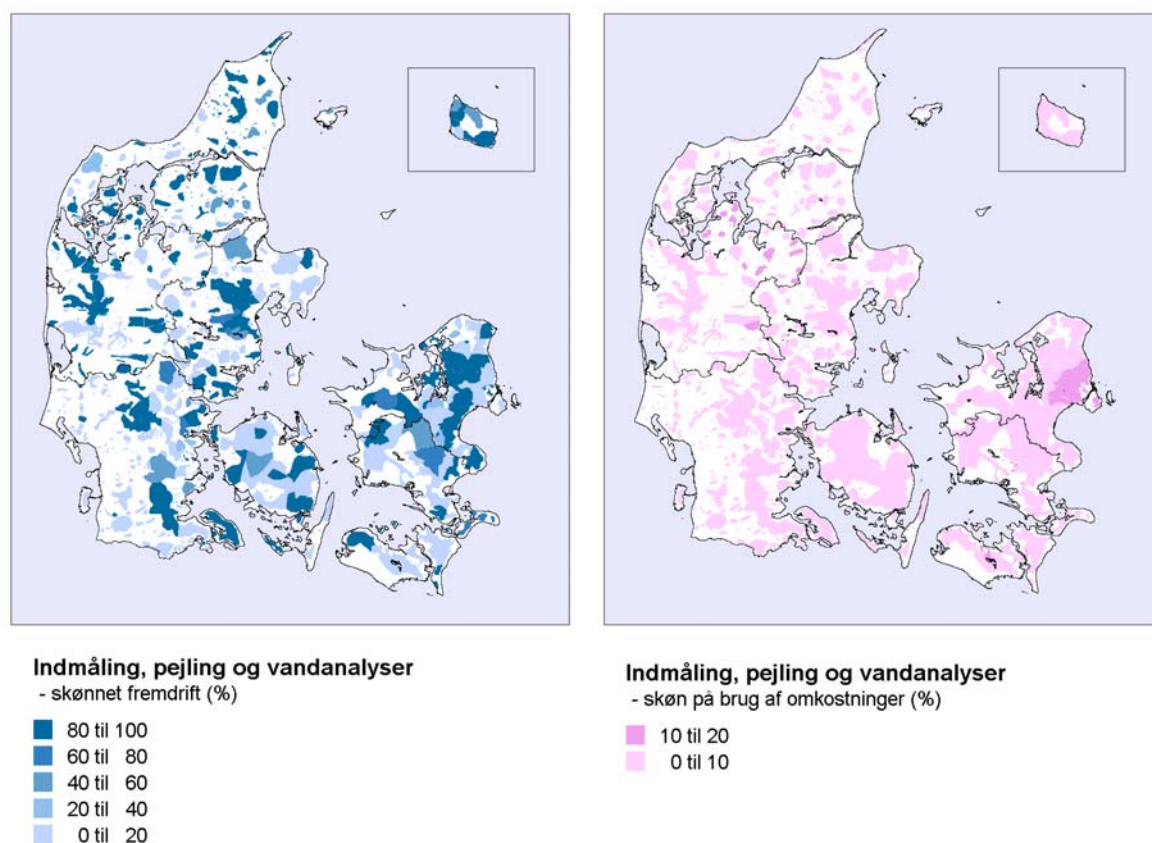
Figur 4. 1: Trin 1 – Analyse af eksisterende data. Figuren til venstre viser den procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostningerne til denne del af grundvandskortlægningen

Det bemærkes, at der i Hovedstadsområdet og Bornholms regionskommune er skønnet en større andel af omkostningerne end de øvrige områder. Det skyldes, at der i stort omfang i disse områder er skønnet tilstrækkeligt med boringsoplysninger, pejledata og analyser.

På Fyn og i Nordjylland er der skønnet et lavt ressourceforbrug, men til gengæld er der her afsat en relativt større andel af omkostningerne til indmålinger, pejlinger og vandanalyser.

Trin 2 - Indmåling, pejling og vandanalyse

Figur 4.2 viser den skønnede fremdrift og ressourceforbruget til grundlæggende dataindsamling for den øvrige detailkortlægning, f.eks. indmåling og lokalisering af boringer, indsamling af om pejledata og vandanalyser.

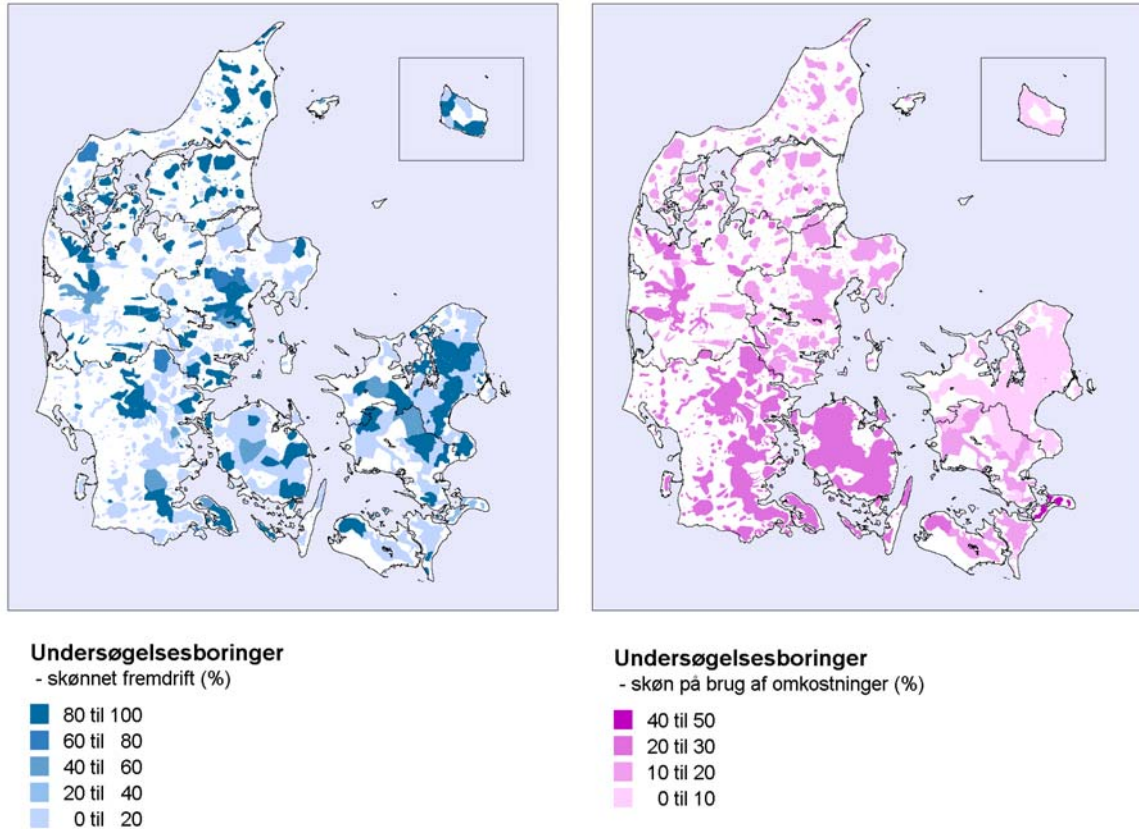


Figur 4. 2: Trin 2 – Indmåling, pejling og vandanalyse. Figuren til venstre viser den procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostningerne til denne del af grundvandskortlægningen

Det ses, at ressourceforbruget til disse opgaver overalt skønnes lavt.

Trin 2 - Etablering af undersøgelsesboringer

Figur 4.3 viser den skønnede fremdrift og ressourceforbruget til etablering af undersøgelsesboringer, der bruges til at understøtte de geofysiske undersøgelser, kortlægning af magasinudbredelse, vandkvalitet samt den geologiske modellering.

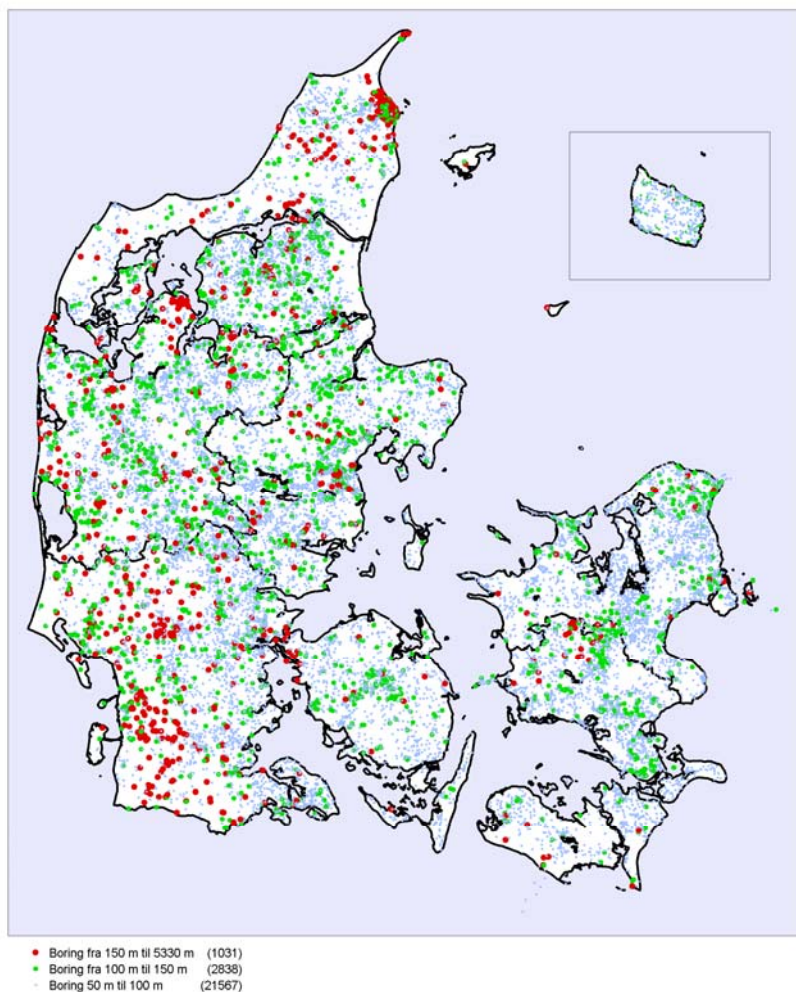


Figur 4. 3: Trin 2 – Etablering af undersøgelsesboringer. Figuren til venstre viser opgavedelens procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostninger til denne del af grundvandskortlægningen

Mange eksisterende data i Hovedstadsområdet og på Bornholm gør, at ressourceforbruget til nye undersøgelsesboringer i disse områder er sat lavt, hvilket hænger godt sammen med vurderingen af ressourceforbruget til analysen af eksisterende data. Til gengæld er der et forventet større behov for flere boringer på Fyn, formentlig som følge af at de geologiske forhold er mere inhomogene.

