

Grundvand 2004

Status og udvikling 1989 – 2004

GEUS 2005

Redaktør: Lisbeth Flindt Jørgensen

Tegninger: Forfatterne og Kristian A. Rasmussen

Dato: 11. oktober 2005

Rapporten kan hentes på nettet på: www.grundvandsovervaagning.dk

Forord

De følgende indikatorer præsenterer resultater og konklusioner om grundvandets tilstand og udvikling, baseret på data indsamlet af amterne samt amternes årlige rapporter, der udføres som en del af den nationale grundvandsovervågning. Desuden præsenteres resultaterne af vandværkernes boringskontrol, der indsamles af kommunerne og videreføres til amterne, hvor de indgår i amternes rapportering og dataindsamling til fagdatacentret for grundvand ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS).

Omfanget af analyseprogrammet er fastlagt i rapporten 'NOVANA' – det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen' ⁽¹⁾.

Det er besluttet, at resultaterne fra overvågningsprogrammet udelukkende formidles elektronisk på internettet. Det er dog stadig muligt at printe en samlet rapport til eget brug. Den elektroniske formidling giver mulighed for at linke figurer til bagvedliggende data og for derfra at linke direkte til GEUS boringsdatabase JUPITER. Dette er kun muligt til et mindre antal af årets figurer, men dette vil blive udbygget fremover.

Målgrupperne er Regeringen, Folketinget og offentligheden samt DMU, der har ansvaret for den samlede rapportering af NOVANA.

De indrapporterede data og amternes rapporter danner som nævnt grundlag for indikatorerne, som præsenteres på grundlag af indlæg fra medarbejdere ved GEUS, der har de pågældende fagområder som deres arbejdsområde:

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Grundvandets hovedbestanddele | Per Nyegaard |
| Uorganiske sporstoffer | Carsten Langtofte Larsen |
| Organiske mikroforureninger | Carsten Langtofte Larsen |
| Pesticider og nedbrydningsprodukter | Walter Brüsch |
| Vandindvinding og modellering | Per Rasmussen og Anker Lajer Højberg |

Projektgruppen, der står bag databearbejdning og præsentation, består endvidere af Alex Sonnenborg, Birgit Ahlgren Pedersen, Frants von Platen, Kristian A. Rasmussen, Lisbeth Flindt Jørgensen, Martin Hansen, Mikael Pedersen, Poul Merkelsen og Uffe Larsen.

1. NOVANA – det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse del 1, 2 og 3. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 495 og 508 samt <http://www.dmu.dk/Overvågning/NOVANA/Programbeskrivelse+del+3/> DMU 2005

Sammenfatning

Overvågningen af grundvandet og det øvrige vandmiljø har nu fundet sted i godt 15 år. I år rapporteres der på grundlag af de første data fra det nye og ændrede analyseprogram, NOVANA.

For at vurdere ændringen af grundvandets **nitrat**indhold som følge af implementeringen af Vandmiljøplanen i 1987 og senere tiltag, må man se på det yngste grundvand. Her ses at nitratindholdet topper omkring 1985 og derpå viser et fald i indholdet af nitrat i det yngste grundvand – et fald, der vurderes at kunne tilskrives ændringer i landbrugets dyrkningspraksis både før og siden vedtagelsen af Vandmiljøplanen. Det gennemsnitlige indhold for nitrat i ilt-zonen - det yngste grundvand - ligger nu lige under grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l. Det konkluderes, at det går den rigtige vej med nitratindholdet. En stor andel af det grundvand der overvåges er dog ældre end Vandmiljøplanens igangsættelse, hvorfor der ikke kan erkendes nogen udvikling i dette.

Ses der på de borer, hvorfra vandværkerne indvinder vand til drikkevandsproduktion, overskrider kun få grænseværdien for drikkevand, hvilket skyldes, at borer med et for højt nitratindhold typisk lukkes og erstattes af dybere borer, således at den forurenede del af grundvandet fravælges.

Hovedparten af den **fosfor**, der findes i grundvandet, er geologisk betinget, og der er siden 1987 ikke sket større ændringer i indholdet af opløst fosfor. De højeste indhold findes under reducerende forhold og stammer hovedsagelig fra havaflejringer fra mellemistiden. Da hovedparten af fosfor fjernes ved almindelig vandbehandling udgør fosfor ikke noget problem for den almene drikkevandsforsyning. I private brønde uden vandbehandling, der typisk indeholder det allerøverste grundvand, kan der forekomme forhøjede indhold af fosfor som følge af forurening fra overfladen.

Udstrømning af fosforholdigt grundvand til fjorde mv. bidrager til iltvind i disse, men størrelsen af bidraget kendes ikke.

I vandværkernes indvindingsboringer forekommer der i visse områder forhøjede værdier af **nikkel** og **arsen**. Begge stoffer er naturligt forekommende i grundvandsmagasinerne, men optræder under vidt forskellige kemiske forhold; henholdsvis under iltende og iltfrie forhold. Udvaskningen af nikkel er betinget af iltning af sedimenter med et vist indhold af pyrit (overpumpning af grundvandsmagasiner), mens arsen kun frigives under reducerende forhold i magasiner, hvor vandet har været i kontakt med tertiære marine leraflejringer eller kvartære aflejringer med et vist indhold af marint ler. Forekomsten af arsen og nikkel i grundvandet begrænser størrelsen af den ressource, der er tilgængelig for indvinding af grundvand til drikkevandsformål. Stofferne tilbageholdes til en vis grad i vandværkernes sandfiltre og udgør som hovedregel ikke noget problem for drikkevandskvaliteten.

I grundvandsovervågningen fortsatte stigningen fra de foregående år i andel af fund af **pesticider** og nedbrydningsprodukter heraf, såvel for fund som for fund over grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l. En af årsagerne til en højere fundprocent i 2004 er, at der nu udelukkende analyseres for pesticider og nedbrydningsprodukter i borer med ungt grundvand. Herudover indgik stoffet metribuzin (ukrudtsmiddel brugt i kartoffelmarker, forbudt i 2003) og nedbrydningsprodukter heraf i analyseprogrammet i 2004. Nedbrydningsprodukter af stoffet er i et enkelt amt fundet i over halvdelen af de analyserede indtag (fund i 25 ud af 45 vandprøver). Stoffet eller dets nedbrydningsprodukter indgår ikke i vandværkernes borings- eller drikkevandskontrol.

Hyppigheden af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i vandværkernes indvindingsboringer fortsætter i 2004 den nedadgående udvikling fra de foregående år. Årsagen til den lavere fundhyppighed er, at borer med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter lukkes.

De seneste 6-7 år har det årlige forbrug af grundvand i Danmark ligget mellem 600 og 700 mio. m³. Fra 2003 til 2004 er der dog sket en stigning på ca. 30% i **grundvandsindvindingen** til markvanding fra 141 til 189 mio. m³. Stigningen skyldes en lavere nedbørsmængde i forsommeren.

English summary

Groundwater monitoring has taken place for about 15 years. This year the report is based on data from the new and changed monitoring programme, NOVANA.

In order to judge the change of **nitrate** concentration in groundwater due to the implementation of the Water Action Plan in 1987 and later changes in the nitrate load, one has to look at the youngest groundwater. It can be seen that the nitrate concentration was at its highest in 1985. A decrease in nitrate concentration can be seen in the youngest groundwater after 1985, a decrease that is probably due to changes in agricultural practices before as well as after the Water Action Plan was implemented. The average nitrate concentration in the oxidised zone - the youngest groundwater - now lies under the Maximal Admissible Concentration (MAC) for drinking water (50 mg/l). It can be concluded, that the development of the nitrate content in groundwater is going in the right direction. However a large proportion of the groundwater that is monitored is older than the implementation of the Water Action Plan, which is why no development in nitrate concentrations can be seen.

Only a few results from water supply wells exceed the MAC for drinking water. This is due to the fact that wells with a too high concentration of nitrate are closed and new deeper wells are established, meaning that polluted groundwater is not used for drinking water production.

The major part of dissolved **phosphorous** in groundwater is of geological origin, and no great changes have taken place since 1987. The largest concentrations are found in reduced groundwater and originate from marine interglacial deposits. As most phosphorous precipitates by simple water treatment, phosphorous as a whole is not a drinking water problem. In private wells without water treatment, abstraction is from the uppermost groundwater, and therefore a high content of phosphorous can occur due to pollution from above. However, groundwater with a phosphorous content feeds into fjords etc. and can contribute to oxygen depletion in these marine waters. The size of this contribution is not known at this point in time.

In some drinking water wells in some areas high values of **nickel** and **arsenic** occur. Both substances occur naturally in groundwater, but occur under different chemical conditions, oxic and anoxic conditions. Nickel occurs where sediments with some pyrite content are oxidised (overexploitation of groundwater aquifers), whereas arsenic is released in reduced groundwater, where the groundwater has been in contact with tertiary marine sediments or quaternary sediments with a marine clay content. Nickel and arsenic in groundwater depletes the size of the groundwater resource available for drinking water purposes. These substances are held back to some extent in the water works filters and are usually not a problem for the drinking water quality.

In groundwater monitoring areas the percentage of well screens with **pesticides** or their metabolites, above and below the MAC of 0.1 µg/l for drinking water has increased once again. One of the reasons for this in 2004 is the fact that monitoring for pesticides and their metabolites now only occurs in screens with young groundwater. Besides this, a substance called metribuzin (herbicide used in potato production, banned in 2003) and metabolites hereof were included in the 2004 monitoring programme. Metabolites of metribuzin were in a single county found in more than half of the analysed screens (in 25 out of 45).

Metribuzin and its metabolites are not a part of the water works abstraction well or drinking water control programme. The declining occurrence of pesticides and their metabolites in groundwater abstraction wells for drinking water production continues in 2004. The lower occurrence is due to the fact that wells with content of pesticides and metabolites are closed down.

During the last 6 to 7 years the yearly **abstraction of groundwater** in Denmark has been between 600 and 700 million m³. From 2003 to 2004 a rise of 30% in groundwater abstraction for crop irrigation has occurred. This rise is from 141 million m³ to 189 million m³ per year. This rise was due to a lower precipitation in the early summer months.

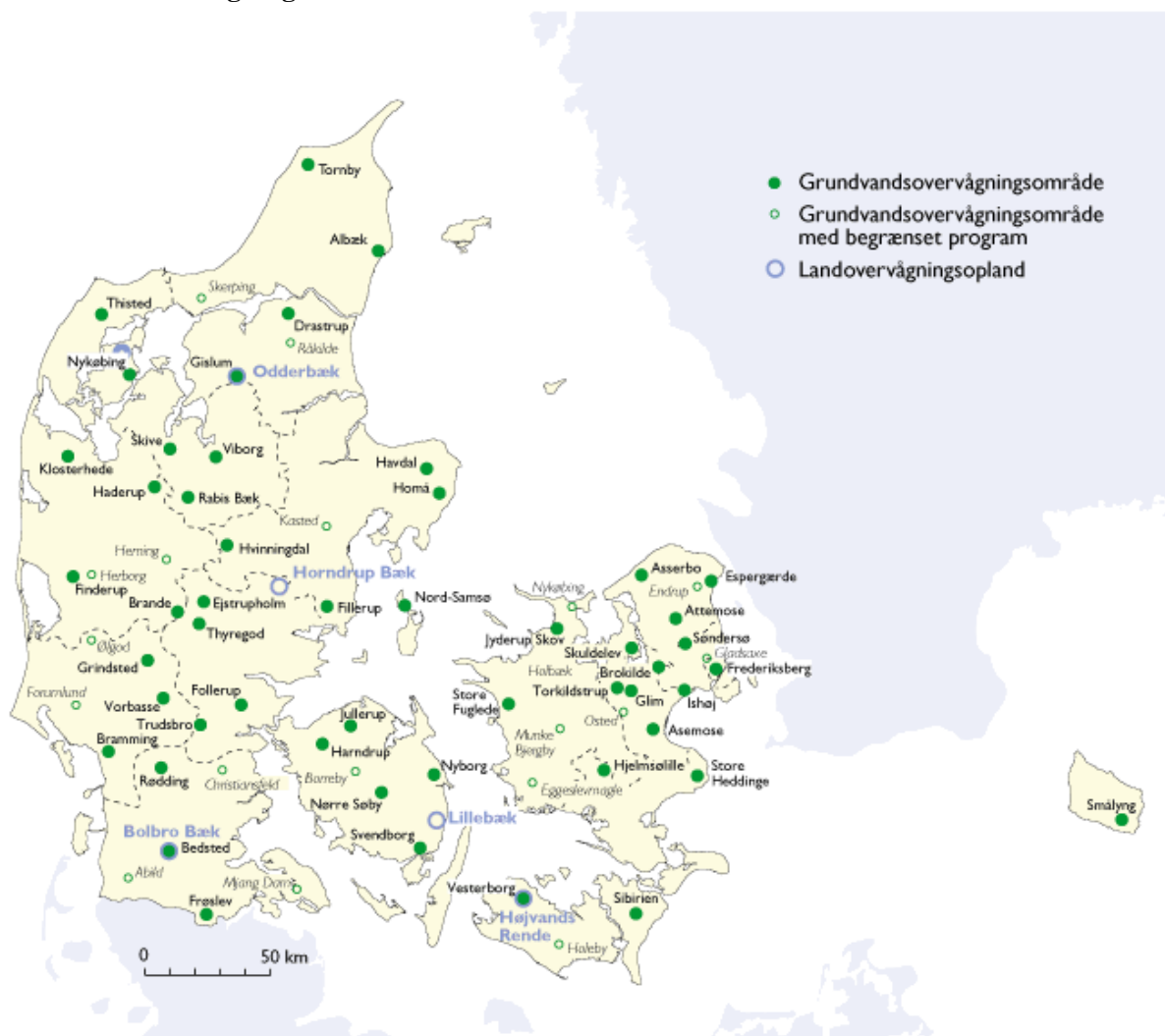
Indledning

Overvågningsprogrammet

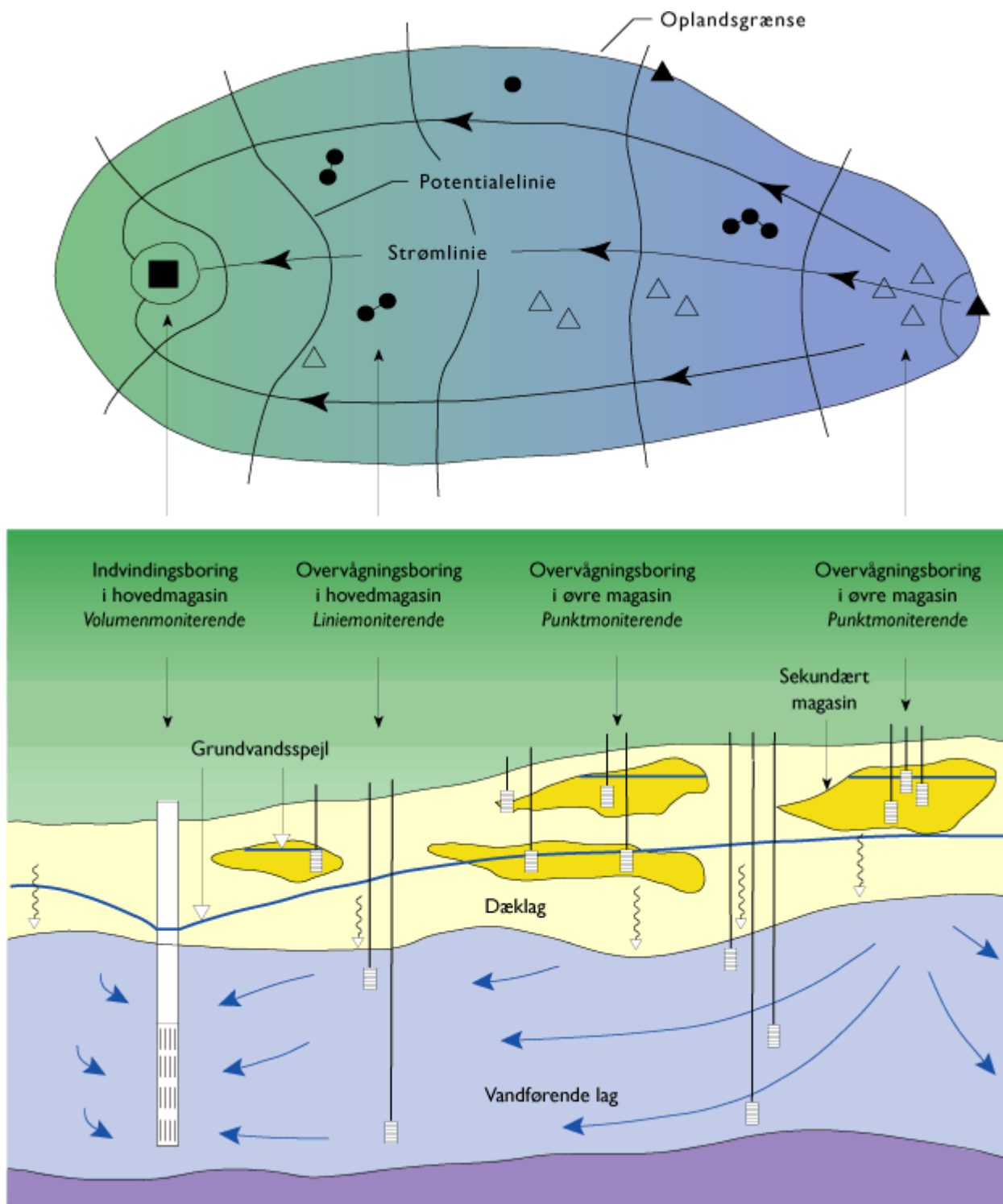
Den landsdækkende grundvandsovervågning, der er en del af det nationale overvågningsprogram for vandmiljøet, NOVANA (1), blev oprindeligt iværksat som en konsekvens af vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1987 med det hovedformål at registrere grundvandets belastning med kvælstof og fosfor samt vurdere virkningerne af ændringer i næringsstofbelastningen, som Vandmiljøplanens tiltag ville medføre. Endvidere har grundvandsovervågningen til formål generelt at følge udviklingen i grundvandsressurens kvalitet og størrelse for også i fremtiden at kunne sikre Danmarks befolkning drikkevand af god kvalitet. Endelig er det et formål at beskrive kvaliteten af det grundvand, der udgør basistilstrømningen til de danske ferske vande.

NOVANA programmet løber i perioden 1. januar 2004 til 31. december 2009.

Grundvandsovervågning



Figur 1. Grundvandsovervågningen i Danmark omfatter 71 grundvandsovervågningsområder (GRUMO) og 5 landovervågningsoplunde (LOOP). Områder med begrænset program er markeret med kursiv. I områderne Sibirien, Grindsted, Kasted og Albæk er der yderligere etableret en redoxboring til overvågning af de kemiske forhold omkring redoxzonerne. Landovervågningsoplundene består af tre ler-oplande (Horndrup Bæk, Lillebæk og Højvads Rende) og to sand-oplande (Odderbæk og Bolbro Bæk).



Figur 2. Principskitse for et Grundvandsovervågningsområde (efter Andersen 1987).

I forbindelse med revisionen af det forrige overvågningsprogram, NOVA-2003, blev det besluttet at der skulle øget fokus på det unge, terrænnære grundvand. Derfor er ca. 300 nye overvågningsindtag til ringe dybde blevet etableret i de 50 overvågningsområder med fuldt udbygning og program, samt i et enkelt nyetableret område. Disse boringer er medio 2005 stadig for hovedpartens vedkommende under etablering og bliver først prøvetaget senere i 2005 eller i 2006. Der er derfor ikke et fuldt overblik over hverken placering eller antal. Når boringerne er færdigetableret, skal de prøvetages mindst én gang pr. år i

NOVANA perioden. I 20 områder overvåges kun i indtag og med ungt grundvand, dvs. grundvand dannet efter 1950. Disse indtag prøvetages kun én gang i NOVANA perioden. Det skal bemærkes, at en overvågningsboring kan indeholde flere adskilte indtag i forskellige dybder.

Grundvandsovervågningen omfatter i alt ca. 1.400 indtag, der alle er egnede til analyse for grundvandets hovedbestanddele. Heraf er ca. 800 indtag egnede til analyse for specielle parametre som uorganiske sporstoffer, pesticider og andre organiske mikroforureninger. Hertil kommer 112 indtag til overvågning af grundvandets hovedbestanddele i Rabis Bæk området, og 77 indtag i fire redox-boringer etableret i 1998-1999. Yderligere 2 redox-boringer er under etablering. Grundvandsovervågningen omfatter endelig ca. 85 indtag i grundvandet i de fem landovervågningsoplande (LOOP), se figur 1, hvor bl.a. kvaliteten af det helt nydannede grundvand overvåges i indtag som ligger 1½-5 meter under terræn.

Ikke alle parametre analyseres nødvendigvis hvert år. Med hensyn til frekvenser og tidspunkter henvises til programbeskrivelsen for NOVANA ⁽¹⁾.

Vandværkernes indvindingsboringer

I Miljøministeriets bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg ⁽²⁾, ⁽³⁾ er der siden 1989 stillet krav om overvågning af det grundvand, der indvindes fra vandværkernes boringer – den såkaldte boringskontrol ⁽⁴⁾, ⁽⁵⁾. Den enkelte boring skal kontrolleres mindst hvert 5 år – nogle oftere (ned til hvert 3. år), alt efter hvor store mængder drikkevand, det pågældende vandværk producerer. Boringskontrollen udføres over tid i et skiftende antal boringer, idet vandforsyningsboringer af forskellige årsager, så som tekniske problemer, forureninger m.v., udgår af indvindingen, der typisk flyttes til nyere eller uforurenede boringer.

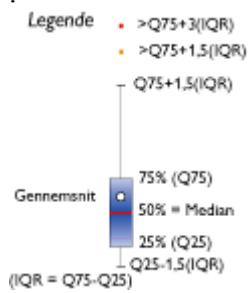
Der fandtes i 2003 ca. 2.700 vandværker i Danmark ⁽⁶⁾ med omkring 10.000 tilknyttede boringer. Analyseresultater fra boringskontrollen tilflyder amterne hvert GEUS' database Jupiter via. Ved afrapportering af data fra boringskontrollen kobles data fra vandressourceindberetningen (indvundne mængder) med data om grundvandskemi. Dette skulle udelukke, at analyseresultater, som tilsyneladende ikke stammer fra vandindvindingsboringer, men som er indberettet som "boringskontrol", indgår som vandværksboringer. Herved bliver et antal boringer med forskelligt andet formål, f.eks. afværgeboringer, private boringer og brønde, pejleboringer eller boringer til overvågning af lossepladser, ikke medtaget som vandværksboringer, med deraf følgende krav til kvalitet. Denne gruppe af boringer er i de enkelte afsnit behandlet under betegnelsen 'Andre boringer'. Således bør gruppen 'vandindvindingsboringer' kun omfatte vandværksboringer, hvorfra der i de sidste 5 år er indvundet grundvand til drikkevandsproduktion.

Rapportering

Hvert år siden 1989 har GEUS udarbejdet en rapport over grundvandsovervågningen. Fra 2005, der er det første rapporteringsår af NOVANA programmet, er der tale om en indikatorbaseret rapportering, der udelukkende udkommer elektronisk. Årets rapportering bygger, som de foregående, på de data amterne har indberettet til GEUS' database Jupiter samt på de årlige rapporter fra amterne. Dog er data der måtte være nævnt i amternes rapporter, men som ikke er indberettet til databasen ved GEUS, normalt ikke medtaget i tabeller og grafer i GEUS' rapportering.

Box-diagrammer

Box-diagrammer er en god måde at præsentere statistisk bearbejdede data. Box-diagrammer fortæller noget om en række grundlæggende statistiske parametre for et datasæt. Det er her typisk middelværdi, medianværdi og spredningen af værdierne for et års data. Spredningen er beskrevet gennem 25% fraktilen, 75% fraktilen og minimum- og maksimumværdier når outlayers (ekstreme, formodentlig utro værdier) er udeladt. Nedenfor i figur 3 er præsenteret en legende til alle de anvendte box-diagrammer i denne rapport.



Figur 3. Legende til box-diagrammer anvendt i denne rapport. Q står for kvartil således at $Q25$ udgør grænsen mellem 25% og 75% af datamængden.

1. NOVANA – det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen. Programbeskrivelse del 1, 2 og 3. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr. 495 og 508 samt <http://www.dmu.dk/Overvågning/NOVANA/Programbeskrivelse+del+3/> DMU 2005
2. Miljøministeriet 1988: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. – Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988
3. Miljø- og Energiministeriet 2001: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. – Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 871 af 21. september 2001. http://www.retsinfo.dk/_GETDOCI/_ACCN/B20010087105-REGL.
4. Miljøstyrelsen, 1990: Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 3, 1990.
5. Miljøstyrelsen, 1997: Boringskontrol på vandværker. - Vejledning fra Miljøstyrelsen 2/1997.
6. Vandstatistik. Drikkevand og spildevand 2003. DANVA 2004

Hovedbestanddele

I overvågningsprogrammet for grundvand og i vandværkernes kontrol af indvindingsboringer analyseres for en lang række hovedbestanddele som kalium, klorid, sulfat, nitrat, nitrit, ammonium, jern, mangan, fosfor mv.

I NOVANA programmet analyseres der i grundvand for 26 forskellige parametre. Der skelnes mellem begrænset program (kalium, klorid, sulfat, nitrat, nitrit, ammonium, jern og mangan) og fuldt program (de førnævnte plus calcium, bikarbonat, flourid, magnesium, natrium, strontium, total kvælstof, total fosfor, ortho-fosfat-fosfor, NVOS, aggressiv kuldioxid, svovlbrinte og methan).

I felten udfører amterne desuden i øvrigt en række målinger for pH, Eh, ledningsevne, ilt og temperatur, der skal udvise stabile værdier, før en grundvandsprøve til laboratorieanalyse udtages.

Frekvenserne varierer mellem de forskellige typer af boringer, fra een gang i perioden til flere gange pr. år.

I den nationale rapportering er det valgt at fokusere på nitrat og fosfor, idet disse 2 stoffer relaterer sig til arealanvendelsesbetinget aktivitet på terrænoverfladen.

Fordeling af nitratindhold i overvågningsindtag og indvindingsboringer samt dybdemæssig fordeling

Datagrundlag

Grundvands- og landovervågning:

Indikatorerne for nitrat er baseret på data fra alle aktive indtag. Data fra disse er benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold for hele perioden 1990-2004. Denne praksis betyder, at der vil indgå et varierende antal indtag i de årlige beregninger. Hvis kun indtag der var analyseret kontinuerligt fra 1989 og frem blev anvendt, ville det betyde væsentlige færre data og dermed tab af informationer, samt at nye indtag ikke vil blive inddraget i databehandlingen.

For indtagene er der beregnet en gennemsnitsværdi for prøveårene, hvilket dog har fået mindre og mindre betydning, da de fleste indtag, mere end 90%, kun analyseres én gang om året. Dette betyder, at indtagenes eventuelle årlige variation i nitratindhold ikke kan beskrives.

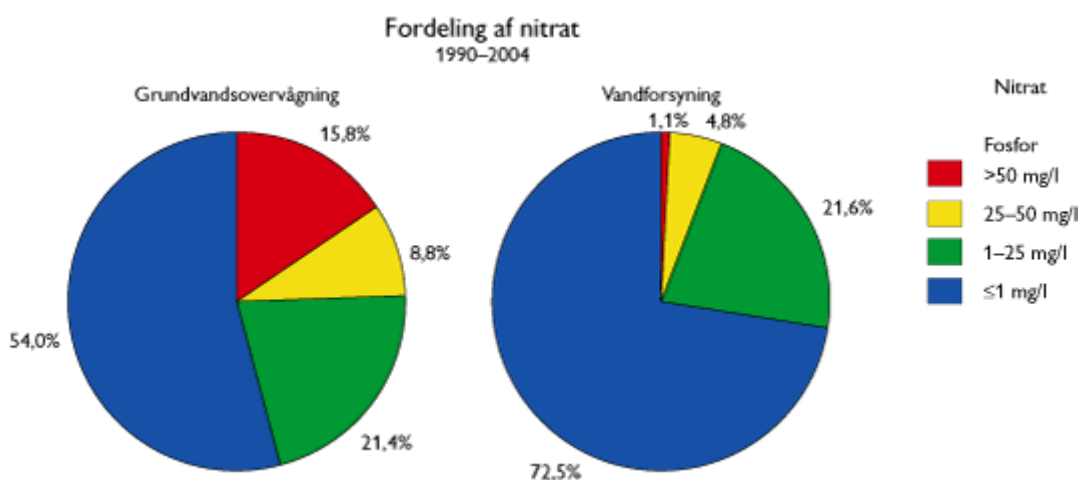
Antallet af nitratanalyser i 2004 fra grundvandsovervågningen ligger på 1.434, hvoraf 452 stammer fra redoxboringerne. Der er i alt analyseret på 927 indtag; heraf 75 i redoxboringer. For landovervågningsindtagene foreligger der 12.659 nitratanalyser fra 370 indtag for perioden 1990 – 2004 samt 526 analyser fordelt på 97 indtag for 2004.

Vandværkernes indvindingsboringer:

Der er fra 1990 til og med 2004 indberettet i alt 20.995 nitratanalyser fra vandværksboringer/pejleboringer til GEUS's database. I 2004 er der i alt udført 1.836 nitrat analyser fordelt på 1.718 boringer. Der er ligeledes indberettet boringer klassificeret som 'Andre boringer' (boringer tilhørende vandværket, men uden indvinding til drikkevandsproduktion). For denne gruppe foreligger der i 2004 940 nitratanalyser for 621 boringer.

Fordeling af nitratindhold i perioden 1990 - 2004

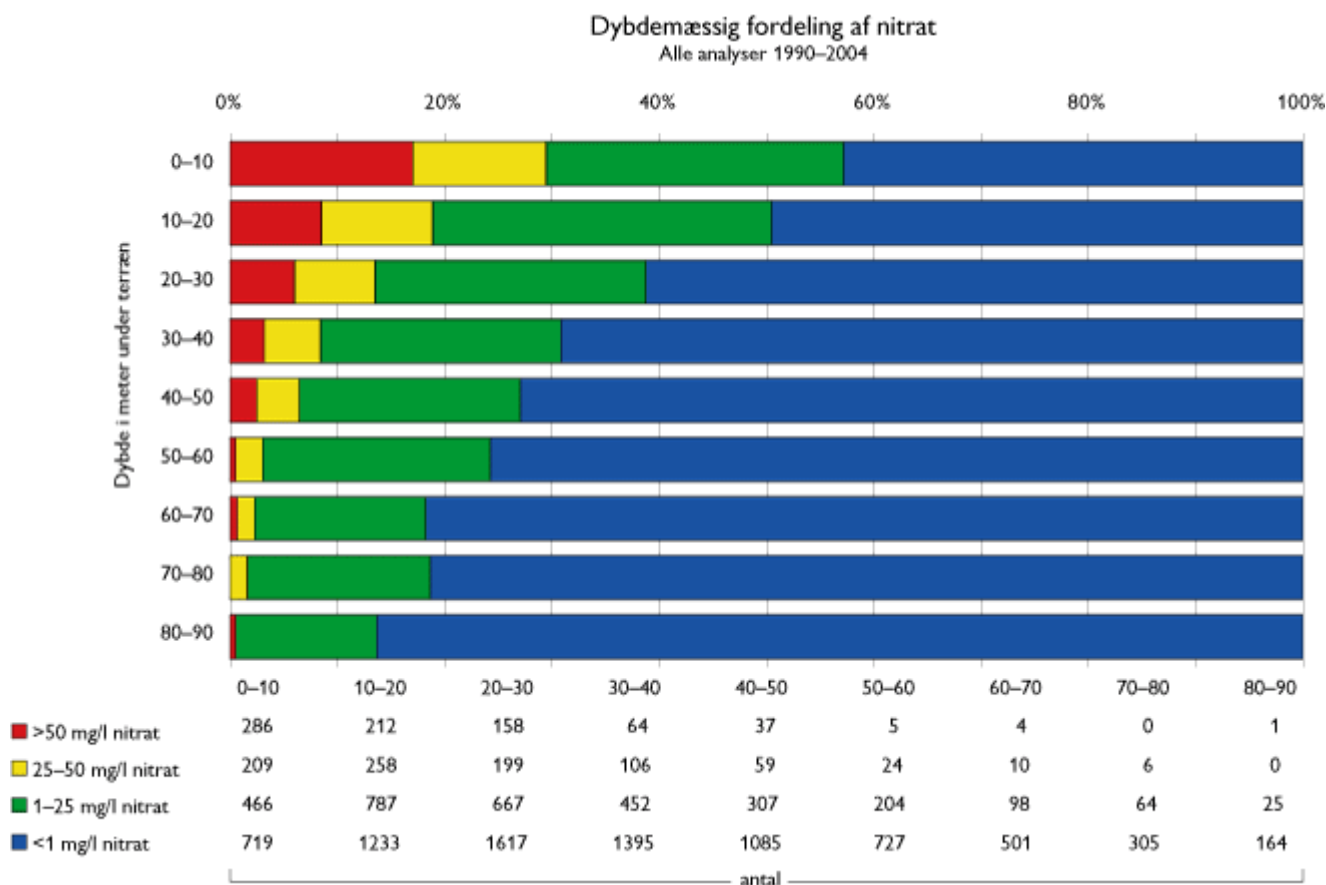
En oversigt over fordelingen af nitratindholdet i indtagene i grundvandsovervågningen og i vandværkernes indvindingsboringerne i perioden 1990-2004 er vist i figur 4, og som det fremgår, har ca. 25% af indtagene (linie- og punktmoniterende) i grundvandsovervågningen et nitratindhold over 25 mg/l (den tidligere vejledende max. værdi for drikkevand, se ⁽¹⁾), mens det for vandforsyningsboringerne er nede på ca. 6%. Denne fordeling har stort set været uændret siden overvågningsprogrammets start. Den højst tilladelige værdi for nitrat i drikkevand er 50 mg/l nitrat ⁽²⁾.



