

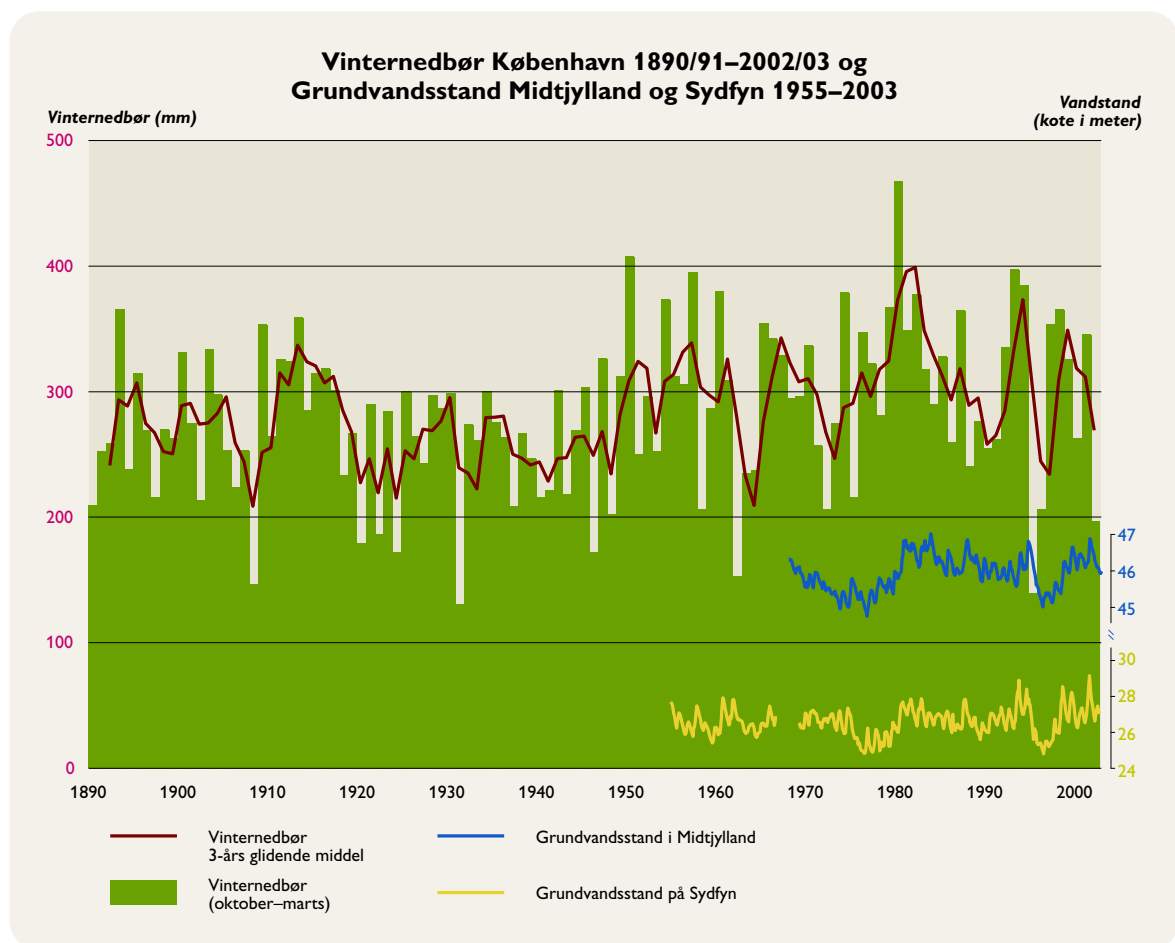
Grundvandsressourcen og hydrologisk modellering

Grundvandspotentiale

Regelmæssige målinger af grundvandsstanden giver mulighed for at vurdere ændringer i mængden af grundvand. Variationen i nedbør og fordampning hen over året gør, at grundvandsstanden ligeledes varierer naturligt hen over året med maksimum omkring april måned og minimum omkring oktober. På få år kan grundvandsstanden dog ændre sig betydeligt i forhold til den normale årsvariation, enten som følge af ændringer i nedbørmængden eller i grundvandsoppumpningen eller en kombination af ændringer i begge forhold.

Udover at tjene som en metode til overvågning af den kvantitative udvikling i grundvandsressurens størrelse, udgør tidsserier over variationer i grundvandsstanden i forskellige grundvandsmagasiner et meget vigtigt datainput til grundvandsmodeller.

2002 blev et usædvanligt nedbørsrigt år. Nedbøren blev i gennemsnit for hele landet langt over det normale med 862 mm (normal 712 mm), og året blev dermed det 3. nedbørsrigeste, der er registreret i Danmark. Det mest nedbørsrige år var 1999 med 905 mm (DMI, 2002).



Figur 6.1 Grundvandsstanden er nu igen normal efter rigelig nedbør i vintrene 1997/98–2001/02. Baggrundskurven viser vinternedbøren i København i en årrække, mens de stiplede kurver viser udviklingen i grundvandsstanden to steder i landet.

I februar måned 2002 blev nedbøren målt til 109 mm mod normalt 38 mm. I juni og juli faldt næsten den dobbelte mængde nedbør i forhold til normalen, hvorimod der i december 2002 kun blev registreret 30 mm nedbør mod normalt 66 mm. Nedbøren har i årene 1998 til 2002 været på mellem 743 og 905 mm for landet som helhed, hvilket er op til 27% over det normale (DMI, 2002).

Figur 6.1 viser vinternedbøren i København for perioden 1890/91 til 2002/03. Vinternedbøren beregnes som den nedbør, der falder fra oktober til og med marts; den periode hvor hovedparten af grundvandsdannelsen finder sted. I 4 af seneste 6 vintre fra 1997/98 til 2002/03 har vinternedbøren været over det normale. Den gennemsnitlige vinternedbør for København har i perioden 1961 til 1990 været på 308 mm.

I overvågningsperioden 1989-2002 er der målt store variationer i grundvandstanden. I 1994-95 og igen 2000-02 var grundvandstanden høj. De meget store nedbørmængder, som faldt i januar og især i februar 2002, hvor der flere steder i landet faldt mere end tre gange den normale nedbør for februar måned, har betydet, at grundvandsstanden mange steder ved afslutningen af vinteren 2001/02 var på højde med eller højere end den højest registreret i den forudgående 20-årige periode. Tilsvarende betød de meget nedbørsfattige vintre 1995/96 og 1996/97, at grundvandstanden faldt til et niveau svarende til det lavest målte i den forudgående 20-årige periode (figur 6.2).