Dybe boringer udføres typisk i områder med saltvand og i Vestjylland, hvor boringstætheden er lav og grundvandsmagasinerne er vanskelige at kortlægge med TEM-metoden.

Figur 4.4 viser fordelingen af borer på nationalt plan. Det ses, at der er ca. 1/20 så mange 150 meter dybe borer, som der er 50 meter dybe borer, og at der generelt er stor tæthed af dybe borer i den vestjyske del af landet. (Mange af de dybe borer i Nordjylland er gasboringer).



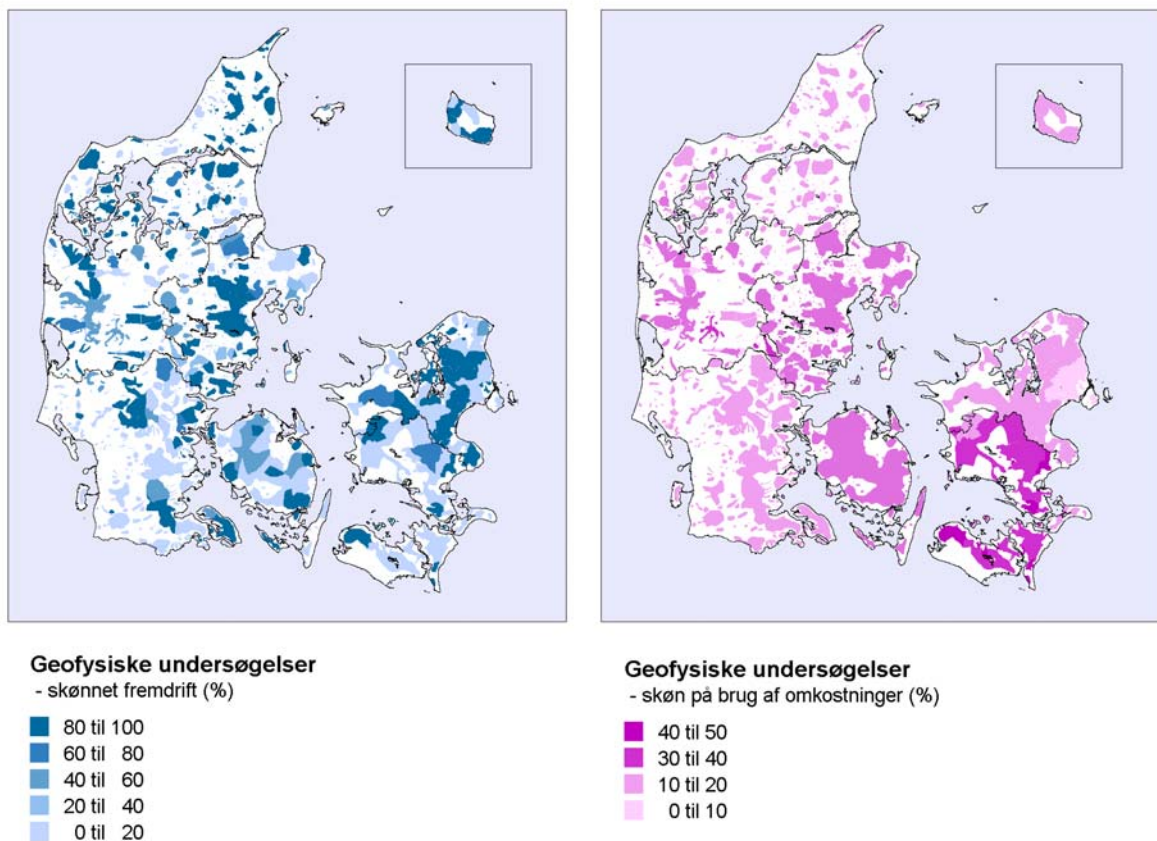
Figur 4. 4: Borer med forskellig dybde. Kilde: GEUS Jupiterdatabase

Trin 2 – Geofysiske undersøgelser

Anvendelsen af de geofysiske metoder afhænger af, hvilke geologiske og geokemiske problemstillinger, der skal kortlægges (Thomsen 2004). Det vil sige, om der skal kortlægges saltvand eller fed ler (gode ledere) eller kalklag (hårde reflektorer), begravede dale, eller om der skal kortlægges lerdække i overjorden (sårbarhed).

TEM er en af de væsentligste kortlægningsmetoder, men den har sine begrænsninger i byområderne samt hvor der er meget sandede aflejringer eller glimmersilt, der forveksles med sand. SkyTEM er en forholdsvis ny opfindelse, der er udviklet som en del af Geofysik-samarbejdet med Århus Universitet. Metoden er på det seneste anvendt i stort omfang, fordi den er meget mere effektiv end de tidligere anvendte TEM-metoder, som følge af at den er luftbåren. Man kan derved måle hele året, måle med relativ stor datatæthed og få adgang til steder, der ikke kan/må betrædes (marker med afgrøder, vådområder, krat og hegn mv.). Den er hurtig og økonomisk, og blandt andet af ovennævnte grunde rigtig god til fladedækkende kortlægninger.

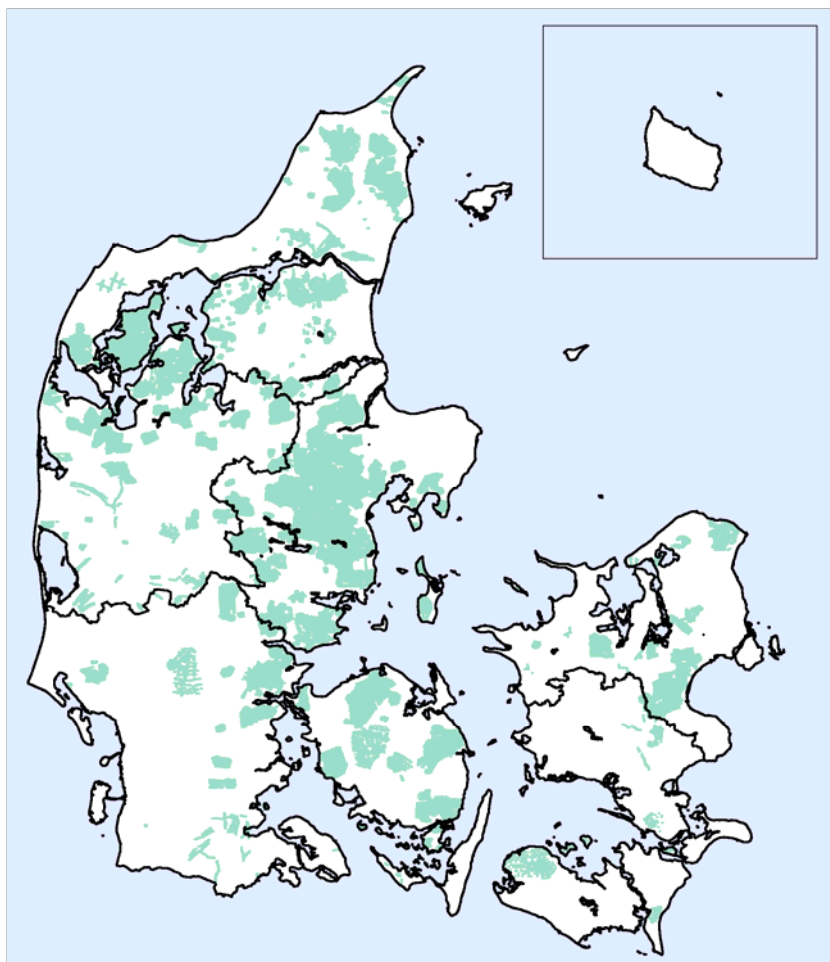
Figur 4.5 viser den skønnede fremdrift og ressourceforbruget til geofysiske undersøgelser.



Figur 4. 5: Trin 2 – Geofysiske undersøgelser. Figuren til venstre viser den procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostninger til denne del af grundvandskortlægningen

Det ses, at der generelt forventes brugt en forholdsmæssig stor andel af omkostningerne til geofysiske undersøgelser, og især i Miljøcenter Nykøbing. Undtaget herfra er i Københavnsområdet, hvor de geofysiske undersøgelser på grund af infrastruktur og især elektriske installationer er vanskeliggjort.

Af figur 4.6 ses udbredelsen af TEM pr 1.1. 2007. Af figuren ses, at anvendelsen af TEM frem til denne dato var mest udbredt i de østlige, lerede områder i Jylland samt på Fyn.