Figur 4. Fordeling af nitratindholdet i mg/l for grundvandsovervågningens indtag (linie + punkt) samt for boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer. Der er anvendt gennemsnitsværdier for nitratdata inden for perioden 1990-2004.

Dybdemæssig fordeling af nitratindehold i alle analyserede indtag og borer

For perioden 1990-2004 foreligger der i alt 12.454 nitratanalyser fra land- og grundvandsovervågningens og redox-boringernes indtag, fra boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og fra gruppen 'Andre borer'. Fordeling af disse nitrata data opdelt i fire grupper (≤ 1 , 1-25, 25-50 og >50 mg/l) er i figur 5 plottet mod toppen af indtaget (m.u.t.). Den største del af analyserne med forhøjet indhold af nitrat kommer fra indtag, der ligger ned til 40 meter under terræn, og de højeste nitratindehold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordsøjlen med nitrat (> 1 mg/l) i over 57 % af indtagene og nitrat over 50 mg/l i 17%.



Figur 5. Fordeling af efter nitratindeholdet i mg/l og indtagsdybde under terræn for land- og grundvandsovervågning, boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer og 'Andre borer'. Alle data for 1990-2004 er medtaget. Antal indtag/boringer i hvert dybdeinterval er anført under figuren.

Geokemisk kan grundvandet opdeles i 4 redoxzoner, hvor den øverste - ilt-zonen - har et højt iltindhold svarende til iltindholdet i regnvand. Desuden kan nitratindeholdet være højt på grund af udvaskning fra rodzonen. Som oxidationsmiddel forbruges ilt før nitrat, og iltindholdet falder derfor ned mod den næste zone - nitrat-zonen, hvor iltindholdet er meget lavt, og hvor det er nitrat, der bliver omsat (anoxisk zone). Herunder findes jern/sulfat-zone og metan-zonen uden nitrat eller ilt.

1. Bktg. nr. 515 af 29. august 1988 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljøministeriet 1988
2. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001

Nitratindhold i grundvandets ilt-zone – grundvandsovervågning

Datagrundlag

Indikatorerne for nitrat er baseret på data fra alle aktive indtag. Data fra disse er benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold for hele perioden 1990-2004. Til vurdering af den tidsmæssige (1990-2004) udvikling af nitratindholdet i det øverste iltholdige og ofte nitratbelastede grundvand er kun anvendt data fra grundvand med oxiske forhold, dvs. iltholdigt grundvand.

Relevans

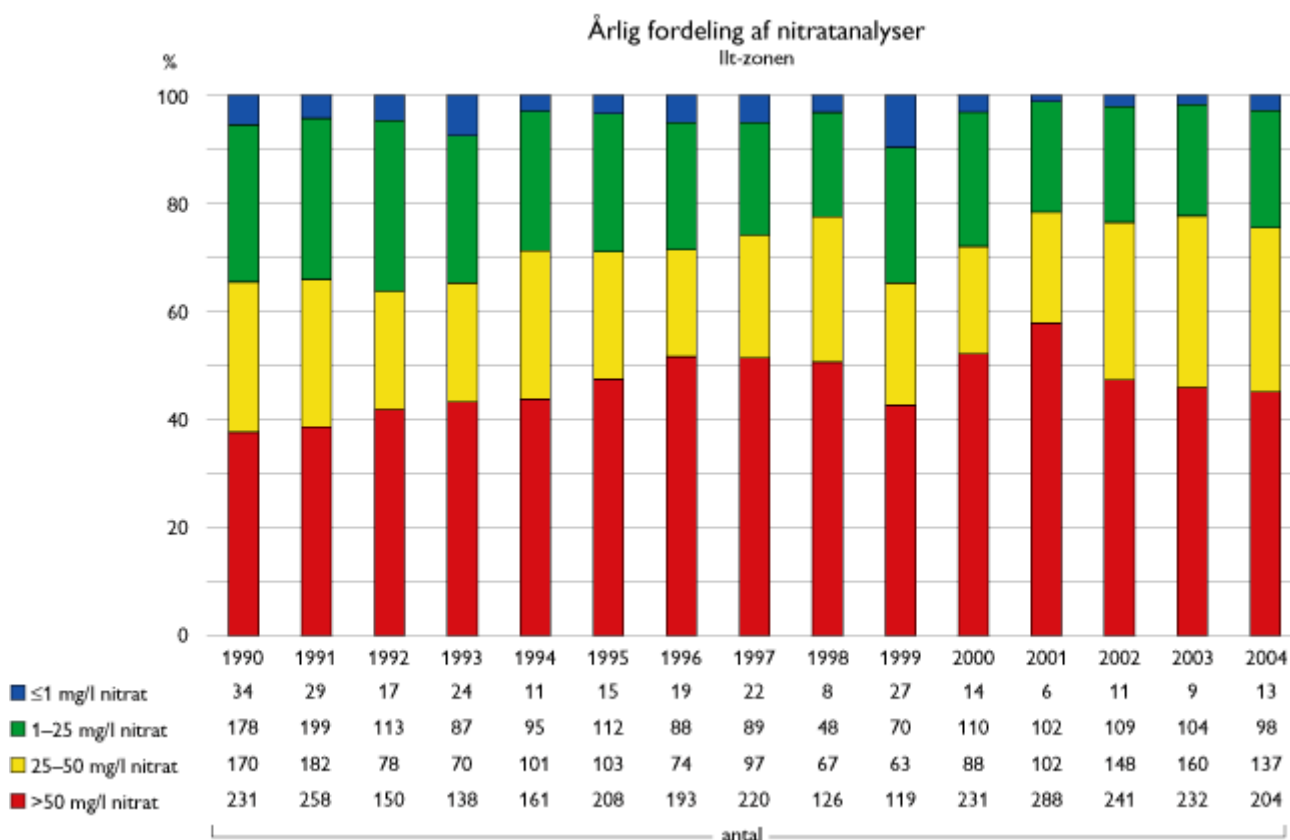
Nitrat i grundvandet kan stamme fra diffus udvaskning fra landbrugsarealer. Nitrat i grundvand kan nedbrydes ved reduktion, i den umættede eller den mættede zone.

Kvælstof i høje koncentration i drikkevand kan give problemer i forbindelse med omsætning til nitrit og risiko for omdannelse af blodets hæmoglobin til methæmoglobin, der ikke kan transportere ilt rundt i kroppen ("blå børn"). Nitrat kan også reagere i kroppen med aminosyrer og danne nitrosaminer, som er kræftfremkaldende.

Målsætning

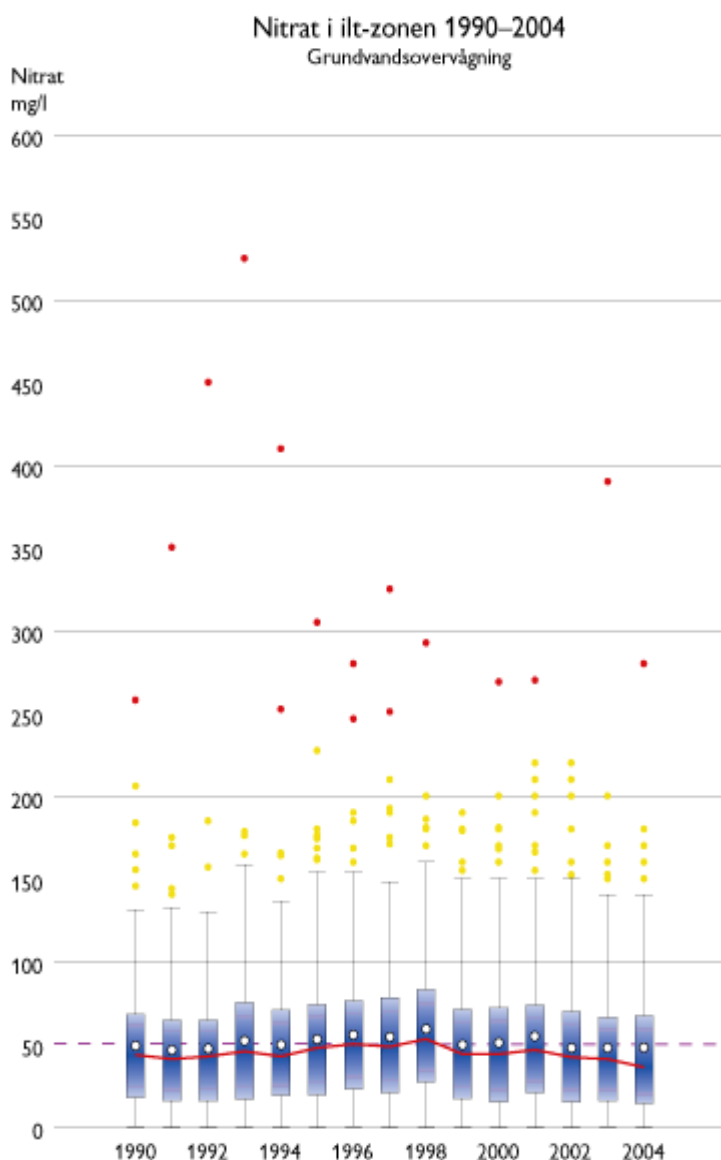
Indholdet af nitrat i drikkevand må ikke overstige grænseværdien på 50 mg/l⁽¹⁾. Da nitrat ikke fjernes ved traditionel vandbehandling på vandværket, er det vigtigt at grundvandets indhold ikke overstiger denne værdi. Grænseværdien forventes også at ville gælde for grundvand fra vedtagelse af Grundvandsdirektivet.

Tilstand, udvikling og årsag



Figur 6. Antallet af nitrat analyser fordelt på 4 grupper i perioden 1990-2004 for ilt-zonen (med ilt > 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

Antallet af analyser af det oxiske grundvand svinger fra det højeste antal i begyndelsen af overvågningsperioden på 668 til 249 i 1998 som det laveste. Fordelingen af analyserne i 4 klasser (≤ 1 , 1-25, 25-50 og > 50 mg/l) er vist i figur 6. Der er hvert år et mindre antal analyser fra ilt-zonens indtag, som ikke er påvirket af nitrat, men generelt tilhører omkring 50 % af analyserne gruppen med over 50 mg/l nitrat. Udviklingen fra 1990 til 2004 er vist i figur 7 som box-diagrammer. Grundvandets nitratindhold viser en stor spredning for de enkelte år. Medianværdien (50% over og 50% under) for perioden 1990 – 2004 viser en jævn stigning frem til den højeste værdi i 1998, hvorpå den falder til den laveste værdi på 36 mg/l nitrat i 2004. Gennemsnitsværdierne for nitrat ligger generelt højere end medianværdierne og falder fra 56 mg/l i 1998 til ca. 48 mg/l i 2002, hvorpå der ikke sker de store ændringer frem til 2004. Af indtagene i ilt-zonen ligger 25 % over 67 mg/l nitrat, og den højeste målte værdi i perioden ligger på over 500 mg/l nitrat.



Figur 7. Nitratudviklingen i mg/l for perioden 1990-2004 for ilt-zone (med ilt > 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

Langt den største del af grundvandet i grundvandsovervågningen er dateret til at være dannet før 1990. Derfor kan en effekt af de tiltag, der blev gennemført som en del af Vandmiljøplanen, ikke forventes at kunne erkendes i grundvandets gennemsnitlige indhold af nitrat. Det iltholdige grundvand er det yngste,

men de gennemsnitlige nitratindehold repræsenterer grundvand med forskellige aldre. Figuren viser derfor kun en **generel status** af grundvandets nitratindehold for de enkelte år. Undersøges variationen i nitratindeholdet i de enkelte indtag, ses der store variationer uanset om disse viser et faldende, stigende eller et fluktuerende nitratindehold. Disse forhold kan skyldes vandspejlsændringer, ændringer i nedbøren eller landbrugspraksis og dermed i udvaskningen af nitrat fra rodzonen.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001.

Nitrat i grundvandets nitrat-zone - grundvandsovervågning

Datagrundlag

Indikatorerne for nitrat er baseret på data fra alle aktive indtag. Data fra disse er benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold for hele perioden 1990-2004.

Til vurdering af den tidsmæssige (1990-2004) udvikling af nitratindholdet i grundvandets nitratreducerende zone, er kun anvendt data fra grundvand med anoxiske forhold, dvs. grundvand med nitrat men uden ilt (≤ 1 mg/l ilt).

Relevans

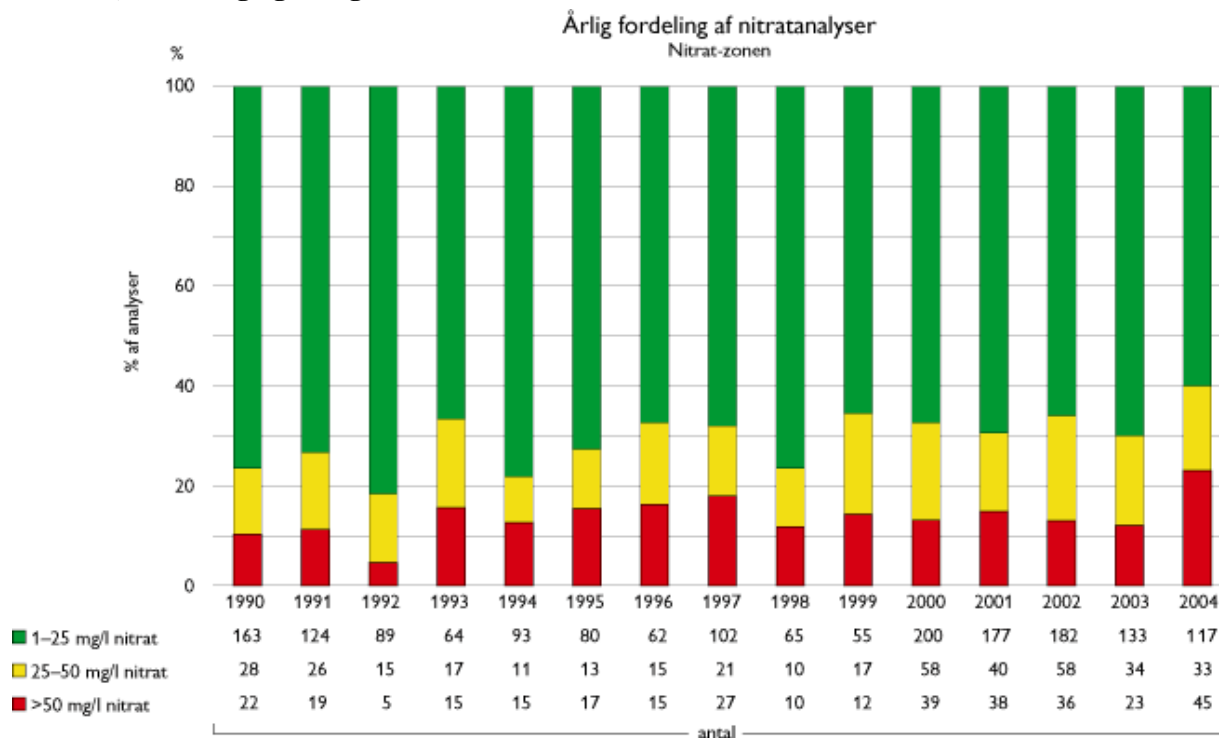
Nitrat i grundvandet kan stamme fra diffus udvaskning fra landbrugsarealer. Nitrat i grundvand kan nedbrydes ved reduktion, i den umættede eller den mættede zone.

Kvælstof i høje koncentration i drikkevand kan give problemer i forbindelse med omsætning til nitrit og risiko for omdannelse af blodets hæmoglobin til methæmoglobin, der ikke kan transportere ilt rundt i kroppen ("blå børn"). Nitrat kan også reagere i kroppen med aminosyrer og danne nitrosaminer, som er kræftfremkaldende.

Målsætning

Indholdet af nitrat i drikkevand må ikke overstige grænseværdien på 50 mg/l ⁽¹⁾. Da nitrat ikke fjernes ved traditionel vandbehandling på vandværket, er det vigtigt at grundvandets indhold ikke overstiger denne værdi. Grænseværdien forventes også at ville gælde for grundvand fra vedtagelse af Grundvandsdirektivet.

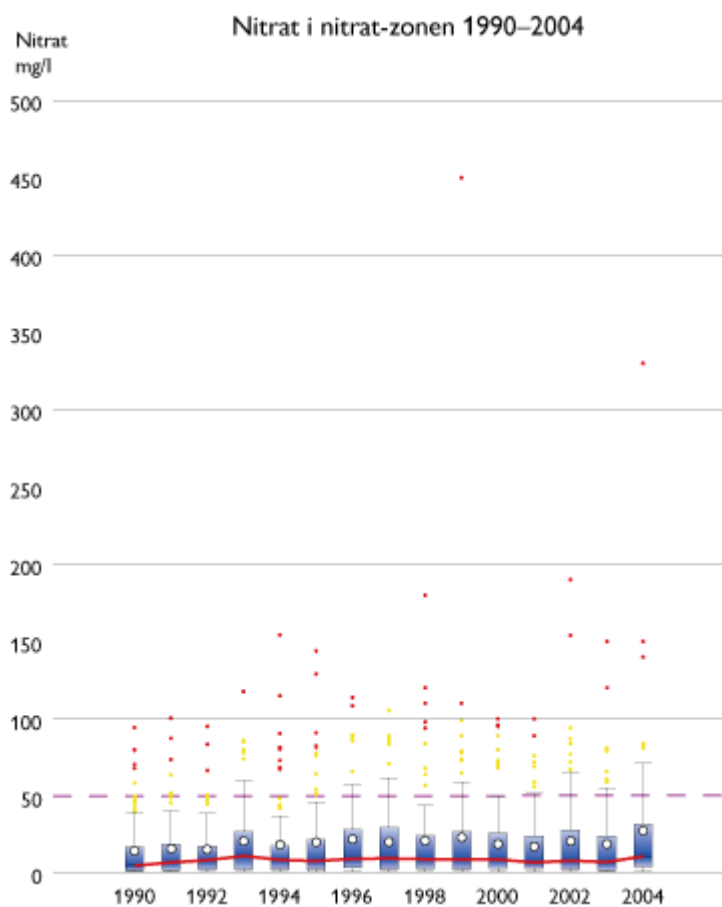
Tilstand, udvikling og årsag



Figur 8. Antallet af nitrat analyser fordelt på 3 grupper i perioden 1990-2004 for nitrat- zonen (med ilt ≤ 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

Det anoxiske vand - nitrat-zonen - har et lavere nitratindhold end ilt-zone på grund af omsætning af nitrat, bl.a. ved oxidation af pyrit. Antallet af analyser anvendt for det iltfrie men nitratholdige grundvand svinger fra det højeste antal i 2002 på 276 til 84 i 1999 som det laveste. Fordelingen af analyserne i 3 klasser (1-25, 25-50 og > 50 mg/l nitrat) er vist i figur 8. Generelt tilhører omkring 10-20 % af analyserne gruppen med over 50 mg/l nitrat.

Udviklingen fra 1990 til 2004 for nitrat-zonen er vist i figur 9 som box-diagrammer. Grundvandets nitratindhold viser en stor spredning for de enkelte år. Medianværdien (50% over og 50% under) for perioden 1990 - 2004 svinger lige omkring 9 mg/l nitrat. Gennemsnitsværdierne for nitrat ligger generelt dobbelt så højt som medianværdierne og svinger mellem 25 og 30 mg/l. Den højeste målte værdi i perioden er på 450 mg/l nitrat.



Figur 9. Nitratudviklingen i mg/l for perioden 1990-2004 for nitrat-zone (med ilt ≤ 1 mg/l). Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001.

Nitratindhold i grundvand under landbrugsarealer – landovervågning

Datagrundlag

Fra indtagene i landovervågningsoplandene foreligger der 12.659 nitratanalyser fordelt på 370 indtag i perioden 1990 - 2004. I 2004 er der udført 526 analyser fordelt på 97 indtag.

Relevans

Nitrat i grundvandet kan stamme fra diffus udvaskning fra landbrugsarealer. Nitrat i grundvand kan nedbrydes ved reduktion, i den umættede eller den mættede zone.

Kvælstof i høje koncentration i drikkevand kan give problemer i forbindelse med omsætning til nitrit og risiko for omdannelse af blodets hæmoglobin til methæmoglobin, der ikke kan transportere ilt rundt i kroppen ("blå børn"). Nitrat kan også reagere i kroppen med aminosyrer og danne nitrosaminer, som er kræftfremkaldende.

I landovervågningen følges udvikling i det øverste og dermed yngste grundvand.

Målsætning

Indholdet af nitrat i drikkevand må ikke overstige grænseværdien på 50 mg/l⁽¹⁾. Da nitrat ikke fjernes ved traditionel vandbehandling på vandværket, er det vigtigt at grundvandets indhold ikke overstiger denne værdi. Grænseværdien forventes også at ville gælde for grundvand fra vedtagelse af Grundvandsdirektivet.

Tilstand, udvikling og årsager

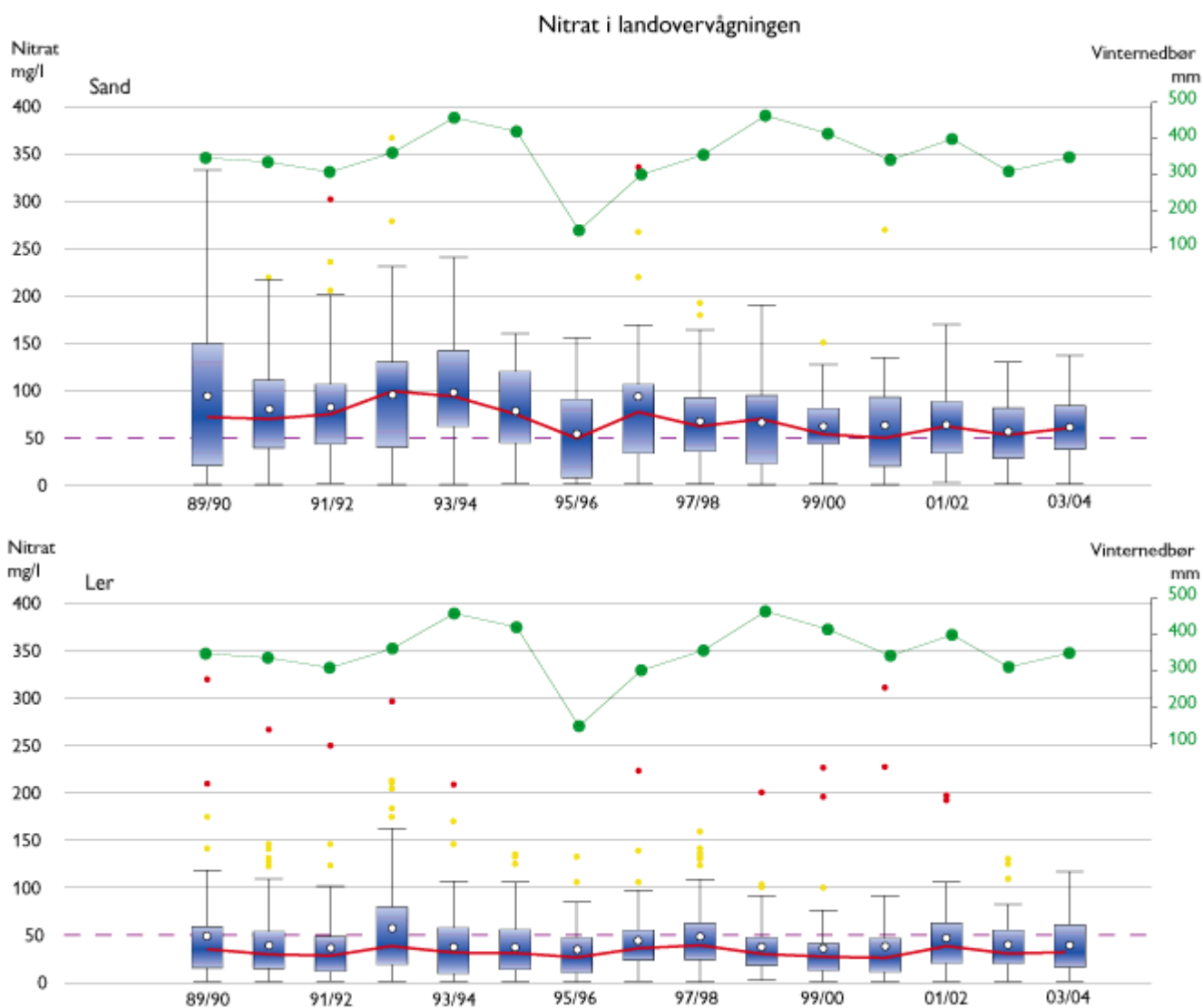
Grundvandet i landovervågningsoplandene (LOOP) er det yngste vand, som overvåges. Nitratindholdet i dette grundvand, fordelt på sand- og lerområder, er vist som et boxdiagram i figur 10 sammen med vinternedbøren. Da det er den relative variation, som er interessant og ikke mængden af nedbør, er det valgt at benytte et gennemsnit af DMI's 40x40 km nedbørsdata for de områder, hvori de enkelte LOOP ligger. Der er kun medtaget nitratdata fra grundvandsprøver indsamlet i kvartal 4 og 1.

Af box-diagrammerne i figuren fremgår det, at der er en stor spredning i nitratdata for vinterperioderne, og at der i sandområderne er et noget højere nitratindhold i grundvandet end i lerområderne, i hvilke der er en større reduktionskapacitet. Da der ikke foreligger iltmålinger, kan data ikke henføres til ilt- eller nitrat-zonen.

Sammenlignes medianværdien eller gennemsnitsværdierne for nitrat med kurven for vinternedbøren, ses et vist sammenfald mellem kurverne for især sandområderne. Hvert år efter høst og evt. nedvisning af markerne er der, ved mineralisering af plantedelene, ophobet et stort kvælstofoverskud i jorden i den såkaldte nitratpulje. Kommer der herefter et efterår og en vinter med stor nedbør, giver det et højt nitratindhold i det nydannede grundvand. Det reducerer kvælstofindholdet i nitratpuljen, og har det næste efterår/vinter også stor nedbør, vil nitratindholdet i det nydannede grundvand være betydeligt mindre, fordi bidraget fra tidligere års nitratpulje nu er formindsket ved udvaskning og/eller denitrifikation. Det vurderes således, at grundvandet i landovervågningsoplandene har et nitratindhold, som er præget af vinternedbøren.

For perioden 1990-2004 er der i sandområderne et tydeligt fald i det øverste grundvands nitratindholdet med et fald fra ca. 90 til ca. 60 mg/l. Faldet ligger frem til vinteren 1999/2000, hvorpå ændringerne bliver små. Den højeste værdi i perioden er på 740 mg/l nitrat. Det skal bemærkes, at det gennemsnitlige indhold de fleste år ligger over grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l.

For lerområderne svinger det gennemsnitlige nitratindhold for perioden omkring 40 mg/l (medianværdien mellem 25 og 40 mg/l), og viser ikke et tilsvarende tydeligt fald som nitrat i sandområderne. Den højeste værdi i perioden er på 345 mg/l nitrat. I de sidste 3 vinterperioder, 2001/2002 til 2003/2004, har mere end 25 % af analyserne ligget over 50 mg/l nitrat.



Figur 10. Nitrat i landovervågningsoplandene, LOOP, fordelt på sand- og lerområder, sammenlignet med vinternedbøren (øverste kurve). Kun nitratdata fra kvartalerne 4 og 1, nitratanalyser over 1 mg/l og indtag mellem 0 og 6 meter under terræn er medtaget.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001.

Nitratindhold i vandværkernes indvindingsboringer

Datagrundlag

Der er fra 1990 til og med 2004 indberettet i alt 20.995 nitratanalyser fra vandværksboringer/pejleboringer til GEUS's database. Der er i denne databehandling kun medtaget data fra aktive indvindingsboringer, dvs. fra boringer hvorfra der foreligger data om indvindingsmængder indenfor de sidste 5 år. Indvindingsboringer analyseres ikke hvert år men i en turnus på 3 til 5 år.

Relevans

Indikatoren beskriver udviklingen af indholdet af nitrat i det grundvand, der indvindes til drikkevandsformål. Desuden vises den geografiske fordeling af nitrat i vandværkernes indvindingsboringer.

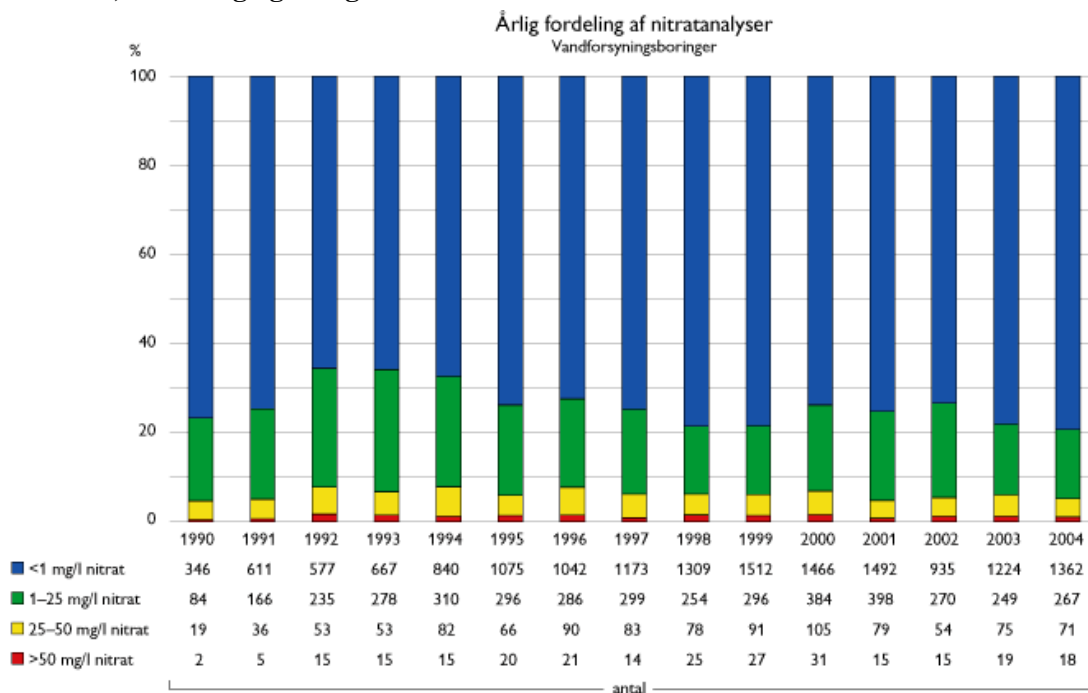
Nitrat i grundvandet kan stamme fra diffus udvaskning fra landbrugsarealer. Nitrat i grundvand kan nedbrydes ved reduktion, i den umættede eller den mættede zone.