En analyse af de regionale sammenhænge mellem nedbør/fordampning, grundvandsstand og grundvandsindvinding præsenteres i hovedparten af årets grundvandsrapporter fra amterne. Nedbøren er baseret på DMI's 10 km grid, og fordampningen på DMI's 20 km grid data.

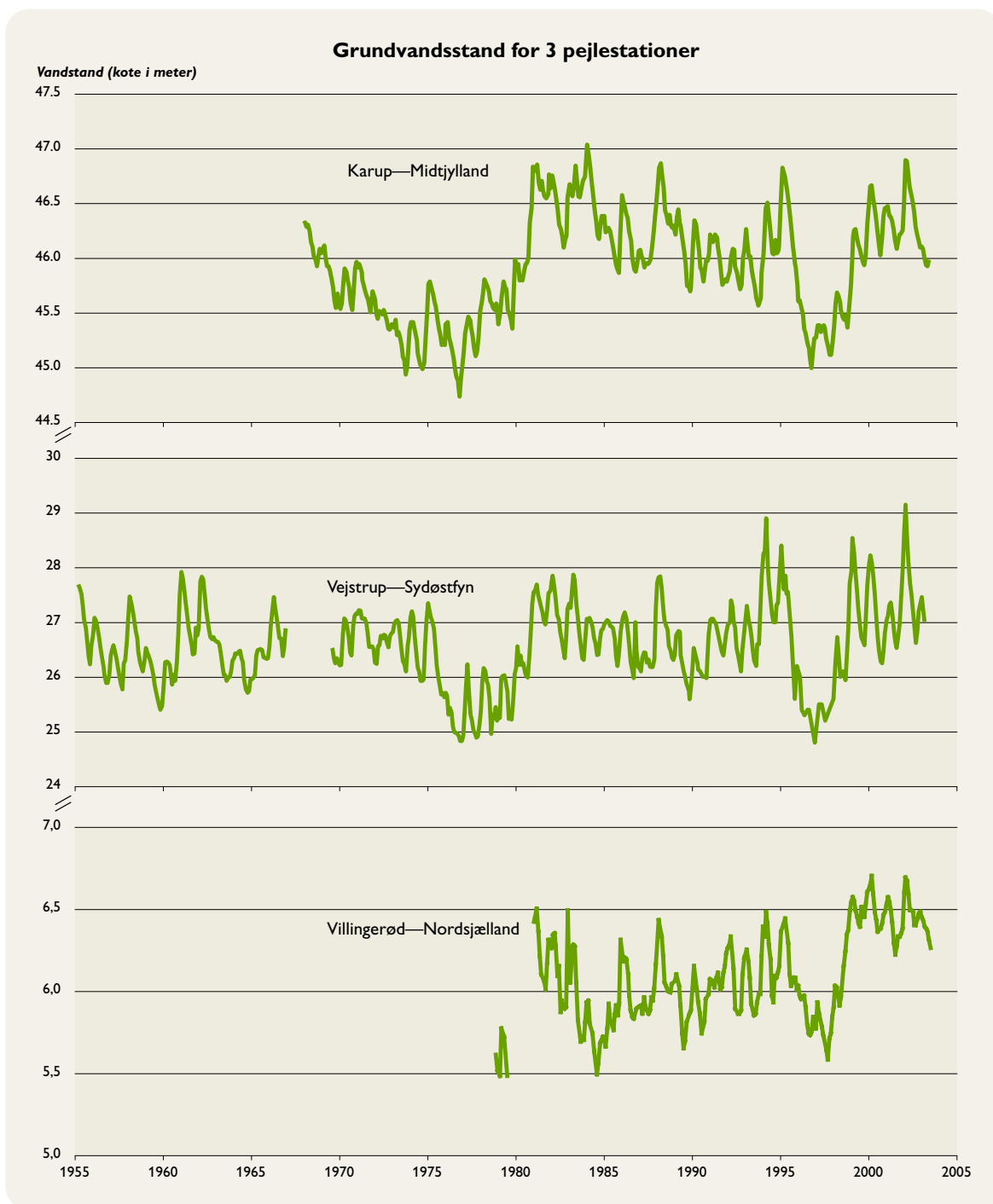
Bornholm (Bornholms Regionskommune, 2003), Nordjylland (Nordjyllands Amt, 2003) og Vejle (Vejle Amt, 2003) med flere viser eksempler på en markant effekt på grundvandsstanden af ændret grundvandsoppumpningen. For andre overvågningsområder sløres ændringer i oppumpningen i nedbørsvariationerne (Roskilde Amt, 2003). Disse forhold kan belyses nærmere gennem modelstudier (se senere afsnit).

I Viborg (Viborg Amt, 2003) vises eksempler på den direkte sammenhæng mellem nedbør/vinternedbør og variationer i grundvandsstanden for boringer, som ikke er påvirket af grundvandsindvinding.

Vestsjælland (Vestsjællands Amt, 2003) og Århus (Århus Amt, 2003) påpeger, at nedgangen i antal grundvandsprøvetagninger i forbindelse med tidligere revisioner af overvågningsprogrammet har reduceret antal af pejlinger i de enkelte boringer tilsvarende, og med dermed forringet mulighederne for at analysere korttidsvariationer i grundvandsstanden. Dette kompenseres der for ved i stigende omfang at opsætte dataloggere til automatisk registrering af grundvandsstanden i udvalgte boringer.

Grundvandspejlinger anvendes også til analyse af målte variationer i grundvandskemi (Århus Amt, 2003).

Nedbørsrige år, med deraf følgende mindre behov for markvanding, har en særlig gunstig effekt på grundvandsressourcens størrelse i det syd- og vestjyske område, hvor oppumpning til markvanding visse steder udgør mere end halvdelen af den samlede grundvandsindvinding (se næste afsnit).



Figur 6.2 Grundvandsstand for tre pejlestationer fra GEUS's nationale pejlestationsnet (Karup i Midtjylland, Vejstrup på Sydøstfyn og Villingerød i Nordsjælland).