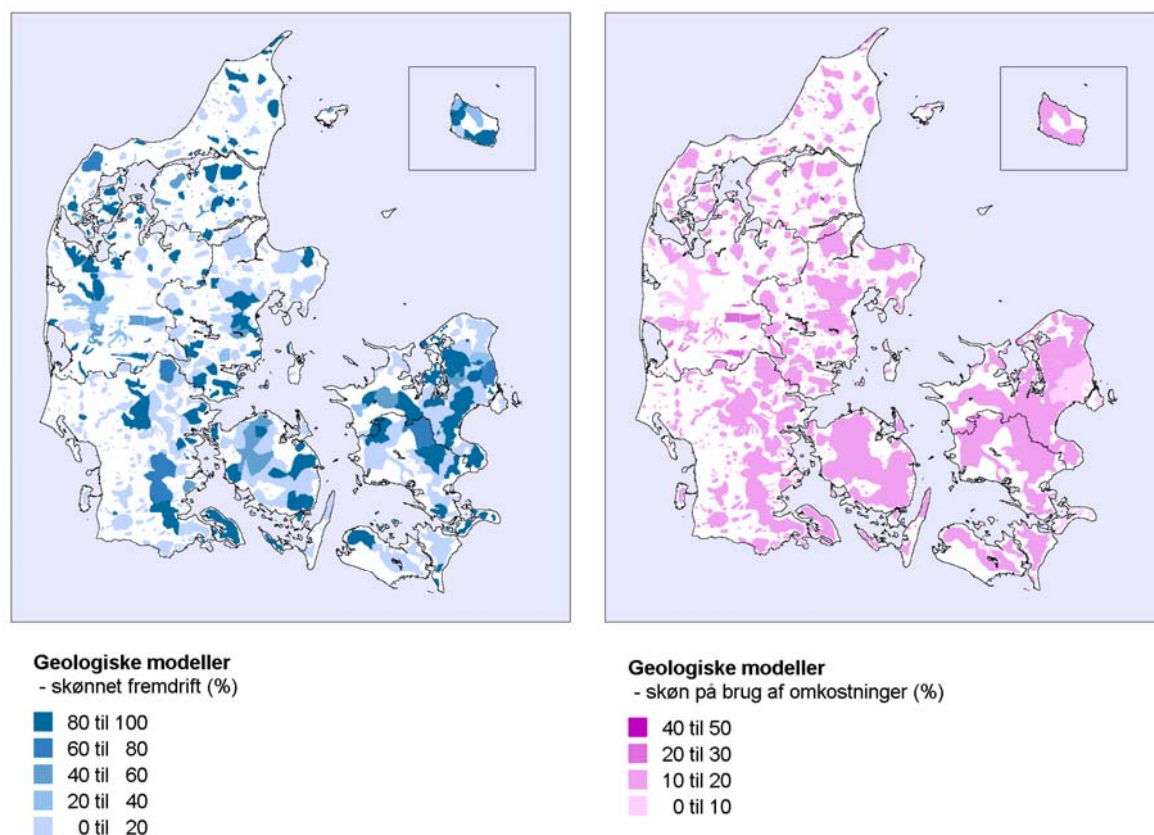
Figur 4. 6: Beliggenhed af TEM-målinger primo 2007. Kilde: GEUS GERDA-database

Trin 2 - Etablering af geologiske modeller

Etablering af geologiske modeller har gennem årene været anvendt med forskellige tolkningsværktøjer (GeoEditor, GeoBase, MikeGeoModel etc.) siden 1999.

I de tidligere undersøgelser er den geologiske modellering ofte indeholdt i den hydrogeologiske modellering og har som sådan været koblet sammen med denne. I nyere tid forsøges det at separere den geologiske tolkning fra den hydrologiske model.

Figur 4.7 viser den skønnede fremdrift og ressourcefordeling til geologisk modellering.



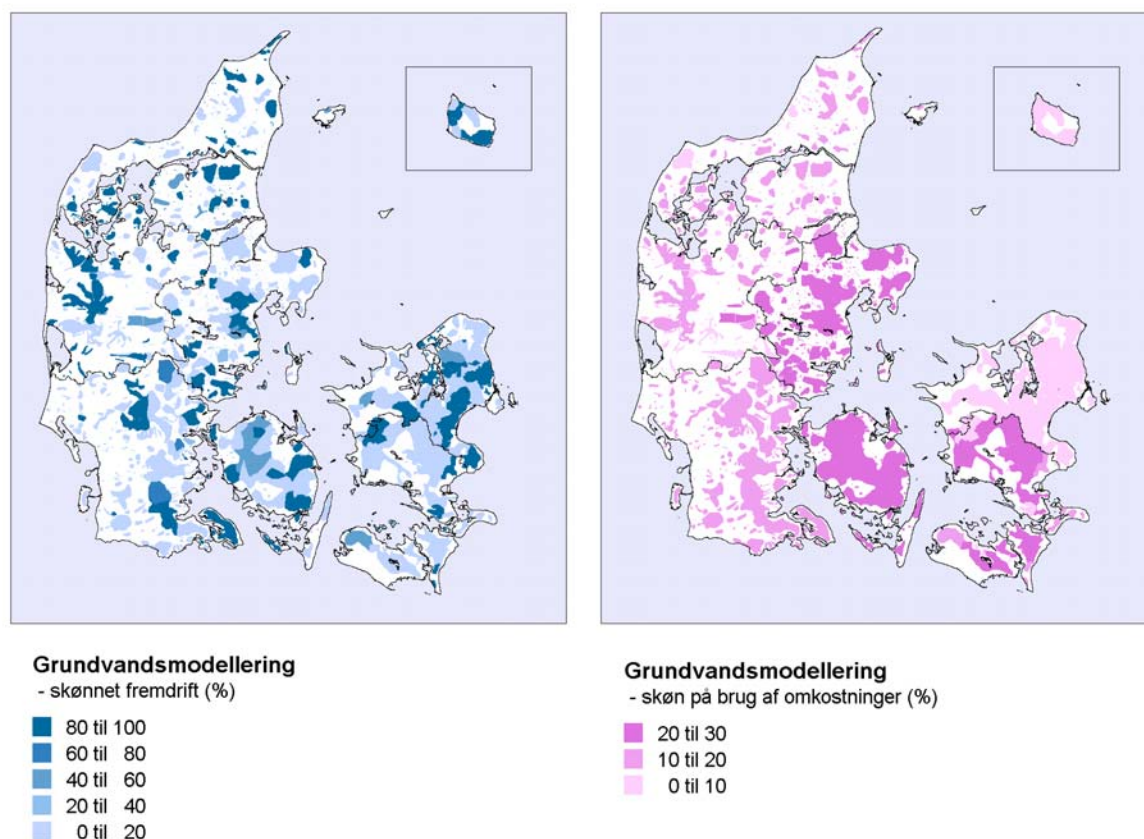
Figur 4. 7: Trin 2 – Etablering af geologiske modeller. Figuren til venstre viser opgavedelens procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostninger til denne del af grundvandskortlægningen

Den nationale grundvandskortlægning

Det forudsættes, at kortlægningen afsluttes med en hydrologisk model, således at der kan beregnes indvindings- og grundvandsdannende oplande.

I ganske få og velbegrundede tilfælde, hvor geologien er meget kompleks og hvor kortlægningsområderne er beskedne i areal, og hvor det er vurderet at datagrundlaget ikke vil kunne blive tilstrækkeligt, har man undladt at modellere områderne. Eksempler herpå er Ærø, Høje Møn mv.

Figur 4.8 viser den skønnede fremdrift og ressourcefordeling til hydrologisk modellering. Det ses, at der forventes brugt forholdsvis få ressourcer til grundvandsmodellering i Nordsjælland.

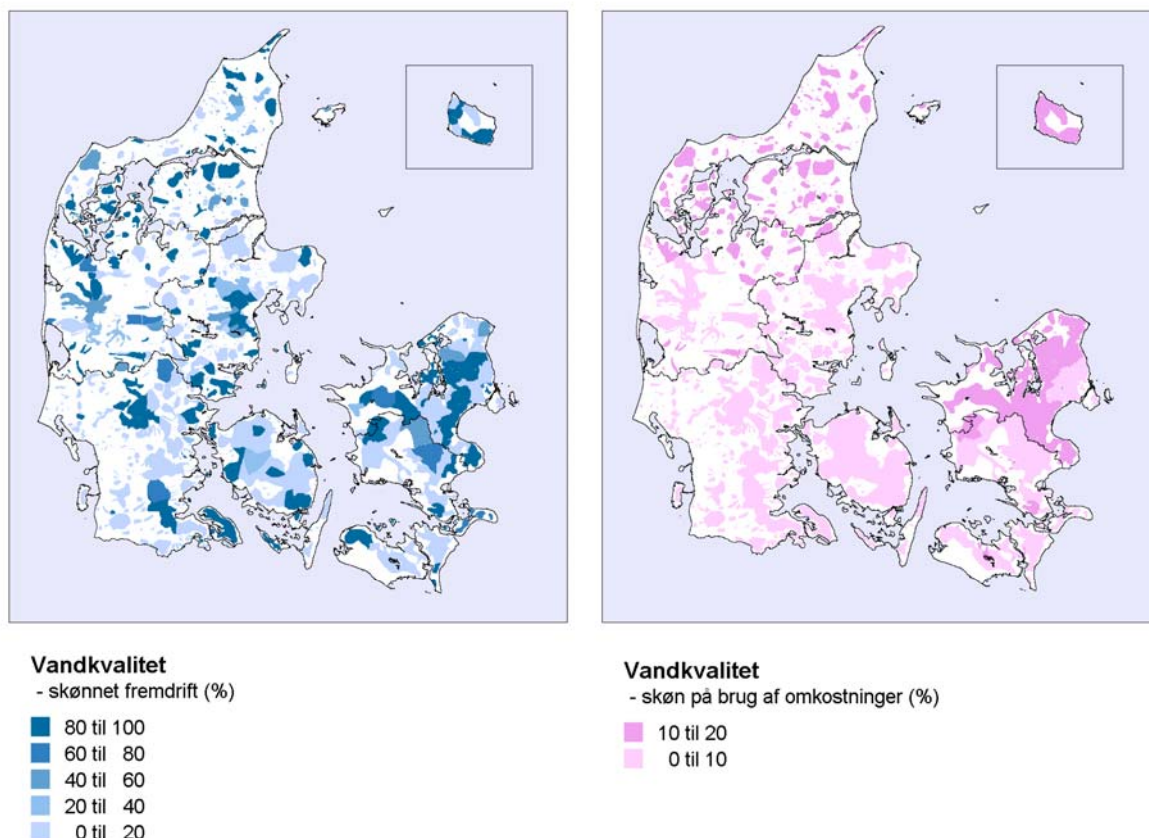


Figur 4. 8: Trin 2 – Etablering af hydrologiske modeller. Figuren til venstre viser opgavede-
lens procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise
forbrug af omkostninger til denne del af grundvandskortlægningen

Amternes regionale modeller og detailmodeller er fra 2005 blevet indarbejdet i GEUS' NO-VANA-model i forbindelse med opdateringen af denne model. Modellens opløselighed for geologien ligger på 100 x 100 meter, hvilket til gode ser den detaljerede viden, der er indsamlet med den nationale grundvandskortlægning.