Kvælstof i høje koncentration i drikkevand kan give problemer i forbindelse med omsætning til nitrit og risiko for omdannelse af blodets hæmoglobin til methæmoglobin, der ikke kan transportere ilt rundt i kroppen ("blå børn"). Nitrat kan også reagere i kroppen med aminosyrer og danne nitrosaminer, som er kræftfremkaldende.

Målsætning

Indholdet af nitrat i drikkevand må ikke overstige grænseværdien på 50 mg/l ⁽¹⁾. Da nitrat ikke fjernes ved traditionel vandbehandling på vandværket, er det vigtigt at grundvandets indhold ikke overstiger denne værdi. Grænseværdien forventes også at ville gælde for grundvand fra vedtagelse af Grundvandsdirektivet.

Tilstand, udvikling og årsager



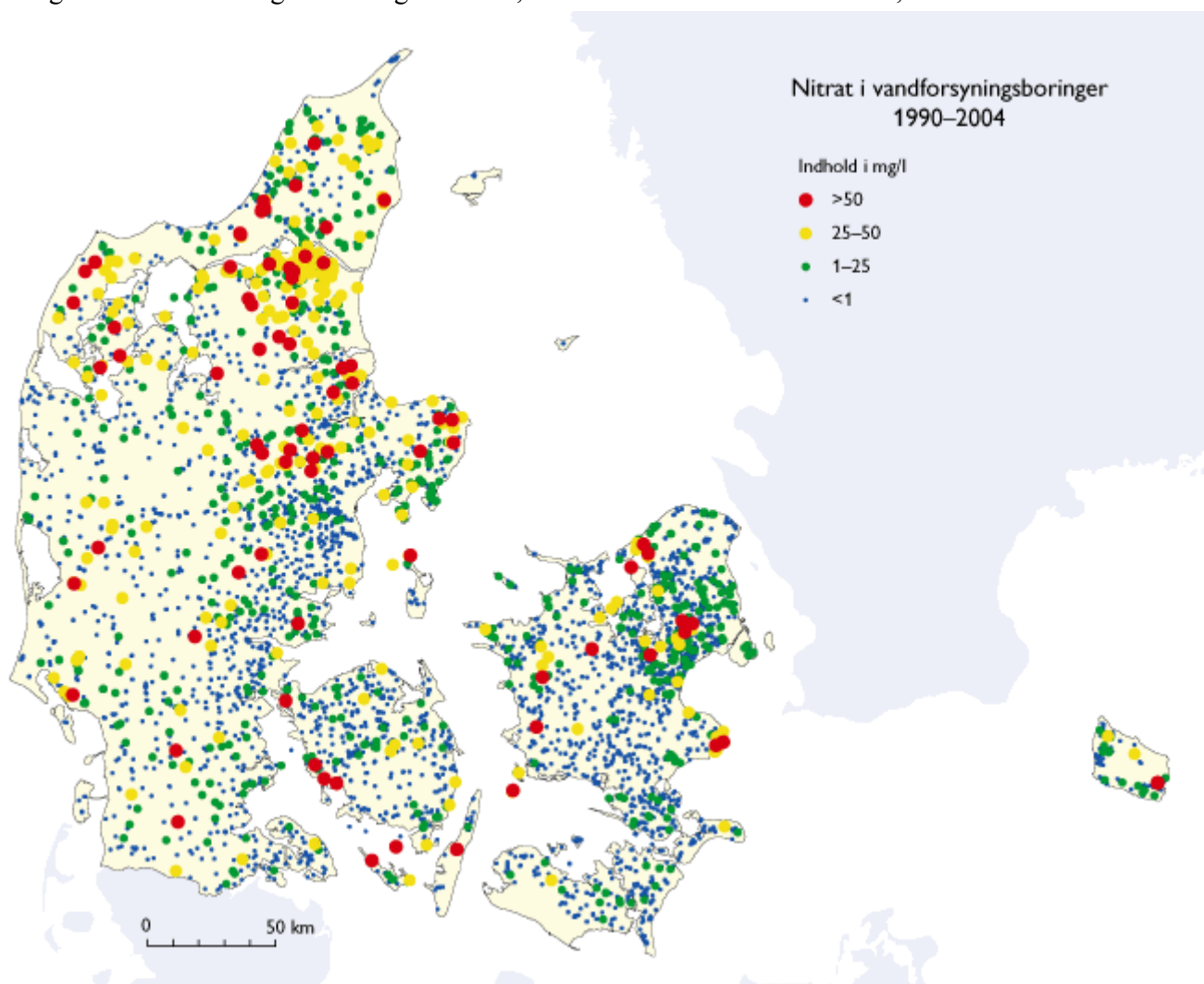
Figur 11. Antallet af nitrat analyser fra boringskontrollen fordelt på 4 grupper i perioden 1990-2004. Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

Hovedparten af analyserne fra vandværkernes boringskontrol, ca. 70-80 %, er nitratfrie – dvs. med et nitratindhold under 1 mg/l nitrat (figur 11).

Den procentvise andel af nitratbelastede boringer (>25 mg/l nitrat) har ikke ændret sig væsentligt siden Vandmiljøplanens start, medens andelen af nitratfrie boringer er svagt stigende. Dette skyldes sandsynligvis, at boringer med over 50 mg/l nitrat bliver nedlagt, og nye boringer uden eller med lavt nitratindhold bliver taget i anvendelse. Nitratindholdet i det grundvand, som benyttes til drikkevandsproduktionen, har således ikke ændret sig nævneværdigt gennem perioden 1990-2004.

Regional fordeling

På grund af kombinationen af stor nitratbelastning og geologi (ringe reduktionskapacitet) er det som de tidligere år stadig Nordjylland, Viborg og Århus amter, der har den største andel af indtag med over 25 mg/l nitrat i boringskontrolldata – især det såkaldte 'Nitrat-bælte', der strækker sig fra det nordvestlige Århus Amt ind i Viborg Amt (figur 12). Grundvand, der indvindes til drikkevand i dårligt beskyttede områder som på Mors, ved Ålborg, på Djursland, omkring Roskilde Fjord og på Bornholm, har også et højt nitratindhold. Det er således stadigvæk i Jylland - med de mest sandede områder - at andelen af boringer med relativt meget nitrat i grundvand, indvundet til drikkevandsformål, er størst.



Figur 12. Nitratkoncentrationen i vandværksboringer opdel på 4 klasser. Data for perioden 1990-2004, dog kun formodede aktive indvindingsboringer (i 2004).

Vandmiljøhandlingsplanernes effekt på grundvandets nitratindhold

Datagrundlag

Denne indikator er baseret på nitratanalyser fra grundvandsovervågningsindtag i den oxiske og anoxiske zone, hvor det har været muligt at CFC-datere grundvandet. I alt har ca. 650 indtag grundvand med en CFC-alder over detektionsgrænsen.

Relevans

Udviklingen i nitratindholdet i ungt grundvand dannet efter vedtagelsen af den første Vandmiljøhandlingsplan er en indikator, der kan illustrere hvorvidt handlingsplanernes mål om reduktion af udledning af nitrat har konstaterbar effekt på grundvandskvaliteten.

Målsætning

Der er politisk målsætning om en fortsat reduktion i udledningen af nitrat til vandmiljøet.

Der er en målsætning om max. 50 mg nitrat pr. liter i vand, der forlader rodzonen i EU's nitratdirektiv⁽¹⁾ og i det kommende Grundvandsdirektiv.

Grænseværdien for drikkevand er 50 mg nitrat pr. liter⁽²⁾.

Nitratdata associeret med CFC-dateringer

CFC-dateringerne kan bruges til at finde en tidsdifferens mellem prøvetagningsåret og CFC-alderen på grundvandet. Nitratdata kan derfor relateres til en CFC-alder, således at nitratanalyser for indtag, hvor der er foretaget en CFC-datering, kan anvendes til at få et indblik i udviklingen af nitrat i det danske grundvand.

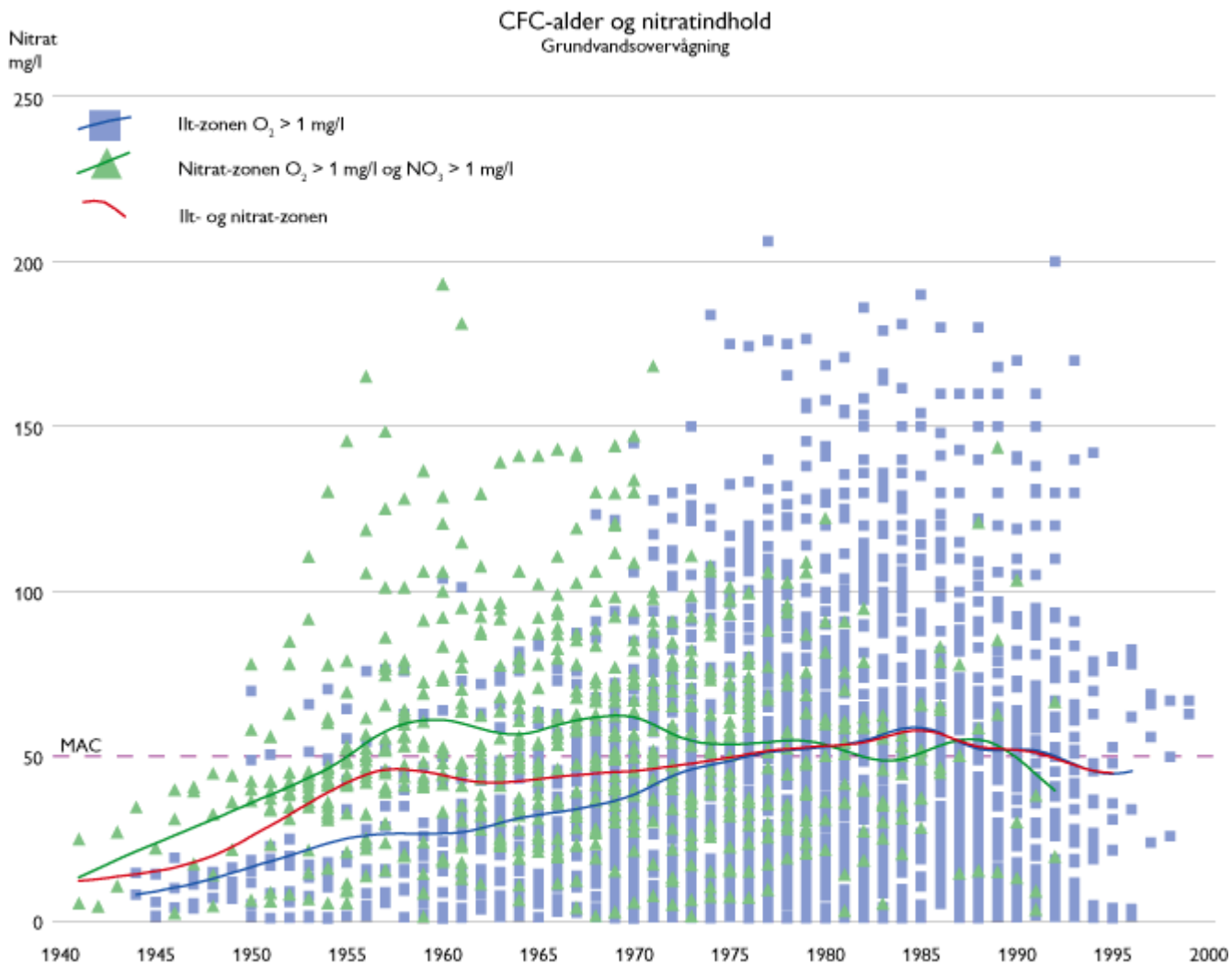
Ud over analyseusikkerheden må der yderligere regnes med en usikkerhed ved tilbageskrivningen, idet strømningerne i grundvandet kan variere.

Nitratdata fra ilt-zonen kan benyttes som de er, men nitratdata fra nitrat-zonen har et reduceret nitratindhold. Det er muligt at få et skøn over, hvor meget nitrat, der er omsat ved at se på sulfatindholdet, idet der ved nitratomsætning ved hjælp af pyrit dannes ca. 1 mg/l sulfat pr. 1 mg/l nitrat. Ved at tage sulfatgennemsnittet for et grundvandsovervågningsområde (indtag i ilt-zonen) kan nitratindholdet i de enkelte indtag opjusteres med det 'overskydende' sulfatindhold. Indtag med et sulfatindhold under gennemsnittet benyttes ikke. Denne opjustering af nitratindholdet for data fra nitrat-zonen, betyder dog at der tilføjes en ekstra usikkerhed til beregningen.

Data dækker perioden 1940 frem til ca. 1999 og er plottet som et 'scatter'-diagram, hvor en udglattet linie gennem årsgennemsnit er tegnet (figur 13). Efter 1995 er der relativt få datapunkter. Data fra Københavns/Frederiksberg kommuner og fra et enkelt indtag fra Gladsaxe, idet data fra disse to områder er anormalt høje, muligvis pga. gartneribrug eller beliggenheden i bymæssig bebyggelse.

Data for den anoxiske zone ligger over den oxiske zone frem til ca. 1980. Slås alle grundvandsovervågningsdata sammen fås en udglattet og jævnt stigende gennemsnitskurve frem til ca. 1985, hvorefter kurven flader ud og begynder at vise en faldende tendens. Det skal dog erindres, at der er en del usikkerhed i forbindelse med skønnet på dannelsesåret for grundvandet men kurveforløbet for især alle data viser et begyndende fald i grundvandets nitratindhold – på landsplan. Det må dog bemærkes at der er stor spredning i nitrat indholdet.

Data kan dog ikke anvendes til en vurdering af udviklingen i nitratbelastede områder, og det er derfor usikkert, hvornår et fald i nitratindholdet i grundvand vil slå igennem i vandindvindingsboringer.



Figur 13. Grundvandets udvikling i nitratindhold på basis af CFC-dateringer. Data er fra den oxiske zone ($O_2 > 1$ mg/l) og den anoxiske zone med nitrat korrigeret på grundlag af sulfatindholdet. Udviklingen i gennemsnitsværdierne er vist som udglattede kurver. Bemærk at årstal angiver CFC-alder og ikke prøvetagningsår

1. Europaparlamentet og Rådets direktiv 91/676/EOEF af 12. december 1991 om beskyttelse af vand mod forurening forårsaget af nitrater, der stammer fra landbruget
2. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001

Fordeling af indhold af totalt opløst fosfor i overvågningsindtag og indvindingsboringer samt dybdemæssig fordeling

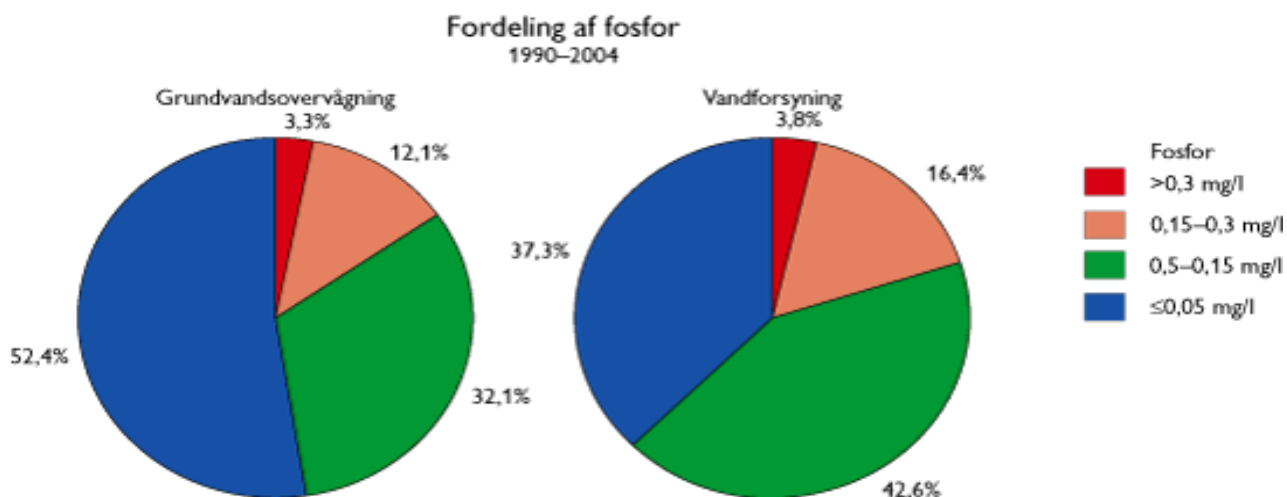
Datagrundlag

Analyser af opløst fosfor (totalt opløst fosfor) fra alle aktive indtag i grundvands-overvågningsområderne er blevet benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets fosforindhold for hele perioden 1990-2004. Denne praksis betyder, at der vil indgå et varierende antal indtag i de årlige beregninger. For indtagene er der beregnet en gennemsnitsværdi for hvert prøveår, hvilket dog har fået mindre og mindre betydning, da de fleste indtag kun analyseres én gang om året.

Der er for perioden 1990-2004 indberettet i alt 24.010 fosfor analyser fra 1.456 indtag fra grundvands-overvågningen samt 21.102 analyser fra 7.013 boringer/indtag boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer.

Fordeling af opløst fosfor i perioden 1990 - 2004

En oversigt over fordelingen af fosforindholdet grundvandsovervågningsområdernes indtag og i vandværkernes indvindingsboringerne i perioden 1990-2004 er vist nedenfor i figur 14. Som det fremgår, har ca. 2/3-del af overvågningsindtagene (linie- og punktmoniterende) et fosforindhold over 0,15 mg/l (Den højst tilladelige værdi for fosfor i drikkevand⁽¹⁾), mens det for vandforsyningsboringerne er nede på ca. 45%. Fordeling af indtag er som det ses meget forskellig fra grundvandsovervågning til boringskontrol.



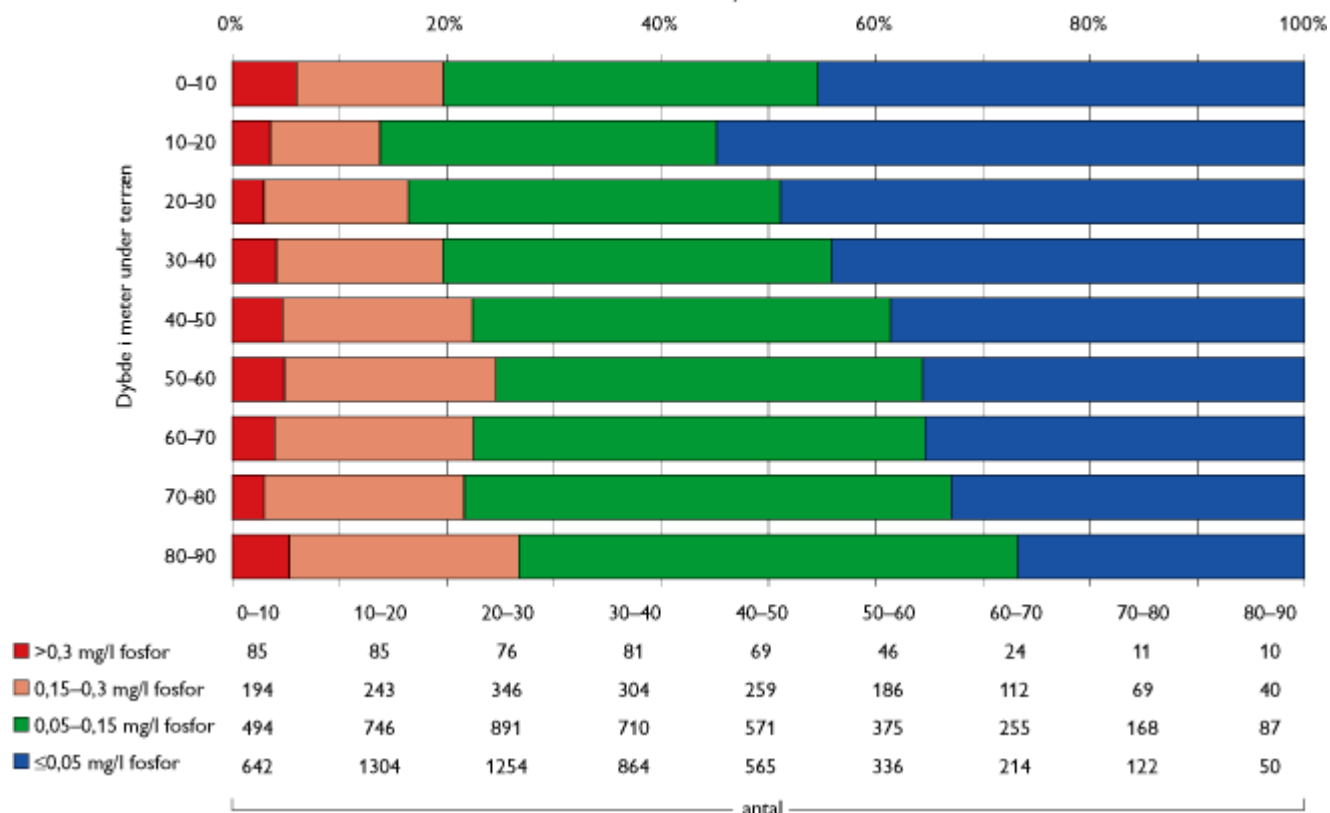
Figur 14. Fordeling af fosforindholdet i mg/l for grundvandsovervågning (linie- + punktmoniterende indtag) samt for boringskontrol i vandværkernes indvindingsboringer. Der er anvendt gennemsnitsværdier for fosfordata inden for perioden 1990-2004.

Dybdemæssig fordeling af fosforindhold i alle analyserede indtag og boringer

For perioden 1990-2004 foreligger der i alt 11.888 total fosforanalyser fra land- og grundvandsovervågningens og redox-boringernes indtag, fra boringskontrol af vandværkernes indvindingsboringer samt gruppen 'Andre boringer' (boringer tilhørende vandværket men uden indvinding til drikkevandsproduktion). Fordeling af disse fosfordata opdelt i fire grupper ($\leq 0,05$; 0,5-0,15; 0,15-0,3 og $>0,3$ mg/l) er i figur 15 nedenfor, plottet mod toppen af indtaget (m.u.t.). Andelen af indtag med under 0,15 mg/l fosfor falder med dybden, mens gruppen med de meget høje fosforindhold ikke ændrer sig mærkbart.

Dybdemæssig fordeling af fosfor

Alle analyser 1990-2004



Figur 15. Indtag fordelt efter fosforindholdet i mg/l og indtagsdybde under terræn for land- og grundvandsovervågning, boringskontrol (vandværkernes indvindingsboringer) og 'Andre boringer'. Alle data for 1990-2004 er medtaget.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001.

Opløst fosfor i grundvandets forskellige redoxzoner

Datagrundlag

Analyser af opløst fosfor i grundvandsovervågningsområdernes indtag fra 1990 til 2004, begge år inkl.

Relevans

Indikatoren beskriver udviklingen i grundvandets indhold af opløst fosfat.

Fosfat i grundvandet kan være et problem i forbindelse med udstrømning til overfladevandsforekomster eller direkte til havet, hvor det kan stimulere algevækst m.v.

Opløst fosfat forekommer hovedsageligt i grundvand under reducerende betingelser og er hovedsageligt af geologisk oprindelse. Desuden kan opløst fosfor stamme fra nedsivning af husspildevand.

Målsætning

Med VMP III er der fastsat et politisk mål om reduktion af udledningen af fosfor til vandmiljøet. Fosfor i grundvandet er generelt ikke et problem for drikkevandsforsyningen, idet grænseværdien på 0,15 mg/l for drikkevand⁽¹⁾ er fastsat under hensyntagen til ønsket om at kunne afsløre tilledning af forurenede overfladevand til boringen.

Da hovedparten af fosfor fjernes ved almindelig vandbehandling udgør fosfor ikke noget problem for den almene drikkevandsforsyning. I private brønde uden vandbehandling kan der forekomme overskridelser af den højst tilladelige værdi for drikkevand, som ofte skyldes forurening fra overfladen.

Tilstand, udvikling og årsager

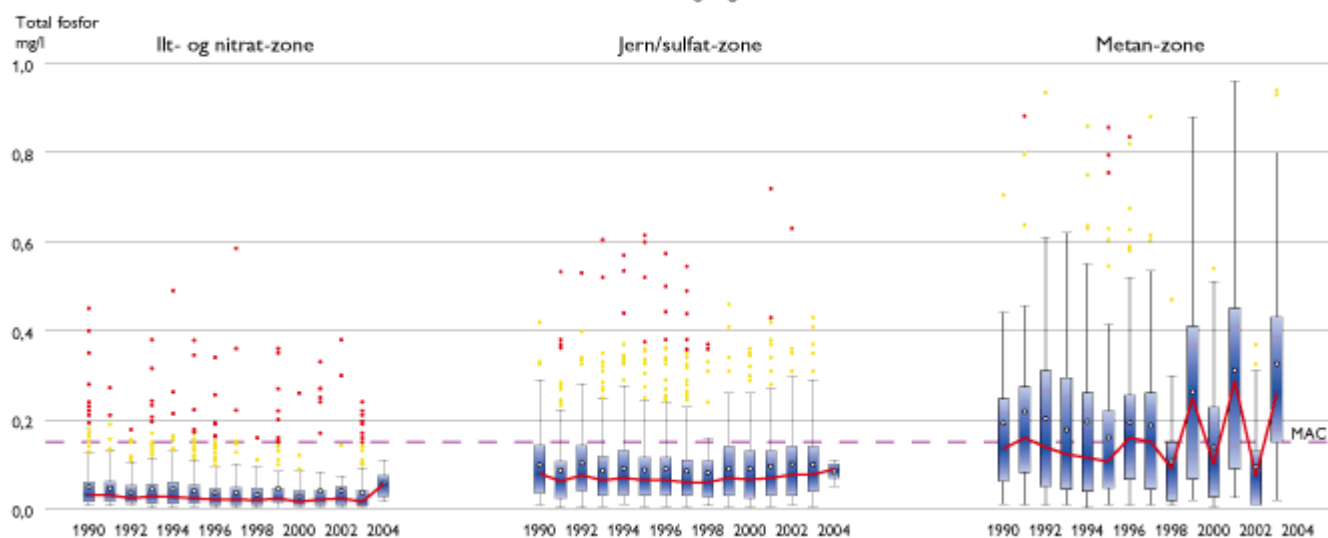
Udviklingen og fordelingen af total fosfor i 3 redoxzoner for data fra grundvandsovervågningen er vist i figur 16. For både ilt- og nitrat-zonerne ligger indholdet af opløst total fosfor lavt og på samme niveau. De to zoner er derfor slået sammen. Hovedparten af indtagene har et indhold der ligger under grænseværdien for drikkevand. Under iltende redoxforhold er fosfor bundet til især jernforbindelser.

Der ses ingen ændring i indholdet gennem perioden. Antallet af analyserede indtag svinger meget fra 56 til 250 pr. år. I 2004 er antallet kun 6 og derfor ikke repræsentativt for redoxzonerne. Den højst målte værdi for opløst fosfor er 0,585 mg/l total fosfor.

For jern og sulfat-zone ligger fosforindholdet højere, men mere end 75% af indtagene ligger under grænseværdien for drikkevand. Gennemsnittet svinger omkring 0,1 mg/l og viser en meget svag stigning gennem de sidste 6 år. Antallet af analyserede indtag svinger også her meget, mellem 64 og 333. I 2004 er antallet kun 9 og er derfor ikke repræsentativt for redoxzonen. Den højst målte værdi for opløst fosfor er 1,8 mg/l total fosfor.

Indtagene i metan-zonen har ofte et højt indhold af opløst fosfor, med et gennemsnit over grænseværdien for drikkevand. Antallet af analyserede indtag svinger også her meget, mellem 32 og 101 pr. år. I 2004 er der ikke analyseret indtag i denne redoxzonen. Den højst målte værdi for opløst fosfor er 1,125 mg/l total fosfor.

Udvikling i fosforindhold Grundvandsovervågning 1990–2004



Figur 16. Udviklingen i grundvandets indhold af opløst total fosfor i mg/l for perioden 1990-2004 for 3 redoxzoner. Ilt- og nitrat-zonerne er slået sammen, idet de viser samme fordeling af fosfor. Data fra grundvandsovervågningen.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001.

Fosforindhold i vandværkernes indvindingsboringer

Datagrundlag

Analyser af opløst fosfor fra boringskontrol af vandværkernes indvindingsboringer fra perioden fra 1990 til 2004, begge år inkl.

Relevans

Indikatoren beskriver udviklingen i indhold af opløst fosfor i det grundvand, der indvindes til drikkevandsformål. Desuden vises den geografiske fordeling af opløst fosfor i vandværkernes indvindingsboringer.

Fosfor i grundvandet kan være et problem i forbindelse med udstrømning til overfladevandsforekomster eller direkte til havet, hvor det kan stimulere algevækst m.v.

Opløst fosfor forekommer hovedsageligt i grundvand under reducerende betingelser og er hovedsageligt af geologisk oprindelse. Desuden kan opløst fosfor stamme fra nedsivning af husspildevand.

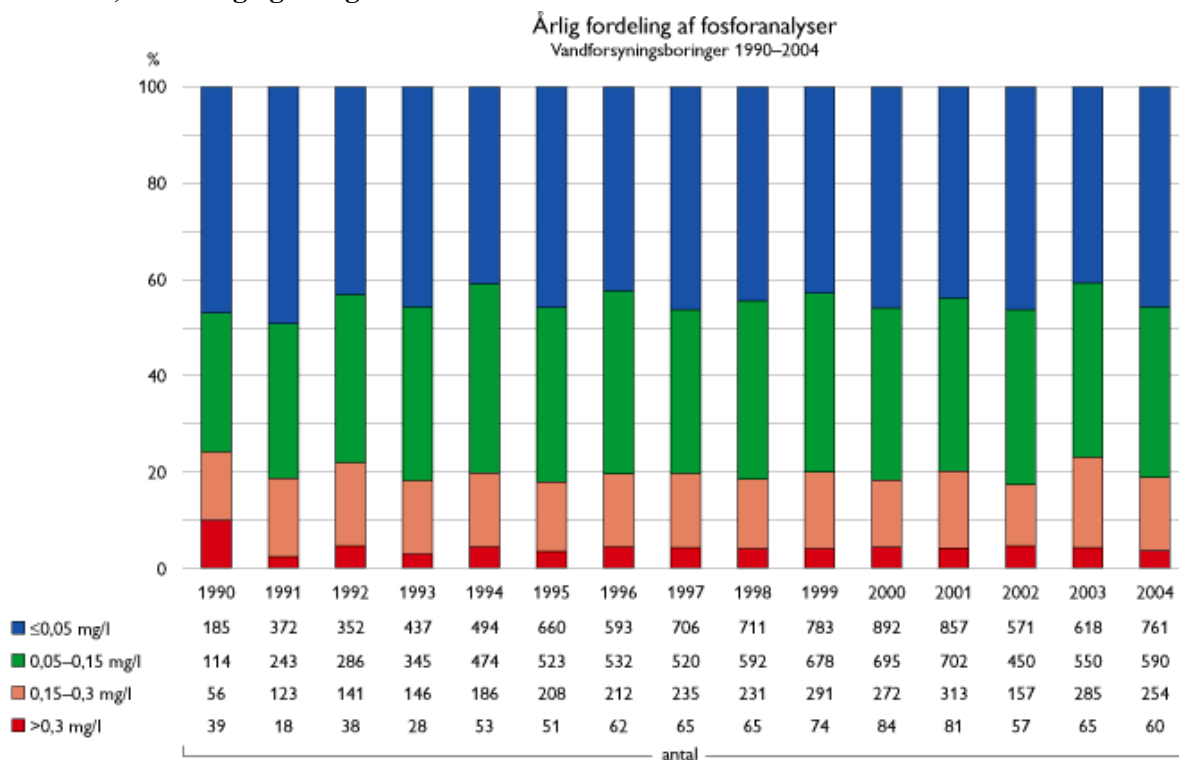
Målsætning

Med VMP III er der fastsat et politisk mål om reduktion af udledningen af fosfor til vandmiljøet.