Vandindvinding

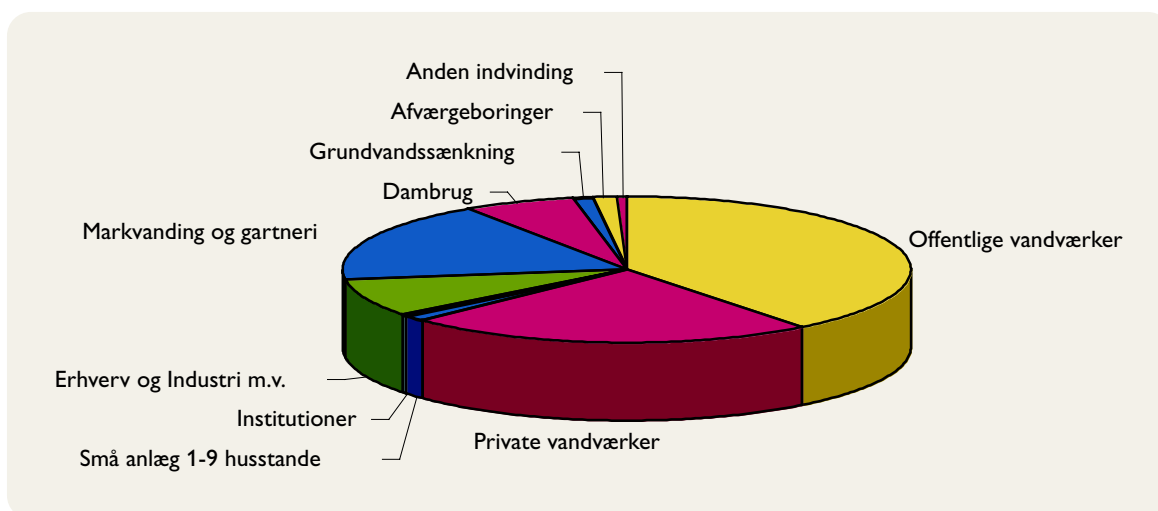
Vandindvindingen i Danmark er altovervejende baseret på grundvand, mere end 98% af vandet hentes fra grundvandsmagasiner. Fra Haraldsted Sø nord for Ringsted og på Christiansø anvendes også en beskedne mængde overfladevand i vandforsyningen. Drikkevandsforsynin-

gen i Danmark er bygget op omkring en decentral struktur med 2.740 almene vandforsyninger, hvoraf 165 er kommunalt ejede (Vandforsyningsstatistik 2001). Derudover findes en række lokale vandforsyninger til bl.a. industri, institutioner, markvanding, sportspladser, gartneri og dambrug samt såkaldte enkelt-vandforsyninger, som hver forsyner 1-9 til husstande.

De indvundne grundvandsmængder i 2002 er opgjort i følgende 10 kategorier:

1. offentlige almene vandværker,
2. private almene vandværker,
3. små ikke almene anlæg (1-9 husstande),
4. institutioner med egen indvinding,
5. erhverv/industri med egen indvinding,
6. oppumpning af vand til markvanding og gartneri,
7. oppumpning af vand til dambrug,
8. grundvandssænkninger,
9. afværgepumpninger,
10. anden indvinding.

De indvundne vandmængder fra "små ikke almene anlæg (1-9 husstande)", kategori 3, er ofte skønnede. Flere amter gør desuden opmærksom på, at der kan ligge skøn til grund for den samlede markvandingsmængde, da der ofte mangler indberetninger om aktuel markvanding fra en mindre del af de givne tilladelser på opgørelsestidspunktet. Desuden skal det bemærkes, at kategorierne ikke er helt entydige, f.eks. forsynes mange industrier fra almene vandværker. I Vandforsyningsstatistik 2001 vurderes, at 61% af den udpumpede vandmængde fra almene vandværker går til husholdningsforbrug, 26% bruges i erhverv, 7% i institutioner og at tab i vandledninger mv. er 6%.



Figur 6.3 Indvundne vandmængder i Danmark i 2002 fordelt på 10 indvindingskategorier.

Indvinding af overfladevand er så vidt muligt også indberettet opdelt på ovenstående kategorier, men er her præsenteret som en samlet indvinding af overfladevand for hvert amt. Indvinding af overfladevand er dog ikke oplyst af alle amter, hvorfor opgørelsen kun er et udtryk for størrelsesordenen af anvendelsen af overfladevand. Overfladevand anvendes hovedsageligt til vanding og industriformål, og kun en meget lille del anvendes til drikkevand.

Grundvandsindvinding 2002	Vandværker	Erhvervs- vanding	Industri mv.	Overfladevand
	mio. m ³	mio. m ³	mio. m ³	mio. m ³
Københavns og Fr.berg komm.	1.819	0	2.717	i.o.
Københavns Amt	35.890	0.053	7.015	0.002
Frederiksborg	39.630	0.898	1.822	0
Roskilde	37.100	0.580	6.436	0.038
Vestsjælland	32.613	0.780	2.171	5.459
Storstrøm	18.025	0.885	2.436	2.546
Bornholm	3.828	0.036	0.020	0.23
Fyn	32.609	0.403	9.363	1.008
Sønderjylland	19.923	12.792	4.770	0.096
Ribe	20.820	29.350	5.594	0.274
Vejle	28.300	15.451	15.510	0.117
Ringkjøbing	29.933	63.453	5.865	2.776
Århus	47.223	4.692	4.467	0.828
Viborg	20.815	6.260	4.573	0.354
Nordjylland	41.130	21.988	12.686	0.133
Hele landet	409.658	157.621	85.439	13.861

Tabel 6.1 Grundvandsindvinding i 2002 fordelt på 4 hovedkategorier baseret på amternes grundvandsrapporter og elektroniske dataindberetning for 2002. Den samlede grundvandsindvinding i Danmark var i 2002 på 653 mio. m³. (i.o. = ingen oplysninger)

Indvindingen fra vandværker, den almene vandforsyning, udgør 63% af den samlede indvinding. Oppumpning af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug tegner sig for 24% af grundvandsindvindingen i Danmark i 2002 (figur 6.3). I bilag 6.1 er vandindvindingen opgjort på de 10 kategorier samt overfladevand for hvert amt.