Trin 2 - Vandkvalitet og geokemi

Figur 4.9 viser den skønnede fremdrift og ressourcefordeling til kortlægningen af vandkvalitet.

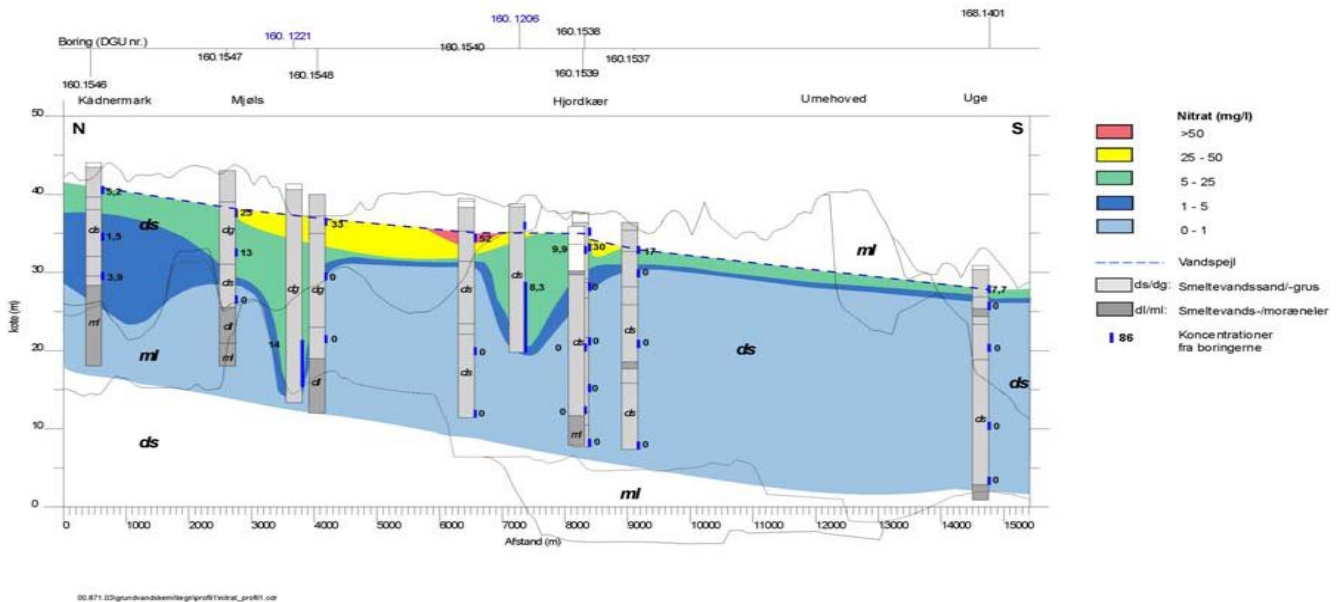


Figur 4. 9: Trin 2 – Vandkvalitet og geokemi. Figuren til venstre viser opgavedelens procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det procentvise skønnede forbrug af omkostninger til denne del af grundvandskortlægningen

Det ses, at der forventes brugt en forholdsmeæssig stor andel af omkostningerne til kortlægning af vandkvaliteten i Nordjylland og Nordsjælland, mens omkostningerne forventes lave i Nykøbing Falster.

Indvindingen har betydning for vandkvaliteten og bæredygtigheden af ressourcen. Nogle amter har haft fokus på indvindingens betydning for den resulterende vandkemi. Men ikke alle steder er der foretaget undersøgelse af indvindingstrategiens betydning for vandkvaliteten mv. med henblik på en vurdering af den langsigtede bæredygtighed.

I nedenstående figur 4.10 illustreres til eksempel, hvordan indvindingen fra borer i Sønderjyllands Amt har trukket nitratfronten ned mod boringernes indtag, og der således sker en kontaminering af grundvandet.

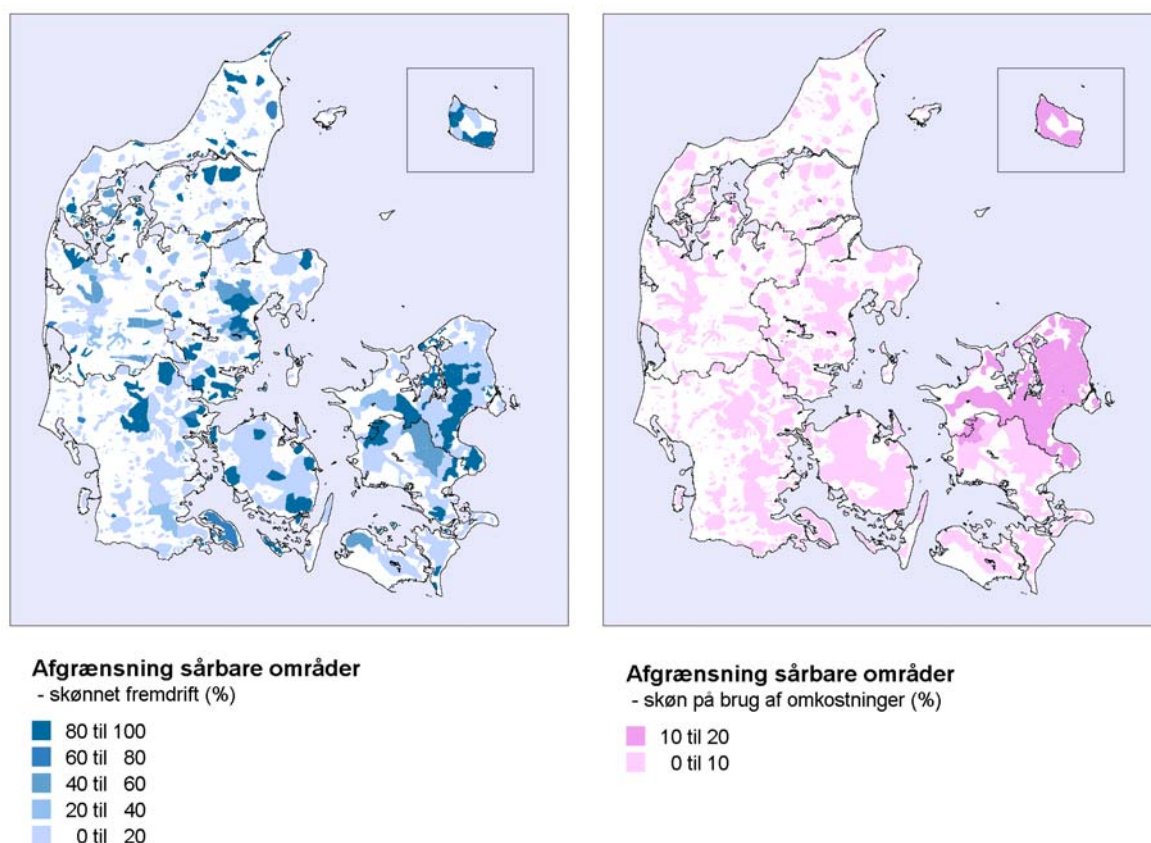


Figur 4. 10: Indvindingens betydning for placeringen af nitratfronten. Kilde: Sønderjyllands Amt

Trin 4 - Afgrænsning af sårbare områder

Figur 4.11 viser den skønnede fremdrift og ressourcefordeling til afgrænsning af de områder, hvor der efterfølgende skal gøres en indsats med hensyn til nitrat og andre forurenende stoffer.

Nordsjælland afviger fra de øvrige dele af landet ved et forholdsmæssigt større forventet forbrug af omkostninger. På Fyn angives forbruget af omkostninger relativt lavt.



Figur 4. 11: Trin 4 – Afgrensning af sårbare områder. Figuren til venstre viser opgavedelens procentvise skønnede fremdrift, og figuren til højre viser det skønnede procentvise forbrug af omkostningerne til denne del af grundvandskortlægningen

Udpegningen afspejler de forskelle, der er i problemstillinger og geologien ved afgrænsningen af indvindingsoplande og de grundvandsdannende områder på tværs af landet. Ved udpegningen af særligt følsomme områder mangler der også udvikling af et fælles metodegrundlag.

Der er desuden variationer i udpegningerne som følge af variationer i den pågældende regionplans retningslinier (politiske mål).

På landsplan er der brugt meget varierende metoder, og udpegningen af sårbare områder er udført meget forskelligt.

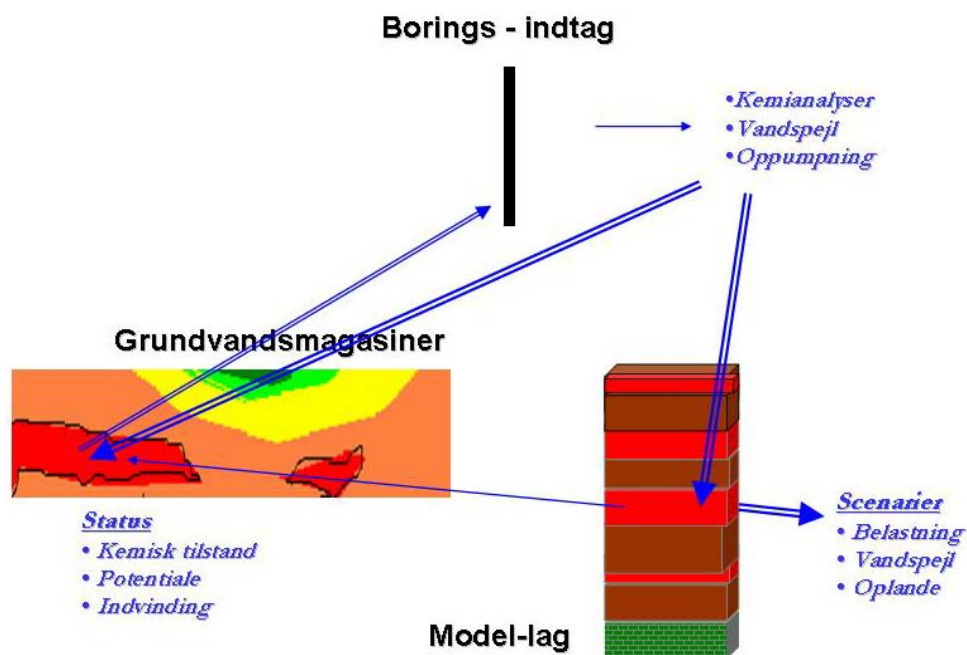
Viborg Amt har anvendt kemiske analyser sammen med modelberegninger af nitrat. Andre amter, som for eksempel de tidligere Århus, Vestsjællands og Fyns amter har anvendt GIS-sammenstillinger med hydrogeologiske kortgrundlag og geokemiske data (Fyns Amt 2005).