Fosfor i grundvandet er generelt ikke et problem for drikkevandsforsyningen, idet grænseværdien på 0,15 mg/l for drikkevand ⁽¹⁾ er fastsat under hensyntagen til ønsket om at kunne afsløre tilledning af forurenede overfladevand til boringen.

Da hovedparten af fosfor fjernes ved almindelig vandbehandling udgør fosfor ikke noget problem for den almene drikkevandsforsyning. I private brønde uden vandbehandling kan der forekomme overskridelser af den højst tilladelige værdi for drikkevand, som ofte skyldes forurening fra overfladen.

Tilstand, udvikling og årsager



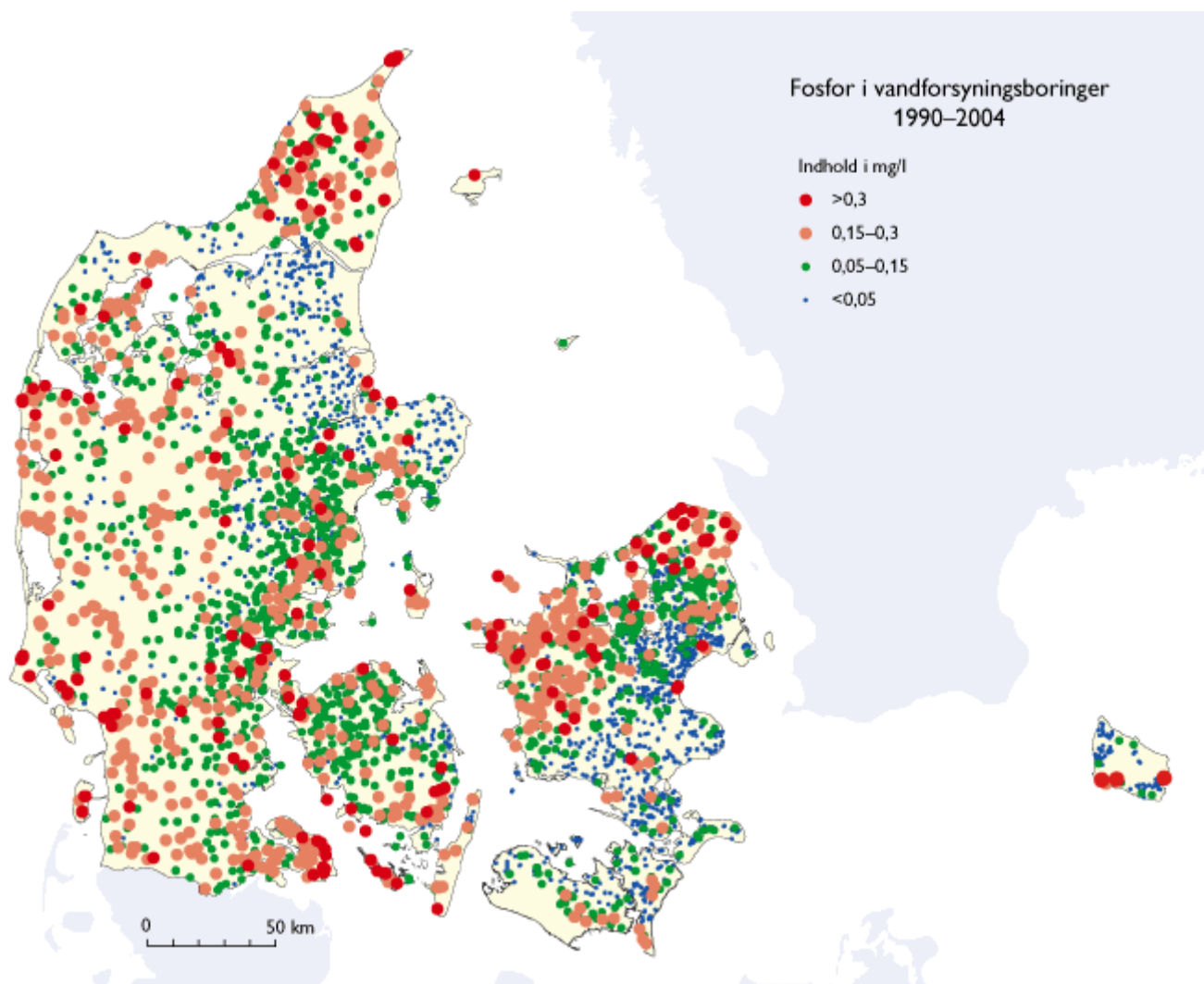
Figur 17. Antal og fordeling af analyser af opløst fosfor i vandværkernes boringskontrollen fordelt på 4 grupper i perioden 1990-2004. Den enkelte søjle repræsenterer grundvand fra flere indtag med vidt forskellige aldre.

Omkring halvdelen af analyserne fra vandværkernes boringskontrol, 40-50 %, er fosforfrie – dvs. med et indhold af opløst fosfor under 0,05 mg/l opløst fosfat (figur 17).

Ca. hver 5. indvindingsboring har et fosforindhold over grænseværdien for drikkevand (0,15 mg/l). Denne andel har ikke ændret sig siden Vandmiljøplanens start, hvilket skyldes at fosfor i grundvand i overvejende grad er geologisk betinget .

Regional fordeling

Fosforindholdet i vandværksboringerne er visse steder i landet relativt højt og for ca. 20% af de indberettede indtag er indholdet af opløst fosfor mere end 0,15 mg/l (1.392 indtag/boringer). De højeste fosforindhold (over 0,3 mg/l) kan ofte henføres til boringer, hvor vandet har været i kontakt med interglaciale lerede marine aflejringer, som f.eks. i Nordjylland, Sønderjylland, Als, Ærø og Langeland m.m. (figur 18). I områder, hvor der er kalkaflejringer underlejret de kvartære lag og ingen interglaciale marine aflejringer, som i store dele af Sjælland samt på Lolland, Falster, Møn, Djursland, Himmerland og Hanherred, findes kun få boringer med over 0,15 mg/l fosfor. I disse områder, hvor vandet strømmer gennem kalkbjergarter kan fosfor reagere med calcium og udfælde som tungtopløselig apatit. Hvor der forekommer fosfor i terrænnært grundvand er årsagen sandsynligvis forurening fra overfladen.



Figur 18. Opløst fosfor i vandværksboringer

Udviklingen i indhold af opløst fosfor i grundvandet under landbrugsarealer

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på analyser af opløst fosfor fra landovervågningsområdernes grundvandsindtag fra 1998 - 2004, da der først foreligger kontinuerlige analyser fra 1998.

Data er opdelt i to grupper – Lerområder og Sandområder. Da der ikke foreligger analyser af iltindholdet er det ikke muligt at opdele analyserne på redoxzoner.

Relevans

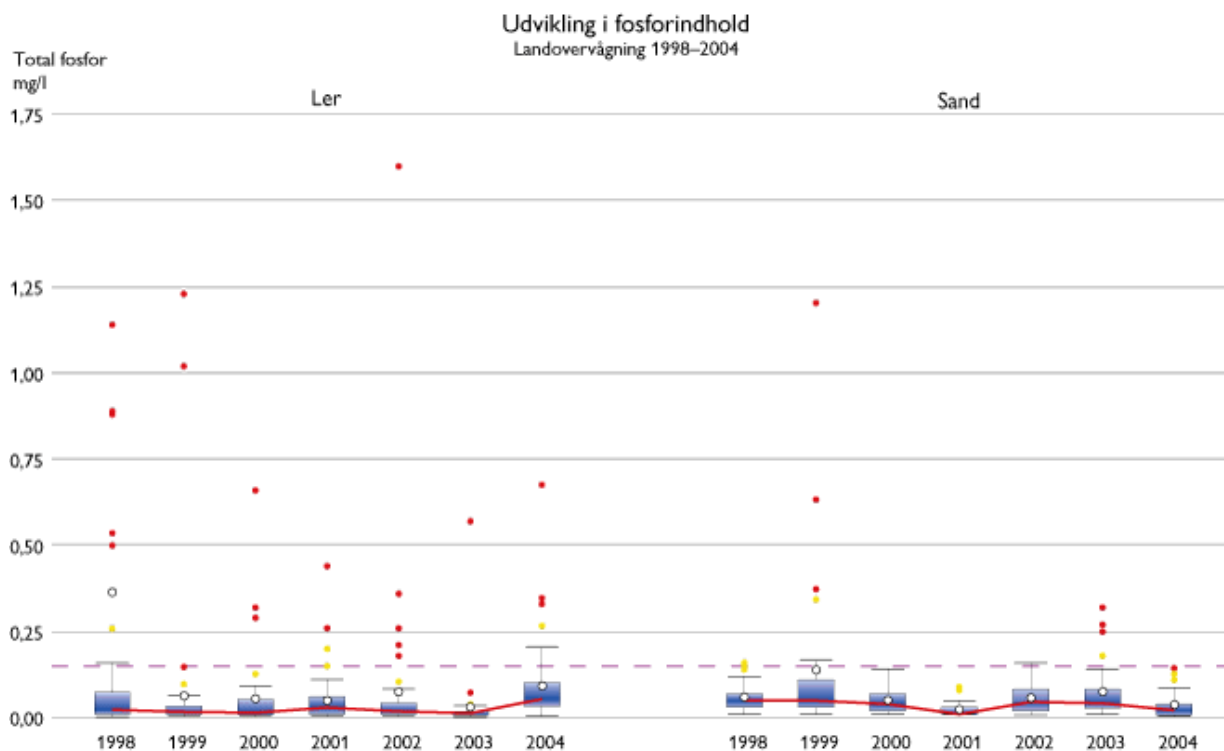
Fosfor i grundvandet kan være et problem i forbindelse med udstrømning til overfladevand eller direkte til havet, hvor det kan stimulere algevækst m.v. Opløst fosfor forekommer hovedsageligt i grundvand under reducerende betingelser og er primært af geologisk oprindelse. Desuden kan opløst fosfor stamme fra nedsivning af husspildevand.

Målsætning

Med VMP III er der fastsat et politisk mål om reduktion af udledningen af fosfor til vandmiljøet. Fosfor i grundvandet er generelt ikke et problem for drikkevandsforsyningen, idet grænseværdien på 0,15 mg/l for drikkevand ⁽¹⁾ er fastsat under hensyntagen til ønsket om at kunne afsløre tilledning af forurenede overfladevand til boringen.

Tilstand, udvikling og årsager

Fordeling af total fosfor er ret ensartet i de 2 typer områder, se figur 19, og over 75% af analyserne ligger under grænseværdien for drikkevand. I lerområderne optræder der dog flere ekstremværdier, som kunne tyde på, at der i perioder kan forekomme nedvaskning af fosfor fra overfladen.



Figur 19. Udviklingen i de yngste grundvands(i LOOP) indhold af opløst total fosfor i mg/l for perioden 1998-2004 opdelt på ler og sandområder.

1. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet 2001

Tidsmæssig variation i redoxzonernes dybde og tykkelse

Datagrundlag

Analysedata fra de 4 redoxboringer i Nordjyllands, Århus, Ribe og Storstrøms amter.

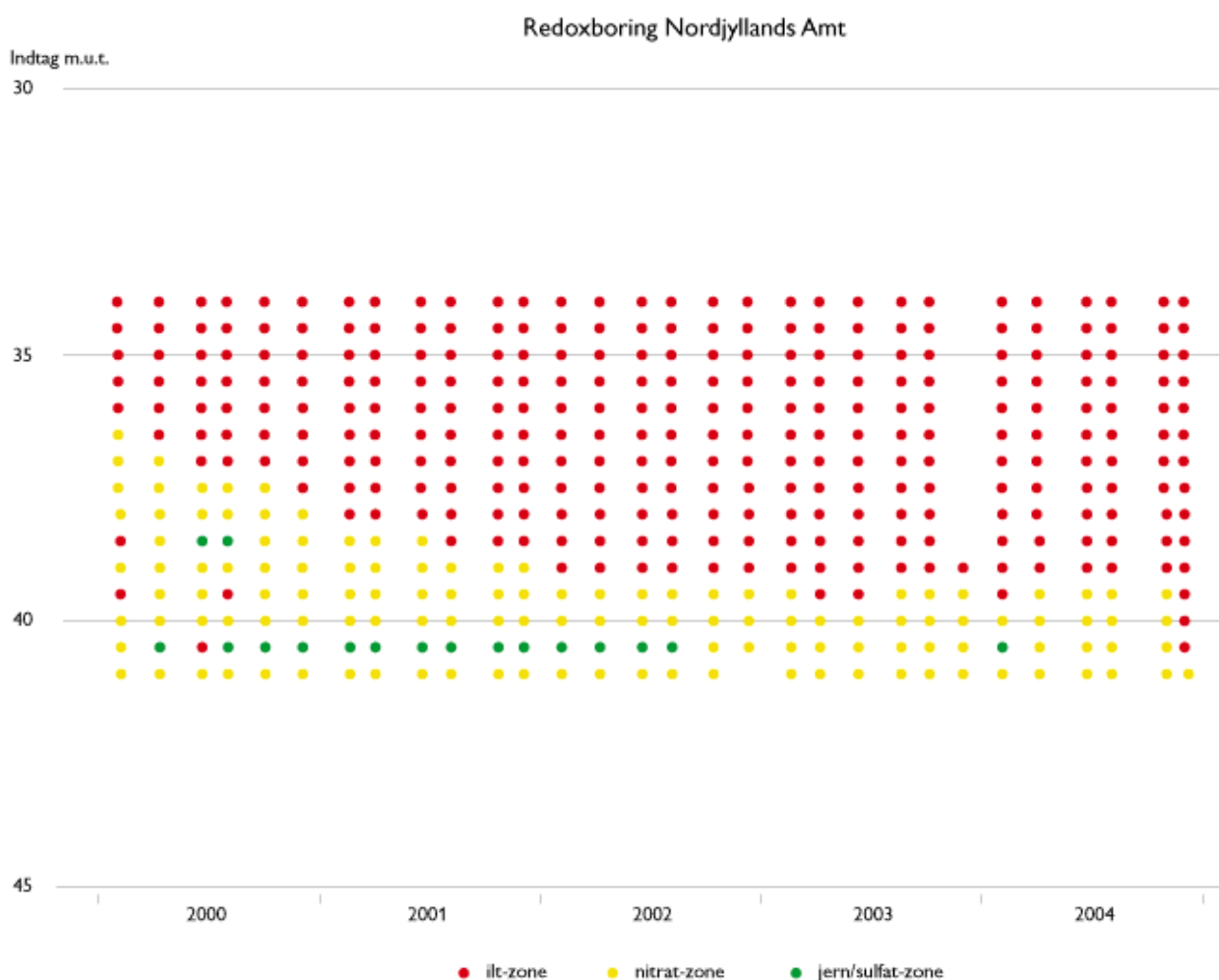
Relevans

Tykkelsen af grundvandets nitratreducerende zone er afgørende vigtig for vurderingen af lagseriens evne til at reducere nitrat. Denne zones redoxkapacitet er af stor betydning for drikkevandsforsyningen. Miljøtilstanden i tilknyttede overfladevandssystemer bliver også påvirket, således at jo større tykkelse de nitratholdige zoner har, desto større risiko er der for, at de tilknyttede overfladevandssystemer modtager grundvand med et højt nitratinhold. Hvis den anoxiske zone har stor mægtighed, er det en indikation på, at nitratreduktionsprocesserne er langsomme i det pågældende magasin.

Målsætning

Forbedret beskrivelse af redoxzonernes vertikale udbredelse og en dybere forståelse af årsager til tidsmæssige ændringer heri. Følgende grænser for zonerne er benyttet i figurene: **Ilt-zonen** – $O_2 > 1$ mg/l, **Nitrat-zonen** – $NO_3 > 1$ mg/l og $O_2 \leq 1$ mg/l, **Jern/Sulfat-zonen** – $NO_3 \leq 1$ mg/l og $O_2 \leq 1$ mg/l.

Redoxboring Albæk – Nordjyllands Amt



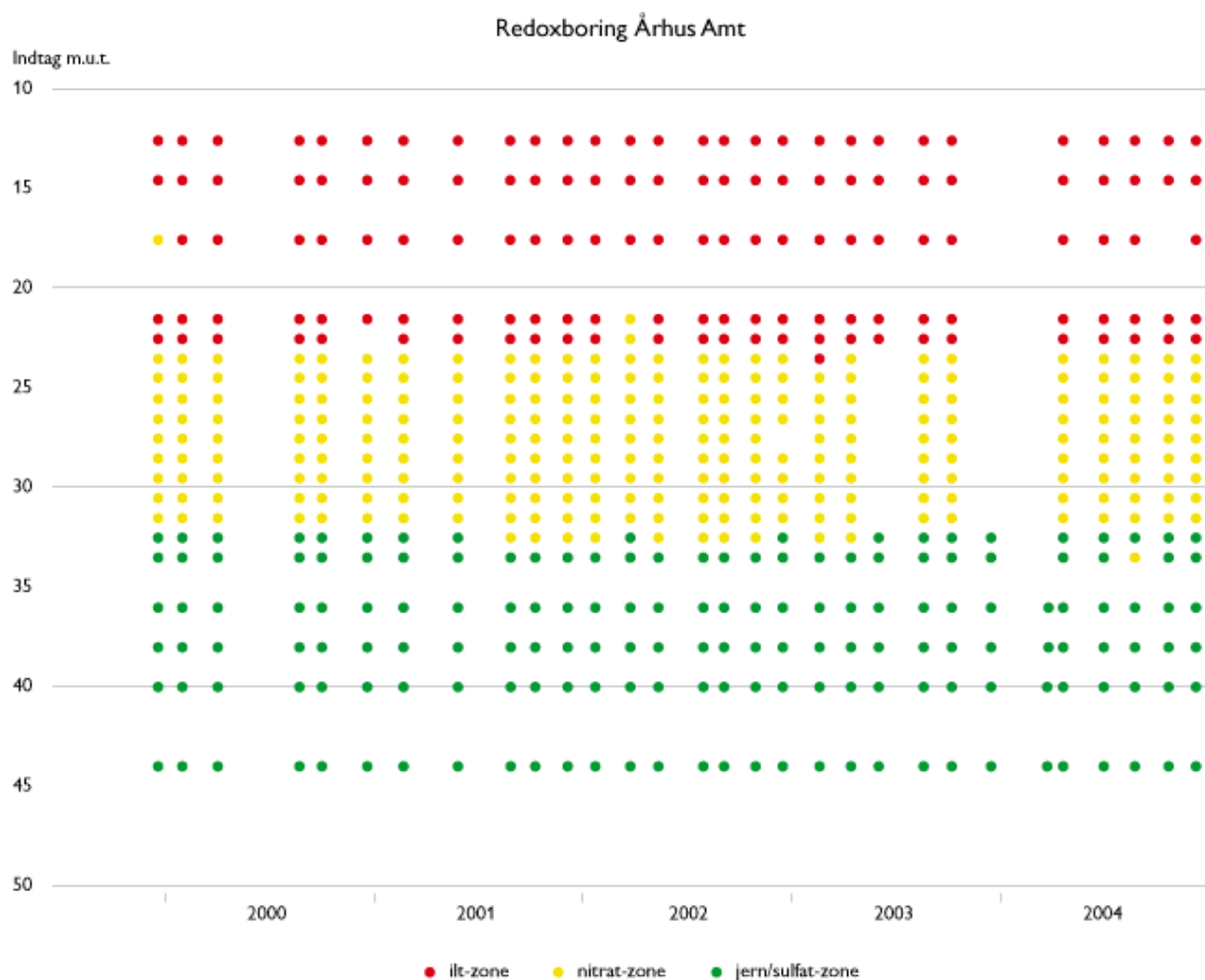
Figur 20. Redoxzoner for redoxboring Albæk

Tilstand, udvikling og årsager

Data fra redoxboringen viser (figur 20), at der er et skift fra et oxisk miljø til et anoxisk miljø, altså to påviselige redoxzoner indenfor dybden 34 m til 41 m. Grænsen mellem zonerne har gennem tid bevæget sig mærkbart. I starten af 2000 lå grænsen ved ca. 37 m under terræn og frem til 2002 falder grænsen til ca. 39 m.u.t., hvorpå der sker en stabilisering. Nitratindholdet i den øverste del af nitrat-zonen er stignende gennem perioden juni 2000 til august 2002. Efter august 2002 sker der en stabilisering af fronten.

De ændringer der er konstateret kan være forårsaget i af indvinding fra det nærmeste vandværk, Præstebro vandværk. Vandværket har flere borer nedstrøms for redoxboringen i forskellig afstand. Den samlede årlige indvinding på ca. 72.500 m³ er ikke ændret væsentligt siden 1999.

Redoxboring Kasted – Århus Amt



Figur 21. Redoxzoner for redoxboring Kasted

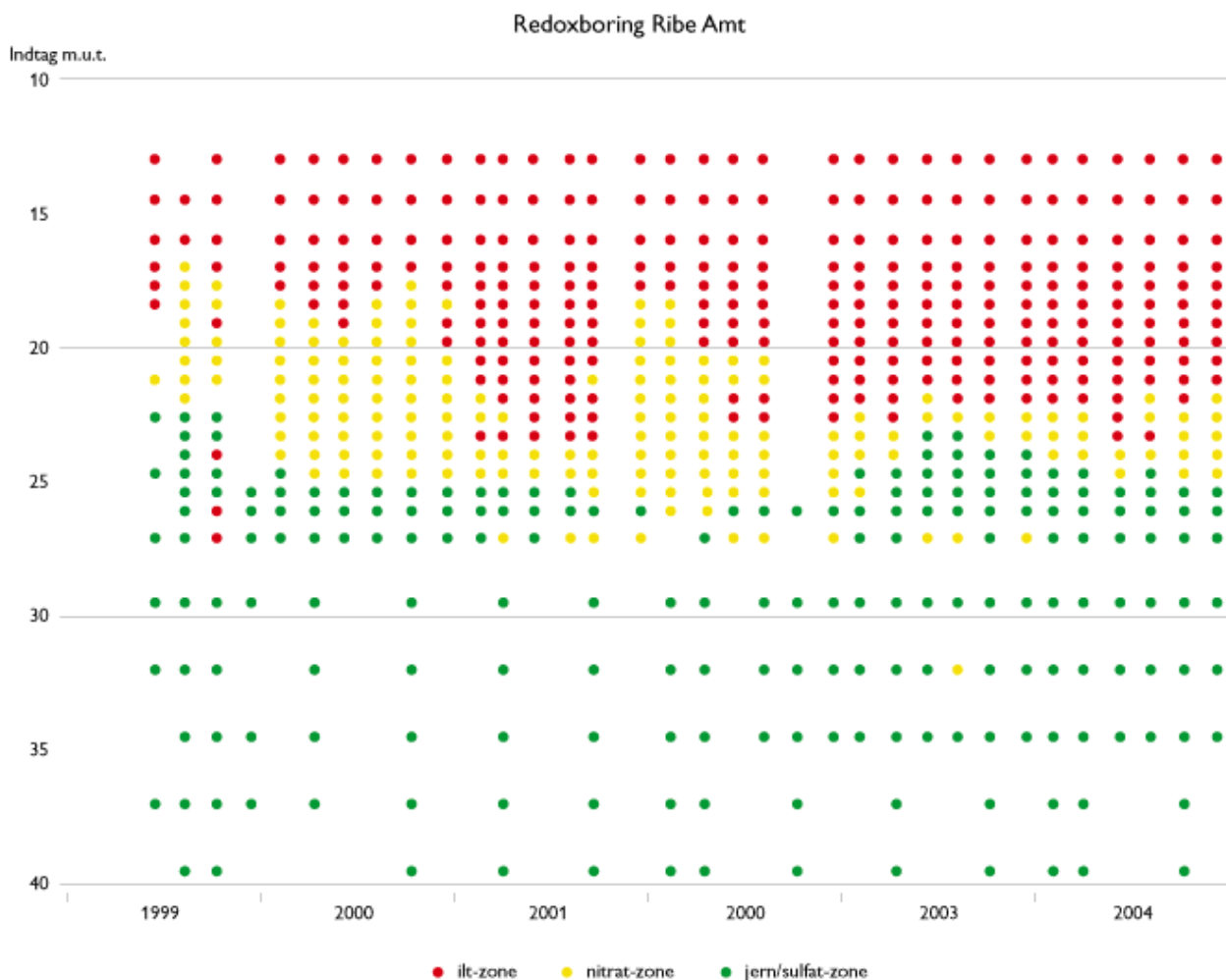
Tilstand, udvikling og årsager

Der iagttages variationer i udbredelsen af både det iltholdige vand og det nitratholdige vand, se figur 21. Der er intet, der tyder på, at variationerne er årstidsbestemte. Det er tidligere vist, at der muligvis er en sammenhæng mellem vandkemi og magasinets trykforhold.

Grænsen mellem det reducerede og det anoxiske nitratholdige grundvand, svinger en smule gennem tiden, men der er kun tale om gennembrud af meget små koncentrationer af nitrat til de reducerede lag. Grænsen mellem det iltholdige og det iltfrie vand forskydes ca. 7 meter ned i løbet af de første 2-3 år

efter boringens etablering. Så drastiske ændringer i magasinet på så kort tid skyldes sandsynligvis etableringseffekter.

Redoxboring Grindsted – Ribe Amt



Figur 22. Redoxzoner for redoxboring Grindsted

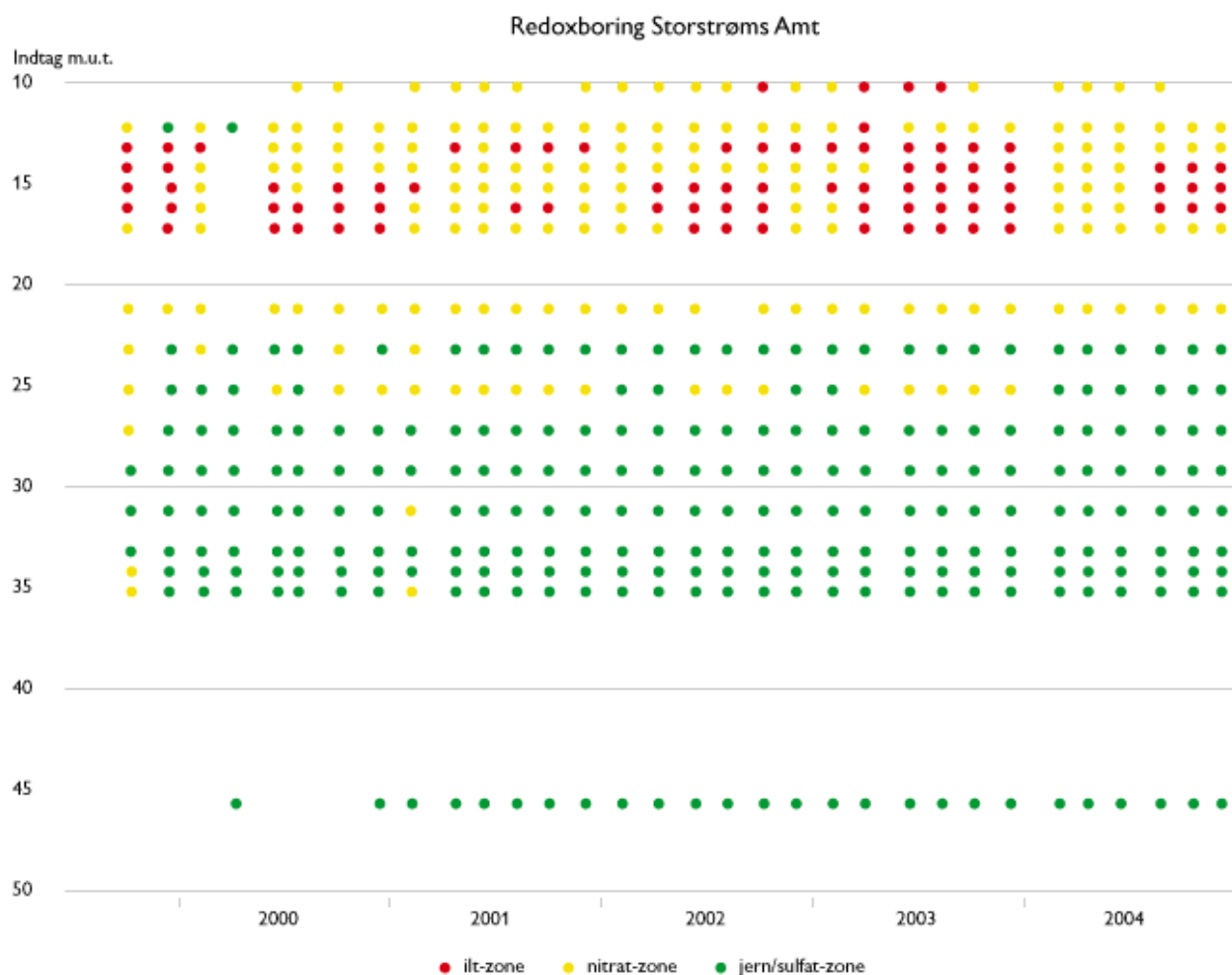
Tilstand, udvikling og årsager

Ilt-zonens beliggenhed, se figur 22, har varieret i løbet af perioden 2000 til 2004. I starten af 1999 lå den ved ca. 16 meter under terræn, og i løbet af 2001 faldt den til ca. 22 meter under terræn. I perioden 2003 til 2004 har fronten ikke vist variationer af betydning. Variationer i vintervedbøren kan evt. forklare bevægelserne i zonens beliggenhed. Indvinding fra vandværksboring DGU nr. 114.1326, som ligger i umiddelbar nærhed af redoxboringen, kunne muligvis også forårsage ændringer af zonens beliggenhed. Boringen indvinder dog fra væsentlig større dybde.

Nitrat-zonen strækker sig gennemsnitligt 3-5 meter under ilt-zonen. Nitratfrontens bevægelse til denne dybde er sandsynligvis sket i løbet af perioden 1950 og frem til i dag, hvor en stor mængde kvælstof i form af stald- og handelsgødning er tilført markerne. Nitrat-zonens udbredelse har varieret over perioden, men har gennemsnitligt ligget ca. 25 meter under terræn. Der findes intet egentligt mønster i variationerne af nitratfronten over tiden.

Under nitratfronten findes jern- og sulfat-zonen, hvis fulde udbredelse ikke kendes, da det dybeste indtag kun findes ca. 40 meter under terræn.

Redoxboring Sibirien, Storstrøms Amt



Figur 23. Redoxzoner for redoxboring Sibirien

Tilstand, udvikling og årsager

Det ses af figur 22, at overgangen mellem nitrat-zonen og den reducerede zone svinger lidt gennem de 5½ år der er prøvetaget, men at der ikke er tegn på at fronten har bevæget sig dybere.