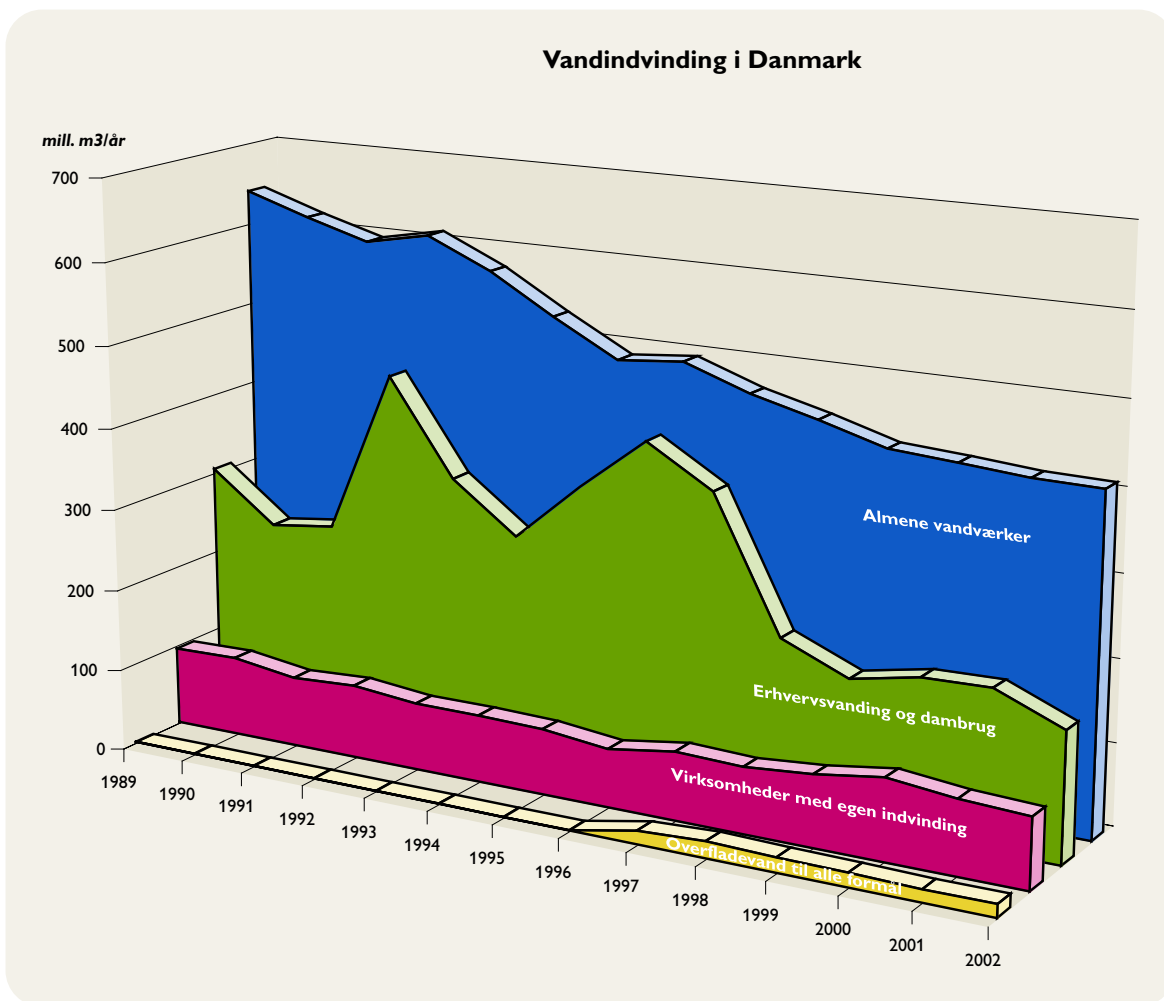
På grundlag af amtsrapporter og indberettede data er der foretaget en opgørelse for hele landet på fire hovedkategorier (tabel 6.1 og figur 6.4):

1. Almene vandværker: offentlige og private enkeltanlæg.
2. Erhvervsvanding: markvanding, gartneri og dambrug.
3. Industri mv.: erhverv, industri, institutioner, afværgepumpninger, grundvands-sænkninger, enkeltindvindinger til husholdninger og anden grundvandsindvinding.
4. Overfladevand.

Det er ikke alle amter, der indberetter indvindingsdata for samtlige kategorier til GEUS på elektronisk form. Tallene i tabel 6.1, figur 6.3, figur 6.4 og bilag 6.1 er derfor baseret på såvel amternes rapporter som de elektronisk indberettede indvindingsdata.

I figur 6.4 er vist vandindvindingen opgjort på fire hovedkategorier for perioden 1989-2002. Den totale grundvandsindvinding i 2002 var på 653 mill. m³, og indvindingen af overfladevand var 14 mill. m³. Skønsmæssigt anvendes lidt under 5 mill. m³ overfladevand i den almene vandforsyning, og henholdsvis 6 og 4 mill. m³ overfladevand til markvanding og industrielle formål.

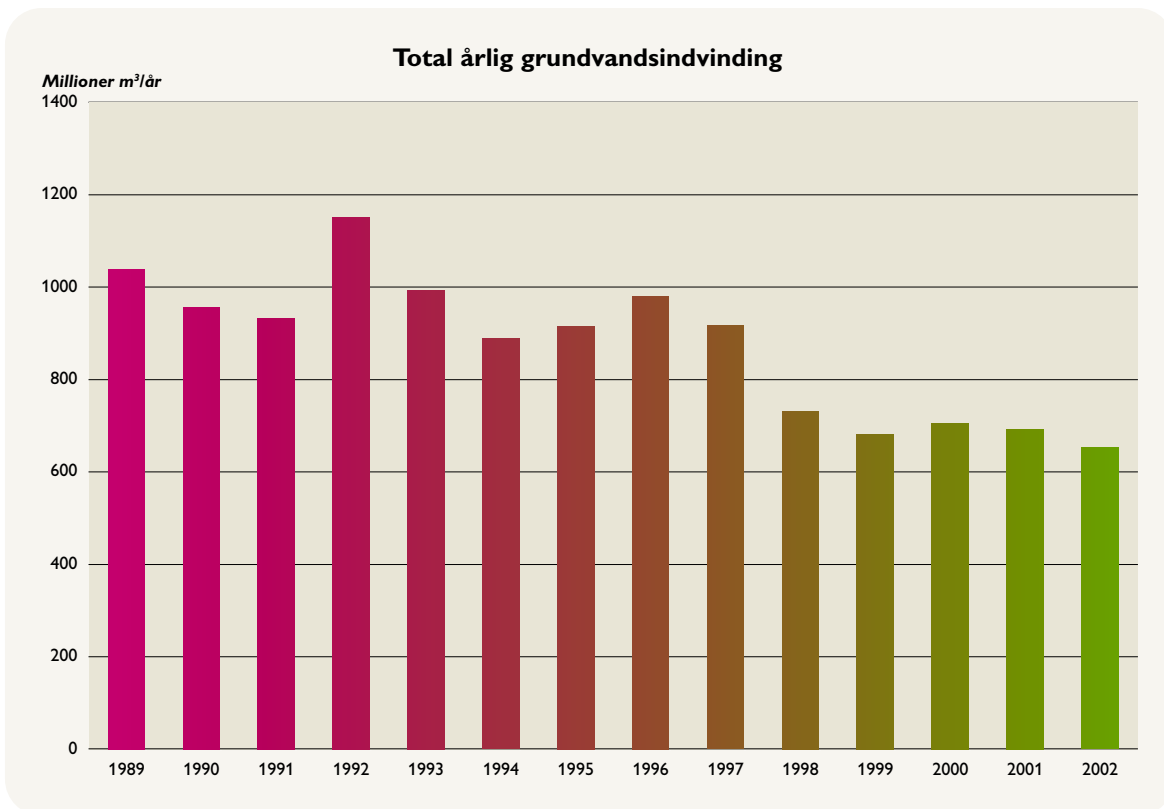
Særligt i Ringkjøbing og Ribe amter er der en stor grundvandsindvinding til markvanding. Den udgjorde henholdsvis 61% og 39% af den samlede grundvandsindvinding i 2002. I 2002 blev 26% af den totale grundvandsindvinding i Nordjyllands Amt brugt i dambrugserhvervet.