Dataarbejde

Amterne har haft metodefrihed til håndtering af data i forbindelse med grundvandskortlægningen. Det har betydet, at der - når der ses bort fra koordinering og indberetning af overvågningsdata, samt indberetning af boringsoplysninger, vandprøver og geofysik - ikke har været standarder for datahåndteringen i amterne.

Sammenhæng i data

Fyns Amt har arbejdet med sammenhæng i datastrukturer for grundvandsmodeller, udpegede grundvandsmagasiner og boringsindtag (der kobler til vandanalyser, indvindingsmængder og pejlinger) til brug for regionplanarbejdet som vist på figur 4.12. Arbejdet har været gennemgående for grundvandskortlægningen, og denne arbejdsmodel har desuden vist sin styrke ved amtets arbejde med basisanalysen.



Figur 4. 12: Eksempel på sammenhæng mellem grundvandsmagasiner, boringsindtag og modellag fra Fyns Amt (Mielby 2006).

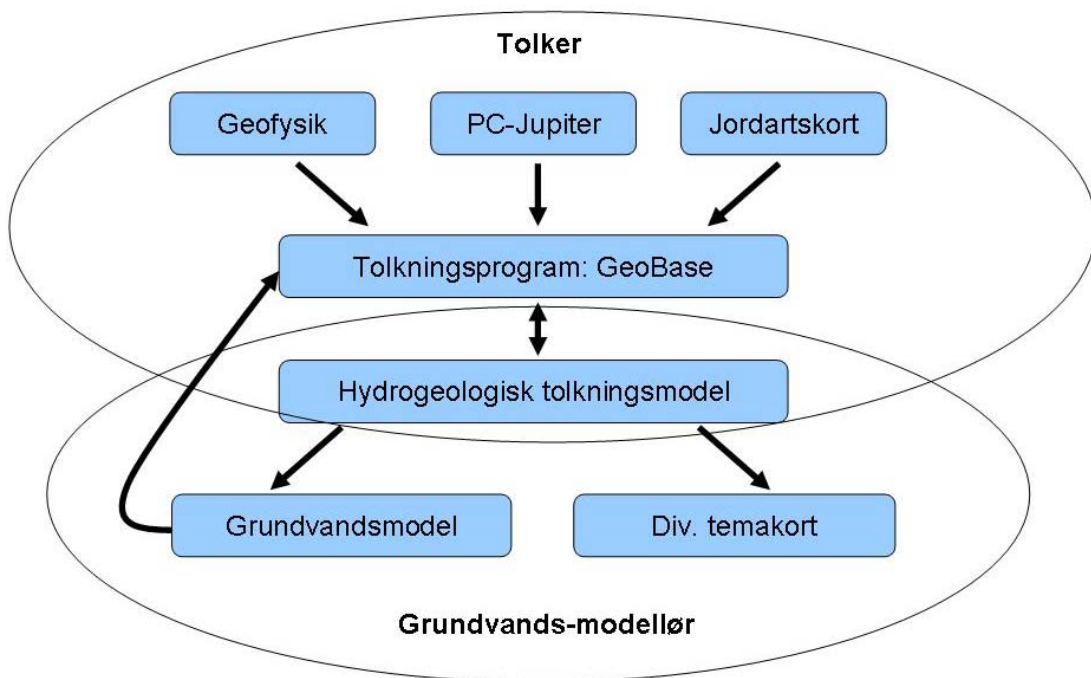
Databehandling og tolkning af geologiske modeller

Amternes ERFA-gruppe for modeller har etableret overordnede fælles retningslinier for arbejdet med opstilling af geologiske og hydrostratigrafiske modeller (Arbejdsgruppe vedr. Geologisk modelopstilling 2006).

I forhold til disse overordnede retningslinier mangler dog endnu en del, før der er etableret standarder for brugen af geofysik, geokemi, modeller og den rette "fejlsikre" arbejdsgang fra feltarbejdet starter, til det færdige modelprodukt foreligger.

Et af problemerne ligger i at etablere et fælles mål med en systematisk arbejdsgang for de mange data. Et andet ligger i at kunne kommunikere på et fælles sprog, så medarbejderne inden for de forskellige fagdiscipliner kan udnytte hinandens viden uden at være afhængige af hinanden.

Den ideelle kobling mellem fagdisciplinerne synes at være en flydende arbejdsgang i hele forløbet, som overordnet illustreret på figur 4.13.



Figur 4. 13: Eksempel på integreret sammenhæng mellem geofysik, boringsinformation, geologiske kort mv. til geologisk model til grundvandsmodel og temakort. Kilde: Frederiksborg Amt

Modellen fordrer dog, at der er en stram projektstyring med kontinuitet i kortlægningen og et komplet team af fagspecifikke kortlæggere til rådighed.

Styregruppen for Grundvandskortlægning har i 2007 igangsat et projekt med etablering af en vejledning i geologisk modellering, og arbejdet med vejledninger for brugen af geofysik, geokemi, potentialer, geologi og hydrologi er højt prioriteret i de nedsatte ERFA-grupper.

Løbende justeringer

De foreliggende kortlægningsresultater er for de hydrogeologiske beregningers vedkommende baseret på forudsætninger om en på forhånd fastlagt fremtidig indvinding, arealanvendelse og klimatisk situation.

Hvis der sker ændringer i disse forudsætninger, eller der fremkommer ny viden, vil der være behov for fremover at kunne opdatere kortlægningen med henblik på at kontrollere, om kortlægningens anbefalinger fortsat holder, eller om de skal justeres.

5. Kortlægningens ydre omstændigheder

I dette afsnit uddybes en række ydre omstændigheder omkring kortlægningen, som har betydning for den måde, kortlægningsopgaven er udført på og dermed har haft væsentlig indflydelse på det resulterende produkt. Det drejer sig om

- den overordnede kortlægningsstrategi
- projektorganisering
- tidsplan
- ERFA-grupper og -samarbejde
- videnopsamling og -deling
- datavask

Den overordnede kortlægningsstrategi

Vandressourcens bæredygtighed

I langt de fleste tilfælde har kortlægningen været centreret om problemstillingen i området, men i nogle tilfælde er der behov for større fokus og sikkerhed i vurderingen af den langsigtede bæredygtighed af den indvindingsstrategi, der ligger til grund for indsatsplanen.

Kortlægningsarealets størrelse

Der er generelt konsensus for, at større hydrogeologiske kortlægninger er ressourcebesparende. Arbejdet med udbud, kvalitetssikring og efterfølgende dataorganisering tager forholdsvis lang tid, og giver næsten dobbeltarbejde i små områder. Små områder kan heller ikke kortlægges så grundigt, da nogle metoder giver de bedste resultater i lidt større skala.

Områdets størrelse har stor indflydelse på, hvor mange interessenter (vandværker, lodsejere, kommuner etc.), der skal håndteres på én gang, og hvor mange medarbejdere, der deltager i kortlægningsteamet. Et stort område kan derfor være meget tidskrævende ledelsesmæssigt.

De små indvindingsoplande uden for OSD er tilsvarende mere ressourcekrævende, fordi geologien sjældent er kendt i området i forvejen, og der som oftest er langt til andre boringer (indvindinger).

Kortlægningsarealets geografiske sammenhæng

Som nævnt i kapitel 2 er udpegningen af områder, der skal kortlægges, forskellige i de forskellige egne af landet, og det i sig selv afspejler sig i måden at angribe kortlægningen på. I Nord- og Vestjylland er der flere indvindingsoplande udenfor OSD, mens der for eksempel på Fyn og Sjælland er større sammenhængende områder, der skal kortlægges.

Projektorganisering

Planlægning og faseopdeling

De fleste amter har anvendt faseopdelt projektledelse, Amterne har dog ikke benyttet samme model. Nogle amter har haft ét rådgivende firma, der har udført alle kortlægningsopgaver i et indsatsområde, mens andre amter har haft forskellige rådgivende firmaer til at udføre dele af kortlægningen. Nogle amter har selv været udførende på dele af kortlægningen.

I alle tilfælde har det været en fordel med faseopdelt ledelse af projektet, hvor den enkelte fase/del af projektet godkendes successivt. I forbindelse med etablering af retningslinierne for miljøcentrenes administration er der i 2007 etableret den fælles trinmodel (jf. kapitel 4), som skal sikre sammenlignelighed mellem de forskellige dele af kortlægningen.

Der er forskel på, om amterne har haft samlet eller adskilt projektledelse for kortlægning og indsatsplaner. I alle tilfælde har det været en stor fordel med tæt kontakt mellem kortlæggere og indsatsplanlæggere.

De fleste amter har haft projektteams med én eller flere amtslige ressourcepersoner involveret.

Der har været anvendt projektplaner både internt og i forbindelse med rådgivers ydelser. I de interne tilfælde har det været med svingende erfaringer.