Sammenfatning for de 4 redoxboringer

Der er i måleperioden sket ændringer især af dybden til ilt/nitratfronten. Det er mest sandsynligt at der er tale om en etableringseffekter i forbindelse med borearbejdet. En lignende effekt er tidligere set i forbindelse med etablering af overvågningsboringer. Efter et vist tidsrum stabilisere fronten sig ofte, dog med små udsving som kan skyldes variationer i vinternedbøren, oppumpning fra nærliggende indvindingsboringer eller analyseusikkerhed. Nitratfrontens beliggenhed under terræn har ikke varieret væsentligt i undersøgelsesperioden, og der ses endnu ikke noget entydigt bevægelsesmønster for fronten.

Uorganiske sporstoffer

Baggrund

Uorganiske sporstoffer forekommer naturligt i grundvand i relativt små mængder, typisk i størrelsesordenen mikrogram pr. liter. De overvåges regelmæssigt i permanente målepunkter i grundvandsovervågningsprogrammet. De samme stoffer måles også af vandværkerne i deres vandforsyningsboringer, den såkaldte boringskontrol, men langt mindre hyppigt og uregelmæssigt. Omfanget af dette måleprogram afhænger af den udpumpede vandmængde. Endelig overvåges et mindre antal uorganiske sporstoffer i landovervågningsprogrammets grundvandsdel.

Hvilke stoffer?

Stofgruppen uorganiske sporstoffer omfatter grundstoffer af vidt forskellig karakter, bl.a. tungmetaller men også andre grundstoffer som f.eks. arsen. Inden for gruppen medtages også cyanid, der består af kulstof og kvælstof, som dannes ved forbrænding ved høje temperaturer, typisk i f.eks. traditionelle gasværker.

For en lang række sporstoffer må det anses for sandsynligt, at de målte indhold ud over den naturligt forekommende baggrundsværdi også rummer bidrag fra samfundsmæssig aktivitet.

I NOVANA indgår 14 stoffer i grundvandsovervågningsprogrammet. Disse er fordelt i 2 pakker - en til gammelt grundvand og en til ungt. I det unge grundvand analyseres for 12 stoffer (aluminium, antimon, arsen, bly, bor, cadmium, cobolt, jodid, kobber, krom, nikkel og zink; i gammelt grundvand for 8 stoffer (arsen, barium, cobolt, jodid, krom, nikkel, selen og zink). Frekvensen er en gang hvert andet år.

Effekter

I miljømæssig henseende kan de uorganiske sporstoffer opdeles i 3 grupper:

1. de toksiske der har sundheds- og miljømæssigt skadelige effekter (humantoksiske og økotoksiske) selv ved små koncentrationer;
2. de såkaldt essentielle, der omfatter stoffer som er nødvendige for den menneskelige organisme i små mængder, men som er sundhedsskadelige og økotoksiske i større koncentrationer;
3. en tredje gruppe af stoffer, som normalt ikke optræder i så høje koncentrationer, at de udgør et problem, men hvis baggrundskoncentrationer har relevans, og som i rette mængde og form kan have både humantoksikologiske og økotoksikologiske effekter.

Til de toksiske stoffer hører bl.a. antimon, arsen, bly, cadmium, kviksølv samt cyanid. Arsen er yderst giftigt for mennesker, og visse uorganiske arsenforbindelser kan forårsage kræft hos mennesker ⁽¹⁾. Til de essentielle hører bl.a. chrom, kobber, nikkel, zink og selen. For selen er forskellen mellem nødvendigt indtagelse og giftvirkning relativt lille.

Grundvandets indhold af stofferne

Grundvandets kemiske sammensætning benævnes ofte grundvandskvaliteten, fordi grundvandets indholdsstoffer har en afgørende indflydelse på anvendelsen af vandet f.eks. til drikkevandsforsyning. For drikkevand er der fastsat grænseværdier bl.a. for indholdet af uorganiske sporstoffer. Med baggrund i vandforsyningsstrukturen er grænseværdierne opdelt i én kravværdi ved afgang fra vandværk og en anden (højere) værdi ved forbrugers taphane ⁽²⁾.

Grundvandskvaliteten har derudover indflydelse på flora og fauna i vandløbene, hvis vandføring især i sommerhalvåret i høj grad eller overvejende består af grundvand. Grundvand dannet forholdsvis nær et vandløb, bevæger sig relativt tæt under jordoverfladen og kommer frem i vandløbet nær bredden, mens grundvand dannet langt fra vandløbet bevæger sig i dybere strømningsbaner og kommer frem i vandløbet gennem dets bund. Grundvandets indhold af uorganiske sporstoffer, som bl.a. er bestemt af strømningsbanernes dybde og dermed af kontaktbjergarter og redoxzoner, er medbestemmende for hvilke flora og fauna, der kan leve i vandløbet.

Terrænnært strømmende grundvand vil være præget af sporstoffer, som er tilført fra overfladen og som afhænger af arealanvendelsen, mens dybere strømmende grundvand er præget af andre sporstoffer. Med det formål at sikre en maksimal biodiversitet er der for et antal stoffer fastsat økotoxikologisk betingede kvalitetskriterier som et mål for det maksimale indhold af stoffet, der kan tolereres af vandløbets flora og fauna⁽³⁾,⁽⁴⁾. Endelig er der i forbindelse med oprydning af forurenede lokaliteter fastsat kvalitetskriterier for grundvand for en række uorganiske sporstoffer⁽⁵⁾. Kvalitetskriterier for grundvand er fastsat således, at grænseværdierne for drikkevand⁽²⁾ kan forventes at være opfyldt, når vandet tappes hos forbrugeren.

1. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og vand. Projekt om jord og grundvand. Udarbejdet af Elsa Nielsen m.fl. Miljøstyrelsen, 1995
2. Bktg. nr. 871 af 21. september 2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Miljø- og Energiministeriet, 2001
3. Økotoxikologiske kvalitetskriterier for overfladevand. Miljøprojekt nr. 250. Miljøstyrelsen, 1994
4. Bktg. nr. 921 af 8. oktober 1996 om kvalitetskrav for vådområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet. Miljø- og Energiministeriet, 1996
5. Kvalitetskriterier for grundvand. Miljøstyrelsen, 1998

Indholdet af nikkel i vandforsyningernes indvindingsvand

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på nikkelanalyser fra indvindingsboringer tilknyttet offentlige og private vandværker samt fællesforsyninger med 1 til 9 husstande for perioden 2000 til 2004, begge år inklusive, svarende til en fuld turnus af boringskontrol, idet indvindingsboringer ikke analyseres hvert år men i en turnus på 3 til 5 år. Det er søgt kun at medtage data fra aktive indvindingsboringer.

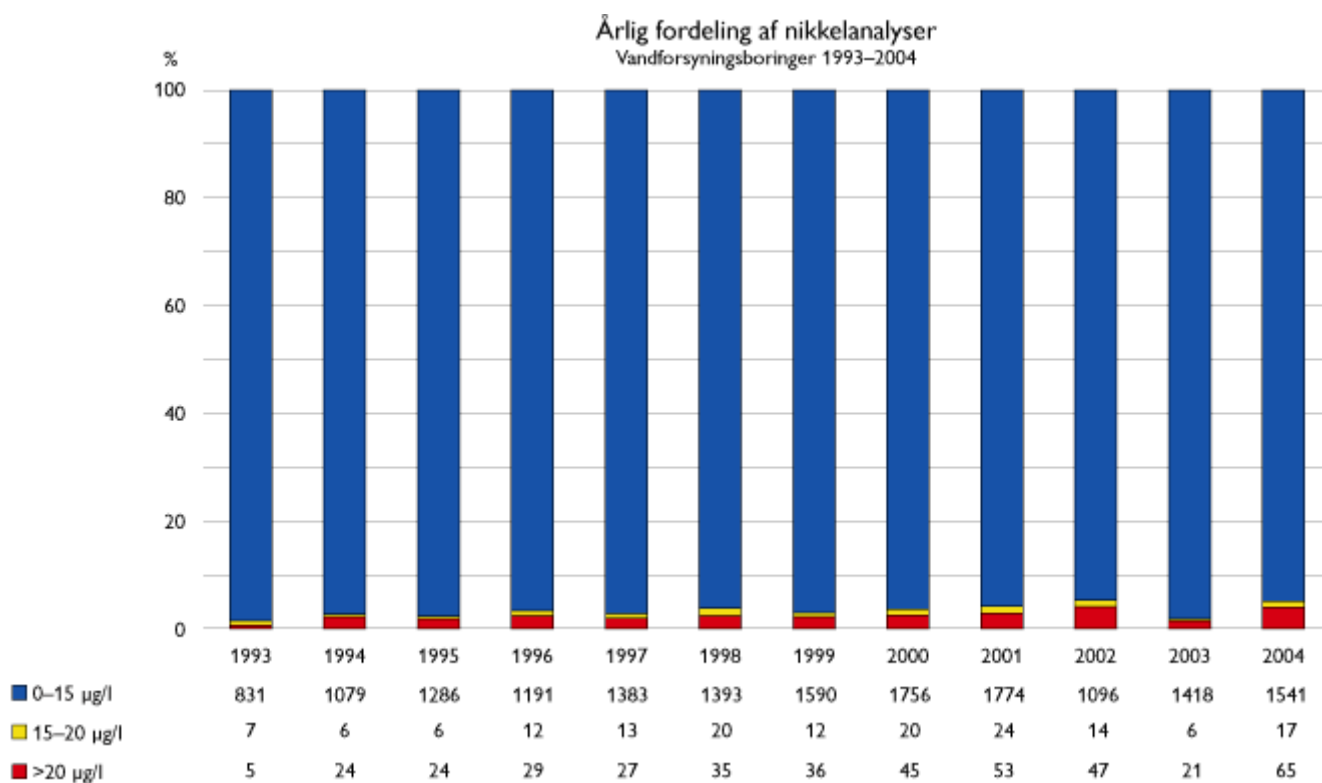
Relevans

Nikkel antages at være et essentielt grundstof for mennesker uden at dets præcise funktion kendes. Sandsynligvis behøves nikkel kun i meget lave koncentrationer og virker toksisk i høje koncentrationer. Nikkel er genstand for aktuel interesse specielt på grund af et stadigt stigende omfang af nikkelallergi⁽¹⁾. Indikatoren beskriver udviklingen af fund gennem perioden samt den geografiske fordeling af de undersøgte boringer.

Målsætning

Der er fastsat et midlertidig Vandkvalitetskrav i drikkevand på maksimum 20 µg/l⁽²⁾ og et grundvandskvalitetskriterie på 10 µg/l⁽³⁾. Nedenfor refererer overskridelser til grænseværdien for drikkevand. Nikkel kan til en vis grad udfældes i vandværkernes traditionelle sandfiltre og tilbageholdes i okker slammet, men i henhold til EU's Vandrammedirektiv⁽⁴⁾ må grundvandets indhold ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig.

Tilstand, udvikling og årsager



Figur 24. Fordelingen af fund af nikkel i aktive vandindvindingsboringer. Indholdet er præsenteret som årlige gennemsnit pr. indtag og sat i forhold til grænseværdien samt 75% af denne (jf. Vandrammedirektivet). Antal boringer med analyseresultater i hver af de 3 klasser er anført under de enkelte år

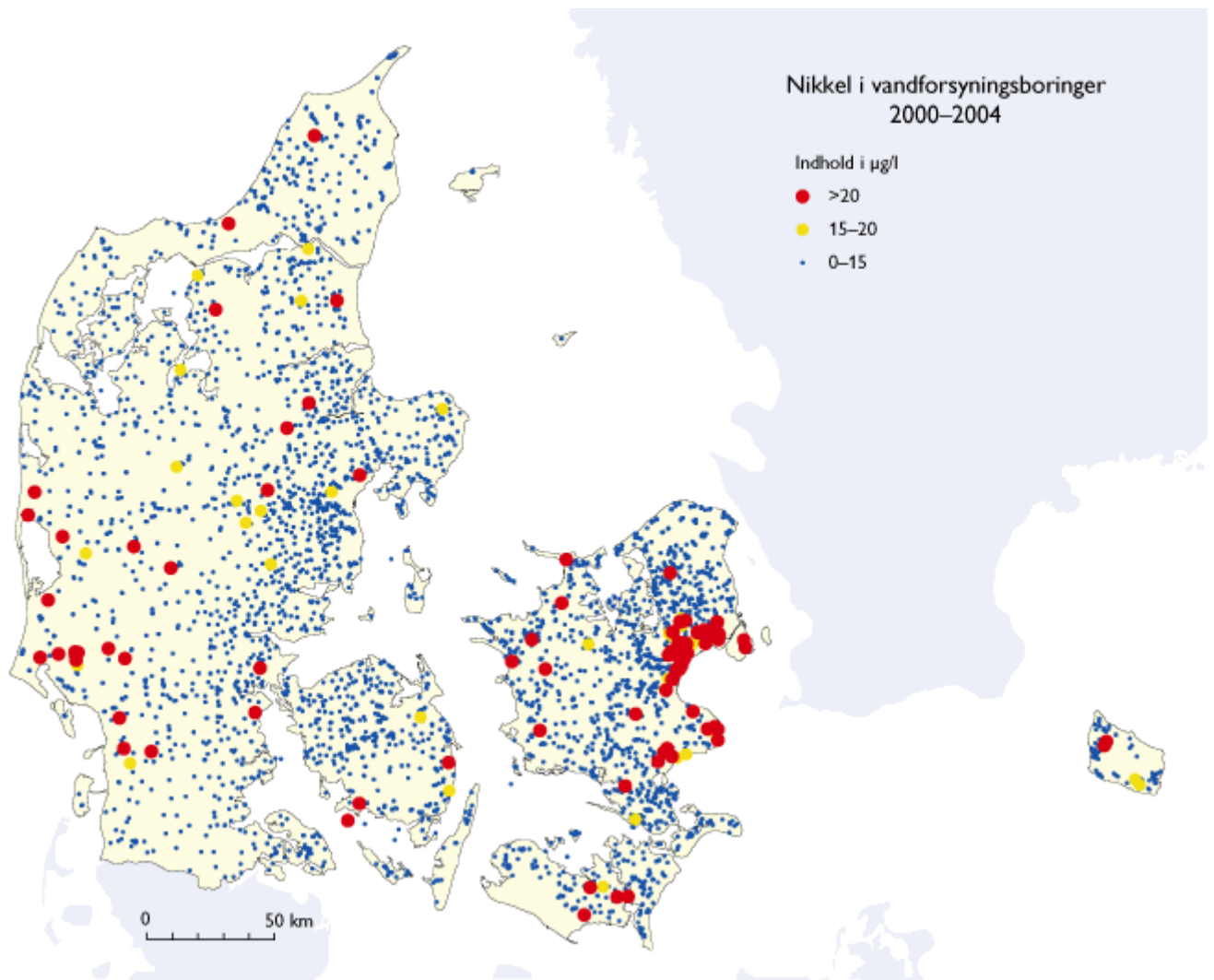
Nikkel findes naturligt i grundvandet. Gennemsnitskoncentrationen i overvågningsprogrammets naturområder er 2,5 µg/l og medianværdien er 0,4 µg/l. I perioden 2000 - 2004 er der analyseret for nikkel i 6505 vandværksboringer (filterindtag) og der er fundet nikkel i 4205 af disse. Der er fundet overskridelser af grænseværdien for drikkevand mindst een gang i 182 indtag svarende til knap 3 %. I 113 indtag, svarende til knap 2 %, har alle analyser været over grænseværdien. Disse tal ligger på linje med de tilsvarende tal for perioden 1998 til 2003, hvor der blev fundet mindst een overskridelse i 4 % af boringer og konstante overskridelser i 1 %, se figur 24.

Nikkel har været obligatorisk i vandværkernes boringskontrol siden 1988. Det markante fald i antallet af analyserede boringer i 2002 tilskrives analyselaboratoriernes problemer med indberetning som påkrævet jævnfør ⁽²⁾. I 2004 er grænseværdien overskredet i 4 % af vandværkernes indvindingsboringer.

Nikkel findes i grundvandsforekomsternes magasinbjergarter i forskellige sulfidmineraller, samlet set kaldet pyrit. Sulfidminerallerne er stabile under reducerende forhold, men går i opløsning, hvis magasinet tilføres oxiderende stoffer som ilt og/eller nitrat. Ilt tilføres typisk magasinet ved overpumpning og dermed sænkning af grundvandsspejlet samt ved uhensigtsmæssig boringskonstruktion, som tillader luftudskifning i vand-umættede dele af magasinet ved atmosfæriske trykvariationer (lavtrykspassager). Nitrat tilføres grundvandet ved nedsivning af nitratholdigt vand fra overfladen, typisk under landbrugsarealer.

Geografisk fordeling af nikkel

Overskridelser af grænseværdien forekommer især i den østlige del af Sjælland, se figur 25, hvor højtliggende kalkmagasiner med nikkelholdige sulfider kombineret med stor grundvandsindvinding har medført opløsning af sulfiderne på grund af indtrængende atmosfærisk luf. Spredte forekomster ses over hele landet, ofte i områder med glaciale eller ældre marine sedimenter med nikkelholdige sulfider, hvor infiltrerende vand med højt nitratindhold resulterer i opløsning af sulfiderne.



Figur 25. Regional fordeling af nikkelfund i vandværkernes indvindingsboringer.

1. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001
3. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998. Oprydning på forurenede lokaliteter
4. Europaparlamentets og Rådets Direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastsættelse af en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger. EFT L 327 af 22.12.2000. p. 1-72 og 10 bilag. EU 2000

Indholdet af arsen i vandværkernes indvindingsvand

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på arsenanalyser fra indvindingsboringer tilknyttet offentlige og private vandværker samt fællesforsyninger med 1 til 9 husstande for perioden 2000 til 2004, begge år inklusive, svarende til en fuld turnus af boringskontrol, idet indvindingsboringer ikke analyseres hvert år men i en turnus på 3 til 5 år. Det er søgt kun at medtage data fra aktive indvindingsboringer.

Relevans

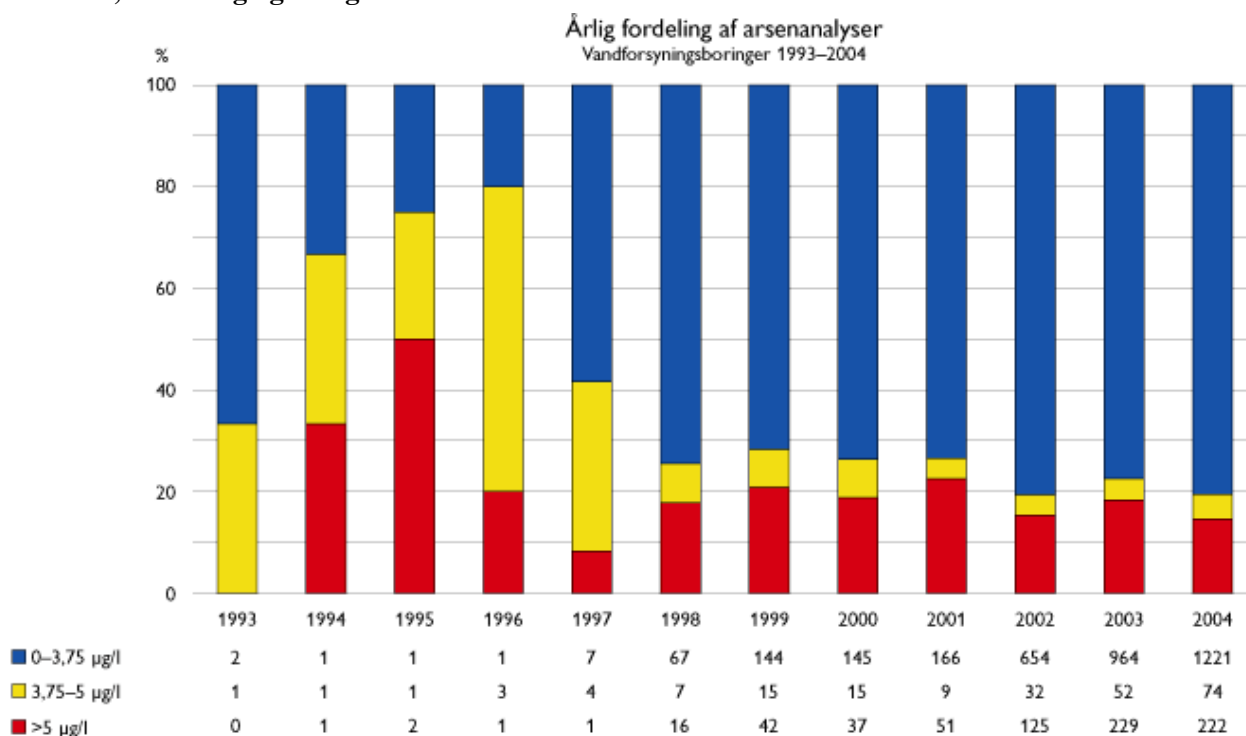
Arsen er yderst giftigt for mennesker. Visse uorganiske arsenforbindelser kan forårsage kræft hos mennesker. Hyppigste kræftform er hudkræft ⁽¹⁾. Indikatoren beskriver udviklingen af fund gennem perioden samt den geografiske fordeling af de undersøgte boringer.

Arsen har været obligatorisk i vandværkernes boringskontrol siden 1. januar 2002 ⁽²⁾.

Målsætning

Der er fastsat en grænseværdi for drikkevand på maksimum 5 µg/l ved indgang til ejendom ⁽²⁾ og et grundvandskvalitetskriterie på 8 µg/l ⁽³⁾. Arsen kan til en vis grad udfældes i vandværkernes sandfiltre og tilbageholdes i okkerslammet. Tilbageholdelse kan øges ved optimering og evt. ved tilsætning af jern ved vandbehandlingen.

Tilstand, udvikling og årsager



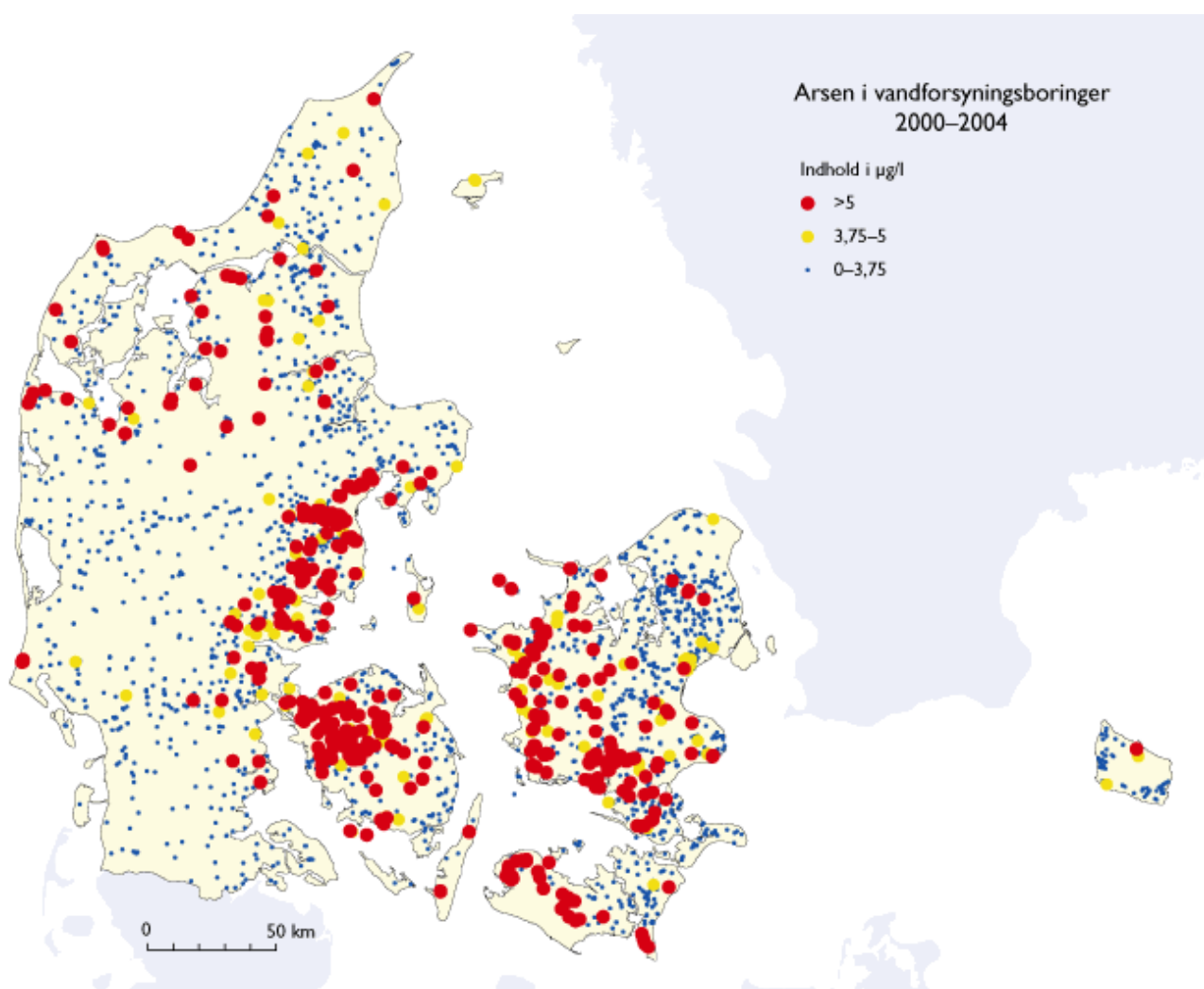
Figur 26. Fordelingen af fund af arsen i aktive vandindvindingsboringer. Indholdet er præsenteret som årlige gennemsnit pr. indtag og sat i forhold til grænseværdien samt 75% af denne (jf. Vandrammedirektivet). Antal boringer med analyseresultater i hver af de 3 klasser er anført under de enkelte år.

Arsen findes naturligt i grundvandet, men kan også tilføres som forurening. Forureningsbidraget vurderes dog at være beskedent. På grund af stor opløselighed af den form, der er stabil under reducerende betingelser, forekommer koncentrationer af arsen over grænseværdien i drikkevand på 5 µg/l praktisk taget kun i grundvand uden indhold af oxiderende stoffer.

I perioden 2000 - 2004 er der analyseret for arsen i 3641 vandværksboringer (filterindtag) og der er fundet arsen i 3256 af disse. Der er fundet overskridelser af grænseværdien mindst en gang i 583 indtag svarende til 16 % og i 105 indtag, svarende til ca. 3 %, har alle analyser været over grænseværdien. Da analyse for arsen kun har været obligatorisk siden 2002, kan det ikke forventes at alle aktive vandværksboringer på nuværende tidspunkt er analyseret, og det er derfor for tidligt at vurdere, om der kan konstateres en tidsmæssig udvikling. De procentuelle tal for henholdsvis fund og overskridelser er dog på linje med de tilsvarende tal for perioden 1998 til 2003, se figur 26.

I figuren ovenfor ses den stigning i antallet af arsenanalyser, der er sket efter indførelse af obligatorisk analyse for arsen pr. 1. januar 2002 jf. ⁽²⁾. I 2004 blev grænseværdien overskredet i 14,6 % af indvindingsboringerne.

Geografisk fordeling af arsen



Figur 27: Geografisk fordeling af fund af arsen.

Den geografiske fordeling af fund af arsen viser at hovedkilden til arsen i grundvandet er tertiære marine lerbjergarter, som under istiden er blevet opblandet i istidsaflejringerne, se figur 27.

1. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001.
3. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998. Oprydning på forurenede lokaliteter.

Organiske mikroforureninger

Baggrund

I grundvandsovervågningsprogrammet i NOVANA indgår analyse for en lang række organiske mikroforureninger, 26 stoffer i alt. Vandværkerne kontrollerer også for et antal organiske mikroforureninger i indvindingsboringer

De enkelte stoffer er placeret i en af grupperne: Aromatiske kulbrinter, phenoler, halogenerede alifatiske kulbrinter, chlorphenoler, phthalater, detergenter og ethere.

Mulige kilder til de 7 grupper af organiske mikroforureninger

I det følgende gennemgås de mulige kilder til en grundvandsforurening med de 7 forskellige grupper af stoffer, som indgår i grundvandsovervågningsprogrammet.

Aromatiske kulbrinter:

Kilderne til de aromatiske kulbrinter kan være fyld- og lossepladser, olie- og benzinanlæg, asfalt og tjærevirkomheder samt gasværker.

Phenoler:

Tjære indeholder ca. 10% phenoler og er hermed en potentiel kilde til forurening med phenoler. Tjæreforureninger stammer blandt andet fra grunde, hvorpå der har ligget gasværker, og steder hvor tjære er blevet anvendt i produktionen (asfalt), hvor tjæreaffald er blevet deponeret (lossepladser), samt pladser som har været anvendt til tjæring af fiskenet. Phenol og methylphenoler kan dannes ved nedbrydning af naturligt organisk stof. Ifølge Miljøstyrelsen ⁽¹⁾ er indholdet af phenol i kvæg- og svinegødning henholdsvis 31 og 26 mg pr. kg vådvægt. Simple alkylphenoler kan også fremkomme under nedbrydning af nonylphenoler.

Nonylphenoler:

Nonylphenoler i miljøet stammer primært fra nedbrydning af nonylphenoethoxylater, som blandt andet findes i vaskemidler og rengøringsmidler. I de seneste år har der været stor fokus på hormonlignende stoffers forekomst i miljøet, og nonylphenolerne er en af de grupper, som har været diskuteret i denne sammenhæng. Eksempelvis har potentielle grundvandsforureninger med nonylphenoler, phthalater og detergenter (se nedenfor angående kilder) været diskuteret i forbindelse med problematikker omkring spildevand og slam. Nonylphenoler (NP), nonylphenolmonoethoxylater (NP1EO) og nonylphenoldiethoxylater (NP2EO) består hver af fra 8-12 isomere, og analysen skelner ikke mellem disse. Rent analyseteknisk er det muligt at adskille de forskellige isomere, men i overvågningsammenhæng behandles stofgrupperne som en sum af isomerer. Analysemetoden bygger på en GC/MS analyse, der på rå-ekstrakter bestemmer indholdet af nonylphenoler, nonylphenolmonoethoxylater og nonylphenoldiethoxylater som isomersummer.

Halogenerede alifatiske kulbrinter:

Kilderne til de halogenerede alifatiske kulbrinter kan f.eks. være fyld- og lossepladser, farve- og lakindustri, galvanisering, benzinanlæg og kemisk tøjrensning. Stoffet vinylchlorid er et nedbrydningsprodukt fra de chlorerede kulbrinter. Ved nedbrydning af tetrachlorethen dannes trichlorethen, som via dichlorethen isomerer nedbrydes til vinylchlorid. Vinylchlorid kan mineraliseres direkte eller nedbrydes til ethan via ethen ⁽²⁾. Da omsætnings hastigheden af vinylchlorid i grundvandsmagasinerne formodentligt er mindre end for de øvrige chlorerede kulbrinter, må det antages, at der på længere sigt vil ske en opkoncentrering af vinylchlorid i de grundvandsmagasiner, der i dag er forurenede med chlorerede kulbrinter. Undersøgelser har vist, at chloroform (trichlormethan) kan dannes naturligt f.eks. under skovjorde ⁽³⁾. 1,2-dibromethan har været anvendt i blyholdig benzin for at undgå blybelægninger i motorerne. Ifølge Shell har der ikke været solgt benzin med 1,2-dibromethan i Danmark siden marts 1994.

Chlorphenoler:

Kilderne til chlorphenoler er primært produktion af pesticider og uhensigtsmæssig deponering af affald fra produktionen. Fremstilling af træimprægneringsmidler kan også være en mulig kilde til forurening med chlorerede phenoler. Eksempelvis pentachlorphenol har i perioden 1956 til 1979 været anvendt til træimprægnering i mængder på op til 4.300 kg/år. Chlorphenoler optræder blandt andet som tekniske urenheder i forbindelse med fremstilling af chlorphenoxysyrerne; disse har gennem mange år været anvendt i store mængder som ukrudts-midler. Ved nedbrydning af chlorphenoxysyrerne kan der blandt andet dannes chlorphenoler.