Figur 6.4 Vandindvinding i Danmark (mill. m³/år) fordelt på indvindingskategorier baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amternes overvågningsrapporter for perioden 1989-2002. Der er ingen opgørelse af indvinding af overfladevand før 1997.

Faldet i de almene vandværkers vandindvinding stagnerede i 2000 i forhold til de foregående år. For perioden som helhed fra 1989 til 2002 er der sket et fald på 36% i denne indvindingskategori. Tilsvarende er den samlede grundvandsindvinding faldet 37% i perioden 1989 til 2002 (figur 6.5).

Vandforbruget til markvanding og gartneri har de seneste 5 år været markant lavere end i den forudgående periode fra 1989 til 1997. Dette skyldes den større og tidsmæssigt gunstige nedbør i vandingssæsonen maj til juni i de senere år. I juni og juli 2002 faldt der på landsplan næsten dobbelt så meget nedbør i juni og juli måneder som normalt (DMI, 2002). I 2002 er opgjort det laveste vandforbrug til markvanding for perioden 1989-2002.



Figur 6.5 Den samlede grundvandsindvinding i Danmark (mill. m³/år) baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amternes overvågningsrapporter for perioden 1989-2002.

Aktuel udnyttelse af grundvandsressourcen

I NOVA temarapporten *Ferskvandets kredsløb* (Henriksen og Sonnenborg, 2003) er den udnyttelige grundvandsressource opgjort med udgangspunkt i en modelsimulering af det hydrologiske kredsløb baseret på den nationale vandressourcemodel (DK-model). Opgørelse viser, at ressourcen i forhold til den seneste landsdækkende opgørelse for 11 år siden (Vandrådet, 1992), vurderes at være ca. halveret, fra 1,8 mia. m³/år til 1,0 mia. m³/år.

Grænserne for påvirkning af vandløbenes sommervandføring i forhold til gældende recipientmålsætninger udgør den største begrænsning i ressourcen i de fleste områder, men også indregningen af klimavariationer og forurening af grundvandet med bl.a. pesticider, nikkel og kvælstof bidrager til nedskrivningen af grundvandsressorens størrelse i forhold til Vandrådets opgørelse fra 1992.

Vurderingen af ressorens størrelse i *Ferskvandets kredsløb* omfattede den mængde rent grundvand, som vil være til rådighed selv efter en serie tørre år (svarende til en hundrede års hændelse) og med en vandindvindingstruktur (fordeling af oppumpningen på vandværker, industri og erhverv), som gældende i år 2000. I forbindelse med vurdering af udnyttelsesgrader (dvs. hvormeget der pumpes i forhold til den bæredygtige mængde, angivet i %) blev der for vandværker og industri anvendt de faktiske indvindinger i år 2000, mens der for markvanding blev anvendt tilladte mængder (selv om den faktiske indvinding til markvanding i år 2000 udgjorde ca. 1/3 af de tilladte mængder).

Den aktuelle udnyttelse af grundvandsressourcen baseret på de faktisk oppumpede vandmængder til både vandværker, industri og markvanding for år 2002 er nedenfor vist for de 48 underområder, hvori der er foretaget ressourcevurdering i *Ferskvandets kredsløb*. Simuleringer af ressourcen med model for Bornholm er endnu ikke afsluttede, så i øjeblikket foreligger der ikke tal for de sidste 2 underområder på Bornholm (i alt 50 underområder).

I DK-modellen indgår kun vandindvindinger større end 25.000 m³/år. Tal for 2002 for samtlige 48 underområder viser, at indvindingen fra små vandindvindinger < 25.000 m³/år på landsplan samlet udgør mindre end ca. 5% af den samlede indvinding. 95 % af den samlede vandindvinding er således repræsenteret i DK-modellen.