Kortlægningens længde

Kortlægning af et indsatsområde har typisk taget omkring 2-3 år, og dertil kommer indsatsplanlægningen på 1-2 år. De første kortlægninger har dog taget længere tid end de senere.

Inddragelse

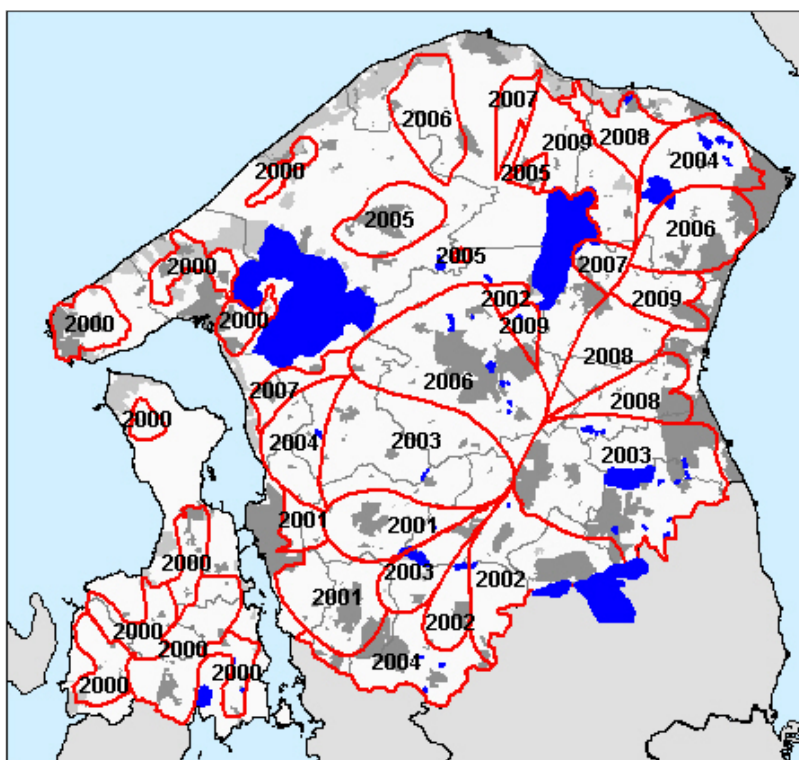
Inddragelsen af interessenterne har været højt prioriteret i amterne, idet det er vurderet at være nødvendigt at skabe ejerskab i den kreds, der berøres af kortlægning, planlægning og efterfølgende lodsejere, når der skal ske en indsats.

Inddragelse af interessenter er omkostningskrævende tidsmæssigt.

Tidsplan og prioritering af kortlægning

Et af minimumskravene til organisering af kortlægningen var, at der skulle laves en prioritering af kortlægningsområderne og en tidsplan for kortlægningerne, og at denne tidsplan skulle indgå i regionplanerne. Ved udgangen af 2006 havde alle amter udarbejdet tidsplaner for kortlægningen inden for OSD, se figur 5.1, mens enkelte amter mangler en tidsplan for kortlægningen af indvindingsoplandene uden for OSD.

Indsatsområdets placering i tidsplanen er et udtryk for områdets prioritering, idet områder med store vandforsyningsproblemer eller af stor ressourcemæssig vigtighed er prioriteret kortlagt førend de øvrige områder.



Figur 5. 1: Eksempel på tidsplan for kortlægning. Tallene angiver årstal for kortlægningens begyndelse. Kilde: Frederiksborg Amt

ERFA-samarbejdet

Amternes styregruppe for ERFA-samarbejdet, som var forløberen for Styregruppen for Grundvandskortlægning, igangsatte en række projekter med henblik på metodeudvikling af for eksempel geofysiske metoder, videreudvikling og ajourføring af geofysikdatabasen GERDA (via Geofysiksamarbejdet), etablering af ståbi for hydrologisk modellering m.m.

Dette samarbejde er fortsat i 2007 med nedsættelsen af ERFA-grupper med repræsentanter for miljøcentrene og GEUS, en lang række udviklingsprojekter samt en hjemmeside til formidling af viden til miljøcentrene og andre, der har behov for viden om kortlægningsgrundlaget.

Tidligere var ERFA-samarbejdet centreret om koordinering og udveksling af erfaring inden for eget fagområde. I 2007 blev der nedsat 5 ERFA-grupper, som ud over at sikre vidensdeling mellem miljøcentrene og GEUS hver især skal bidrage med fagligt overblik over eget fagområde, således at de også kan rådgive Styregruppen for Grundvandskortlægning. Hver ERFA-gruppe har et veldefineret formål, kommissorium og arbejdsprogram.

Videnopsamling og -deling

I forhold til andre myndighedsopgaver og administrationen af den samlede vandressource er det af stor betydning, at der – som resultat af kortlægningen - ligger grundige fagrapporter, kortlægninger og opdaterede databaser til rådighed. Det er vigtigt, at al information sikres for eftertiden med henblik på dokumentation, fælles vidensdeling og optimal udnyttelse af investeringerne med den omfattende grundvandskortlægning.

Den fælles videndeling og behovet for ensretning af kortlægningen er blevet særligt aktualiseret, efter at administrationen af vandressourcen, råstoffer og jordforurening er blevet delt op på flere instanser (kommuner, miljøcentre og regioner).

Opsamling i databaser

Der har gennem lang tid været lovgivningsmæssige krav til lagring af information om boringer og tradition via geofysiksamarbejdet om indsamling af geofysikdata. Al geofysik og alle boringer er derfor systematisk blevet indberettet til GEUS.

Amterne har i flere år haft selvstændige databaser med lokaliseringsdata, pejlinger og vandanalyser. Arbejdet med disse databaser indeholder specielle problemstillinger, og de er i forbindelse med overvågningen og potentialekortlægningen søgt koordineret med GEUS (ERFA-gruppen for lokaliserings- og pejldata 2005-2006).

Generelt har amter der ud over benyttet egne procedurer for digital lagring af information om geologiske og hydrologiske modeller, kort og rapporter. Til lagring af rapporter og øvrige resultater af kortlægningerne har amterne således ikke haft den store fælles systematik før 2007.

Selvom kortlægning og dokumentation er vigtig, har der kun været stillet få krav om lagring af indsamlede data. Det betyder, at der i dag ikke foreligger en systematisk sammenfatning af grundvandskortlægningens kortresultater og rapporter til brug for arbejdet med miljømålsloven, eller for kommuner og vandværker til brug i den daglige administration.

Anvendelse af samlerapport

De fleste amter har fået udarbejdet faglige afrapporteringer emnevis. I de tilfælde, hvor én rådgiver har udført hele detailkortlægningen, er der lavet samlerapporter. For eksempel har man i Århus Amt selv etableret en resumé-rapport.

Flere amter har udarbejdet en redegørelse, der indeholder relevante facts og resultater til brug i forbindelse med udfærdigelsen af indsatsplanen.

Anvendelse af rapporter om den samlede vandressource

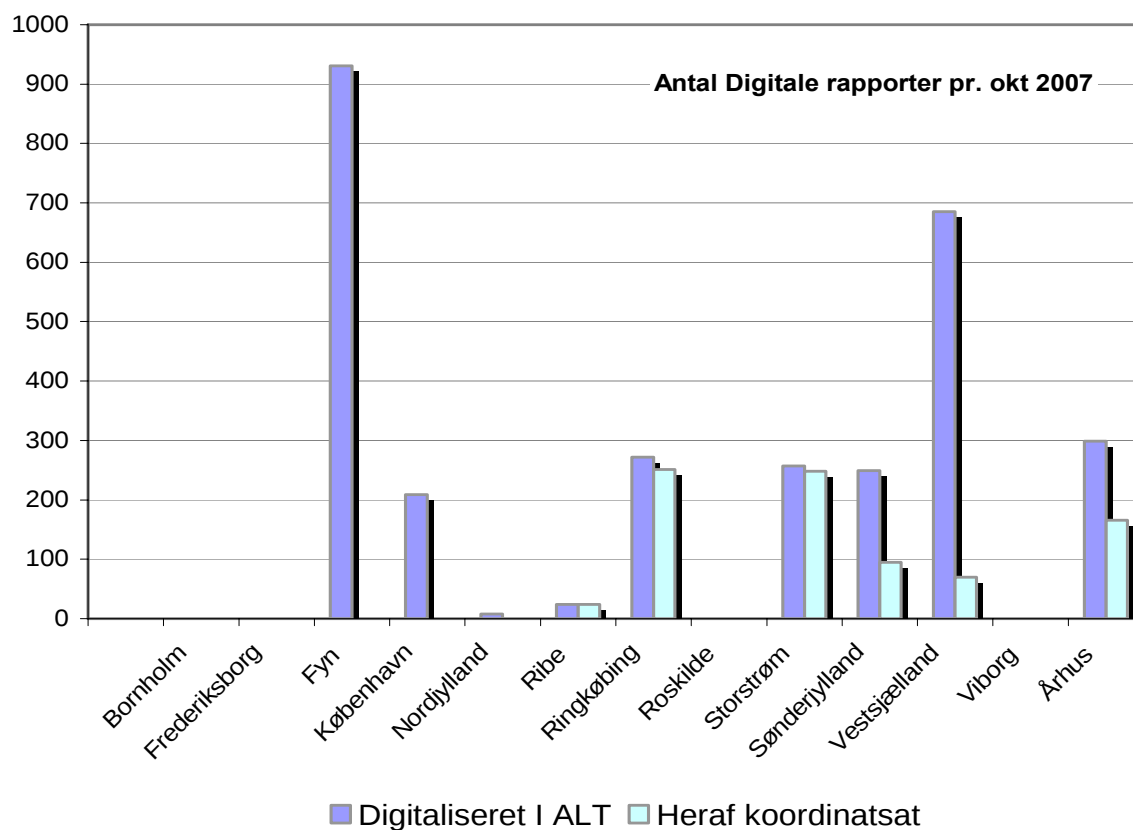
Sønderjyllands Amt og Fyns Amt har sammenfattet kortlægningsresultaterne i forbindelse med regionplan 2005 og nedlæggelsen af amtet, således at der ligger en samlet kortlægning og kortgrundlag til de berørte kommuner og regioner.