Phthalater (blødgørere):

Blødgøreren dibutylphthalat (DBP) forekommer blandt andet i trykfarver, maling, udfyldningsmidler, opløsningsmidler, hærdere, metaloverfladebehandlingsmidler, bindemidler, gulvbelægningsmaterialer og isoleringsmaterialer. DBP er altså et stof, som forekommer i mange forbindelser, og dets fysiske/kemiske egenskaber medfører, at de er hyppigtforekommende i miljøet, i laboratorieudstyr o.l. Det er derfor meget svært at undgå et vist baggrundsniveau i forbindelse med analyser af DBP.

Detergenter:

Detergenter kan forekomme naturligt, men de typer af detergenter, som analyseres i overvågningsprogrammet, stammer primært fra vaske- og rengøringsmidler. Stofferne kan muligvis også stamme fra overfladeaktive stoffer, som tilsættes ved opblanding af pesticider før udsprøjtning.

Ethere:

MTBE er et hjælpestof, som tilsættes benzin for at øge oktantallet og fremme forbrændingen i motoren.

1. Vandmiljø-95. Redegørelse fra Miljøstyrelsen 3/1995
2. Nedbrydning i grundvandsmiljøer. Albrechtsen H-J. og Bjerg, B.L., 2000. I: Kemiske stoffer i miljøet (Red. Helweg, A.)
3. Naturlige halogenforbindelser. Engvild, K.C., 2000. I: Kemiske stoffer i miljøet (Red. Helweg, A.)

Fund af organiske mikroforureninger i vandværkernes indvindingsvand

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på analyser fra indvindingsboringer tilknyttet offentlige og private vandværker samt fællesforsyninger med 1 til 9 husstande for perioden 2000 til 2004, begge år inklusive, svarende til en fuld turnus af boringskontrol, idet indvindingsboringer ikke analyseres hvert år men i en turnus på 3 til 5 år. Det er søgt kun at medtage data fra aktive indvindingsboringer.

Relevans

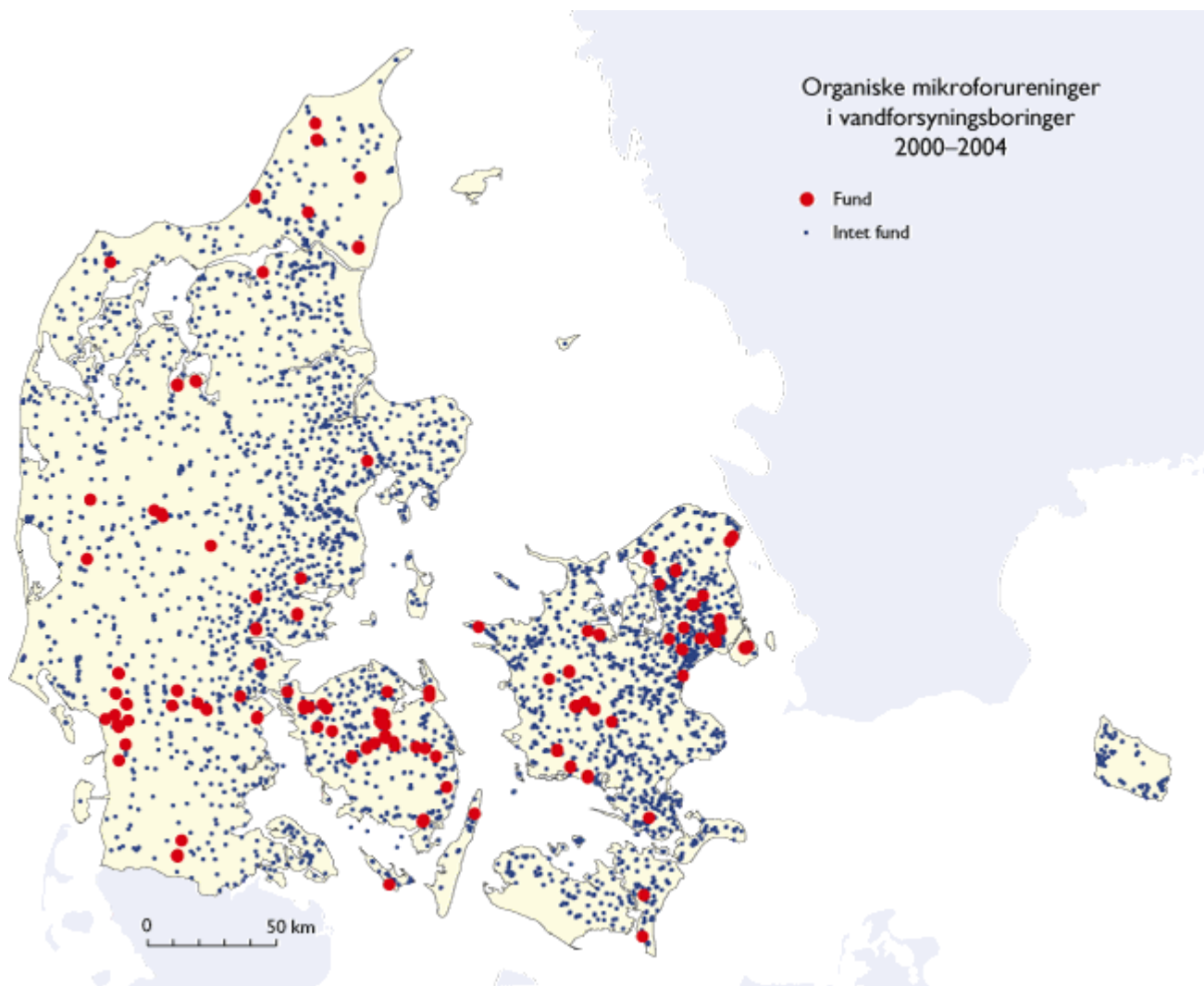
Organiske mikroforureninger er med få undtagelser miljøfremmede stoffer med sundhedsskadelige effekter⁽²⁾. Indikatoren beskriver den geografiske fordeling af boringer med fund. Analyser under detektionsgrænsen indgår ikke i indikatoren. Indikatoren afspejler i hvilket omfang, vandforsyningsboringer har været ramt af forurening, men ikke i hvilket omfang, der er indvundet vand fra boringen efter at forureningen er konstateret.

Målsætning

Der er udarbejdet sundhedsmæssigt baserede kvalitetskriterier for en række udvalgte stoffer⁽¹⁾ og for kroniske, men ikke akutte effekter⁽²⁾. I henhold til EU's Vandrammedirektiv⁽³⁾ må grundvandets indhold ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig.

Tilstand, udvikling og årsager

Der er i alt analyseret for 211 kemiske forbindelser udvalgt efter de forureningskilder, som er i (vandværks)området⁽²⁾. I perioden er der fund af 75 forbindelser, se figur 28 og bilag 1, tabel 2. For 57 af disse er der udarbejdet kvalitetskrav for drikkevand og der er i perioden forekommet overskridelse af kvalitetskravet for 33 stoffers vedkommende. Det samlede antal undersøgte boringer i perioden udgør 5154. Største antal overskridelser (132 boringer) forekommer inden for gruppen Olieprodukter, herunder olie (jf. ⁽²⁾) og næststørste antal (57 boringer) forekommer inden for gruppen Klorholdige opløsningsmidler, herunder især trichlorethylen og tetrachlorethylen. 11 boringer overskrider kvalitetskravet inden for grupperne Phenoler og Klorphenoler.



Figur 28. Geografisk fordeling af fund af organiske mikroforureninger i vandværkernes indvindingsboringer

1. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001.
3. Europaparlamentets og Rådets Direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastsættelse af en ramme for fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger. EFT L 327 af 22.12.2000. p. 1-72 og 10 bilag. EU 2000.

Pesticider og nedbrydningsprodukter

Baggrund

I grundvandsovervågningsprogrammet analyseres der i NOVANA for 34 forskellige pesticider og nedbrydningsprodukter. I vandværkernes kontrol af indvindingsboringer indgår der 23 obligatoriske stoffer, men ofte analyseres der for flere.

Pesticider og disses nedbrydningsprodukter i grundvand stammer fra brug af pesticider i skov- og jordbrug samt fra anvendelse på befæstede arealer i byområder og nær anden bebyggelse.

De pesticider, der indgår i NOVANA grundvandsovervågningsprogrammet ses nedenfor:

Aminomethylphosphorsyre (AMPA); Atrazin; Bentazon; 4-PPP; 2,4-D; 2,6 DPPP; Desaminodiketometribuzin; Desethylatrazin; Desethyldeisopropylatrazin; Desethylterbutylazin; Desisopropylatrazin; Dichlobenil; 2,6-Dichlobenzamid (BAM); 2,6-Dichlorbenzoesyre; Dichlorprop; Diketometribuzin; Dinoseb; Diuron; DNOC; Glyphosat; Hexazinon; Hydroxyatrazin; Hydroxysimazin; Hydroxyterbutylazin; Isoproturon; MCPA; Mechlorprop; Metamitron; Metribuzin; 4-nitrophenol; Pendimethalin; Simazin; Terbutylazin; Trichloeddikesyre (TCA)

Pesticidfund pr. år i grundvandsovervågningen

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på pesticidanalyser i grundvandsovervågningsområdernes indtag i perioden 1990 – 2004, begge år inklusive.

Relevans

Denne indikator beskriver udviklingen i indholdet af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet i det danske grundvandsovervågningssystem fra 1990 - 2004. Desuden vises den dybdemæssige fordeling af fund, dels i 2004, dels i perioden 1990 - 2004.

Pesticider og disses nedbrydningsprodukter i grundvand stammer fra brug af pesticider i skov- og jordbrug samt fra anvendelse på befæstede arealer i byområder og nær anden bebyggelse.

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter er miljøfremmede og uønskede i vandmiljøet.

Målsætning

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter bliver ikke tilbageholdt eller nedbrudt i ved traditionel vandbehandling på de danske vandværker. Grundvandets indhold af disse stoffer må derfor ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig for drikkevandsproduktion.

Pesticidindholdet i drikkevand og grundvand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. De enkeltstoffer er relevante nedbrydningsprodukter og disses moderstoffer. Forekommer der flere stoffer i drikkevandet eller i grundvandet, må summen ikke overstige 0,5 µg/l. I Danmark er denne grænseværdi stort set aldrig i anvendelse, da der i boringer/indtag med pesticidfund over grænseværdien næsten altid forekommer et enkelt stof, der overskrider grænseværdien på 0,1 µg/l. Der er således kun fundet enkelte boringer, der indeholder så mange pesticider i koncentrationer under 0,1 µg/l, at grænseværdien på 0,5 µg/l er overskredet. Grænseværdien for summen af pesticider vil antageligvis anvendes hyppigere i Danmark, hvis der i større omfang end nu, blev anvendt overfladevand til drikkevandsformål, da overfladevand ofte indeholder mange pesticider og nedbrydningsprodukter.

Grænseværdierne er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv⁽¹⁾ og Drikkevandsbekendtgørelsen⁽²⁾ ud fra et princip om, at der ikke må være pesticider i drikkevand. Grænseværdierne er ikke fastsat ud fra en direkte sundhedsmæssig vurdering af stofferne.

Tilstand, udvikling og årsager

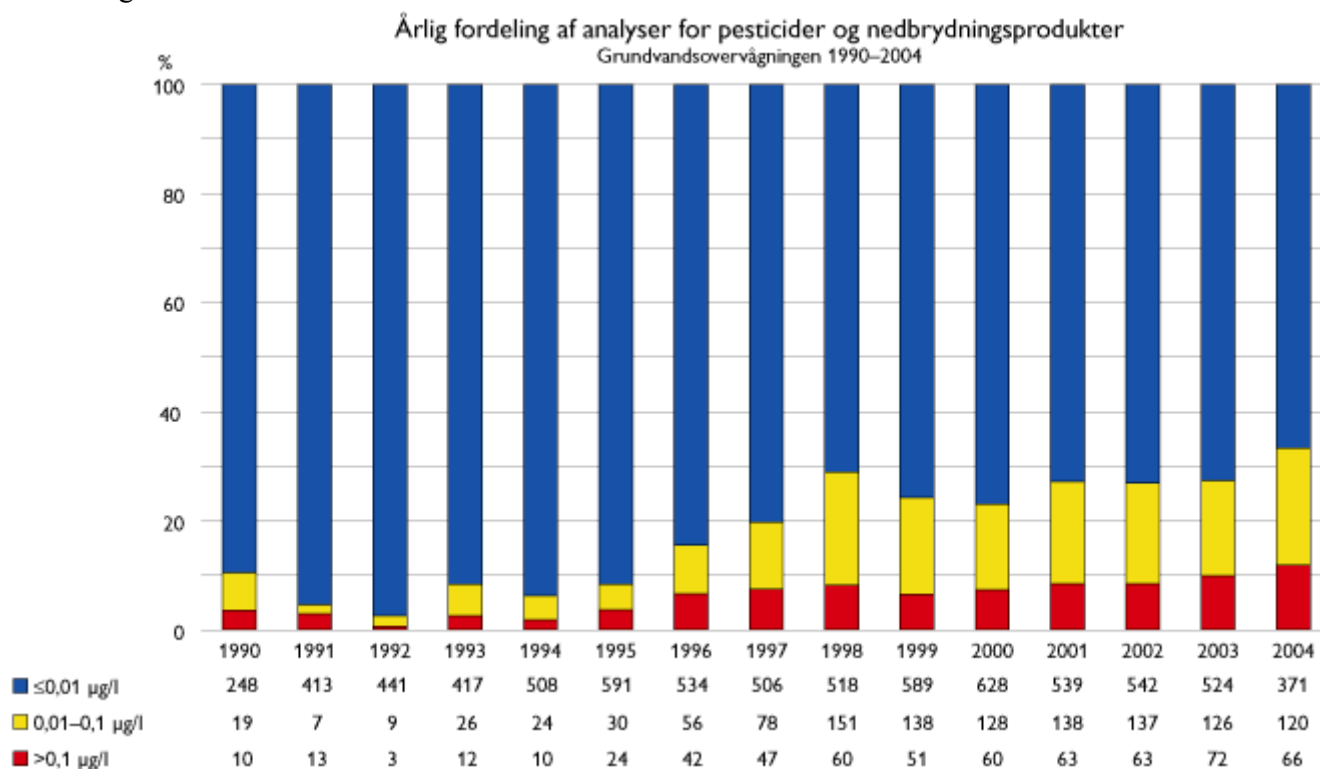
Der blev i 2004 fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter ca. 33% af de undersøgte indtag, mens grænseværdien blev overskredet i ca. 12%. Indikatoren viser, se figur 29, at antallet af indtag med fund i perioden 1993-1995 ligger lidt under 10% pr. år, men stiger til næsten 30% i 1998, hvorefter andelen falder til ca. 21% i 2000. I perioden 2001 til 2003 er andelen af indtag med fund ca. 27%, mens andelen igen stiger i 2004 hvor der som nævnt er fundet pesticider i ca. 33%. Det stigende antal fund af pesticider i grundvandsovervågningen i perioden frem til 1998 afspejler, at grundvandet i denne periode er blevet analyseret for stadig flere pesticider og nedbrydningsprodukter.

Antallet af indtag med overskridelse af grænseværdien for drikkevand (0,1 µg/l) har været næsten konstant i perioden 1996-2002, mens andelen der overskrider grænseværdien desværre er steget i 2003 og igen i 2004.

Faldet i antallet af indtag med pesticider i 1998 til 2000 skyldes, at de oftest fundne stoffer findes mindre hyppigt, mens stigningen i 2001 skyldes, at mange stoffer findes lidt hyppigere, f.eks. triazin-nedbrydningsprodukter. Stigningen i både samlet antal fund og antal fund over grænseværdien i 2004 skyldes til dels, at der udelukkende analyseres for pesticider i ungt grundvand, og at ukrudtsmidlet metribuzin (anvendt i kartoffelmarker, forbudt i 2003) er inddraget i analyseprogrammet fra 2004.

Nedbrydningsprodukter fra stoffet metribuzin findes hyppigt i sandede områder i Jylland, hvor der overvåges forholdsvis højtliggende grundvand, og hvor stoffet har været anvendt ved kartoffeldyrkning. I et enkelt amt er der således fundet nedbrydningsprodukter fra stoffet i mere end 50% af de analyserede vandprøver (25 vandprøver med fund ud af 45), mens nedbrydningsprodukterne er fundet i omkring 10% af vandprøverne i andre sandede områder. Nedbrydningsprodukterne er ikke endnu fundet på Øerne. Da nedbrydningsprodukterne er ret stabile i grundvand, vil vi formodentlig i fremtiden se en stigende andel indtag med disse stoffer under arealer, hvor moderstoffet har været anvendt.

I perioden 1990 til 2004 er der fundet pesticider en eller flere gange i ca. 45% af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen og i ca. 17% af indtagene var grænseværdien en eller flere gange overskredet. Da pesticiderne stammer fra anvendelse i skov- og jordbrug samt fra privat anvendelse på f.eks. befæstede arealer, forekommer pesticiderne ofte som pulser/fronter, der bevæger sig gennem grundvandsmagasinerne.



Figur 29. Pesticidfund pr. år i grundvandsovervågningen. Antal indtag med analyseresultater i hver af de 3 klasser er anført under de enkelte år.

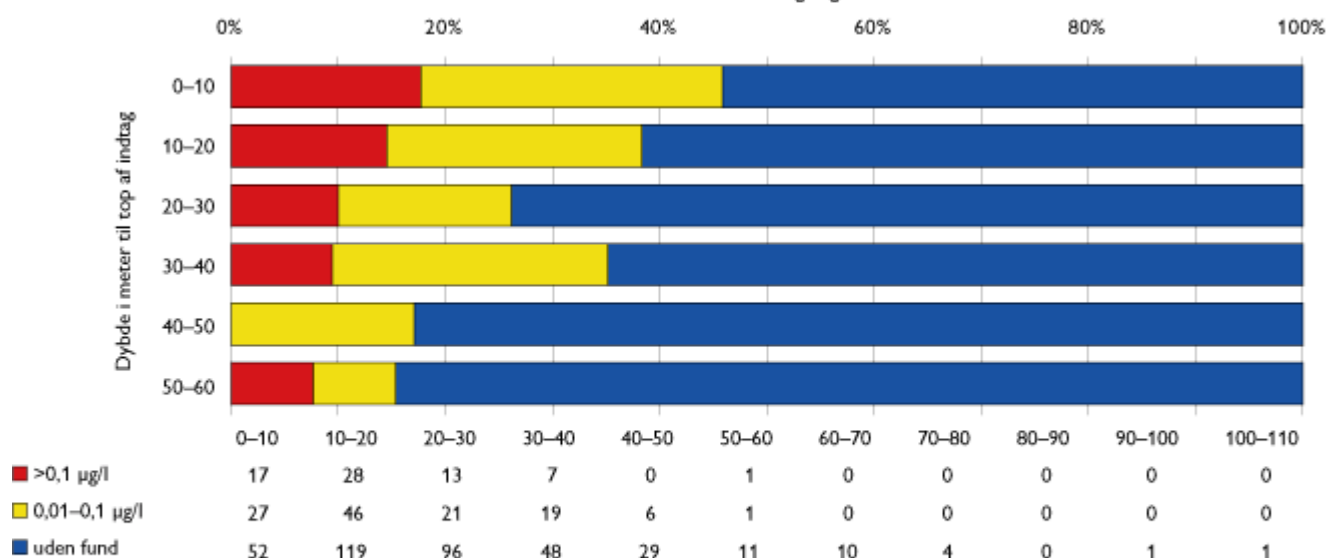
Forekomst af pesticider mod dybde i grundvandsovervågningen

Figur 30 beskriver fordelingen af pesticider og nedbrydningsprodukter mod dybden i grundvandsmagasinerne. Dels hvordan den aktuelle situation i 2004 var, men også hvor stor en andel af de undersøgte indtag der gennem hele overvågningsperioden har været påvirket af pesticider og som derfor må anses for at være sårbare overfor forurening fra overfladen.

Den dybdemæssige fordeling af pesticidfund for grundvandsovervågningen viser, at der i hele overvågningsperioden 1990-2004 er fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i ca. 60% af indtagene i dybdeintervallet 0-10 meter under terræn, og at grænseværdien var overskredet i næsten 30%. Antallet af fund aftager med dybden til ca. 20% i intervallet 60-70 meter under terræn, men der er også fundet pesticider i større dybder. Disse er ikke medtaget, da der kun er undersøgt få indtag dybere end 80 meter.

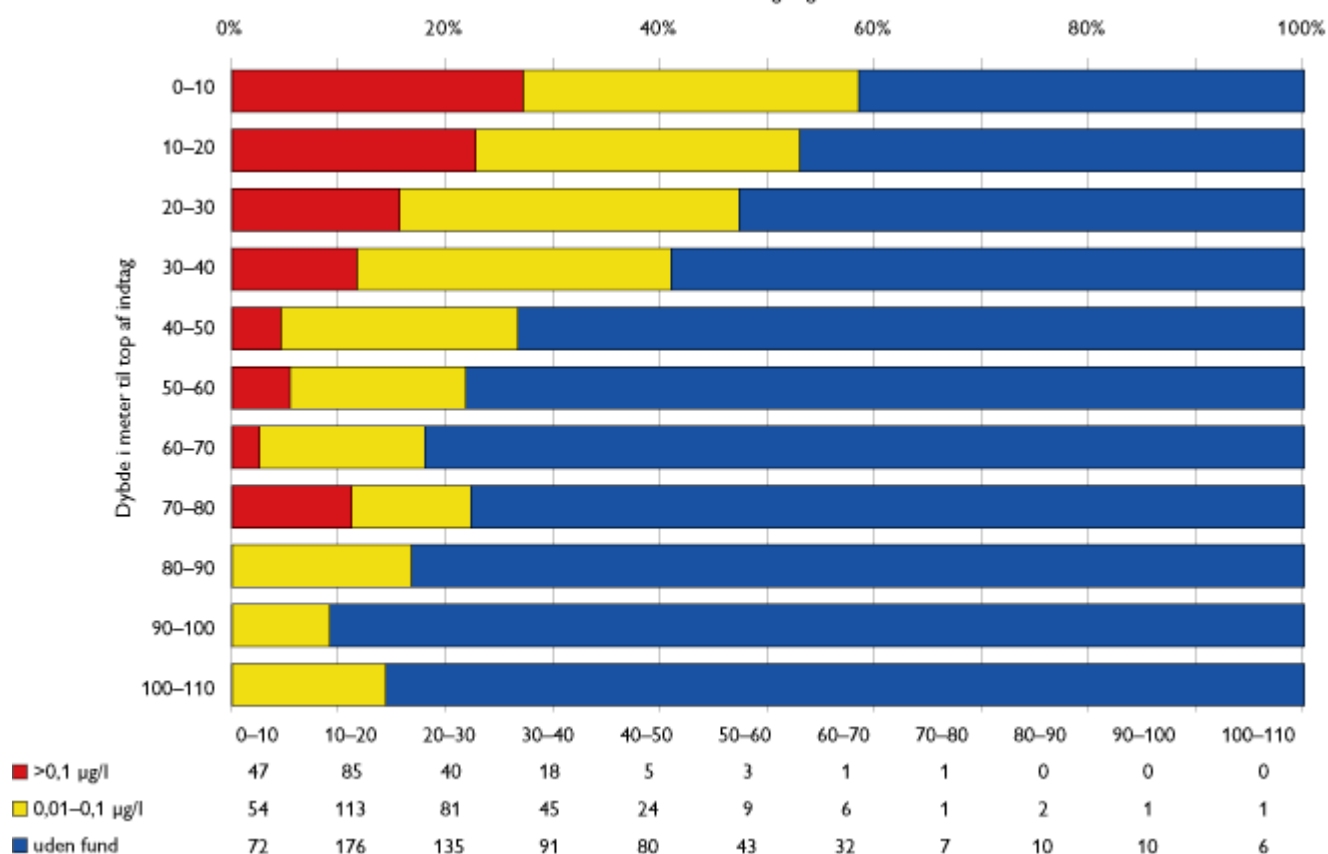
Dybdemæssig fordeling af pesticider og nedbrydningsprodukter

Grundvandsovervågning 2004



Dybdemæssig fordeling af pesticider og nedbrydningsprodukter

Grundvandsovervågning 1989-2004



Figur 30. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter mod dybde gennem hele overvågningsperioden og i 2004. Antal indtag med analyseresultater i hver af de 3 klasser i hvert dybdeinterval er anført under figurerne.

Fordelingen viser ikke overraskende, at det mest sårbare grundvand ligger tættest ved terræn. Fordelingen af fund mod dybde i 2004 viser et tilsvarende billede, dog er der i 2004 ikke fundet så mange pesticider og nedbrydningsprodukter i dybere niveauer af magasinerne.

De hyppige fund i det højtliggende grundvand skyldes især forekomsten af BAM og nedbrydningsprodukter fra triaziner og phenoxysyrer.

Der er i intervallet 0 til 10 meter under terræn fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i ca. 58% af de undersøgte indtag gennem hele overvågningsperioden, mens der i 2004 blev fundet pesticider i ca. 46% og overskridelser af grænseværdien i ca. 18%. Den store forekomst af pesticider og nedbrydningsprodukter i det højtliggende grundvand viser, at små vandværker der indvinder grundvand fra sårbare magasiner er truet, også fordi de små vandforsyninger ofte har borer placeret nær befæstede arealer, hvor der ofte er fundet BAM i grundvandet. De små private vandforsyningsanlæg (der forsyner enkelte husstande) indvinder grundvand nær terræn under arealer hvor pesticider håndteres eller anvendes. Disse anlæg er ikke blot truet af pesticider, men også at nitrat, bakterier og andre stoffer som håndteres i disse anlægs opland⁽³⁾.

1. Europaparlamentets og Rådets direktiv nr. 98/83/EF om kvaliteten af vand til drikkevand.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001
3. Forurenede drikkevand i små vandforsyningsanlæg. GEUS rapport 2004/9.

Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i landovervågningen

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på pesticidanalyser i landovervågningsområderne (LOOP) i perioden 1993 – 2004, begge år inklusive.

Relevans

Denne indikator beskriver udviklingen i indholdet af pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet under konventionelt dyrkede marker i 5 områder. Desuden vises den dybdemæssige fordeling af fund, dels i 2004, dels i perioden 1993 – 2004.

Pesticider og disses nedbrydningsprodukter i grundvand stammer fra brug af pesticider i skov- og jordbrug samt fra anvendelse på befæstede arealer i byområder og nær anden bebyggelse.

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter er miljøfremmede og uønskede i vandmiljøet.

Målsætning

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter bliver ikke tilbageholdt eller nedbrudt i ved traditionel vandbehandling på de danske vandværker. Grundvandets indhold af disse stoffer må derfor ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig for drikkevandsproduktion.

Pesticidindholdet i drikkevand og grundvand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. Enkeltstoffer er relevante nedbrydningsprodukter og disses moderstoffer. Forekommer der flere stoffer i drikkevandet eller i grundvandet, må summen ikke overstige 0,5 µg/l. I Danmark er denne grænseværdi stort set aldrig i anvendelse, da der i boringer/indtag med pesticidfund over grænseværdien næsten altid forekommer et enkelt stof, der overskrider grænseværdien på 0,1 µg/l. Der er således kun fundet enkelte boringer, der indeholder så mange pesticider i koncentrationer under 0,1 µg/l, at grænseværdien på 0,5 µg/l er overskredet. Grænseværdien for summen af pesticider vil antageligvis anvendes hyppigere i Danmark, hvis der i større omfang end nu, blev anvendt overfladevand til drikkevandsformål, da overfladevand ofte indeholder mange pesticider og nedbrydningsprodukter.

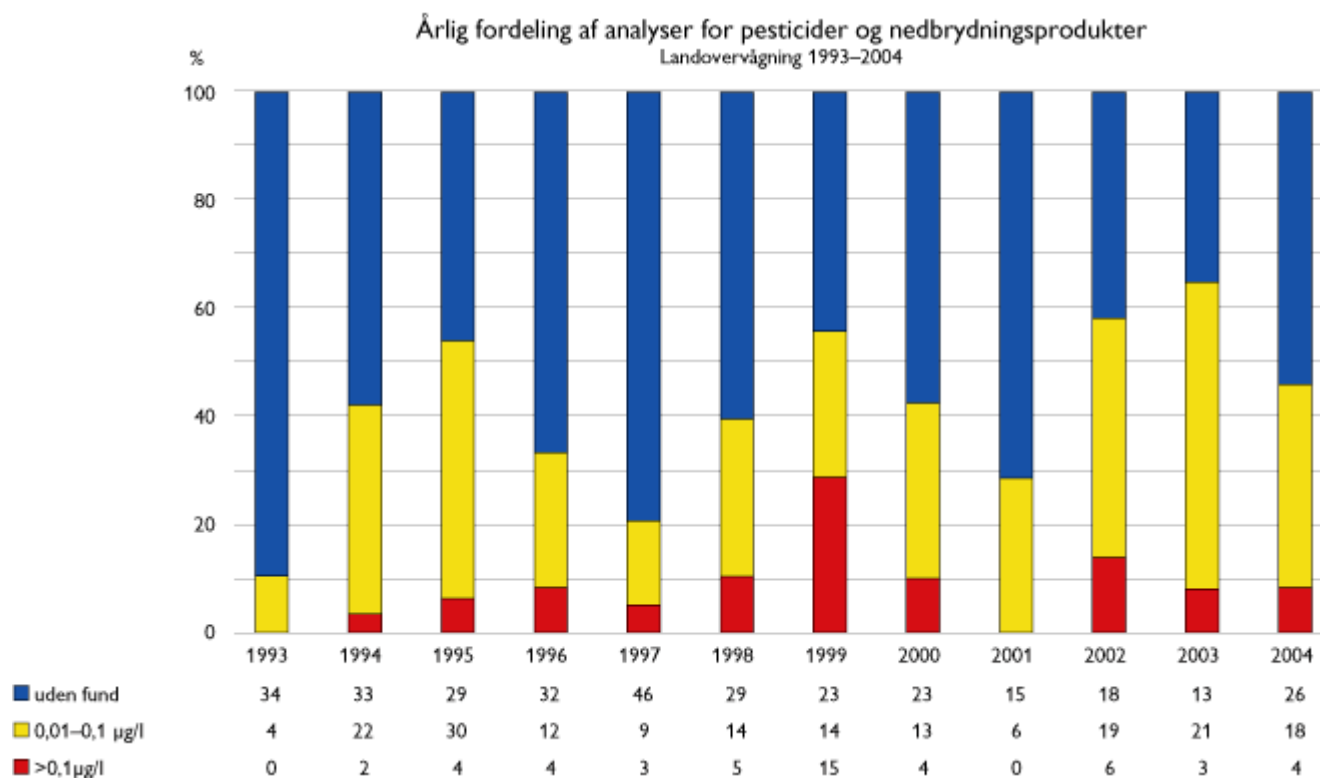
Grænseværdierne er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv⁽¹⁾ og Drikkevandsbekendtgørelsen⁽²⁾ ud fra et princip om, at der ikke må være pesticider i drikkevand. Grænseværdierne er ikke fastsat ud fra en direkte sundhedsmæssig vurdering af stofferne.

Tilstand, udvikling og årsager

Figur 31 viser at der i perioden 1993 til 2004 er fundet pesticider i mere end halvdelen af de undersøgte indtag, men også at forekomsten af pesticider i det højtliggende grundvand under de undersøgte marker varierer meget fra år til år. Denne store variation skyldes at grundvandet er ungt grundvand, og at det er de lokale klimatiske forhold og brugen af enkelte pesticider som er betydende for omsætning og udvaskning af pesticider eller nedbrydningsprodukter fra disse.