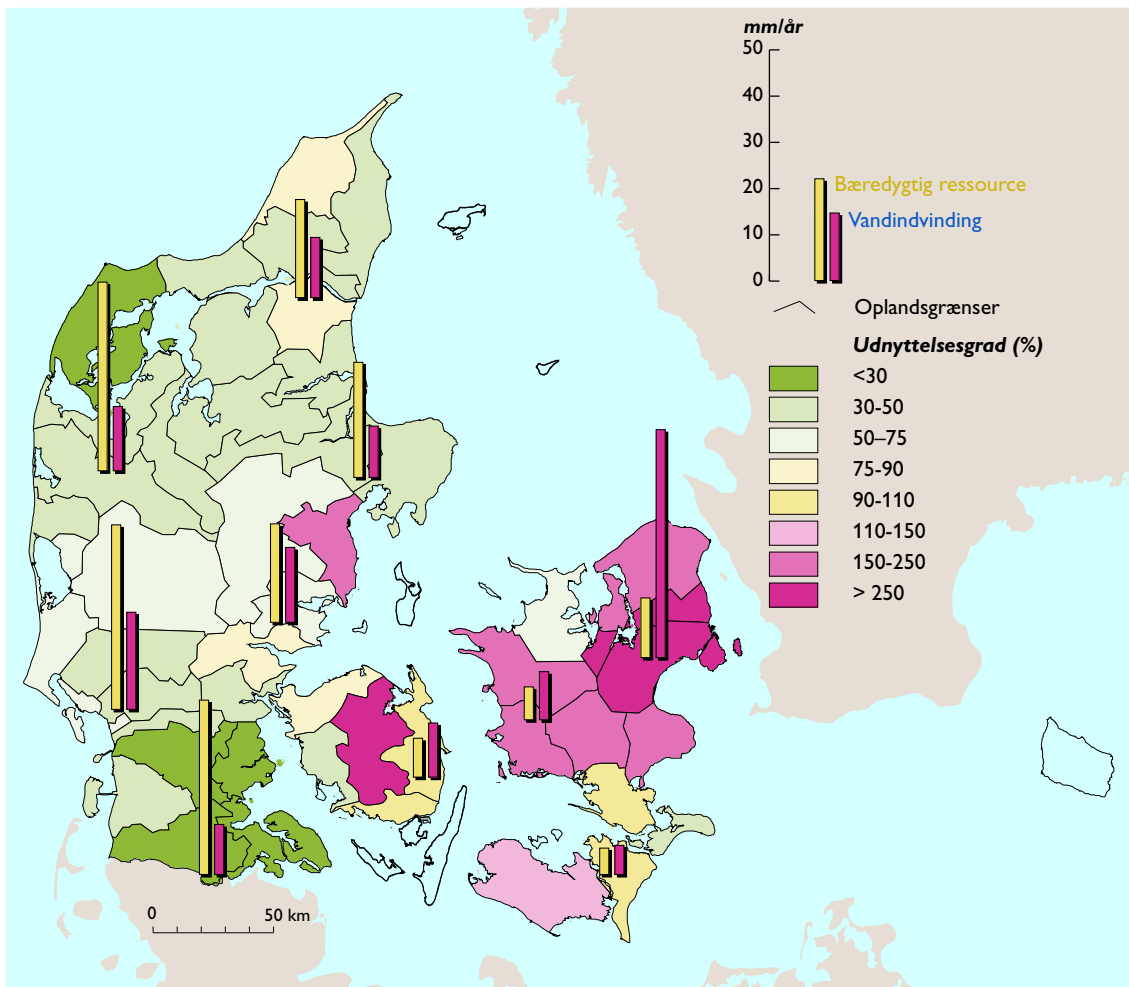
For Ringkjøbing Amt modtager GEUS kun indberettede oppumpninger for vandværker, mens der ikke for år 2002 er indberettet tal for de enkelte markvandingsanlæg m.m. Det samlede tal for 2002 for Ringkjøbing Amt for markvanding og erhverv/industri er i alt ca. 70 mill. m³/år, som er fordelt ud på delområderne JSV-Esbjerg, JSV-Skjern, JVE-Storå, JVE-Ringkøbing, JVE-Karup, JVE-Mors og JVE-Salling svarende til fordelingen af tilladt vandmængde til markvanding mellem de pågældende underområder.

Et større antal indberettede vandindvindinger til Jupiter databasen i 2002 er ikke koordinatsatte. Det betyder, at der er foretaget en tilnærmelsesvis fordeling af en samlet indvinding på ca. 38 mill. m³/år på underområder på baggrund af en stedidentifikation på kommunebasis.

I alt er indvindingen for 2002 opsummeret til 628 mio. m³/år, hvilket er i rimelig overensstemmelse med tallene i amternes rapporter og STANDAT-indberetning, og opgørelsen af vandindvindingen for landet som helhed på i alt 653 mio. m³/år (afvigelse ca. 5%). Der mangler således indvindinger beliggende udenfor de 48 underområder (fra Bornholm og en række mindre øer bl.a. Langeland, Ærø, Samsø, Læsø).

For en række underområder i SJV-Vestsjælland, JSY-Sydvestjylland og JVE-Vestjylland er der foretaget en mindre opjustering af skønnet af den udnyttelige grundvandsressource i forhold til den angivne i *Ferskvandets kredsløb*. Dette skyldes, at beregningerne med den dynamiske model (indikator 4: udnyttelig ressource vurderet i forhold til reduktion af sommervandføringen jf. recipientmålsætninger for vandløb) i disse 3 deloplande faktisk har været foretaget med en lidt større oppumpning end indregnet i rapporten, som har været baseret på den stationære model (denne forskel fremgår i øvrigt af bilag i *Ferskvandets kredsløb*).

Denne justering af resourceskønnet for de underområder, hvor indikator 4 i øvrigt giver den største begrænsning i udnyttelig ressource, giver imidlertid ikke anledning til en "samlet" ændring i skønnet af ressourcen på landsplan, der fortsat vurderes til i alt 1,0 mia. m³/år ($\pm 10\%$). Usikkerheden på forudsætningerne vurderes til sammenligning hermed til $\pm 30\%$. Hermed menes den usikkerhed, der er forbundet med fastsættelsen af "bæredygtigheds-%" for indikator 1 og 2, som beskriver hvilken %-del af grundvandsdannelsen til de dybere magasiner i 30-50 m's dybde ved henholdsvis en situation *uden* oppumpning (indikator 1: bæredygtig oppumpning = max. 35% af grundvandsdannelse uden oppumpning) og *med* oppumpning (indikator 2: bæredygtig oppumpning = 30% af grundvandsdannelse med år en oppumpning som i 2000). For indikator 3 antages det, at middelvandføringen maksimalt kan reduceres med ca. 10% for underområdet som helhed. Endelig angiver indikator 4, at minimumsvandføringen maksimalt kan reduceres som følge af oppumpning med henholdsvis 5, 10, 15, 25 og 50% for respektive recipientmålsætningskategorier for A (særlige naturvidenskabelige interesseområder), B1 (gyde- og opvækstområder for laksefisk), B2 (laksefiskevand), B3 (karpefiskevand) og C-E (vandløbsstrækninger med lempet målsætning).



Figur 6.6 Udnyttelsesgrader for år 2002 for 48 underområder i (faktisk oppumpning i % af vurderet bæredygtig ressource jf. Henriksen og Sonnenborg (2003). Søjler viser udnyttelig ressource og faktisk vandindvinding i år 2002 akkumuleret for 10 deloplande svarende til DK-modellen.

Udnyttelsesgraden i år 2002 er opgjort i tabel 6.2 og fremgår af figur 6.6 for de 48 underområder. Det fremgår heraf, at ressourcen er stærkt overudnyttet, idet der pumpes mere end 3 gange den vurderede udnyttelige ressource i Hovedstadsområdet i underområderne Sønderødal og København. I underområderne Odense og Næstved pumpes der 2-3 gange for meget. I områderne Svendborg, Kalundborg, Slagelse, Hillerød, Fakse, Falster, Lolland og Århus pumpes der 1-2 gange for meget. For de øvrige underområder blev der i 2002 indvundet mindre vand end skønnet bæredygtigt jf. den udnyttelige vandressource.