Datavask

I forbindelse med kommunalreformen blev det besluttet, at amternes decentrale databaser med lokaliseringer af borer, pejlinger, vandanalyser og rapporter skulle samles i et centralt arkiv ved GEUS, således at de kan være tilgængelige for miljøcentre, kommuner og regioner. Amterne og GEUS har udført et stort arbejde med at indberette disse data til GEUS.

Da der fra starten ikke har ligget færdige kravspecifikationer til dataindhold og datasystemer ved amterne, har der været tale om store forskelle i databasernes indhold, og det har indebåret en omfattende datavask for at homogenisere data på landsplan. Ved datavasken har der også været store forskelle i omfang og kvalitet af den indsats, som amterne har kunnet yde. Det betyder, at der i dag stadig er stor forskel på data i de etablerede landsdækkende databaser.

I nedenstående eksempel er der vist tilgængelige digitale rapporter status medio 2007, figur 5.2, hvor den blå kolonne viser antal digitale rapporter, og den lyseblå kolonne viser, hvor mange, der var stedsfæstet på et kort.



Figur 5. 2: Antal indberettede rapporter fra amterne i GEUS rapportarkiv

Miljøcentrene og GEUS har i 2007 arbejdet videre med etablering af en rapportdatabase og en modeldatabase.

Der er ligeledes i forbindelse med etableringen af den centralt offentlige database og overvågningen, arbejdet videre med forbedring af indberetning af pejlinger og vandanalyser.

6. Sammenfatning af erfaringer og resultater

I årene før gebyrkortlægningen var der forskellige muligheder og traditioner for dataopsamling og kortlægning af grundvandsressourcen i amterne. Måden at arbejde på i forbindelse med kortlægningen var forskellig ved udførelse af opsamlende afrapporteringer af grundvandsressourcen, ved modelberegninger, ved pejleprogrammer etc.

Med gebyrkortlægningen kom der en ny regional kortlægningsopgave, som kun i begrænset omfang tidligere var udført i en så detaljeret målestok.

Til brug for det dengang forestående arbejde forelå Vandforsyningsloven og Zoneringsvejledningen, som satte nogle overordnede rammer for kortlægningen, og bortset fra et krav om at grundvandet skulle kortlægges grundigt og helt ned til markskala, var der metodefrihed med hensyn til den praktiske udførelse og ledelse. Det efterlod et nødvendigt rum til udvikling af metoder.

Alle amter har overordnet set fulgt Zoneringsvejledningen, men alligevel er der store forskelle. Kortlægningen har ændret sig fra starten i 1999 til 2006, og der har været forskellige strategier i det enkelte amt, og som før nævnt mellem amterne. Herved er kortlægningen blevet udført noget inhomogent på landsplan.

Unik udvikling af metoder

Én af de vigtigste positive sideeffekter i det hidtidige arbejde har været, at det har givet de nødvendige frihedsgrader til udvikling af metoder (og koncepter), og at der samtidig er høstet en lang række erfaringer, fordi fokus nødvendigvis er forskellig afhængig af typen af problemstillinger og størrelsen af dem.

Efter knap 7 års gebyrkortlægning foreligger der en lang række konkrete resultater, som danner et godt fundament for det videre arbejde med grundvandskortlægning og indsatsplaner i Danmark, og hvor landet i dag har viden på internationalt niveau, jf. figur 6.1.

Geofysik	Udvikling af metoder til kortlægning og tolkning samt etablering af en database i international klasse Viden om kortlægning af den gode leder (salt grundvand / fed ler)
Geologi	Viden om kortlægning ned til markskala baseret på nye data Viden om stratigrafisk korrelation Viden om begravede dale Viden om dybe magasiner / miocæn
Geokemi	Udvikling af metoder til vurdering af nitratsårbarhed Viden om indvindingens påvirkning af vandkvaliteten Viden om specifikke stoffers udbredelse i grundvandet (f.eks. arsen, brunt vand, fluorid, nikkel, klorid, sulfat)
Hydrologi	Etablering af en håndbog for grundvandsmodeller Viden om potentialekort, pejledata (aktivt)
Interdisciplinært	Fået fokus på prøvetagning, kvalitetssikring, lokalisering, identifikation, GIS, interessentanalyser

Figur 6. 1: Væsentlig metodeudvikling og viden opnået frem til dato

Betydelig viden om kortlægning af grundvandet i Danmark

Inden for de seneste år er der samtidig opnået kortlægningserfaring om forhold af betydning ikke bare for beliggenheden og beskyttelsen af drikkevandsforekomsterne, men også for økosystemer i tilknytning til disse:

- Det er vigtigt, at kortlægningen inddrager den grundlæggende viden om for eksempel salt grundvand, begravede dale, grundvandspotentialer og vandkvalitet, således at de udviklede metoder kan udnyttes til at få mest mulig viden om drikkevandsforekomsterne og deres sårbarhed.

- Det er vigtigt, at kortlægningen inddrager vurderinger af indvindingens bæredygtighed, så området med sikkerhed over de næste mange generationer kan forsyne befolkningen med tilstrækkelige mængder drikkevand af god kvalitet.
- Endelig er det vigtigt at inddrage en vurdering af behovet for kortlægningens nøjagtighed, så resultaterne kan målrettes senere beskyttelse, planlægning og etablering af anlæg. Omkostninger til lodsejere og til etablering af beskyttelse og anlæg er betragtelige i forhold til selve kortlægningen.

De erfaringer, der er opnået ved grundvandskortlægningen, er således helt nødvendige for det videre arbejde med sikker udpegning af de vigtigste grundvandsressourcer og en målrettet, arealdistribueret beskyttelse af grundvandet. Grundvandskortlægningens resultater er også en forudsætning for en videnbaseret, målrettet og detaljeret arealplanlægning.

De foreliggende erfaringer danner desuden et godt fundament for at kunne målrette og effektivisere den resterende kortlægning.

Behov for systematiseringer

På nationalt plan har der været meget stor forskel i praksis i forskellige administrative og politiske enheder.

Der er et grundlæggende behov for, at grundvandskortlægningen systematiseres på landsplan, fordi den varierer fra problem til problem, fra område til område, fra rådgiver til rådgiver og i skala, kvalitet og indhold.

I de forløbne år er der opnået viden og dermed større anerkendelse af betydningen af variationerne i geologien og de øvrige naturgivne forhold.

I det fremtidige kortlægningsarbejde kan grundvandskortlægningen koncentreres om

- at bruge viden om geologi og de øvrige naturgivne forhold
- at bruge indhøstede erfaringer om de udviklede metoder
- fortsat metodeudvikling og etablering af standarder
- at bruge samme type metoder ved sammenlignelige forhold, samt
- at etablere fælles retningslinier for udførelsen af kortlægningen

Herved opnås ikke bare en forbedring af grundlaget for kortlægningen, som den er foreskrevet i henhold til Zoneringsvejledningen, men systematisering skaber også mulighed for ensartethed, effektivitet og stordriftsfordele i forbindelse med kortlægningsopgaven.

Det betyder, at der i dag forestår et arbejde med

- ens udmøntning af kortlægningsarbejdet

- etablering af tekniske anvisninger, for eksempel om udpegning af grundvandsmagasiner, potentialekort, indvindingsoplande, grundvandsdannende oplande samt særligt følsomme områder.
- at opnå overblik over og ensartethed af data, der blev indsamlet i amterne. Specielt ovennævnte kortlægningsdata på GIS-området er meget inhomogene.
- at operationalisere landsdækkende databaser med den indsamlede viden fra amternes data, så de rigtige data er tilgængelige for fremtidig brug

Dette koordineringsarbejde vil fremover have stor betydning for effektiv udførelse af den nationale grundvandskortlægning i administrationen og er allerede påbegyndt.

7. Kortlægningen og det efterfølgende dataarbejde

I forbindelse med den nationale grundvandskortlægning indsamles data for flere hundrede af millioner kroner. Disse data har en værdi i sig selv i forhold til indsatsplanerne, men det er også vigtigt, at de bruges i den fremtidige administration for at sikre, at nye planer baseres på et sikkert og solidt grundlag. Hertil kommer, at de er vigtige for miljøcentrenes og kommunernes tilsyn og administration af tilladelser samt regionernes prioritering af oprydning af jordforureninger.

Set over et længere perspektiv er der behov for, at ressourcekortlægningen kontinuerligt baseres på resultaterne fra den nationale grundvandskortlægning samt de overvågningsdata og vandforsyningsdata, der løbende skal indberettes i forbindelse med sagsbehandling og hydrogeologiske undersøgelser udført af vandværker og private.

Med sammenlægningen af databaser i fællesoffentlige databaser og kommunalreformen er arbejdsbetingelserne ændret i forhold til tidligere. Det er nu forudsat, at arbejdet skal udføres i forhold til de fælles databaser, fordi det er et overordnet mål, at forvaltningen af grundvandet i Danmark gøres ensartet på landsplan.

Med kommunalreformen er der samtidig opstået nye udfordringer, fordi der er etableret flere nye administrative enheder (kommuner, miljøcentre og regioner), som skal bruge dataene, foruden at de skal levere information til de fælles databaser og dermed til ministeriets løsning af opgaverne (lokaliseringer, oppumpet vandmængde, beskyttelseszoner, indvindingsoplande, vandføring etc.).