Antallet af undersøgte indtag er nogle år lavt, hvilket også kan være en medvirkende årsag til den tidsmæssige variation. Gennem hele overvågningsperioden er der undersøgt 144 indtag og der en eller flere gange fundet pesticider i 83 indtag svarende til ca. 58% af det højtliggende grundvand. Grænseværdien var overskredet en eller flere gange i 27 indtag i samme periode svarende til ca. 19%. Figur 31 viser dog, at der enkelte år ikke er fundet filtre med overskridelse, og at antallet af overskridelser generelt er lavt.

I LOOP blev der i 2004 fundet pesticider i ca. 46% af de undersøgte filtre og grænseværdien var overskredet ca. i 8%. Det er især fundet triaziner og nedbrydningsprodukter som f.eks. atrazin der sidste gang anvendt lovligt i Danmark i 1994. Der må derfor i rodzonen må være opbygget en pulje af stoffer og/eller nedbrydningsprodukter som langsomt frigives. Det skal bemærkes, at visse af nedbrydningsprodukter fra triazin gruppen kan stamme fra lovlige midler. Bentazon er fundet hyppigt i LOOP, men kun i ét tilfælde i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. Tilsvarende er glyphosat og glyphosats nedbrydningsprodukt fundet i det højtliggende grundvand.

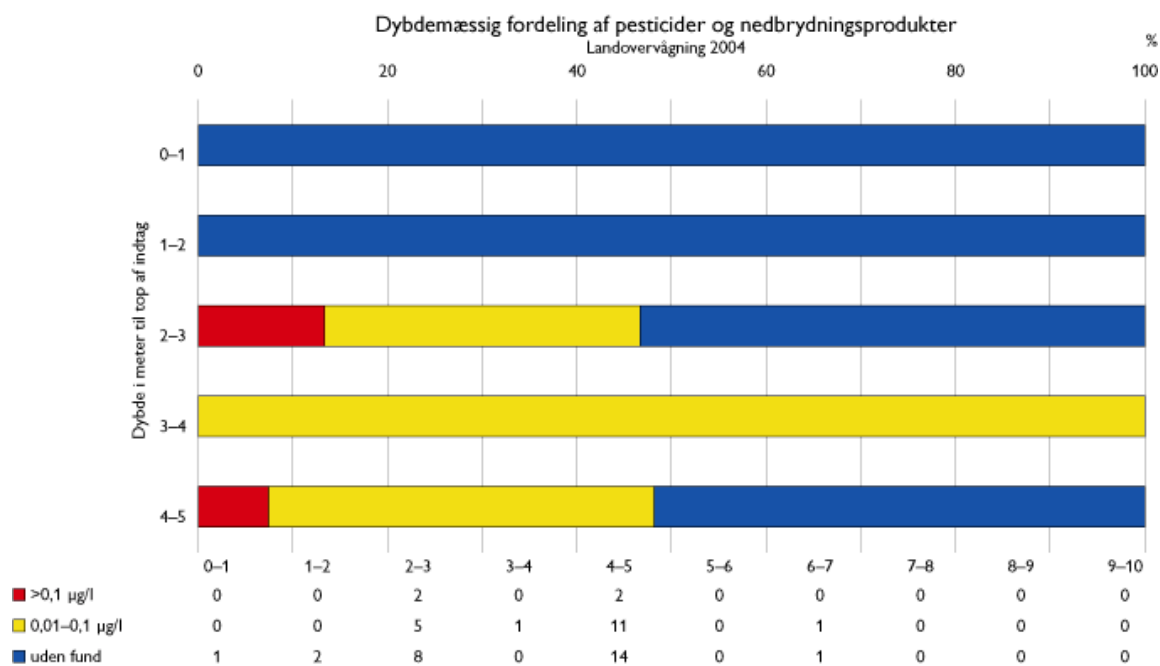
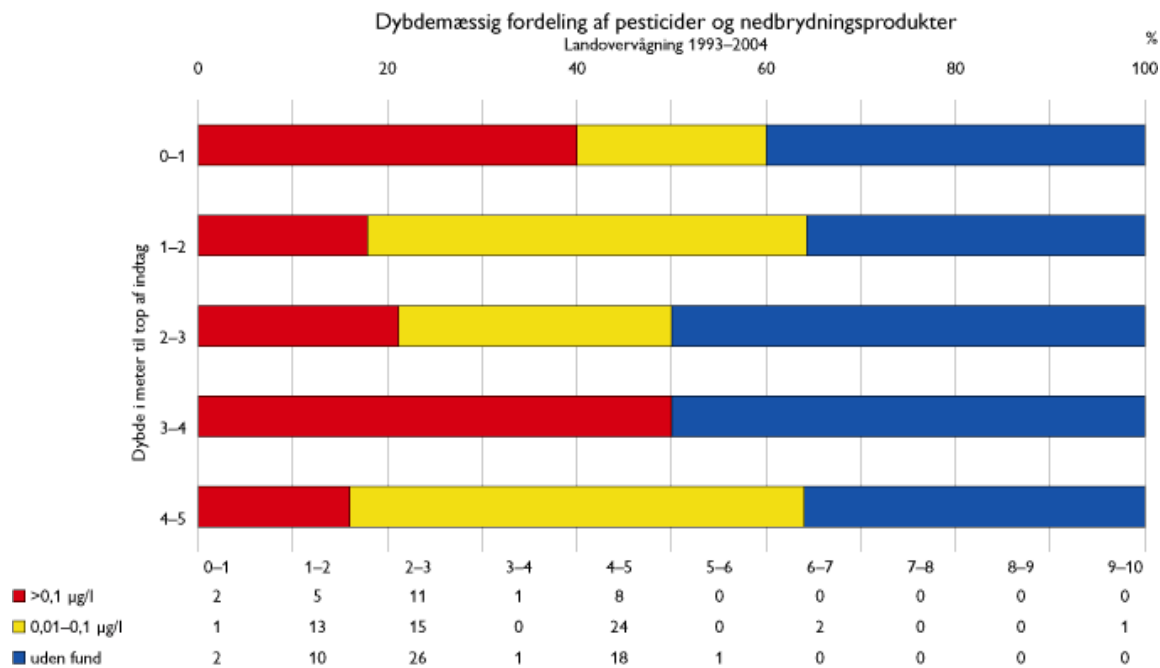


Figur 31. Pesticidfund pr. år i landovervågningen, LOOP. Skemaet under figuren viser antallet af filtre hvor der ikke er fundet pesticider i pr. år, antal filtre hvor der en eller flere gange er fundet pesticider i koncentrationsintervaller 0,01 til 0,1 µg/l og antal filtre hvor grænseværdien på 0,1 µg/l er overskredet en eller flere gange.

Forekomst af pesticider mod dybde i landovervågningen

Figur 32 viser fordelingen af indtag mod dybde i landovervågningen gennem hele perioden 1993 - 2004 og i 2004. Figuren der viser forekomsten for hele perioden er en opsummering og figuren viser derfor hvor stor en andel af indtagene det indtil i dag en eller flere gange har indeholdt pesticider eller nedbrydningsprodukter. Figuren der omfatter analyser fra 2004 viser et øjebliksbillede for påvirkningsgraden mod dybde i 2004.

Der blev i 2004 fundet pesticider i ca. 46% af de undersøgte filter og grænseværdien var overskredet ca. i 8%. Gennem hele overvågningsperioden er der en eller flere gange fundet pesticider i ca. 58% af dette højtliggende grundvand. Overvågningsindtagene næsten alle placeret i intervallet fra 0 til 5 meter under terræn, og forekomsten af pesticider og nedbrydningsprodukter kan derfor sammenholdes med fund i intervallet 0 til 10 meter under terræn i grundvandsovervågningen.



Figur 32. Pesticidfund mod dybde i landovervågningen, LOOP. Skemaet under figuren viser antallet af indtag uden fund pesticider i de enkelte dybdeintervaller, antal filtre hvor der en eller flere gange er fundet pesticider i koncentrationsintervallet 0,01 til 0,1 µg/l samt antal filtre hvor grænseværdien på 0,1 µg/l er overskredet en eller flere gange. Antal indtag med analyseresultater i hver af de 3 klasser i hvert dybdeinterval er anført under figuren. Kun de øverste 5 meter er illustreret i figuren.

1. Europaparlamentets og Rådets direktiv nr. 98/83/EF om kvaliteten af vand til drikkevand.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001

Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer

Datagrundlag

Indikatoren er baseret på pesticidanalyser i indvindingsboringer ved offentlige og private vandværker for perioden 1992 til 2004. Indvindingsboringer analyseres ikke hvert år men i en turnus på 3 til 5 år. Boringer hvorfra der ikke gennem de sidste 5 år har været indvundet grundvand eller boringer som er nedlagt medtages ikke, når sidste års forekomst af pesticider eller nedbrydningsprodukter opgøres. Disse boringer er derimod medtaget de foregående år, hvor de er analyseret.

På kortet over den regionale fordeling af fund er kun vist boringer med fund, hvorfra der er indvundet vand til drikkevandsproduktion indenfor de sidste 5 år.

Relevans

Denne indikator viser, hvor stor en andel af vandværkernes indvindingsboringer, der har indeholdt pesticider eller nedbrydningsprodukter i perioden 1992-2004 samt den regionale fordeling af fund.

Da vandværkerne løbende nedlægger eller flytter boringer afspejler udviklingen i fund pr. år ikke den aktuelle situation i grundvandsmagasinerne, men vandværkernes evne til at håndtere problemerne med pesticider i de magasiner, hvorfra der indvindes grundvand. Det er således ikke de samme boringer der analyseres de enkelte år – også fordi boringerne analyseres i en turnus på op til 5 år.

Målsætning

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter bliver ikke tilbageholdt eller nedbrudt i ved traditionel vandbehandling på de danske vandværker. Grundvandets indhold af disse stoffer må derfor ikke øges således at videregående vandbehandling bliver nødvendig for drikkevandsproduktion.

Pesticidindholdet i drikkevand og grundvand må ikke overstige 0,1 µg/l for enkeltstoffer. De enkelte stoffer er relevante nedbrydningsprodukter og disses moderstoffer. Forekommer der flere stoffer i drikkevandet eller i grundvandet, må den samlede sum ikke overstige 0,5 µg/l. I Danmark er denne grænseværdi stort set aldrig i anvendelse, da der i boringer/indtag med pesticidfund over grænseværdien næsten altid forekommer et enkelt stof, der overskrider grænseværdien på 0,1 µg/l. Der er således kun fundet enkelte boringer, der indeholder så mange pesticider i koncentrationer under 0,1 µg/l, at grænseværdien på 0,5 µg/l er overskredet. Grænseværdien for summen af pesticider vil antageligvis anvendes hyppigere i Danmark, hvis der i større omfang end nu blev anvendt overfladevand til drikkevandsformål, da overfladevand ofte indeholder mange pesticider og nedbrydningsprodukter.

Grænseværdierne er fastsat i bl.a. EU's drikkevandsdirektiv⁽¹⁾ og Drikkevandsbekendtgørelsen⁽²⁾ ud fra et princip om, at der ikke må være pesticider i drikkevand. Grænseværdierne er ikke fastsat ud fra en direkte sundhedsmæssig vurdering af stofferne.

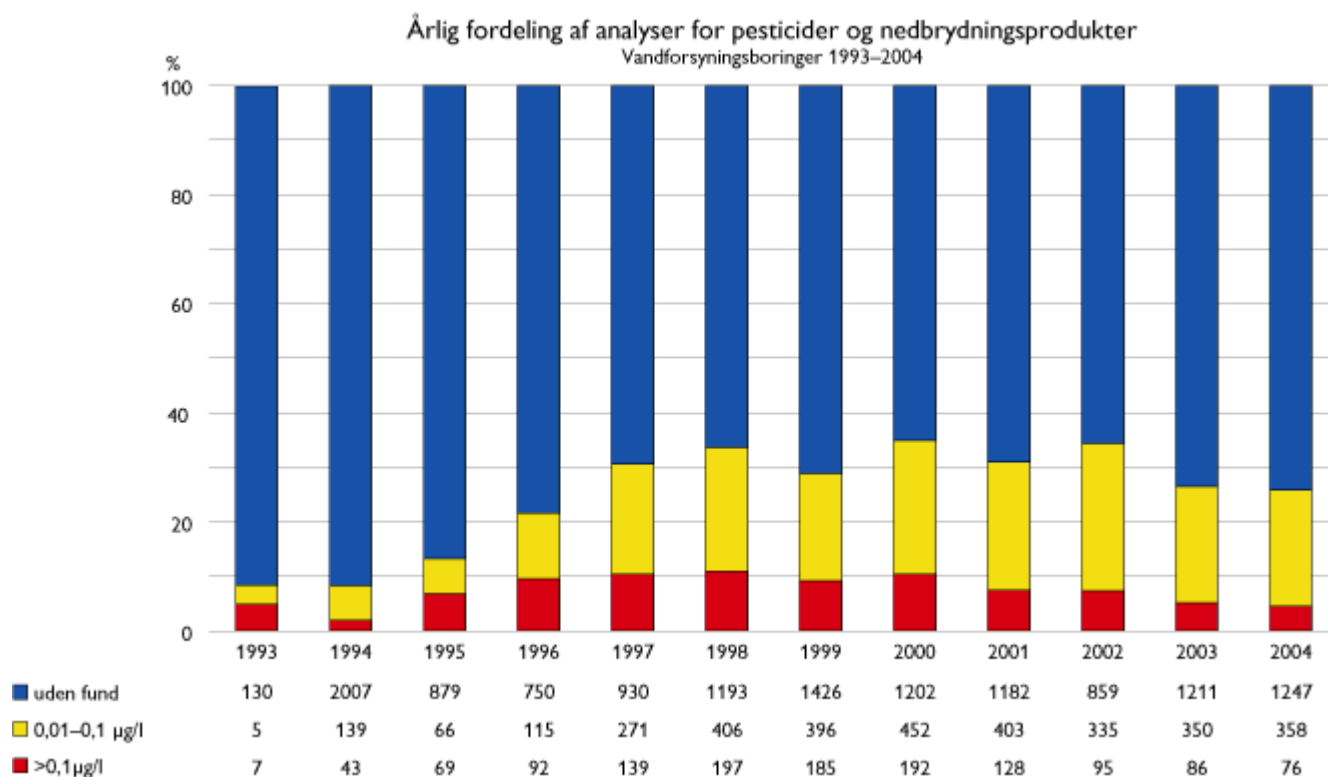
Tilstand, udvikling og årsager

Indikatoren viser udviklingen i fund af pesticider og nedbrydningsprodukter fra disse i vandværkernes indvindingsboringer, se figur 33.

I løbet af de seneste år har antallet af pesticidforurenede indvindingsboringer været faldende, og der blev i 2004 fundet pesticider i ca. 26% af de undersøgte boringer, mens grænseværdien var overskredet i ca. 5%, hvilket er det laveste niveau siden 1995. De sidste års fald i andelen af boringer med fund over grænseværdien skyldes, at vandværkerne tager forurenede boringer ud af drift. Årsagen til den stigende andel af pesticidpåvirkede boringer op gennem 90'erne er ikke, at grundvandet er blevet mere forurenede, men at mange vandværker har analyseret for et stigende antal pesticider og nedbrydningsprodukter.

Målet med boringskontrollen er at fastholde en vandforsyning, som er baseret på indvinding af rent grundvand uden avanceret vandbehandling. I den forbindelse er det værd at bemærke, at de pesticider og nedbrydningsprodukter, der hyppigst findes i vandværkernes indvindingsboringer, er stoffer som allere-

de er forbudt i Danmark, og som ikke har været i handelen i 8-10 år. Grundvandsovervågningen har dog vist at der kan findes nedbrydningsprodukter i grundvandsmagasinerne som vandværkerne ikke endnu er begyndt at analysere for. Det må derfor forventes at flere vandværker vil finde disse stoffer fremover.



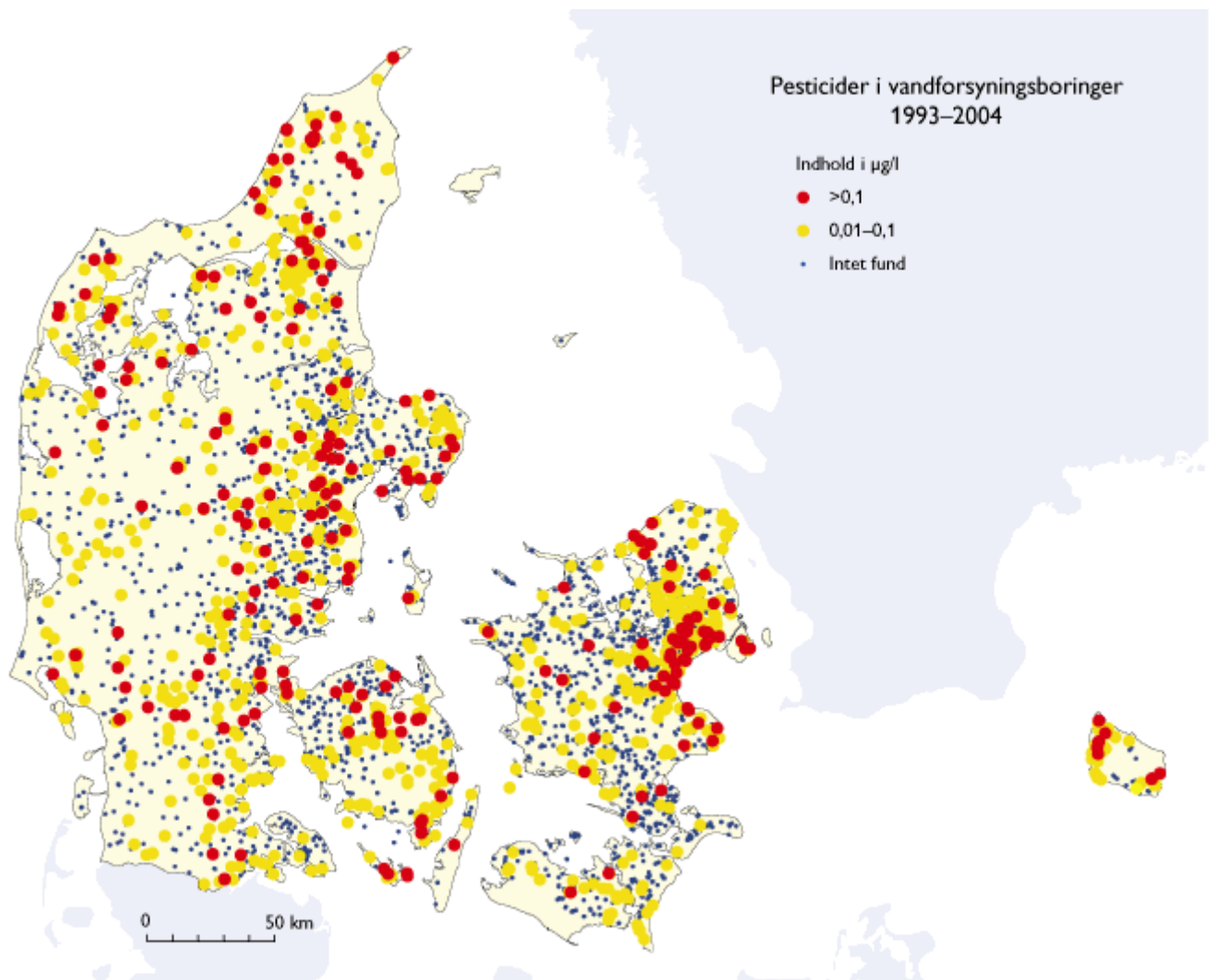
Figur 33. Pesticidfund pr. år fundet ved vandværkernes kontrol af indvindingsboringer. Indikatoren indeholder ikke de samme boringer fra år til år, da disse analyseres i en turnus på op til 5 år. Desuden lukker vandværkerne ofte indvindingsboringer med fund af pesticider. Antal boringer med analyseresultater i hver af de 3 klasser er anført under de enkelte år.

Geografisk fordeling af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter

Fordelingen på landsplan af indvindingsboringer med fund af pesticider og nedbrydningsprodukter fremgår af figur 34. Der foreligger dog ikke oplysninger om koordinater for alle boringer med fund. Af figuren fremgår, at der er fundet mange pesticider og nedbrydningsprodukter ved de større byer (fortrinsvins BAM og moderstof), og at der tilsyneladende er en overrepræsentation af fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i lerede områder. F.eks. er der kun fundet få pesticider og nedbrydningsprodukter på de sandede jyske hedesletter og på de marine sletter i Nordjylland, hvor vandværkerne generelt indvinder grundvand fra større dybder end i resten af landet pga. nitrat i det øverste grundvand. Andre analyseprogrammer fra f.eks. små vandværker⁽³⁾ viser dog, at det højtliggende grundvand under sandede arealer også er præget af pesticider, der er anvendt nær anlæggene.

Forekomsten af indtag med BAM fund viser, at hovedparten af BAM fundene med høje koncentrationer stammer fra grundvand i intervallet 0-50 meter under terræn, men også at der kan findes BAM i dybtliggende grundvandsmagasiner. En række af de rapporterede fund kan skyldes anvendelse af moderstof nær de påvirkede boringer. Da der er tale om indvindingsboringer, vil der også være tale om opblanding af gammelt og yngre grundvand i indvindingsboringerens indtag. Længden af det indtag, hvorfra drikkevandet indvindes, spiller også en rolle for hvilke BAM koncentrationer, der findes i vandet. Ved længere indtag falder BAM koncentrationerne, hvilket viser, at der sker en opblanding af højtliggende ungt og dybereliggende ældre grundvand.

Da pesticider og nedbrydningsprodukter ofte forekommer i pulser i grundvandsmagasinerne, vil nogle af de viste boringer ikke indeholde pesticider eller nedbrydningsprodukter i dag.



Figur 34. Fund af pesticider og nedbrydningsprodukter ved vandværkernes boringskontrol af indvindingsboringer. Det er søgt kun at vise aktive indvindingsboringer. Boringer er medtaget såfremt der en eller flere gange er fundet pesticider eller nedbrydningsprodukter i dem. Den enkelte boring indeholder derfor ikke nødvendigvis pesticider i dag.

1. Europaparlamentets og Rådets direktiv nr. 98/83/EF om kvaliteten af vand til drikkevand.
2. Bekendtgørelse nr. 871 fra Miljø- og Energiministeriet af 21. september 2001
3. Forurenet drikkevand i små vandforsyningsanlæg. GEUS rapport 2004/9. GEUS, 2004

Grundvandsressourcen

Danmark har en lang tradition for at pejle grundvandsspejl i pejle- og indvindingsboringer. Dette skyldes først og fremmest at vi gennem generationer har baseret vores drikkevandsforsyning på grundvand og derfor har fulgt ændringer i grundvandsstanden. Således findes der tidsserier bestående af regelmæssige grundvandspejlinger med data, der ofte går over 100 år tilbage.

De senere år har kortlægningsopgaver samt modellering af grundvandsressourcens størrelse og beliggenhed øget vores viden om grundvandsspejlet variationer.

Vandbalance

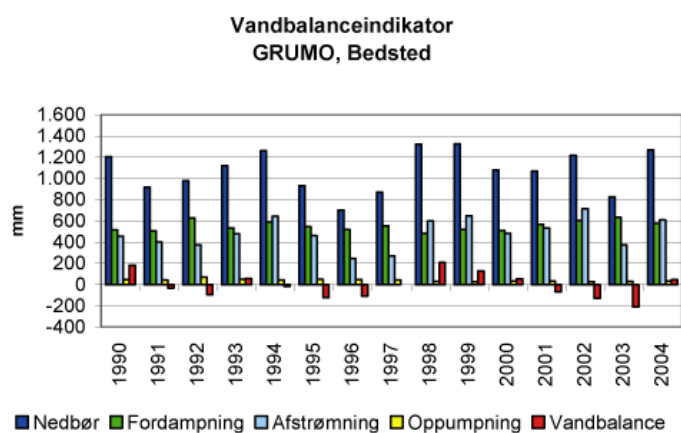
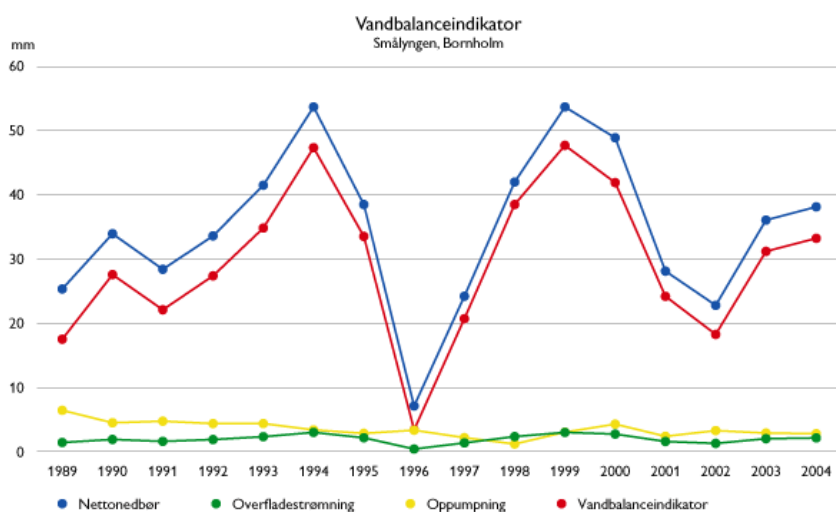
Relevans

Indikatoren beskriver udviklingen i grundvandsressourcens størrelse. Ændringer i ressourcens størrelse har afgørende betydning for mængden af grundvand, der kan indvindes til drikkevandsforsyning og for den økologiske og kemiske tilstand i vådområder, vandløb og søer.

Målsætning

Det er en målsætning, at der til enhver tid skal sikres befolkningen den nødvendige forsyning af drikkevand, og at den økologiske tilstand i overfladevands- og vådområder skal bevares eller forbedres. Amtene foretager i årets grundvandsrapportering en beregning af en vandbalanceindikator. Indikatoren beskriver udviklingen i grundvandsressourcens størrelse. Ændringer i ressourcens størrelse har afgørende betydning for mængden af grundvand der kan indvindes til drikkevandsforsyning, og for den økologiske og kemiske tilstand i vandløb, søer og vådområder. Vandbalanceindikatoren er nedbøren fratrukket potentiel fordampning, overfladeafstrømning og grundvandsindvindingen.

Regionalt overblik

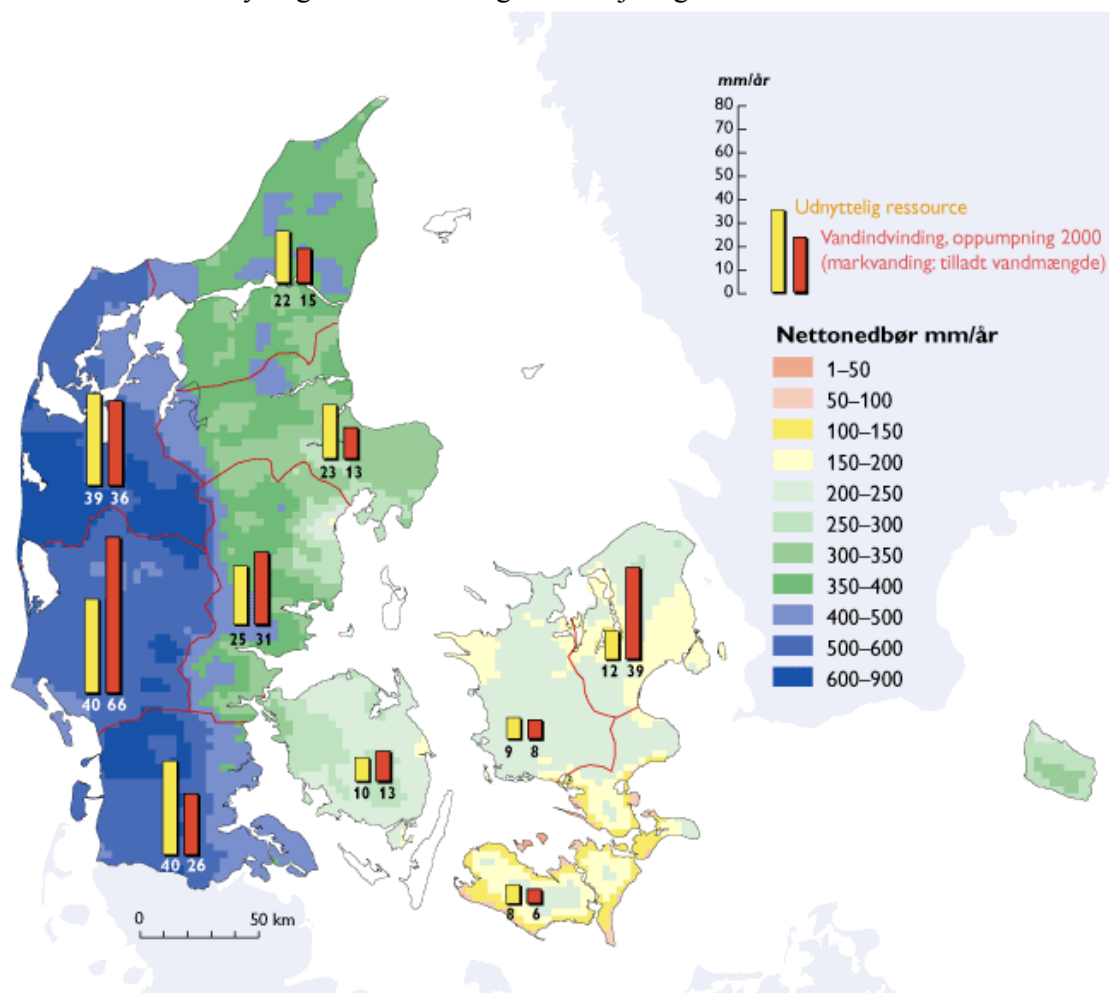


Figur 35. Vandbalanceindikator for overvågningsområderne Smålyngen på Bornholm og Bedsted i Sønderjylland. Fra (1) og (29).

De fleste amter har i årets rapporter opgjort en vandbalanceindikator, enten for de enkelte overvågningsområder, jf. eksemplerne fra Bornholm(1) og Sønderjylland(2) i figur 35, eller for det pågældende amt som helhed. Det ses af eksemplerne, at nettonedbøren (nedbør minus fordampning) er den mest bestemmende faktor for udviklingen i vandbalanceindikatoren, og at der dermed kan være en stor variation fra år til år i vandressourcen. Denne konklusion drager stort de fleste andre amter tilsvarende. Enkelte områder, især i Hovedstadsområdet, men også eksempelvis i Århus og Nordjyllands amter, udviser en negativ vandbalanceindikator for 2004, hvilket kan begrundes i lav vinternedbør, men også i stor indvinding i områderne.

I DK-modellen (NOVA 2003 Temarapport⁽³⁾) er der gennemført beregninger af den udnyttelige vandressource på landsplan under hensyntagen til bl.a. vandløbsmålsætninger, se figur 36. I rapporten⁽³⁾ vurderes, at den udnyttelige ressource på landsplan er ca. 1 mia. m³ pr. årligt. Da det årlige forbrug de seneste år har ligget mellem 0,6 – 0,7 mia. m³ pr. år er vurderingen, at der er tilstrækkelige grundvandsressourcer på landsplan til at dække behovet. Dog forefindes de rigelige vandressourcer ikke altid hvor der er et stort vandbehov, eksempelvis omkring de større byer, hvorfor en regional fordeling på sigt kan være nødvendig.

I forbindelse med den udvidede modellering, der skal ske i forbindelse med NOVANA perioden, forventes det at det både regional og national bliver opgjort mere præcist, hvor stor den udnyttelige ressource er under hensyntagen til naturen og vandmiljøet generelt.