Indvindingen til markvanding var i 2002 ret begrænset, og det betyder, at udnyttelsesgraden for de markvandingstunge underområder i Sønderjylland, Ribe og Ringkjøbing amter lå et pænt stykke under 100%. I Jylland havde underområder med megen markvanding som Vidå, Brede å, Ribe å og Karup å udnyttelsesgrader på omkring 30%. Underområderne Konge å, Holsted, Varde, Ringkøbing og Storå havde udnyttelsesgrader på ca. 40% af udnyttelig ressource, mens

Skjern å underområdet havde en udnyttelsesgrad på ca. 50%. Udnyttelsesgraderne i disse oplande vil i et tørt og markvandingskrævende år stige væsentligt (ca. en faktor 3).

Underområde	Indvinding 2002	Udnyttelig ressource	udnyttelse
	mill. m ³	mill. m ³	%
FYN-Svendborg	4,0	4,0	101
FYN-Assens	1,7	3,8	46
FYN-Odense	20	7,3	280
FYN-Bogense	4,7	5,5	85
FYN-Nyborg	3,6	4,0	91
SJV-Holbæk	6,9	9,6	72
SJV-Kalundborg	8,2	4,5	183
SJV-Slagelse	7,7	4,5	172
SJV-Næstved	11	4,8	235
SJN-Hillerød	38	20	196
SJN-Søndersødal	32	5,3	604
SJN-København	64	12	533
SJS-Fakse	6,4	3,6	177
SJS-Vordingborg	3,4	3,6	94
SJS-Møn	0,9	2,7	35
SJS-Falster	3,8	3,5	110
SJS-Lolland	5,6	4,8	118
JSY-Vidå	13	47	27
JSY-Brede å	10	33	31
JSY-Ribe å	9,8	38	26
JSY-Kongeå	3,4	8,3	41
JSY-Haderslev	4,1	14	28
JSY-Sønderborg	8,3	30	28
JSV-Holsted	11	25	43
JSV-Varde	22	52	43
JSV-Esbjerg	15	26	58
JSV-Skjern	55	108	51
JSO-Gudenå	17	34	51
JSO-Århus	25	14	181
JSO-Horsens	9,8	14	69
JSO-Vejle	17	20	84
JSO-Kolding	7,3	18	41
JVE-Storå	35	91	39
JVE-Ringkøbing	6,2	14	43
JVE-Karup	10	33	30
JVE-Thy	6,8	26	26
JVE-Mors	2,9	22	13
JVE-Salling	12	29	42
JOE-Hjarbæk Fj.	8,7	28	31
JOE-Mariager Fj.	7,0	20	35
JOE-Randers Fj.	13	33	39
JOE-Djursland	9,1	29	31
JNO-Vesthimmerland.	16	33	49
JNO-Ålborg syd	18	23	80
JNO-Ryå	7,9	25	32
JNO-Frederikshavn	7,0	17	41
JNO-Hjørring	11	13	81
JNO-Fjerritslev	2,6	6,1	43
Alle områder	624	1.024	61

Tabel 6.2 Indvinding år 2002, udnyttelig ressource og udnyttelsesgrad (%) for 48 underområder

Ringkøbing Amt har vurderet, at kun ca. 35% af de tilladte mængder til markvanding blev udnyttet for år 2002, idet der blev indvundet ca. 60 mio. m³/år af en samlet tilladt mængde på knap 180 mio. m³/år i amtet. I perioden 1980-2000 steg tilladelserne til markvanding i Ringkøbing Amt fra ca. 110 mill. m³/år i 1980 til 180 mill. m³/år i år 2000, hvor indvindingstilladelserne toppede.

Hydrologisk modellering

Med henblik på at forbedre forståelsen af vand- og stoftransporten inden for grundvandsovervågningsområderne opbygges hydrogeologiske modeller, som kan anvendes til numerisk strømningssimulering indenfor de enkelte overvågningsområder. Arbejdet med at opbygge modellerne strækker sig over den igangværende overvågningsperiode frem til og med 2003.

På grundlag af den i 2000-2001 gennemførte evaluering af det eksisterende datagrundlag, blev det besluttet at det ikke vil være formålstjenligt at opstille numeriske beregningsmodeller for alle GRUMO. Desuden blev en egentlig stoftransportsimulering af GRUMO stillet i bero, men strømningssimuleringerne udbygges i stedet for med partikelbanesimuleringer. Samtidig vil overvågningsaktiviteterne fra 2004 blive droppet ned i visse GRUMO, og disse GRUMO forventes derfor ikke modelleret.

Dataevalueringen og de allerede opstillede strømningssimuleringer har vist et behov for at revidere de eksisterende oplandsgrænser, hvorfor dette er indføjet som supplement til modelarbejdet og som erstatning for den egentlige stoftransportmodellering.

I dette afsnit gives en status og erfaringsopsamling for modelarbejdet i GRUMO.

Status for modellering af GRUMO

Modeller i amter	GRUMO	Konceptuel geologisk model	Digital geologisk model	Strømningssimulering	Partikelbaneberegning	Revision af opland
	antal	antal	antal	antal	antal	antal
Kbh. & Fr.berg K.	1	1	1	1	1	1
Københavns Amt	2	2	2	2	2	0
Frederiksborg Amt	4	4	4	4	2	0
Roskilde Amt	3	3	3	3	0	0
Vestsjællands Amt	5	5	2	2	2	1
Storstrøms Amt	4	4	4	1	1	1
Bornholms Amt	1	1	0	0	0	0
Fyns Amt	4	4	4	3	3	3
Sønderjyllands Amt	4	4	4	3	3	3
Ribe Amt	4	4	4	3	3	3
Vejle Amt	5	5	5	3	3	3
Ringkøbing Amt	5	4	4	4	2	2
Århus Amt	6	6	3	3	3	0
Viborg Amt	5	5	5	5	5	0
Nordjyllands Amt	5	5	4	4	4	0
I alt	58	57	49	41	34	17

Tabel 6.3 Samlet status over modelarbejdet i GRUMO. Der er kun medregnet de aktive GRUMO, hvor der skal opstilles modeller.

I 1997 startede arbejdet med at opstille først hydrogeologiske modeller og siden strømningsmodeller for grundvandsovervågningsområderne. I dag er der opbygget strømningsmodeller for mere end 2/3 af GRUMO (tabel 6.3 og figur 6.7).



Figur 6.7 Status for udarbejdelse af geologiske og hydrologiske modeller over GRUMO. Der er kun medtaget de aktive GRUMO, hvor der skal opstilles modeller.

Siden sidste år er der udarbejdet strømningsmodeller for yderligere 8 GRUMO. Nøgleparametre, kalibreringskriterier og udvalgte modelresultater for de enkelte GRUMO-modeller er præsenteret i årets grundvandsrapporter fra amterne.