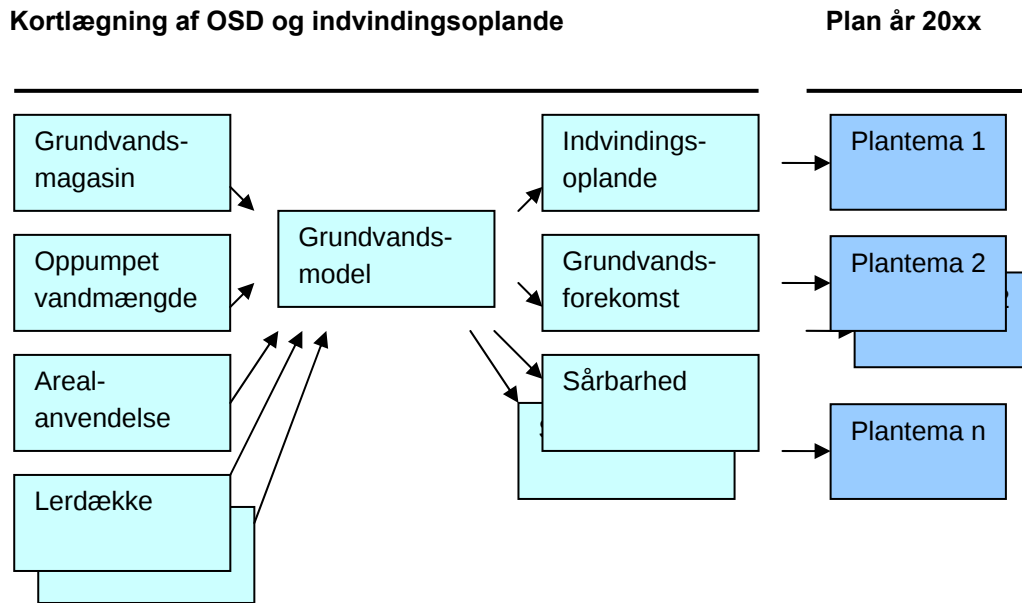
Derfor er der behov for, at den nationale grundvandskortlægning fremover tænkes yderligere sammen med den øvrige planlægning og administration.

Plangrundlaget og dataene fra grundvandskortlægningen

Temaer til planlægning udgør et "gennemsnitsbillede" for en planperiode og bør hele tiden være det bedst mulige grundlag for fremtidens planlægning og administration.

Vandressourcekortlægningens temaer er mere komplekse end de andre planlægningstemaer, fordi de opererer i flere dimensioner. De afhænger af tid, grundvandsmagasinernes, udbredelse, dybde og beskyttelse (x, y, z), jord- og grundvandskemi, klima, vandværkers og enkeltindvinders vandindvinding, indvindingsoplande, vandløbenes vandføring og beliggenhed af forureninger og landbrugets arealanvendelse.

Nogle af temaerne afhænger, som vist på figur 7.1, også af hinanden. Derfor kan de ikke "bare" samstemmes som andre plandata, men bør behandles i rækkefølge og i forhold til beskrevne begrænsninger.



Figur 7. 1: Sammenhæng mellem temaer etableret i forbindelse med kortlægningen og senere plantemaer

Resultaterne af modeller, som for eksempel den landsdækkende NOVANA-model eller de regionale modeller, skal bruges til beregning af scenarier til kortlægningen (og til naturkortlægning).

For at holde styr på administrationsgrundlaget til den daglige administrative brug og planlægning er der behov for at beregningsresultaterne fra modellerne tænkes sammen helt ned på tabelniveau med grundvandsforekomster, modellag og oplysninger fra borerne.

Dataansvar og videndeling

Ansvar og ressourcer til udvikling og koordinering af kortgrundlaget skal defineres - både for at få det samstemt på landsplan, men også så det bliver nemt at opdatere, og således at der på nationalt plan fremover kan udtrækkes mest mulig og korrekt information ud af de mange, mange data i databaserne til brug for sagsbehandling og vandplaner.

Miljøcentre, kommuner, regioner, rådgivere og vandværker har i de kommende år en stor opgave med at sikre, at indsamlede data, udførte kortlægninger samt indhøstede erfaringer opsamles til fælles gavn for eftertiden.

Der forestår ligeledes et arbejde med den fælles videndeling af kortlægningsresultater i forhold til forskellige data- og informations-sites, for eksempel Danmarks Miljøportal og databaserne på GEUS.

Arbejdet med den fælles videndeling er især vigtig, fordi opgaverne med vandressource-administrationen og beskyttelse af grundvandet er fordelt på mange instanser.

Efterslæb fra amternes grundvandskortlægning

Grundvandskortlægningens resultater består som tidligere nævnt af grunddata samt diverse fortolkninger, kort og rapporter, som gennem år har været lagret og gjort tilgængelige – på hver sin form - hos amterne.

Den del af data, der udgøres af borer og geofysik indberettes til GEUS, og udvidede boringsoplysninger bliver fremover også indsendt til GEUS i den udstrækning, de har ligget samlet i databaser ved amtet.

Kemi, lokaliseringer og pejlinger er komplekse data, som der fortsat skal arbejdes med, da de udgør fundamentet for en meget stor del af grundvandskortlægningen. Der mangler blandt andet fortsat indberetning, kommunikation med analyselaboratorier og sammenhæng mellem data.

Der er endvidere i forbindelse med den hidtidige grundvandskortlægning igangsat et arbejde med etablering af en modeldatabase til lagring af geologiske og hydrologiske modeller, som Styregruppen for Grundvandskortlægning viderefører.

Viden fra afrapporteringer, diverse kort og kortlægningsoplysninger har ligget hos enkelt-personer, i diverse filmapper og sagsmapper og er ikke systematiseret på landsplan. Nogle amter har skannet rapporterne og indberettet dem til GEUS, som nu arbejder på etablering af en landsdækkende rapportdatabase.

I visse af de forhenværende amter har der været afsat ressourcer til løbende opdatering af administrations- og planlægningsgrundlaget, men i langt over halvdelen har det ikke været tilfældet, og i disse tilfælde foreligger resultaterne opnået i forbindelse med den hidtidige grundvandskortlægning alene i rapporter og kortbilag. I disse områder udestår således en opdatering.

Referencer

Arbejdsgruppe vedr. Geologisk modelopstilling (2006). "Anbefalinger til geologisk modelopstilling i forbindelse med grundvandsmodellering."

ERFA-gruppen for lokaliserings- og pejledata (2005-2006). "Vejledninger i lokaliseringer, Vejledning i registrering med boringsfix- pejlepunkter, Vejledning i indberetning af boringsdata, Vejledning i indberetning af pejledata." www.geus.dk/borearkiv.

Fyns Amt, Mielby, S., Christensen, J. Q., Greve, C., Lauritsen, L., Laursen, G., Müller Wohlfeil, D.-I. (2005). Kortlægning af grundvandsressourcerne - status for vandressourcekortlægningen 2005. Fyns Amt. ISBN 87-7343-585-6: 151 pp.

GEUS (2007). Status for gebyrkortlægningen 2007. Opgørelse udarbejdet af en arbejdsgruppe nedsat af Styregruppen for Grundvandskortlægning, 24. august 2007.

GEUS (2008). Arbejdsplan for udarbejdelse af tekniske retningslinier for den nationale grundvandskortlægning 2007 og 2008: 18 pp.

GEUS, Jacobsen, O. S. (1995). Grundvandsovervågning 1995. GEUS. ISBN 87 89813-34-7: 209 pp.

Henriksen, H. J., Trolborg, L., Højberg, A. L., Nyegaard, P. (2003). Ferskvandets Kredsløb, Kap 8. NOVA 2003 Temarapport, GEUS: 59 pp.

Jørgensen, F., Sandersen, P.B.E., (2004). "Kortlægning af begravede dale i Jylland og på Fyn. Opdatering 2003-2004. De jysk-fynske amters grundvandssamarbejde. Vejle Amt, WaterTech a/s. 224 pp."

L56 (1997-98). Lov om ændring af lov om vandforsyning m.v., lov om miljøbeskyttelse og lov om planlægning (Beskyttelse af drikkevandsressourcer og vandforsyning). Folketinget.

L115 (1999). Lov om ændring af lov om vandforsyning m.v. (Gebyrer). Folketinget.

Mielby, S., Laursen, G. (2006). "Udviklingen og brugen af magasiner med henblik på arealregulering, grundvandsbeskyttelse og basisanalyse i Fyns Amt. ATV møde Basisanalysen: Kan "god tilstand" i vandmiljøet opnås i 2015?"

Miljø- og Energiministeriet, L. (1998). "Statslig udmelding til regionplanrevision 2001, ISBN 87-601-7900-7."

Miljøstyrelsen (1995). Metoder til udpegning af indvindingsoplande. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr 8, 1995: 126 pp.

Miljøstyrelsen (1995). "Udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, ISBN 87-7810-406-8."

Miljøstyrelsen (2000). Zonering, Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 3 / 2000, Miljøstyrelsen. ISBN 87-07944-133-5: 156 pp.

Thomsen, R., Søndergaard, V. H., Sørensen, K. I. (2004). "Hydrogeological mapping as a basis for establishing site-specific groundwater protection zones in Denmark." *Hydrological Journal* **12**: p. 550-562.

Vejle Amt (2002 a). Grundvandet - som drikkevandsressource, Beskrivelse af grundvand, vandindvinding, vandforsyning og grundvandsforurening: 39 pp.

Vejle Amt (2002 b). Vandværket 2001, Status over vor nuværende viden om vandkvalitet og grundvandsforurening i Vejle Amt: 39 pp.



DEN NATIONALE GRUNDVANDS- KORTLÆGNING I DANMARK

Med kommunalreformen i 2007 er administrationen af den nationale grundvandskortlægning overdraget til de nyetablerede miljøcentre. Ved samme lejlighed har GEUS fået til opgave - ved etablering af vejledninger m.v. - at tilsikre at kortlægningen kan blive mere ensartet på landsplan.

GEUS har i foråret 2007 systematisk gennemgået kortlægningspraksis i de tidligere amter for at samle de bedste erfaringer med henblik på koordinering og vidensdeling. Gennemgangen har bidraget væsentligt til at give overblik over forskellige problemstillinger og er gengivet ved eksempler i denne rapport.

Rapporten indeholder en status for kortlægningens fremdrift pr 1. maj 2007 og overblik over kortlægningsområdet, naturgivne forhold, samt anvendte metoder og strategier siden kortlægningens start i 1998.

Rapporten koncentrerer sig om problemer og forskelligheder i forbindelse med kortlægningen, og endelig beskriver den nye kortlægningsinitiativer, som er iværksat i løbet af 2007.