Figur 36. Nettonedbør, udnyttelig vandressource og vandindvinding for år 2000. Fra (3).

1. Vandmiljøovervågning. Grundvand 2004. Bornholms Regionskommune, 2005.
2. Vandmiljøovervågning 2004. Grundvand. Sønderjyllands Amt, 2005.
3. Ferskvandets kredsløb. NOVA 2003 Temarapport. GEUS, DMU, DJF og DMI. GEUS særudgivelse. Henriksen H.J. og A. Sonnenborg (Eds.), 2003

Vandindvinding

Datagrundlag

Indikatoren er beskrevet på baggrund af de indberetninger, GEUS hvert år modtager fra amterne om indvundne vandmængder samt fra oplysninger i årets regionale grundvandsovervågningsrapporter. Data fra perioden 1989 til 2004, begge år inklusive, er anvendt.

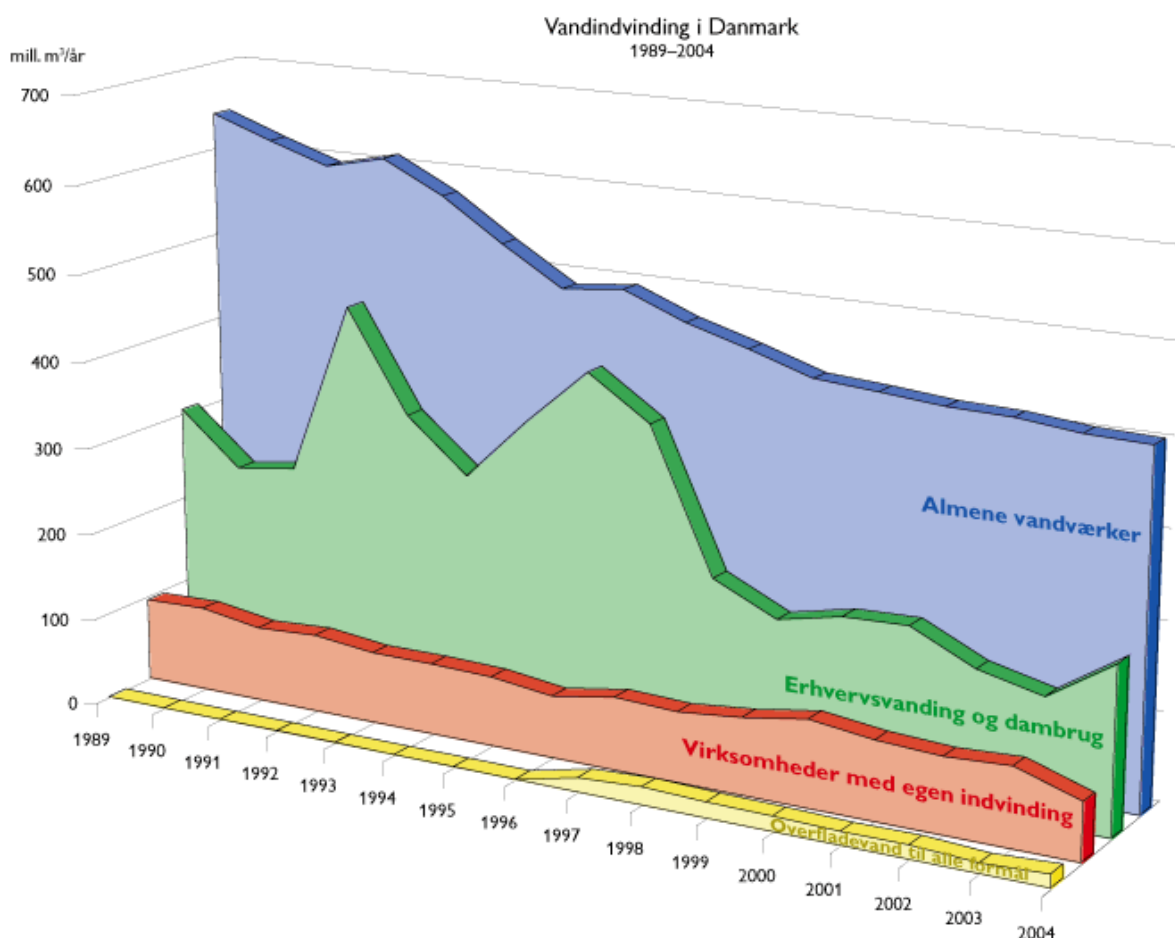
Relevans

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 beskeden mængde overfladevand i vandforsyningen. Drikkevandsforsyningen i Danmark er bygget op omkring en decentral struktur med 2.704 almene vandforsyninger, hvoraf 166 er kommunalt ejede⁽¹⁾. 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.

Målsætning

Det er en målsætning at kunne dokumentere ændringer i den oppumpede grundvands- og overfladevands-mængde på nationalt niveau.

Tilstand, udvikling og årsager

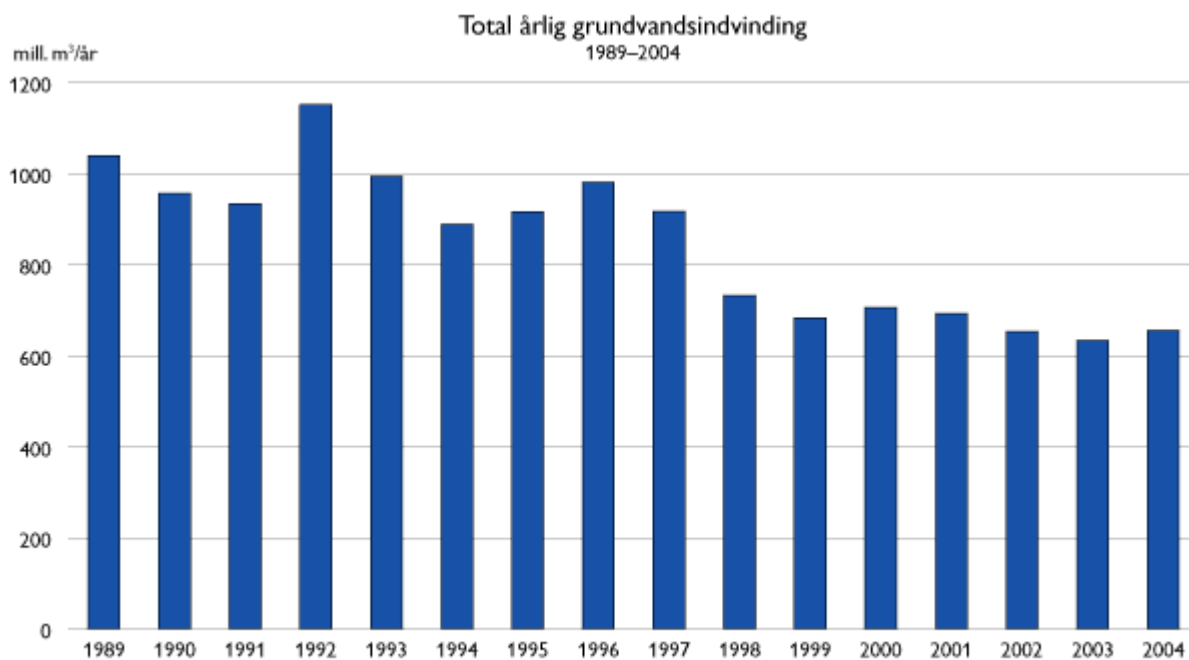


Figur 37. Vandindvinding i Danmark (mill. m³/år) fordelt på indvindingskategorier baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amternes overvågningsrapporter for perioden 1989-2004. Der er ingen opgørelse af indvinding af overfladevand før 1997.

På grundlag af indberettede data og amternes grundvandsovervågningsrapporter er der foretaget en opgørelse af vandindvindingen for hele landet fordelt på fire hovedkategorier:

1. Almene vandværker: offentlige og private enkeltanlæg.
2. Erhvervsvand: markvanding, gartneri og dambrug.
3. Industri mv.: erhverv, industri, institutioner, afværgepumpninger, grundvandssænkninger, enkelt-indvindinger til husholdninger og anden grundvandsindvinding.
4. Overfladevand.

I figur 37 er vandindvindingen opgjort på de fire hovedkategorier for perioden 1989-2004. Den totale grundvandsindvinding i 2004 var på 656 mill. m³, og indvindingen af overfladevand var 15 mill. m³. Indvindingen fra vandværker, den almene vandforsyning, udgør 61% af den samlede indvinding. Op-pumpning af grundvand til markvanding, gartneri og dambrug tegner sig for 29% af grundvandsindvindingen i Danmark i 2004. Grundvandsindvinding til markvanding steg med ca. 30% i 2004 i forhold til 2003. Stigningen skyldes den lavere nedbørsmængde i forsommeren. Faldet i de almene vandværkers vandindvinding stagnerede i 2000 i forhold til de foregående år. For perioden som helhed fra 1989 til 2004 er der sket et fald på 37% i denne indvindings-kategori. Tilsvarende er den samlede grundvandsindvinding også faldet 37% i perioden 1989 til 2004, se figur 38.



Figur 38. Den samlede grundvandsindvinding i Danmark (mill. m³/år) baseret på indberetninger til GEUS og oplysninger fra amternes overvågningsrapporter for perioden 1989-2004.

Regionalt er der store udsving, idet markvanding i nogle områder af landet udgør over halvdelen af den årlige indvinding i år med tørre forår og somre, og derfor vil vejret i høj grad påvirke det regionale indvindingsmønster. På nationalt niveau har grundvandsindvindingen de senere år dog ligget nogenlunde konstant mellem 600 og 700 mio. m³ pr år.

1. Vandstatistik. Drikkevand og Spildevand 2003. DANVA 2004

NOVANA modellering

Baggrund

Under NOVANA programmet etableres en hydrologisk modellering af vandbalancen og grundvandsdannelsen på vanddistriktsniveau. Projektet afvikles i perioden 2005-2009.

Det overordnede mål med en hydrologisk modellering af vandbalancen og grundvandsdannelsen på overordnet oplandsniveau (Vanddistrikt/VD) er at få bedre styr på vandbalancen og den udnyttelige grundvandsressources størrelse. NOVANA modelleringen skal give kvalitetssikring af data, integration af data og feedback til inkonsistenser i konceptuelle modeller og data til vandbalancen.

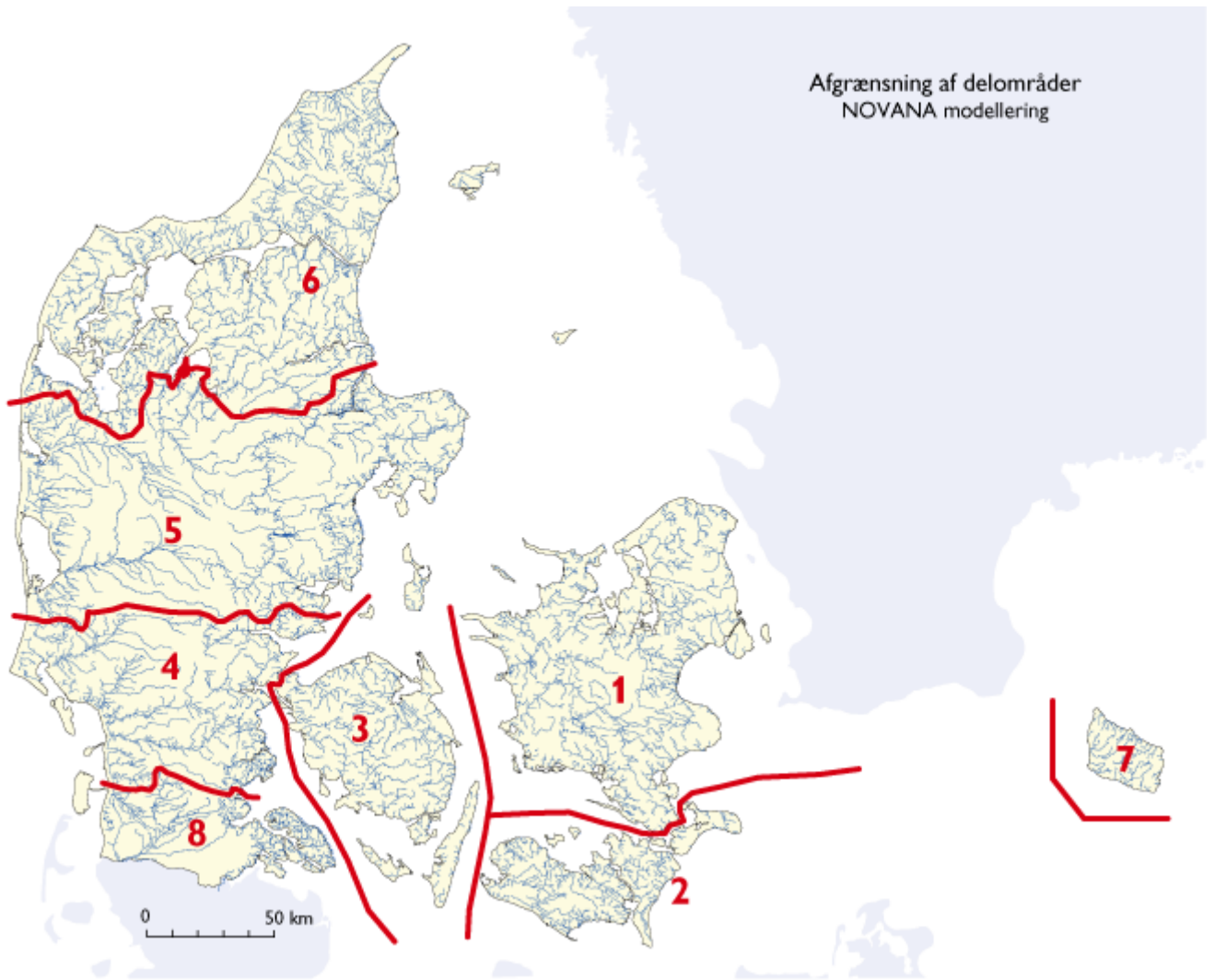
NOVANA-modellen er en storskala model til belysning af den overordnede vandbalance og grundvandsressourcens størrelse og udnyttelsesgrad under hensyn til klima, arealanvendelse og vandindvindingsstrategi. Modellen vil endvidere kunne bidrage til randbetingelser til modeller på mindre skala, f.eks. OSD.

Projektet har endvidere til formål, at der mellem de involverede parter opnås en konsensus omkring den overordnede konceptuelle hydrogeologiske tolkning og de anvendte input data, så modellen nyder generel accept som grundlag for en national forvaltning af grundvandsressourcen. Desuden skal projektet sikre en sammenhængende konceptuel tolkning på tværs af administrative grænser.

Projektet indeholder følgende hovedaktiviteterne:

- Modelstudieplan for opgaven inkl. prototypeopstilling for Øerne og Jylland
- Tilpasning af den Nationale Vandressource Model til de nye Vanddistriktsgrænser og gennemførte basisanalyse
- Opdatering af geologi og konceptuel model med direkte involvering af fagfolk i amterne og anvendelse af data fra bl.a. OSD kortlægning og basisanalysen
- Opdatering og evt. detaljering af input data og observationsdata, herunder vurdering af usikkerheder i relation til modelskala
- Opdatering af og videreudvikling af tilgrundliggende modelsystem
- Opstilling, kalibrering og validering af numerisk model og analyse af vandbalance
- Simuleringer, usikkerhedsvurderinger og ressourcevurdering, herunder videreudvikling af indikatorer for udnyttelig grundvandsressource
- Kvalitetssikring af model og arkivering af model og -resultater i modeldatabase så dette vil kunne indgå i det videre arbejde med Vandramme- og Grundvandsdirektiver.

Projektet bliver løst i et samarbejde mellem amterne og GEUS. NOVANA-modellen er tilpasset de nye vanddistrikter, se figuren nedenfor. Projektet igangsættes i 2005.



Figur 39. Afgrænsning af delområder i NOVANA modelleringsopgaven

Fokuspunkt

Overvågningsområdernes grundvandstypologi

I vejledning fra Miljøstyrelsen, vejledning nr. 2, 2004 "Basisanalyse del 1" ⁽¹⁾ er opstillet en typologi for grundvand til brug i forbindelse med vurdering af tilstand og overvågning af tilstanden. Typologien, der er defineret ved hjælp af tre karakteristika: magasinbjergart, kontakt med overfladevand og redoxforhold har følgende udseende:

| Magasinbjergart | Kontakt med overfladevand | Redoxforhold | Type |
|-----------------|---------------------------|--------------|------|
| Silikater | En del af året (lokal) | Oxideret | 1 |
| | | Reduceret | 2 |
| | Hele året (regional) | Oxideret | 3 |
| | | Reduceret | 4 |
| | Ingen (dyb) | Oxideret | 5 |
| | | Reduceret | 6 |
| Karbonater | En del af året (lokal) | Oxideret | 7 |
| | | Reduceret | 8 |
| | Hele året (regional) | Oxideret | 9 |
| | | Reduceret | 10 |
| | Ingen (dyb) | Oxideret | 11 |
| | | Reduceret | 12 |

På baggrund af amternes rapporter for 2005 kan opstilles følgende foreløbige vurdering af overvågningsområdernes grundvandstyper i de med en enkelt undtagelse aktive områder. Områderne er grupperet efter Vanddistrikt i henhold til Vandrammedirektivet.

Bornholm

| Type | Regions kommune | Område | | Bemærkning |
|------|-----------------|--------|---------|---------------|
| 3 | Bornholm | 40.01 | Smålyng | Balkasandsten |

Sjælland, Lolland og Falster

| Type | Amt | Område | | Bemærkning |
|------|---------------|--------|--------------|----------------------------------|
| 1 | | | | |
| 1/2 | Frederiksborg | 20.12 | Asserbo | |
| | Storstrøm | 35.12 | Sibirien | |
| 2 | Roskilde | 25.01 | Torkilstrup | |
| | | 25.13 | Glim | Nyt område 2004, kun korte borer |
| | | 25.14 | Strøby | Nyt område 2004, kun korte borer |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 5/6 | Københavns A. | 15.13 | Gladsaxe | Område i bero |
| 7 | | | | |
| 8 | Roskilde | 25.01 | Torkildstrup | |
| | | 25.02 | Brokilde | |
| | | 25.11 | Asemose | |
| | | 25.13 | Glim | Nyt område 2004, kun korte borer |
| | | 25.14 | Strøby | Nyt område 2004, kun korte borer |
| 9/10 | Frederiksborg | 20.11 | Skuldelev | |
| | | 20.13 | Attemose | |

| Type | Amt | Område | | Bemærkning |
|-------|---------------|--------|---------------|------------|
| 10 | Frederiksborg | 20.14 | Espergærde | |
| | Storstrøm | 35.03 | Hjelmsøllille | |
| | | 35.11 | Vesterborg | |
| | | 35.12 | Sibirien | |
| | | 35.13 | St. Heddinge | |
| 11/12 | Københavns A. | 15.12 | Ishøj | |
| | Storstrøm | 35.13 | St. Heddinge | |
| 12 | Københavns K. | 13.11 | Frederiksberg | |
| | Københavns A. | 15.11 | Søndersø | |
| | Storstrøm | 35.11 | Vesterborg | |
| | | 35.12 | Sibirien | |

Fyn og Jylland (excl. grænseområdet)

| Type | Amt | Område | | Bemærkning |
|------|---------------|--------|-------------|--------------------------|
| 1 | Århus | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| | | 70.01 | Havdal | Nordlige Djursland |
| | | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| | Nordjylland | 80.13 | Albæk | Vendsyssel 2 |
| 1/2 | Ringkjøbing | 65.11 | Brande | |
| | | 65.12 | Haderup | |
| | Århus | 70.11 | Nordsamsø | Samsø-Tunø |
| | | 70.12 | Fillerup | Århus til Horsens Fjord |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Midt |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Nord |
| | | 70.13 | Hvinningdal | I Ringkjøbing Amt |
| | | 70.14 | Homå | Grenåen |
| | | 70.14 | Homå | Sydøstlige Djursland |
| 1/6 | Viborg | 76.01 | Rabis Bæk | Rabis |
| 2 | Ringkjøbing | 65.15 | Klosterhede | |
| | Århus | 70.12 | Fillerup | Århus til Horsens Fjord |
| | | 70.12 | Fillerup | Gudenå Midt |
| 3 | Nordjylland | 80.14 | Gislum | Limfjorden 2 |
| 3/4 | Fyn | 42.01 | Nyborg | Nyborg-magasinet |
| | | 42.11 | Svendborg | Svendborg-magasinet |
| | | 42.12 | Nørre Søby | Ringe-Ryslinge magasinet |
| | | 42.13 | Harndrup | Bogense-magasinet |
| | | 42.13 | Harndrup | Harndrup-magasinet |
| | | 42.14 | Jullerup | Søndersø-magasinet |
| | Sønderjylland | 50.11 | Bedsted | Hedeslette og moræne |
| | | 50.14 | Frøslev | |
| | | 50.12 | Rødding | Bakkeø |
| | Ribe | 55.01 | Grindsted | Omme Å |
| | | 55.11 | Bramming | Konge Å |
| | | 55.14 | Vorbasse | Varde Å |
| | Ringkjøbing | 65.12 | Haderup | |
| | | 65.14 | Finnerup | |
| | | 65.15 | Klosterhede | |
| | Århus | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| | | 70.01 | Havdal | Nordlige Djursland |
| | | 70.14 | Homå | Grenåen |
| 3/6 | Fyn | 42.12 | Nørre Søby | |
| | | 42.14 | Jullerup | |
| 4 | Vejle | 60.12 | Trudsbro | |
| | Ringkjøbing | 65.11 | Brande | |
| | Århus | 70.12 | Fillerup | Århus til Horsens Fjord |
| | | 70.12 | Fillerup | Gudenå Midt |
| | | 70.12 | Fillerup | Århus til Horsens Fjord |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Midt |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Nord |
| | | 70.13 | Hvinningdal | I Ringkjøbing Amt |
| | | 70.14 | Homå | Grenåen |

| | | | | |
|--------------|-------------|-------|---------------|-------------------------------|
| | | 70.14 | Homå | Sydøstlige Djursland |
| | Viborg | 76.13 | Nykøbing M. | |
| | Vejle | 60.11 | Thyregod | Ringkjøbing Amt |
| | | 60.14 | Ejstrupholm | Ringkjøbing Amt |
| 6 | Ringkjøbing | 65.14 | Finnerup | |
| | Vejle | 60.13 | Follerup | |
| | Ringkjøbing | 65.11 | Brande | |
| | Århus | 70.11 | Nordsamsø | Samsø-Tunø/salt |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Midt |
| | | 70.13 | Hvinningdal | Gudenå Nord |
| | | 70.13 | Hvinningdal | I Ringkjøbing Amt |
| | Viborg | 76.11 | Viborg "Nord" | Viborg |
| | | 76.12 | Skive | Skive |
| 7 | Nordjylland | 80.01 | Tornby | Vendsyssel 1 |
| | Århus | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| 7-8 | Nordjylland | 80.11 | Drastrup | Limfjorden 2 |
| 8 | Århus | 70.14 | Homå | Grenåen |
| 9 | Nordjylland | 80.02 | Råkilde | Område i bero |
| 9-10 | Fyn | 42.01 | Nyborg | Kalkmagasinkompleks på Østfyn |
| | Århus | 70.14 | Homå | Grenåen |
| 10 | Århus | 70.14 | Homå | Sydøstlige Djursland |
| | | 70.01 | Havdal | Nordlige Djursland |
| | | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| 11 | Viborg | 76.14 | Thisted | Thisted |
| 11-12 | Fyn | 42.01 | Nyborg | Ullerslev-magasinet |
| 12 | Århus | 70.01 | Havdal | Nordlige Djursland |
| | | 70.01 | Havdal | Grenåen |
| | | 70.14 | Homå | Grenåen |
| | | 70.14 | Homå | Sydøstlige Djursland |
| | Nordjylland | 80.12 | Skørping | Område i bero |

Generelt kan konkluderes at alle typologier er repræsenteret i landet som helhed, om end sparsomt for nogle typologiers vedkommende. Repræsentationen indenfor de enkelte vandområdedistrikter ikke er fuldstændig, afspejlet i de geologiske forskelle mellem Vanddistrikterne.

1. Miljøstyrelsen og Skov- og Naturstyrelsen, 2004: Basisanalyse I. Karakterisering af vandforekomster og opgørelse af påvirkninger. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2004.

BILAG 1

Overskridelser af drikkevandskvalitetskrav

Amterne, Bornholms Regionskommune samt Københavns Kommune har i den årlige rapport i 2005 opgjort for hvilke stoffer, der i 2004 i de forskellige overvågningsprogrammer er konstateret et problematisk stofindhold i forhold til gældende drikkevandskvalitetskrav. Indholdet af en række af de naturligt forekommende stoffer ændres ved traditionel vandbehandling med beluftning og sandfilter (f.eks. ammonium, ilt, jern, mangan, metan og sulfid). Opgørelserne er sammenskrevet i tabel 1.

I tabel 2 ses en landsdækkende opgørelse af fund af organiske mikroforureninger samt overskridelser af gældende drikkevandskvalitetskrav i perioden 2000-2005

Tabel 1. Amternes opgørelse af problematiske stoffer i grundvandet.

| Stof/Amt | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 42 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 76 | 80 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Aggressiv CO2 | | | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| Ammonium | X | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| Bikarbonat | | X | | | | | | | | | | X | | | |
| Calcium | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Farve | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Fluorid | | X | | X | X | | X | | | X | | | X | | X |
| Hårdhed, perm. | | | | X | X | | | | | | | X | | | |
| Ilt | | | | X | | | | | | | | X | | X | |
| Jern | X | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| Kalium | X | X | | X | | | X | | X | X | | X | X | X | X |
| Klorid | X | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | | X |
| Ledningsevne | | | | | | | X | | | X | | X | | X | |
| Magnesium | | X | | X | | | | | | | | | | | X |
| Mangan | X | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| Methan | | X | | X | X | | | | | X | | X | X | X | X |
| Natrium | | X | | X | X | | X | | | | | X | X | | X |
| Nitrat | X | X | X | | X | | X | | X | X | | X | X | X | X |
| Nitrit | X | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| NVOC | | | | X | X | | | | | X | | X | X | | X |
| pH | | | | X | | | X | | | X | | | | | |
| Sulfat | X | X | | | X | | X | | X | | | | | | X |
| Sulfid | | X | | | X | | | | | | | | X | X | X |
| Temperatur | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Total P | | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |
| Tørstof | | | | X | | | | | | | | | | | X |
| Kimtal | | | | X | | | | | | X | | X | | | |
| Aluminium | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Arsen | | X | X | X | X | | X | | | X | | X | X | X | X |

| Stof/Amt | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 42 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 76 | 80 |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Barium | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Bor | | | | X | X | | | | | | | X | X | | X |
| Kobber | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Krom | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Nikkel | | X | | X | X | | X | | | X | | X | X | | X |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| AOX | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Aromater | | | X | | | | | | | | | | | | |
| Benzen | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Naphtalen | | X | | | | | | | | | | | | | X |
| MTBE | | X | | | | | | | X | | | | | | X |
| Toluen | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Xylen | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Halogener | | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Tetrachlorethylen | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Trichlorethylen | | | | X | | | | | | | | X | | | X |
| Tetrachlormethan | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Trichlormethan | | | | X | | | | | | | | X | | | X |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vinylchlorid | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phenoler | | | X | | | | | | | | | | | | |
| 4-methylphenol | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Nonylphenoler | | | | | | | X | | | | | | | | |
| Pentachlorphenol | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzo(a)pyren | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pesticider</i> | | X | X | | | | | | | | | | | | |
| Pesticider, SUM | | | | X | | | | | | | | | | | |
| 2,4-D | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 2,6-DCCP | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,6-Dichlorbenzamid | | | | X | | X | | | X | X | | X | X | X | X |
| 4_CCP | X | | | | | | | | | | | | X | | |
| 4-nitrophenol | | | | | | | | | | | | | | | X |
| AMPA | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Atrazin | | | | | | | X | | | | | | X | | X |
| Atrazin, deesethyl | | | | X | | | X | | | X | | | X | X | X |
| Atrazin, desisopro- | | | | X | | | X | | | X | | | X | X | X |

Tabel 2: Landsdækkende opgørelse af fund af organiske mikroforureninger samt overskridelser af gældende drikkevandskvalitetskrav i perioden 2000-2005

| Stof | Antal analyser med fund | Antal analyser med overskridelse |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Carbon,org,VOC | 5 | 2 |
| Cis-1,2-dichlorethylen | 53 | 14 |
| Trans-1,2-dichlorethylen | 16 | 2 |
| Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) | 3 | 2 |
| Alkylbenzensulfonat (LAS) | 3 | |
| Nonylphenoler | 0 | |
| MTBE | 207 | 43 |
| Dimethylphenoler | 1 | |
| Anioniske detergente | 245 | |
| Xylenoler | 2 | |
| Naphthalen | 30 | 1 |
| Ethanol | 1 | 8 |
| Benzen | 74 | |
| Iso-propylacetat | 2 | |
| Toluen | 215 | |
| Xylen | 35 | |
| Dibenz(ah)anthracen | 1 | |
| Benz(a)anthracen | 1 | |
| Benzin | 10 | 10 |
| Chlor,org,AOX | 170 | |
| Chlor,org,VOX | 7 | |
| 2-Chlorphenol | 0 | |
| Detergenter kation | 0 | |
| Olie | 240 | 104 |
| Olie og fedt | 1 | |
| Olie-benzin | 2 | 2 |
| Kulbrinter, opløste eller emulgerede | 5 | 1 |
| Extraherbare stoffer | 4 | |

| Stof | Antal analyser med fund | Antal analyser med overskridelse |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Organiske chlorforbindelser | 12 | 4 |
| Chloroform | 151 | 4 |
| Tetrachlorkulstof | 19 | 2 |
| Tetrachlorethylen | 181 | 31 |
| Trichlorethylen | 331 | 71 |
| 1,1,1-trichlorethan | 95 | |
| Dichlormetan | 1 | 1 |
| O-xylen | 39 | |
| M+P-xylen | 102 | |
| Phenol | 87 | 1 |
| Phenoler som phenol | 2 | |
| 3-methylphenol | 3 | |
| 2-methylphenol | 3 | 1 |
| 4-methylphenol | 12 | 3 |
| 3,4-dimethylphenol | 2 | |
| 2,6-dimethylphenol | 4 | |
| 2,4-dimethylphenol | 3 | |
| 4-clor,2-methylphenol | 14 | 3 |
| 6-clor,2-methylphenol | 1 | |
| 2,4-dichlorphenol | 8 | |
| 4,6-diclor,2-methylphenol | 1 | 1 |
| Pentachlorphenol | 6 | 35 |
| Fluoranthen | 3 | |
| 2 Methylnaphtalen | 3 | |
| Cresoler | 1 | |
| Dieselolie | 6 | 12 |
| Ethylbenzen | 61 | |
| Acenaphthen | 1 | |
| Dibuthylphthalat | 1 | 1 |
| Diethylether | 0 | |
| Dimethylphthalat | 1 | |
| Benzfluranthen B+J+K | 1 | |

| Stof | Antal analyser med fund | Antal analyser med overskridelse |
|-------------------------|--------------------------------|---|
| AOC | 7 | |
| 1,1-dichlorethan | 12 | 1 |
| Pah (sum af 9 pah) | 1 | |
| 1,2-dichlorethan | 20 | 1 |
| C5-C10 kulbrinteaktion | 3 | 3 |
| C10-C25 kulbrinteaktion | 6 | 7 |
| C25-C35 kulbrinteaktion | 5 | 13 |
| 1,3,5-Trimethylbenzen | 2 | |
| 1,2,4-Trimethylbenz | 3 | |
| 1-methyl-naphthalen | 1 | |
| Fluoren | 1 | |
| Antracen | 2 | |
| Pyren | 2 | 2 |
| Chrysen | 1 | |
| Vinylchlorid | 33 | 9 |