I mange amter er flere af GRUMO placeret i indsatsområder, og det fortsatte modelarbejde i GRUMO koordineres i stigende omfang med den igangværende indsatsplanlægning i amterne. Flere amter er i den forbindelse nu i færd med at opbygge regionale eller amtsdækkende grundvandsmodeller. Den igangværende eller kommende og ofte ret omfattende geologiske kortlægning i indsatsområderne vil kunne bidrage betydeligt til en forbedring af datagrundlaget for grundvandsmodelleringen i overvågningsområderne.

For at give et indtryk af det aktuelle GRUMO-modelleringsarbejde i amterne er følgende forhold fremhævet fra årets amtslige rapportering:

Københavns & Frederiksberg kommuner: De gennemførte partikelbane simuleringer i 2001 viser det grundvandsdannende område for GRUMO-indvindingsboringen og giver et godt

grundlag for revision af oplandsgrænsen og placering af nye overvågningsboringer til det kommende NOVANA-program.

Københavns Amt: Opstilling af strømningssmodel som dækker overvågningsområdet Sønder sø. Anvendelse af partikelberegninger til vurdering af overvågningsområdets afgrænsning.

Frederiksborg Amt: Opstilling af strømningssmodel for Attemose (stationær model). Modellen er skåret ud af den regionale grundvandsmodel og kalibreret mod både potentialer, aldersdateringer og vandløbsafstrømninger. Der er konstateret god overensstemmelse mellem det oprindelige og det simulerede GRUMO-opland.

Roskilde Amt: Der er i perioden 2001-2003 opstillet en regional dynamisk grundvandsmodel for hele Roskilde Amt. Grundvandsdannelsen er beregnet ved brug af DaisyGIS

Vestsjællands Amt: Der er opstillet en submodel for St. Fuglede overvågningsområde ud fra den regionale Tude Å model. Beregnede transporttider er sammenlignet med CFC-dateringer. Modellen er anvendt til at simulere de grundvandsdannende oplande til GRUMO-boringerne og til at revurdere afgrænsningen af overvågningsoplandet .

Storstrøms Amt: Den opstillede strømningssmodel for overvågningsområdet Sibirien er anvendt til at modelberegne oplandsgrænsen. Der er væsentlige forskelle mellem den oprindelige og den modelberegnete oplandsafgrænsning. Indsatskortlægningen forventes at forbedre den geologiske og hydrogeologiske forståelse af området.

Bornholms Amt: Modellering af et større område omkring Smålyngen vil forløbe i perioden 2002 - 2005.

Fyns Amt: Der er gennemført partikelbaneberegninger og revision af oplandsgrænsen til overvågningsoplandet Jullerup.

Sønderjyllands Amt: Der er opstillet strømningssmodeller og gennemført følsomhedsanalyser og partikelbaneberegninger for overvågningsområderne Bedsted, Rødding og Christiansfeld. De oprindelige oplandsafgrænsninger har et relativt pænt sammenfald med de nye modelsimulerede oplande.

Ribe Amt: For de 3 GRUMO Forumlund, Grindsted og Bramming-Hunderup er der gennemført en modelberegning af oplandsgrænser ved hjælp af partikelbaneberegninger. Modelsimuleringer er sammenlignet CFC-aldre af grundvand udtaget fra forskellige overvågningsindtag.

Vejle Amt: For de 3 GRUMO Thyregod, Trudsbro og Ejstrupholm, er der opstillet forbedrede eller reviderede geologiske modeller og strømningssmodeller, og gennemført modelberegninger af oplandsgrænserne. For de øvrige 2 GRUMO er der opstillet digitale geologiske modeller

Ringkjøbing Amt: En samlet model er opstillet for overvågningsområderne Finderup og Herborg. Desuden har Ringkjøbing Amt igangsat et stort modelleringsprojekt til vurdering af kvælstof og fosfortransport til Ringkjøbing Fjord. Der arbejdes med en integreret grundvands/overfladevandsmodel.

Århus Amt: I forbindelse med kortlægningsarbejdet er der opstillet strømningssmodeller for GRUMO Kasted og Havdal. Desuden er datagrundlaget for områderne Fillerup og Nordsamsø forbedret i det forløbne år.

Viborg Amt: Strømningssmodeller er opstillet for de 5 GRUMO; der er ikke planer om yderligere modellering p.t.

Nordjyllands Amt: I 2002/2003 færdiggøres strømningssmodeller for overvågningsområderne Albæk og Tornby.

I takt med at der opstilles strømningssmodeller og gennemføres partikelbanesimuleringer for de enkelte oplande, foretages der en evaluering og eventuelt en revision af de eksisterende oplandsgrænser.

Sammenfatning

I overvågningsperioden 1989-2002 er der målt store variationer i grundvandstanden. I 1994-95 og igen 2000-02 var grundvandstanden høj. De meget store nedbørmængder, som faldt i januar og især i februar 2002, hvor der flere steder i landet faldt mere en tre gange den normale nedbør for februar måned, har betydet, at grundvandsstanden mange steder ved afslutningen af vinteren 2001/02 var på højde med den højeste grundvandstand registreret i den forudgående 20-årige periode. Tilsvarende betød de meget nedbørsfattige vintre 1995/96 og 1996/97, at grundvandstanden faldt til et niveau svarende til det lavest målte i den forudgående 20-årige periode.

Den samlede vandindvinding i 2002 på vandværkerne var på 410 mio. m³ mod 640 mio. m³ i 1989, et fald på næsten 36%. Indvindingen til markvanding var i 2002 på 158 mio. m³, hvilket er den lavest registrerede indvinding i overvågningsperioden.

Det kan fortsat konstateres, at der i mange områder i landet indvindes mere vand end der vurderes bæredygtigt jf. forudsætningerne opstillet i NOVA temarapporten *Ferskvandets Kredsløb*. På landsplan er ressourcen rigelig i forhold til oppumpningen i 2002, men der er problemer med den regionale fordeling, idet vandindvindingen for en række områder på Sjælland, Fyn og i Østjylland enten er tæt på den bæredygtige mængde og endog i visse områder væsentligt overskrider denne grænse. Hermed forøges risikoen for en forringet grundvands- og/eller vandløbskvalitet som følge af den intensive vandindvinding.

Grundvandsmodeller og hydrologiske modeller, herunder den nationale Vandressourcemodel (DK-modellen) samt regionale og lokale modeller bruges i stigende omfang til at vurdere grundvandsdannelsen og afgrænse indvindingsoplande. Amterne har nu opstillet strømningssmodeller for omkring 2/3 af GRUMO områderne, og dette har i flere tilfælde givet anledning til revision af overvågningsområdernes oplandsgrænser.